

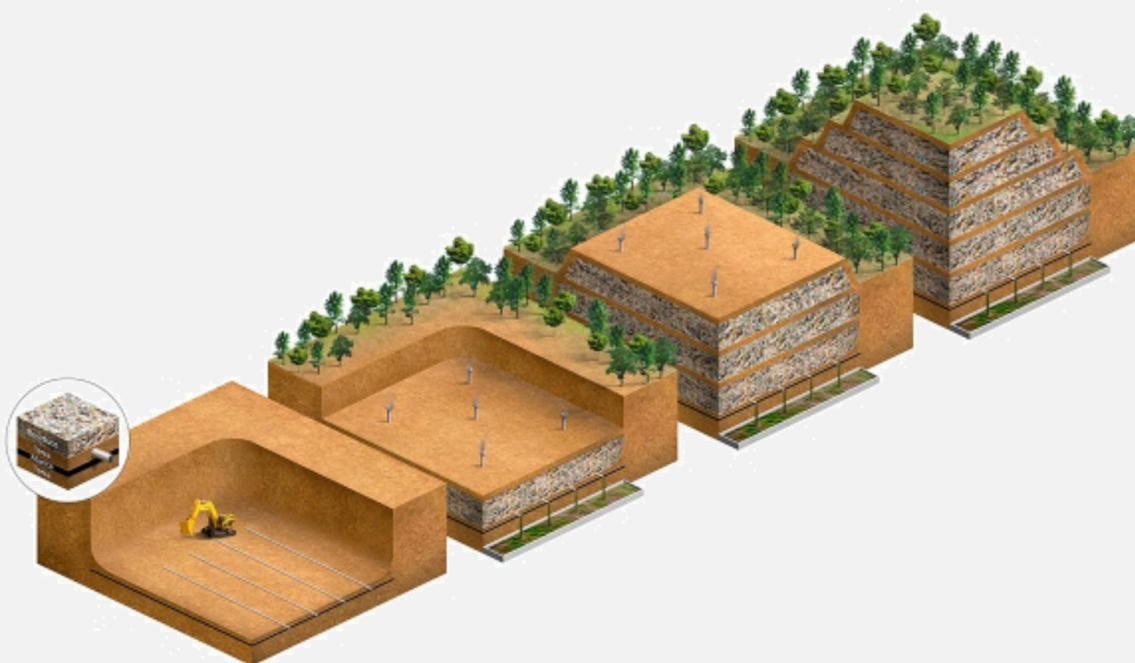
PROJECTO DE TRANSFORMAÇÃO URBANA DE MAPUTO (PTUM)

ATERRO SANITÁRIO DE KATEMBE

VOLUME II - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E SOCIAL (EIAS)

TOMO III – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

RELATÓRIO PRELIMINAR



Preparado para:



Conselho Municipal de Maputo

Preparado por:



Consultec – Consultores Associados, Lda.

Janeiro 2026

PROJECTO DE TRANSFORMAÇÃO URBANA DE MAPUTO (PTUM)

ATERRO SANITÁRIO DE KATEMBE

VOLUME II - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E SOCIAL (EIAS)

TOMO III – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

RELATÓRIO PRELIMINAR

Conselho Municipal de Maputo

Gabinete do Desenvolvimento Estratégico e Institucional

Projecto de Transformação Urbana de Maputo

Av. da Marginal, No. 9149, Triunfo, Bairro da Costa do Sol

Maputo Moçambique

Email: transformacaourbana.maputo@gmail.com

Consultec – Consultores Associados, Lda.

Rua Tenente General Oswaldo Tazama, n.º 169

Maputo, Moçambique

Telefone: +258 21 491 555

Email: consultec@consultec.co.mz

IP - Fevereiro 2025 – EPDA - Junho 2025 – EIAS Janeiro 2026

ÍNDICE GERAL

1	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	1
1.1	INTRODUÇÃO	1
1.2	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	1
1.2.1	Definição de Impacto e Tipos de Impactos	2
1.2.2	Determinação da Significância do Impacto	2
1.2.3	Resumo da Avaliação	4
1.2.4	Medidas de Mitigação e Potenciação	5
1.3	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA FASE DE CONSTRUÇÃO	6
1.3.1	Qualidade do Ar	6
1.3.2	Ambiente Sonoro	15
1.3.3	Geologia	21
1.3.4	Solos	23
1.3.5	Hidrologia	38
1.3.6	Meio Biótico	49
1.3.7	Meio Socioeconómico	63
1.4	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA FASE DE OPERAÇÃO	87
1.4.1	Alterações Climáticas	87
1.4.2	Qualidade do Ar	92
1.4.3	Ambiente Sonoro	114
1.4.4	Geologia	126
1.4.5	Solos	131
1.4.6	Hidrologia	135
1.4.7	Meio Biótico	157
1.4.8	Meio Socioeconómico	161
	Gestão Ambiental do Aterro	169
	Comunicação e Envolvimento Comunitário	169
	Medidas Compensatórias	169
	Monitoria Imobiliária e Ambiental	169
1.5	IMPACTOS CUMULATIVOS	175
1.5.1	Potenciais Impactos Cumulativos nas Componentes Ambientais Valorizadas	175
1.5.1	Avaliação dos Impactos Cumulativos nos VECs	178
2	ANÁLISE DE RISCO	183
2.1	INTRODUÇÃO	183
2.2	MELHOR PRÁTICA INTERNACIONAL	183
2.3	PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJECTO	184
2.3.1	Fase de Construção	184

2.3.2	Fase de Operação	184
2.4	METODOLOGIA.....	185
2.4.1	Fase de Construção.....	185
2.4.2	Fase de Operação	186
2.5	AVALIAÇÃO DO RISCO DO PROJECTO.....	192
2.5.1	Fase de Construção.....	192
2.5.2	Fase de Operação	195
2.5.3	Avaliação de Riscos.....	196
2.6	GESTÃO DE RISCO.....	214
2.7	CONCLUSÕES.....	214
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	215
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	218

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Emissão de material particulado (TSP), fase construção, cenário não-mitigado	10
Figura 1.2 - Emissão de material particulado (TSP), fase construção, cenário mitigado	11
Figura 1.3 – Fontes de geração de Metano (x106 ton).....	89
Figura 1.4 – Zonas de Protecção em redor do Aterro.....	93
Figura 1.5 – Processamento de Terreno (SRTM 3- USGS)	99
Figura 1.6– Resultados da modelação de dispersão de odores (cenário base).....	100
Figura 1.7 - Resultados da modelação de dispersão de odores (cenário Conservador).....	101
Figura 1.8 – Sistema de combustão controlado.....	108
Figura 1.9 – Dispersão de Gases de combustão ([CO, Max.] = 24,9 ug/m3, base horária).....	111
Figura 1.10 – Dispersão de Gases de combustão ([SO2, Max.] = 8,74 ug/m3, base horária)	111
Figura 1.11 – Dispersão de Gases de combustão ([NO2, Max]. = 21,3 ug/m3, base horária).....	112
Figura 1.12 – Dispersão de Gases de combustão ([SO2 Max] =3,39 ug/m3, base 24 horas).....	112
Figura 1.13– Localização do aterro e Zonas de Protecção	116
Figura 1.14 – Níveis de ruído gerados na AID do Aterro de KaTembe	118
Figura 1.15 – Ilustração do semi-reboque de 60 m3 de transporte de resíduos	119
Figura 1.16 – Emissão acústicas de diferentes classes de veículos, (1 veículo) a 25 metros	120
Figura 1.17 – Escola Primária 10 de Julho	122
Figura 1.18 – Modelação do troço da Estrada do Aterro de KaTembe (pk=5+000m), em locais particularmente sensíveis à propagação do ruído, nível acústico exterior.	123
Figura 1.19 Ilustração da percepção do aterro na área envolvente (fase de encerramento)	127
Figura 1.20 Configuração escalonada, cotas máximas e desenvolvimento dos taludes exteriores (1V:2,5H).....	129
Figura 1.21 Outputs gráficos dos cálculos de estabilidade (FS estático e sísmico), ilustrando as superfícies potenciais de deslizamento e os factores de segurança obtidos	130
Figura 1.22 o sistema MOHID acopla, em tempo real, a dispersão de campo próximo (MOHIDJet) com a dispersão de campo distante (MOHID 3D).....	138

Figura 1.23 Descarga das águas pluviais numa pequena bacia de linha de água que será protegida contra o efeito erosivo do aumento de caudal.....155

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 Concentrações máxima de TSP, ambos cenários	11
Tabela 1.2- Potenciais emissões totais de partículas suspensas durante a fase de construção	12
Tabela 1.3 - Listagem de equipamentos e alocação pelas principais fases de construção	17
Tabela 1.4 – Potências sonoras dos equipamentos de construção em cada fase de obra	18
Tabela 1.5 – Níveis sonoros gerados nas diferentes fases de construção.....	20
Tabela 1.6 Emissão de Gases com Efeito de Estufa	90
Tabela 1.7– Área do aterro de KaTembe.....	93
Tabela 1.8– Mecanismos de libertação de odores em aterros	94
Tabela 1.9 - Taxas de emissão de odores em aterros.....	95
Tabela 1.10 – Concentrações de Odor junto aos receptores sensíveis mais próximos	102
Tabela 1.11 – Concentrações de Odor junto aos receptores sensíveis mais próximos	103
Tabela 1.12– Emissões anuais de poluentes provenientes da combustão do Biogás.	109
Tabela 1.13 - Concentrações máximas de produtos de Combustão de biogás	110
Tabela 1.14– Área do aterro de KaTembe.....	115
Tabela 1.15 – Características Sonoras de Equipamentos de manuseamento de Resíduos.....	116
Tabela 1.16 – Níveis acústicos estimados na fase operação aterro KaTembe	117
Tabela 1.17 – Características sonoras do veículo de transporte de RSU	119
Tabela 1.18 – Nível de potência sonora equivalente da fonte sonora	119
Tabela 1.19 – Níveis acústicos ao longo da Estrada do Aterro de Katembe.....	121
Tabela 1.20 - Classificação do impacto sobre o Ambiente sonoro	125
Tabela 1.21 Níveis progressivos de modelação	139
Tabela 1.22 Parâmetros Principais do Efluente Tratado	140
Tabela 1.23 – Avaliação dos Impactos Cumulativos.	179
Tabela 1.24 – Medidas propostas para a gestão dos impactos cumulativos.....	180

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 – Tipos de Impactos	2
Quadro 1.2 – Critérios para determinação da magnitude do impacto	3
Quadro 1.3 Método utilizado para determinar a pontuação da magnitude do impacto	4
Quadro 1.4 – Classificação da probabilidade do impacto vir a ocorrer.....	4
Quadro 1.5 Classificação da significância do impacto.....	4
Quadro 1.6 Natureza do impacto	4
Quadro 1.7 - Código de cores usado para ilustrar a significância dos Impactos	5
Quadro 1.8 – Necessidade de mitigação dos impactos negativos de acordo com a sua significância	5
Quadro 1.9 – Hierarquia de mitigação	6
Quadro 1.10 Actividades previstas para a fase de construção.....	6

Quadro 1.11 – Parâmetros de cálculo adoptados.....	98
Quadro 1.12 Processos naturais de autodepuração e assimilação.....	152
Quadro 2.1 Categorias de Frequência dos Cenários Acidentais.....	188
Quadro 2.2 Gravidade das Consequências dos Cenários.....	189
Quadro 2.3 Matriz de Classificação e Valoração de Risco.....	190
Quadro 2.4 Tipo de acção a implementar em função do Risco.....	190
Quadro 2.5 Identificação de perigos e medidas preventivas e de mitigação para a fase de construção.....	193

ÍNDICE DE VOLUMES

Volume I – Resumo Não Técnico

Volume II – Estudo de Impacto Ambiental e Social

Tom I - Contexto, Enquadramento e Descrição do Projecto

Tom II - Descrição Ambiental e Social

Tom III - Impactos e Medidas de Mitigação

Tom IV – Anexos Técnicos

Volume III – Plano de Gestão Ambiental e Social

Volume IV – Processo de Participação Pública

O presente documento corresponde ao Volume II do Estudo de Impacto Ambiental e Social – Tomo III – Avaliação de Impactos e Medidas de Mitigação.

Este volume apresenta a avaliação dos impactos decorrentes do projecto e as respectivas medidas de mitigação propostas. Inclui ainda a análise de riscos, as considerações finais e as referências bibliográficas. O Tomo II constitui o núcleo central da avaliação ambiental e social, fornecendo os elementos técnicos necessários à tomada de decisão pelas autoridades competentes.

LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS – Vol II, Tomo III

Acrónimo	Significado
AAS	Avaliação Ambiental e Social
AERMOD	American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model
AI	Área de Influência
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AIAS	Administração de Infra-estruturas de Água e Saneamento
AID	Área de Influência Directa
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
ANE	Administração Nacional de Estradas
BAD	Banco Africano de Desenvolvimento
BM	Banco Mundial
CFM	Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique
CMM	Conselho Municipal de Maputo
CO	Monóxido de Carbono
CO2	Dióxido de Carbono
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CTM	Central Térmica de Maputo
DINAB	Direcção Nacional do Ambiente
DNTF	Direcção Nacional de Terras e Florestas
EDGI	Empresa de Desenvolvimento e Gestão de Infra-estruturas
EDM	Electricidade de Moçambique
EIAS	Estudo de Impacto Ambiental e Social
ENH	Empresa Nacional de Hidrocarbonetos
EPDA	Estudo Prévio de Desenvolvimento Ambiental
EPI	Equipamentos de Protecção Individual
FDC	Fundo de Desenvolvimento Comunitário
GMO	Genetically Modified Organisms
IFC	International Finance Corporation
INGD	Instituto Nacional de Gestão e Redução do Risco de Desastres
ISO	International Organization for Standardization
MAAP	Ministério da Agricultura e Ambiente
MDR	Mecanismo de Diálogo e Reclamações
MOHID	Water Modelling System
MOHIDJet	MOHID Water Modelling System - Jet Module
MTA	Ministério da Terra e Ambiente
NO2	Dióxido de Azoto
NOx	Óxidos de Azoto

Acrónimo	Significado
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PAR	Plano de Acção de Reassentamento
PETROMOC	Petróleos de Moçambique
PGAS	Plano de Gestão Ambiental e Social
PI&A	Partes Interessadas e Afectadas
PM10	Particulate Matter 10
PM2.5	Particulate Matter 2.5
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PTS	Partículas Totais em Suspensão
PTUM	Projecto de Transformação Urbana de Maputo
RAP	Resettlement Action Plan
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RIDMP	Regional Infrastructure Development Master Plan
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SADC	Comunidade de Desenvolvimento da África Austral
SAPP	Southern African Power Pool
SHST	Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SO2	Dióxido de Enxofre
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TDM	Transportes de Moçambique
TSP	Total Suspended Particles
TdR	Termos de Referência
UA	União Africana
UN	United Nations
USEPA	United States Environmental Protection Agency
USGS	United States Geological Survey
VECs	Componentes Ambientais Valorizadas
WHO	World Health Organization

Glossário – Vol II, Tomo III

Termo	Definição
AERMOD	Modelo matemático de dispersão de poluentes atmosféricos desenvolvido pela EPA (Environmental Protection Agency) dos EUA, utilizado para avaliar concentrações máximas de contaminantes no ar.

Termo	Definição
Ângulo de Atrito	Parâmetro geotécnico que representa a resistência ao cisalhamento entre partículas de solo, expresso em graus. Para resíduos sólidos urbanos adota-se tipicamente $\phi = 25^\circ$.
Avifauna Aquática	Conjunto de espécies de aves associadas a ambientes aquáticos e húmidos, incluindo aves migratórias que utilizam estuários e mangais como áreas de alimentação e descanso.
Bacia de Amortecimento	Estrutura para controle de caudais de pico que funciona como área temporária de retenção, reduzindo pressão sobre infraestruturas hidráulicas e risco de erosão.
Berma	Plataforma horizontal intercalada em taludes para reduzir a inclinação, facilitar a drenagem e aumentar a estabilidade de escavações ou aterros.
Box-Culvert	Estrutura pré-fabricada em betão armado de seção retangular utilizada para passagem de água em sistemas de drenagem, com dimensões variáveis entre 4,0-5,0m de largura por 3,0m de altura no projeto.
Capacidade de Diluição	Aptidão de um corpo d'água para assimilar poluentes através da mistura, dependente do caudal, turbulência e características físico-químicas do meio receptor.
Célula de Deposição	Unidade operacional do aterro destinada ao confinamento de resíduos, dotada de sistemas de impermeabilização basal, drenagem de lixiviados e cobertura final.
Clarificação Secundária	Etapa de separação sólido-líquido que segue o tratamento biológico, permitindo a sedimentação da biomassa e a obtenção de efluente clarificado.
CQO	Carência Química de Oxigênio, parâmetro que quantifica a matéria orgânica total presente numa amostra de água através de oxidação química com dicromato de potássio.
Cobertura Diária	Camada de solo aplicada diariamente sobre os resíduos depositados para controle de odores, vetores e dispersão de materiais, com espessura mínima de 15 cm.
Cobertura Final	Sistema multicamada aplicado sobre células encerradas, incluindo camada de drenagem, geomembrana impermeável, camada de proteção e solo para revegetação.
Coesão	Força de adesão entre partículas de solo que confere resistência ao cisalhamento, expressa em kPa. Solos arenosos apresentam coesão baixa ($c \approx 5$ kPa).
Colches Reno	Estruturas flexíveis de gaiolas metálicas preenchidas com pedra, utilizadas para estabilização de taludes e controle de erosão, especialmente em canais e margens de cursos d'água.
Colmatação	Processo de obstrução dos poros do meio filtrante por acumulação de sólidos, reduzindo a eficiência hidráulica e de tratamento dos sistemas de wetlands.
Compactação	Processo de redução do volume de resíduos através da aplicação de pressão, aumentando a densidade e estabilidade dos materiais depositados no aterro.
Conectividade Ecológica	Grau de facilidade com que organismos, genes ou materiais podem mover-se entre habitats, fundamental para manutenção da biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas.
Consulta Pública	Processo de envolvimento das partes interessadas na tomada de decisões sobre projetos, garantindo transparência e participação na avaliação de impactos.
Cortina Arbórea	Barreira de vegetação densa plantada no perímetro do aterro com espécies nativas de crescimento rápido para controle visual, odores e ruído.

Termo	Definição
Cortina de Turbidez	Barreira flutuante utilizada para conter sedimentos em suspensão durante atividades aquáticas, minimizando impactos na qualidade da água de corpos hídricos adjacentes.
DBO5	Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias, parâmetro que mede a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos na decomposição de matéria orgânica biodegradável.
Decibel (dBA)	Unidade de medida do nível de ruído ponderada pela sensibilidade do ouvido humano, utilizada para avaliar o impacto sonoro sobre receptores sensíveis.
Eficiência de Captação	Percentagem de biogás efetivamente coletado pelo sistema de drenagem em relação ao total produzido no aterro, objetivo de $\geq 75\%$ para controle eficaz.
Emissário Submerso	Tubagem submersa de 400mm de diâmetro instalada no rio Tembe para descarga do efluente tratado proveniente do sistema de tratamento de lixiviados, localizada a 150 metros da margem.
Espécies Invasoras	Organismos não nativos que se estabelecem e se propagam em novos ecossistemas, causando impactos negativos sobre a biodiversidade, economia ou saúde humana.
Estação Meteorológica	Conjunto de instrumentos para medição de parâmetros climáticos (temperatura, precipitação, vento, humidade), fundamental para modelação de dispersão atmosférica.
Fator de Segurança	Coefficiente utilizado em análises de estabilidade que relaciona a resistência disponível com a solicitação atuante, garantindo margem de segurança contra ruptura (mínimo $FS=1,5$ para taludes).
Flare	Sistema de combustão controlada utilizado para queimar gases combustíveis de forma segura, transformando compostos odorantes e tóxicos em dióxido de carbono e vapor de água.
Formação Congolote	Formação geológica local caracterizada por depósitos quaternários de areias finas a médias, muito soltas a levemente compactas, com elevada permeabilidade e vulnerabilidade à erosão.
Gases com Efeito de Estufa (GEE)	Gases atmosféricos que absorvem e retêm calor, contribuindo para o aquecimento global. No aterro, principalmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) provenientes da decomposição de resíduos.
Geocomposito	Material formado pela combinação de geossintéticos com diferentes funções (drenagem, proteção, separação), utilizado em sistemas de impermeabilização de aterros.
Geomembrana	Material sintético impermeável (PEAD - Polietileno de Alta Densidade) utilizado como barreira à infiltração de lixiviados, com espessura típica de 2,0 mm.
Geotêxtil	Material têxtil sintético utilizado em aplicações geotécnicas para separação, filtração, drenagem e estabilização de solos, fundamental em obras de aterros.
Habitats Críticos	Áreas com elevado valor para biodiversidade, incluindo habitats de espécies ameaçadas, endémicas ou economicamente importantes, conforme definição da IFC Performance Standard 6.
Hidrossemeadura	Técnica de revegetação que consiste na aplicação de mistura de sementes, fertilizantes, estabilizantes e água através de equipamento especializado.
Impactos Cumulativos	Efeitos ambientais resultantes da combinação de múltiplas ações ou projetos, que se acumulam no tempo e no espaço, podendo ser mais significativos que os impactos individuais.
Impactos Residuais	Efeitos ambientais que permanecem após a implementação de todas as medidas de mitigação tecnicamente viáveis e economicamente razoáveis.

Termo	Definição
Inventário de GEE	Quantificação das emissões e remoções de gases com efeito de estufa de uma atividade, seguindo metodologias do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
Lamas Ativadas	Processo biológico de tratamento de efluentes que utiliza microrganismos em suspensão para degradar matéria orgânica, seguido de separação sólido-líquido por sedimentação.
Material Particulado	Partículas sólidas e líquidas em suspensão na atmosfera, classificadas por tamanho (PM10, PM2.5), com origem em processos de combustão, erosão e atividades industriais.
Mecanismo de Reclamações	Sistema estabelecido para receber, avaliar e resolver reclamações de partes interessadas afetadas pelo projeto, promovendo diálogo e resolução de conflitos.
Medidas de Mitigação	Conjunto de ações destinadas a prevenir, reduzir ou compensar impactos ambientais negativos de um projeto, seguindo a hierarquia: evitar, minimizar, remediar e compensar.
Monitorização	Atividade sistemática de acompanhamento e avaliação de parâmetros ambientais para verificar a eficácia das medidas de controle e detectar possíveis impactos.
Partes Interessadas	Indivíduos, grupos ou organizações que podem afetar ou ser afetados por um projeto, incluindo comunidades locais, autoridades, ONGs e sector privado.
Período de Nidificação	Época reprodutiva das aves durante a qual constroem ninhos e criam descendência, período crítico que requer proteção contra perturbações (geralmente novembro a abril na região).
Piezómetro	Instrumento para medição do nível e pressão da água subterrânea, essencial na monitorização de aquíferos e detecção de contaminação por lixiviados.
Piping	Fenômeno de erosão interna do solo causado pela percolação de água, resultando em formação de canais preferenciais e potencial instabilidade estrutural.
Plano de Ação de Reassentamento (PAR)	Documento que estabelece medidas para mitigar impactos sobre populações afetadas por um projeto, garantindo restauração ou melhoria das condições de vida.
Poder Calorífico	Quantidade de energia liberada na combustão completa de uma unidade de massa ou volume de combustível, expressa em MJ/m³ para o biogás ($\approx 22 \text{ MJ/m}^3$).
Potencial de Aquecimento Global	Medida do impacto climático de um gás com efeito de estufa relativamente ao CO2, sendo o metano 28 vezes mais potente que o CO2 num período de 100 anos.
Poço de Biogás	Estrutura vertical perfurada nas células do aterro para captação dos gases produzidos, conectada ao sistema de coleta e tratamento através de tubagem específica.
Queima Controlada	Combustão do biogás em condições operacionais definidas (temperatura $\geq 800^\circ\text{C}$, tempo de residência $\geq 0,3\text{s}$) para destruição de compostos orgânicos voláteis.
Recalques Diferenciais	Assentamentos desiguais de fundações causados por heterogeneidade do solo ou carregamentos diferentes, podendo comprometer a integridade estrutural das edificações.
Rizosfera	Zona do solo próxima às raízes das plantas onde ocorrem intensas interações biológicas, químicas e físicas, fundamental nos processos de depuração em wetlands.

Termo	Definição
Sedimentação Primária	Processo físico de remoção de sólidos suspensos por ação da gravidade, constituindo a primeira etapa do tratamento de lixiviados nas lagoas de equalização.
Separadores de Hidrocarbonetos	Equipamentos para remoção de óleos e graxas das águas residuais através de flotação e decantação, essenciais nas áreas de manutenção de equipamentos.
Significância de Impacto	Classificação qualitativa da importância de um impacto ambiental, considerando magnitude, extensão, duração, reversibilidade e probabilidade de ocorrência.
Sistema Anaeróbico	Ambiente sem oxigênio onde ocorre a decomposição da matéria orgânica por microrganismos específicos, resultando na produção de metano e dióxido de carbono no aterro.
Sistema de Lagunagem	Conjunto de lagoas sequenciais (equalização, aeração, sedimentação) para tratamento de lixiviados através de processos físicos, químicos e biológicos.
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Partículas sólidas retidas por filtração, indicador da turvação da água e da carga de sedimentos transportados em suspensão.
Tempo de Retenção Hidráulica	Período médio que um fluido permanece numa unidade de tratamento, parâmetro fundamental para dimensionamento de sistemas de depuração de efluentes.
TMDA	Tráfego Médio Diário Anualizado, indicador que quantifica o número médio de veículos que transitam numa via durante um dia, considerando variações sazonais.
Unidade de Odor (ouE/m³)	Unidade que mede a concentração de compostos odorantes na atmosfera, determinada através de olfatosmetria dinâmica com painel de avaliadores treinados.
USLE	Universal Soil Loss Equation - equação universal de perda de solo utilizada para estimar taxas de erosão, aplicável na avaliação de riscos erosivos em solos expostos.
VECs	Valued Environmental Components - Componentes Ambientais Valorizadas, elementos do ambiente considerados importantes do ponto de vista científico, social, cultural ou econômico.
Wetlands Construídas	Sistemas de tratamento que utilizam plantas aquáticas e substratos filtrantes para remoção de poluentes através de processos físicos, químicos e biológicos, funcionando como tratamento terciário.
Zona de Mistura	Área limitada de um corpo d'água próxima ao ponto de descarga onde se admite o não cumprimento temporário de padrões de qualidade devido ao processo de diluição.
Zona de Proteção	Área estabelecida ao redor do aterro com restrições de uso: proteção total (200m) sem habitações e proteção parcial (500m) com densidade habitacional limitada.
Zona Ripária	Área de vegetação nas margens de cursos d'água que desempenha funções ecológicas de filtração, estabilização e habitat para fauna, constituindo zona de transição aquático-terrestre.

1 Avaliação de Impactos e Medidas de Mitigação

1.1 Introdução

Este capítulo apresenta a avaliação dos potenciais impactos biofísicos e socioeconómicos, directos e indirectos, positivos e negativos, que resultarão da implementação do Projecto

As secções seguintes apresentam os potenciais impactos para as fases: *i)* de construção, *ii)* de operação do Projecto. A identificação dos impactos é baseada nas seguintes informações:

- **Características técnicas do projecto:** permite a identificação de potenciais fontes de impacto com base nas características técnicas das infra-estruturas a construir, bem como nas actividades a serem realizadas. O Projecto está descrito detalhadamente no capítulo 4;
- **Dados da situação ambiental de referência:** permite a compreensão do contexto biofísico e social em que o projecto é implementado. As componentes ambientais e sociais estão descritas no capítulo 6;
- **Questões e preocupações levantadas pelas PI&A:** permite identificar as principais questões socioambientais relacionadas com o projecto, percepcionadas pelas pessoas que com ele estão relacionadas. As questões e preocupações públicas são discutidas no Relatório de Participação Pública que acompanhará o EIA final.

A identificação dos impactos dá continuidade ao trabalho desenvolvido na fase anterior de TdR e respectiva consulta pública, leva em consideração o parecer da Comissão de Avaliação designada para o processo de AIA, e foi actualizada em função dos resultados dos estudos de base e de outras análises mais detalhadas realizadas para este EIA.

Para cada impacto identificado, é fornecida uma descrição de impacto e a sua importância é avaliada de acordo com uma metodologia padronizada de avaliação de impactos, conforme descrito no **subcapítulo 1.2**. Tendo em conta a classificação de significância, são definidas as medidas de mitigação, com o objectivo de reduzir a significância do impacto residual a níveis aceitáveis. Para os impactos positivos e, quando relevante, são propostas medidas de optimização.

A significância de cada potencial impacto também é avaliada após a aplicação de medidas de mitigação/melhoramento, de modo a avaliar a significância do impacto residual. Para cada impacto, a avaliação de impacto é resumida em formato de quadro, incluindo a avaliação pré-mitigação, as principais medidas de mitigação propostas e a avaliação de impacto residual, pós-mitigação.

As medidas de mitigação, melhoramento e monitorização resultantes da avaliação de impacto, são organizadas em programas temáticos no PGAS.

1.2 Metodologia de Avaliação de Impactos

Um impacto ambiental e social pode ser qualquer mudança no meio ambiente ou seu uso. Mais especificamente, os impactos ambientais referem-se a qualquer mudança, potencial ou real, para o ambiente físico, biológico e social. O efeito pode ser positivo ou negativo, como consequência directa ou indirecta do projecto. Os potenciais impactos foram identificados através de um processo

sistemático de análise da interacção entre as actividades do Projecto e o ambiente receptor, dentro da AI do Projecto.

Esta secção apresenta a metodologia detalhada para a avaliação da significância dos potenciais impactos ambientais e sociais no EIAS. Esta metodologia permite que os impactos potenciais identificados sejam analisados de forma sistemática, com classificação de significância (de insignificante a muito alta) atribuída a cada impacto potencial, ajudando assim a minimizar a subjectividade inerente à avaliação de impactos.

A identificação e avaliação dos impactos foram realizadas para as fases de construção e operação com base no julgamento e experiência profissional da equipa de EIAS, bem como em trabalho de campo, participação pública e estudos de gabinete.

1.2.1 Definição de Impacto e Tipos de Impactos

Um impacto é qualquer mudança, ou percepção de mudança, seja adversa ou benéfica, que é total ou parcialmente resultante das actividades, produtos ou serviços de uma organização (tal como definido na norma ISO 14001:2004). Qualquer projecto pode gerar uma vasta gama de impactos potenciais, de diferentes tipos. O **Quadro 1.1** lista os diferentes tipos de impactos que serão identificados e avaliados.

Quadro 1.1 – Tipos de Impactos

Tipo de Impacto	Descrição
Directo	Impactos que resultam da interacção directa entre uma actividade de projecto e o ambiente receptor (por exemplo, geração de poeiras que afecta a qualidade do ar).
Indirecto	Impactos que resultam de outras actividades (não-projecto), mas que são facilitados como resultado do projecto (por exemplo, a migração de pessoas à procura de emprego, que coloca exigências adicionais aos recursos naturais), ou impactos que ocorrem como resultado da interacção subsequente dos impactos directos do projecto no ambiente (por exemplo, a desmatamento da faixa de reserva pode facilitar a expansão de espécies de flora exótica invasora).
Cumulativo	Impactos que actuam em conjunto com impactos actuais, ou impactos potenciais no futuro, de outras actividades ou actividades propostas na área/região, que afectam os mesmos recursos e/ou receptores (por exemplo, efeitos combinados da remoção da vegetação de várias linhas eléctricas na região).
Percebido	Alterações que podem não estar associados ao projectos, mas cuja causa é atribuída ao projecto. Estes impactos são identificados e avaliados através do processo de consulta e articulação com as partes interessadas e afectadas.

1.2.2 Determinação da Significância do Impacto

O objectivo da avaliação de impacto é informar que tipo de mitigação/potenciação é necessária para reduzir o efeito residual de um impacto negativo para níveis aceitáveis ou para maximizar os benefícios de um impacto positivo. A significância de um impacto é definida como uma combinação de vários critérios de impacto, que avaliam a escala temporal e espacial do impacto, a sensibilidade, resiliência ou importância dos receptores/recursos afectados e a intensidade das alterações impostas a esses receptores/recursos.

Não existe nenhuma definição estatutária de “significância”, pelo que a sua determinação é em parte subjectiva. Os critérios para a avaliação da significância dos impactos surgem a partir dos seguintes elementos-chave:

- Conformidade com a legislação, políticas e planos de nível local, políticas da indústria ou outras relevantes, normas ou directrizes ambientais e melhores práticas internacionais;
- A consequência das alterações impostas ao ambiente biofísico ou socioeconómico (p. ex., perda de habitats, diminuição da qualidade da água), expressa sempre que possível em termos quantitativos. Para os impactos socioeconómicos, a consequência deverá ser vista da perspectiva dos afectados, levando em conta a percepção dos mesmos sobre a importância do impacto, e a capacidade das pessoas de gerirem e de se adaptarem à mudança;
- A natureza do receptor do impacto (físico, biológico ou humano). No caso de o receptor ser físico (por exemplo, um recurso hídrico), deverão ser considerados aspectos como a sua qualidade, sensibilidade à mudança e importância. No caso de o receptor ser biológico, deverão ser consideradas a sua importância (por exemplo, a sua importância regional, nacional ou internacional) e a sua sensibilidade ao impacto. Para um receptor humano, deverão ser consideradas a sensibilidade do agregado familiar, comunidade ou grupo mais amplo a nível da sociedade, juntamente com a sua capacidade de se adaptar e gerir os efeitos do impacto; e
- A probabilidade do impacto identificado vir a ocorrer. Esta probabilidade é estimada com base na experiência e/ou evidência de tal impacto ter ocorrido previamente.

A **significância** de um determinado impacto é definida como a combinação da **magnitude** da ocorrência do impacto e da **probabilidade** do impacto vir a ocorrer.

Os critérios utilizados na determinação da **magnitude** do impacto são apresentados no **Quadro 1.2**.

Quadro 1.2 – Critérios para determinação da magnitude do impacto

Classificação	Definição da classificação	Pontuação
A. Extensão – a área na qual o impacto será sentido		
Local	Confinado à área do projecto ou área de estudo, ou a parte desta (por exemplo, uma frente de obra)	1
Regional	A região, que pode ser definida de várias formas, por exemplo, cadastral, bacia, topográfica	2
(Inter)nacional	A nível nacional ou internacional	3
B. Intensidade – a dimensão do impacto em relação à sensibilidade do ambiente receptor, tendo em conta o grau em que o impacto pode causar uma perda insubstituível de recursos		
Baixa	As funções e processos naturais e/ou sociais específicos ao local e mais abrangentes são alterados de forma negligenciável	1
Média	As funções e processos naturais e/ou sociais específicos ao local e mais abrangentes continuam, embora de uma forma modificada	2
Alta	As funções ou processos naturais e/ou sociais específicos ao local e mais abrangentes são severamente alterados	3
C. Duração – o período durante o qual o impacto será sentido e a sua reversibilidade		
A curto prazo	Até dois anos	1
A médio prazo	Dois a 15 anos	2
A longo prazo	Mais de 15 anos	3
Irreversível	-	4

A pontuação combinada destes três critérios resulta na classificação da magnitude, conforme o **Quadro 1.3**.

Quadro 1.3 Método utilizado para determinar a pontuação da magnitude do impacto

Pontuação combinada (A+B+C)	3 – 4	5	6	7	8 – 9
Classificação da Magnitude	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta

Uma vez determinada a magnitude, considera-se a probabilidade da ocorrência do impacto, com recurso às classificações de probabilidade apresentadas no **Quadro 1.4**.

Quadro 1.4 – Classificação da probabilidade do impacto vir a ocorrer

Probabilidade	
Improvável	< 40% de probabilidade de ocorrência
Possível	40% a 70% de probabilidade de ocorrência
Provável	70% a 90% de probabilidade de ocorrência
Definitiva	> 90% de probabilidade de ocorrência

A significância global do impacto é então determinada, tendo em consideração a sua magnitude e probabilidade, através da utilização do sistema de classificação preconizado no **Quadro 1.5**.

Quadro 1.5 Classificação da significância do impacto

		Probabilidade			
		Improvável	Possível	Provável	Definitiva
Magnitude	Muito baixa	INSIGNIFICANTE	INSIGNIFICANTE	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA
	Baixa	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA	BAIXA	BAIXA
	Média	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
	Alta	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA
	Muito alta	ALTA	ALTA	MUITO ALTA	MUITO ALTA

Finalmente, os impactos são também considerados em termos da sua natureza (impacto positivo ou negativo) e da confiança na classificação da significância atribuída a cada impacto. O **Quadro 1.6** apresenta o sistema utilizado para classificar a natureza dos impactos.

Quadro 1.6 Natureza do impacto

Natureza do impacto	
Indicação de um impacto adverso (negativo) ou benéfico (positivo).	(+) positivo – um “benefício”
	(-) negativo – um “custo”

1.2.3 Resumo da Avaliação

A avaliação de cada impacto é sintetizada em formato de tabela. Para permitir uma mais fácil percepção da natureza (positiva/negativa) e da significância dos impactos avaliados, a tabela síntese de impacto é codificada por cores, tal como se mostra no **Quadro 1.7**.

Quadro 1.7 - Código de cores usado para ilustrar a significância dos Impactos

Impactos Negativos (Significância)	Impactos Positivos (Significância)
Insignificante	Insignificante
Muito baixa	Muito baixa
Baixa	Baixa
Média	Média
Alta	Alta
Muito Alta	Muito Alta

1.2.4 Medidas de Mitigação e Potenciação

A mitigação/potenciação é uma fase crítica do processo de AIAS: após a identificação dos potenciais impactos, o objectivo é evitar ou minimizar tanto quanto razoavelmente praticável, os impactos negativos, enquanto se reforçam os impactos positivos.

O princípio básico da mitigação é, em primeiro lugar, evitar qualquer impacto negativo em vez de tentar remediar o seu efeito negativo mais tarde. Quando os impactos não podem ser evitados, o objectivo passa então a ser a sua redução para um nível aceitável, de modo a não subsistirem impactos residuais importantes.

A classificação da significância do impacto reflecte a necessidade de mitigação. Embora impactos de baixa significância possam não exigir medidas de mitigação específicas, impactos negativos de alta significância exigem a implementação de medidas adequadas, para reduzir a significância residual (classificação de significância do impacto, após a mitigação), como descrito no **Quadro 1.8**.

Quadro 1.8 – Necessidade de mitigação dos impactos negativos de acordo com a sua significância

Classificação da significância	Descrição
Insignificante, Muito baixa e Baixa	Não são necessárias medidas de mitigação específicas, para além das boas práticas ambientais normais e das medidas de controlo padrão da indústria.
Média	Devem ser concebidas medidas específicas de mitigação, para reduzir a importância do impacto a um nível aceitável.
Alta	Devem ser concebidas medidas específicas de mitigação, para reduzir a importância do impacto a um nível aceitável. Se não for possível evitar ou minimizar o impacto, devem ser consideradas medidas de compensação.
Muito alta	Devem ser identificadas e implementadas medidas específicas de mitigação, para reduzir a importância do impacto a um nível aceitável. Se tal mitigação não for possível, os impactos negativos de significância muito alta devem ser tidos em conta no processo de autorização do projecto.

De acordo com a significância, para cada impacto, são recomendadas medidas de mitigação e potenciação praticáveis e os impactos são classificados de acordo com a metodologia acima descrita, tanto no cenário não mitigado (sem medidas) como no cenário mitigado (ou seja, assumindo-se a implementação eficaz das medidas de mitigação e potenciação propostas).

Cada medida de mitigação recomendada é descrita em detalhes e o seu grau de mitigação possível é identificado. O EIAS faz uma avaliação adicional sobre se os impactos residuais, benéficos ou adversos se mantêm depois da mitigação

O **Quadro 1.9** indica o enquadramento das várias opções de mitigação a considerar no EIAS, a denominada hierarquia de mitigação.

Quadro 1.9 – Hierarquia de mitigação

Nível de mitigação	Descrição
Evitar	Alterar o projecto para remover o potencial impacto devido às características inerentes do projecto.
Minimizar	Conceber sistemas de controlo e implementar medidas para reduzir os impactos.
Remediar	Reparar qualquer dano residual ao ambiente natural e humano através de actividades de restauração ou outras intervenções apropriadas.
Compensar	Compensar os impactos residuais significativos, caso outras opções de mitigação não sejam viáveis, do ponto de vista técnico ou financeiro, ou se já tiverem sido implementadas.

1.3 Avaliação dos Impactos da Fase de Construção

Os impactos esperados vinculados à fase de construção são aqueles normalmente associados a obras de construção civil em geral. Dentro da área do Projecto, várias actividades serão implementadas para a construção do Aterro Sanitário da KaTembe.

O quadro seguinte sintetiza as principais actividades do projecto potencialmente geradoras de impactos.

Quadro 1.10 Actividades previstas para a fase de construção

Actividade	Descrição
Estaleiros e Trabalhos gerais	Mobilização e Desmobilização do Empreiteiro no local, incluindo montagem de máquinas, equipamento e instalações fixas, instalações, escritórios, locais de armazenamento, ligação de água e electricidade, alojamento e todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários e complementares para a correcta execução dos trabalhos.
Frentes de Obra, Marcas Rodoviárias e de Segurança	- Execução e melhoria das estradas de acesso de trabalho e estaleiro para o tráfego de máquinas, fornecimento de marcações das frentes de trabalho, montagem e manutenção, incluindo marcações rodoviárias e de segurança. - Execução e implementação do Plano de Desvios de Trânsito e de Desvios Pedonais, incluindo o desvio e alteração da circulação tráfego no local de interferência dos trabalhos, de acordo com o Plano de Trabalhos apresentado pelo empreiteiro, a submeter à aprovação do Dono da Obra/Fiscalização e a todas as Entidades Licenciadoras.
Movimentação de terras	Execução de escavações; execução de camadas de brita, areia ou areão; carga, transporte e descarga em destino final dos materiais sobranes
Rede de drenagem	Colocação das tubagens e acessórios; câmaras de visita; dispositivos de captação do escoamento superficial (canais de drenagem pré-fabricados, sarjetas, sumidouros de grades
Mão de Obra	Técnicos ou equivalente; mão-de-obra especializada e não especializada; supervisor

1.3.1 Qualidade do Ar

A construção do novo Aterro Sanitário Municipal de resíduos sólidos e as demais infra-estruturas a este associadas poderão potencialmente gerar impactos na qualidade do ar durante a sua fase de construção. Toda a actividade de construção terá lugar no distrito de KaTembe no Bairro de Incassane nas proximidades de áreas residenciais, mas de baixa densidade.

A fase de construção deste projecto incluirá a mobilização do empreiteiro no local, que compreenderá a criação de instalações temporárias, escritórios, estaleiro, parque de máquinas e

viaturas, construção de acessos e todas as outras medidas necessárias à execução das obras. As obras de construção incluirão acções como a desmatação, limpeza de terrenos, escavações do local, terraplanagens, nivelamento de terrenos, trabalhos em betão, pavimentação, vedações e o transporte, carregamento, descarregamento de materiais em excesso nos locais de eliminação adequados.

A construção ou beneficiação de estradas de acesso aos locais de construção incluirá actividades de terraplenagem, instalação de fundações, blocos de betão laterais, sinalização vertical, drenagem e todas as obras necessárias para um funcionamento adequado durante as obras de construção e após o comissionamento das obras.

Os materiais inertes e agregados necessários para os trabalhos de construção civil associados ao projecto serão obtidos de câmaras de empréstimo. Estes materiais serão obtidos o mais próximo possível do local de construção. A localização das câmaras de empréstimo ainda não é conhecida.

Do ponto de vista da qualidade do ar, prevê-se que as principais actividades de construção que podem potencialmente gerar impactos de qualidade do ar nos receptores sensíveis próximos compreendam:

- Limpeza de vegetação e modelação de terra – necessárias para preparar os terrenos associados às novas infra-estruturas a construir, acampamentos de construção, estradas de acesso, etc. Esta actividade poderá gerar sobretudo a emissão de poeiras, devido à exposição do solo à erosão eólica e ao arrastamento de poeiras pela acção da passagem de veículos.
- Trabalhos de terraplenagem – Serão necessários trabalhos de terraplenagem profundos para a construção do novo aterro. As obras de terraplenagem são propensas a gerar emissões de material particulado se as medidas de controlo direccionadas para a supressão de poeiras não forem devidamente implementadas.
- Construção do Aterro de RSU - é expectável que ocorra a emissão de poeiras e emissões de poluentes atmosféricos (gases de combustão) resultantes das diferentes actividades de construção associadas a estas infra-estrutura, onde serão desenvolvidos trabalhos com máquinas de construção pesada, incluindo o uso de máquinas alimentadas a diesel e gasolina ao que acrescem as actividades generalizadas de transporte de materiais e de pessoal afecto aos trabalhos de construção.
- Circulação e funcionamento dos veículos e máquinas associados às actividades de construção – a circulação dos veículos e o funcionamento das máquinas constituirão uma fonte de emissão de poluentes atmosféricos, devido aos gases de escape de todos os equipamentos com motores de combustão interna. Uma vez que os materiais de construção serão entregues por via rodoviária, usando veículos pesados, é expectável que possam ocorrer emissões de poeiras fugitivas devido ao arrastamento destas pelos veículos durante as actividades de transporte. Estas viagens de camiões para entrega de materiais para o local de construção resultarão também em emissões atmosféricas resultantes da libertação de gases de combustão.

Os trabalhos de construção envolverão a utilização de equipamento típico de construção, como escavadoras, empilhadoras/pás carregadoras, escarificadores (*rippers*), bulldozers, niveladoras, compactadores, camiões de água e camiões basculantes que irão funcionar na área de implantação do aterro. Em síntese, as actividades de construção e o funcionamento do equipamento resultarão, assim, em emissões temporárias de poeiras e de gases de combustão.

É provável que os impactos na qualidade do ar sejam mais relevantes nas proximidades dos locais onde os receptores sensíveis estão próximos do futuro aterro sanitário devido a um potencial aumento das concentrações de poeiras, o que pode resultar em potenciais incómodos para as comunidades locais. Tendo em conta o exposto acima, os principais poluentes atmosféricos de interesse incluem:

- Emissões de partículas (PTS, PM10 e PM2.5) provenientes de actividades de construção; e
- Emissões de gases de combustão, incluindo óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de carbono (CO₂), associados ao funcionamento de equipamento à base de combustível e à circulação de veículos de construção ligeiros e pesados.

A importância dos impactos do projecto na qualidade do ar é avaliada abaixo, tendo em conta a proximidade de receptores sensíveis dos diferentes locais de construção. Para apoiar esta avaliação, é também fornecida uma avaliação e quantificação das emissões de poluentes atmosféricos típicas dos equipamentos de construção.

Impacto QA1: Emissões de poeiras

O impacto mais comum sobre a qualidade do ar, resultante de obras de construção civil são as emissões de partículas (poeiras) que podem resultar num aumento das concentrações atmosféricas de partículas perto dos receptores sensíveis existentes. As actividades de construção civil que envolvem a limpeza da vegetação, a escavação e aterros e terraplanagens do solo resultarão neste tipo de emissões, que podem ser significativas durante a estação seca, se não forem aplicadas medidas de controlo. A intensidade destas emissões é uma função de vários parâmetros, tais como:

- A natureza da actividade de construção específica em curso (metodologia de construção, número e tipo de veículos e equipamentos em funcionamento, etc.).
- A duração da actividade.
- O tamanho da frente de trabalho.
- Condições meteorológicas durante a actividade (velocidade e direcção do vento, eventos de precipitação);
- A proximidade de receptores sensíveis de cada local de trabalho.
- Adequação das medidas de controlo em vigor.
- A sensibilidade dos receptores aos poluentes emitidos.

A magnitude dos impactos de cada frente de trabalho específica dependerá, assim, dos parâmetros listados acima. Estima-se que será necessária uma área maior que se estima atingir uma área total vedada de aproximadamente 60 hectares. Prevê-se também que a fase de construção desta infra-

estrutura demore vários meses a ser finalizada. Note-se que, na fase de construção do aterro serão instaladas várias infra-estruturas de apoio ao funcionamento do mesmo, incluindo vias de acesso internas; células do aterro; portaria; edifício de apoio; oficina; local para o depósito de resíduos inertes; construção de lagoas para o tratamento de lixiviados; sistemas de abastecimento de água; drenagem de águas residuais, águas pluviais e instalações eléctricas.

Operação e circulação de veículos e máquinas de construção sobre vias não pavimentadas

A abertura de estradas temporárias destinadas à circulação de equipamentos pesados de construção é uma prática comum em obras de grandes infra-estruturas como é o caso do Aterro de KaTembe. Apesar de seu carácter provisório, a circulação de veículos pesados pode causar impactos ambientais relevantes sobre a qualidade do ar devido à emissão de material particulado. Acções como a desmatização e limpeza de terrenos e terraplanagens geram emissões significativas de material particulado (poeiras) especialmente em dias secos e/ou com vento forte. O tráfego de máquinas e veículos sobre estes acessos temporários não pavimentados contribuiu para a emissão de partículas, com a visualização de plumas de poeiras, sobretudo se estas vias não forem regularmente humedecidas. Através da adopção de medidas preventivas e mitigadoras adequadas como a aspersão frequente de água sobre as vias e áreas expostas por via de camiões-pipa, a limitação da velocidade de circulação e a estabilização do solo é possível minimizar os efeitos negativos e garantir a redução eficaz de poeiras emitidas.

A figura abaixo ilustra as emissões de material particulado produzidas, expressas em concentração de PTS (24h) resultantes da operação simultânea de 3 bulldozers a desmatar uma área de 500 m²/hora cada um associado à circulação de camiões pesados (dumpers) através de uma via localizada no interior do Aterro considerando um cenário não mitigado.

A modelação realizada considerou os factores de emissão propostos pela USEPA AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.1. Unpaved Roads e Chapter 13.2.3 Heavy Construction Operations.

Importa referir que dada a ausência da definição dos acessos temporários a utilizar pelo empreiteiro, utilizou-se um cenário hipotético com a operação simultânea de 3 bulldozers e o trânsito de veículos pesados ao longo de uma via que atravessa a área de construção do aterro com 1,2 kms de comprimento com 5 metros de largura e não pavimentada de modo a simular as emissões de material particulado num cenário não mitigado e num cenário mitigado onde neste ultimo são adoptadas medidas de mitigação nomeadamente a aspersão hídrica por via de camiões-pipa.

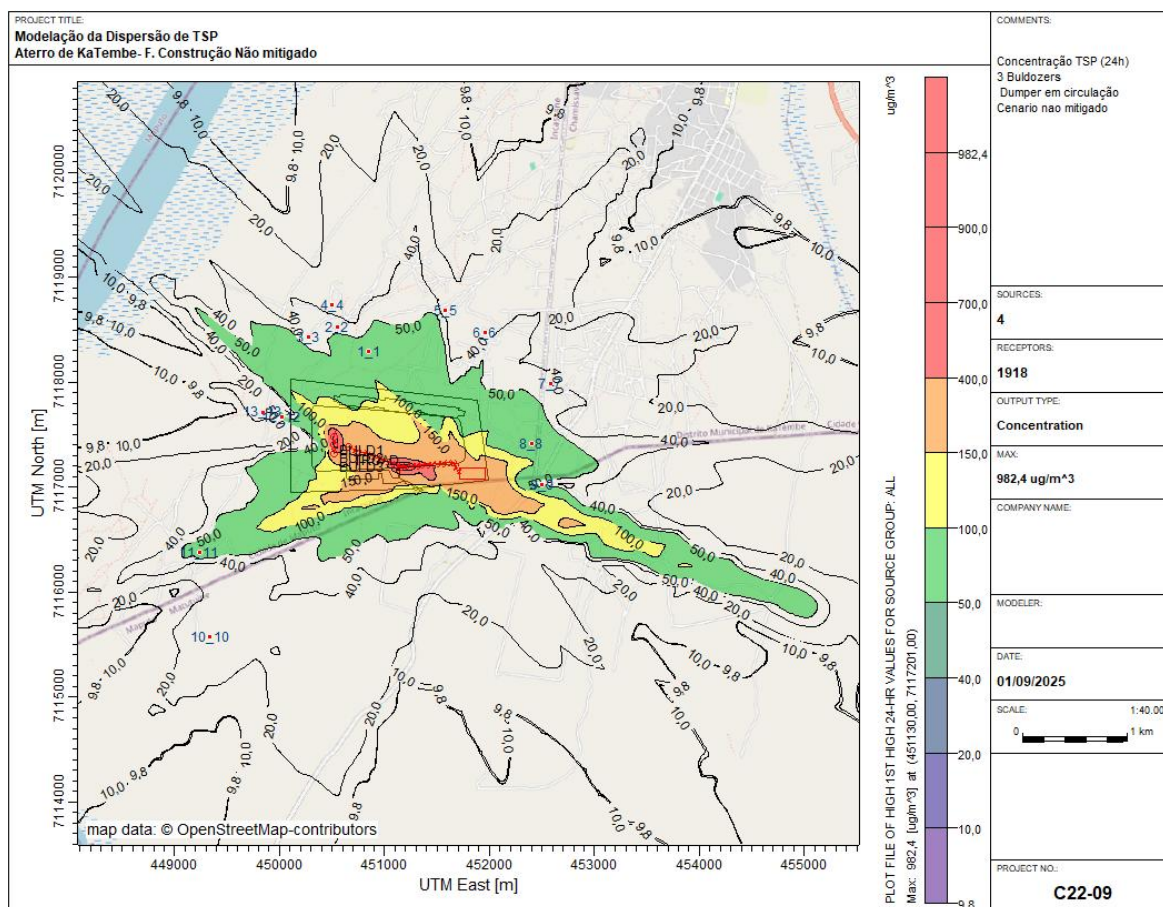


Figura 1.1 - Emissão de material particulado (TSP), fase construção, cenário não-mitigado

Da análise da mesma verifica-se que as concentrações máximas devolvidas pelo modelo serão elevadas junto da área de desmatização devido à operação dos bulldozers e também ao longo da via não pavimentada devido à circulação de camiões de transporte pesados (camião dumper). Os receptores sensíveis (áreas habitadas) mais próximos do Aterro e destas frentes de trabalho poderão experienciar concentrações máximas de PTS, ao nível do solo, compreendidas entre os 62,1 ug/m³ e os 26,4 ug/m³.

Considerando um cenário mitigado, através da aspersão hídrica diária sobre as vias não pavimentadas, e considerando a duplicação do teor de humidade sob a superfície da via de circulação, obtém-se uma redução efectiva das concentrações de material particulado que se traduzem em concentrações máximas, junto dos mesmos receptores, compreendidas entre os 16,1 ug/m³ e os 7,0 ug/m³. Estes resultados enfatizam a necessidade de se proceder à aspersão hídrica regular das áreas alvo de intervenção sobretudo em condições de tempo seco.

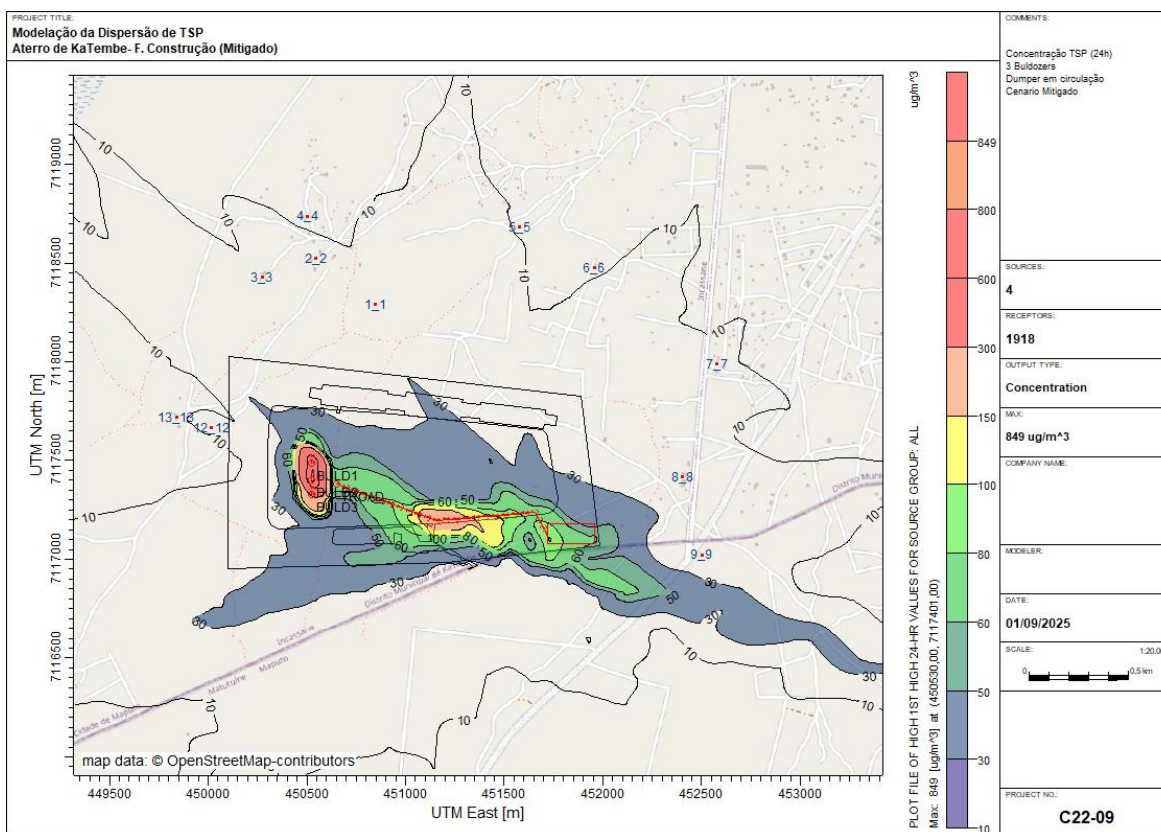


Figura 1.2 - - Emissão de material particulado (TSP), fase construção, cenário mitigado

A Tabela abaixo ilustra as concentrações máximas de TSP devolvidas pelo modelo AERMOD considerando um cenário não mitigado associado à fase de construção (desmatção) e o mesmo cenário mas mitigado por via de aspersão hídrica. As concentrações apresentadas consideram que os ventos dominantes sopram na direcção dos receptores sensíveis tendo como base os registos horários anuais da direcção e velocidade do vento para o ano de 2024 provenientes da estação meteorológica do aeroporto internacional de Maputo.

Tabela 1.1 Concentrações máxima de TSP, ambos cenários

Receptor	Tipo de Receptor	Distância ao Aterro (m)	Concentração TSP (24h) (Cenário não-mitigado) (ug/m3)	Concentração TSP (24h) (Cenário mitigado) (ug/m3)	Taxa de Redução (%)	Valor Limite TSP (24H) (Dec. Lei nº 67/2010)
R1	Habitação	611	61,6	15,9	74%	150
R2	Habitação	807	44,8	11,6	74%	150
R3	Habitação	708	42,6	11,1	74%	150
R4	Habitação	1022	34,3	8,9	74%	150
R5	Habitação	1081	29,3	7,00	76%	150
R6	Habitação	954	34,1	8,85	74%	150
R7	Habitação	1015	44,5	11,5	74%	150
R8	Habitação	713	60,9	15,8	74%	150
R9	Habitação	850	44,1	11,4	74%	150

Receptor	Tipo de Receptor	Distância ao Aterro (m)	Concentração TSP (24h) (Cenário não-mitigado) (ug/m3)	Concentração TSP (24h) (Cenário mitigado) (ug/m3)	Taxa de Redução (%)	Valor Limite TSP (24H) (Dec. Lei nº 67/2010)
R10	Habitação	1959	26,5	6,9	74%	150
R11	Habitação	1394	62,1	16,1	74%	150
R12	Habitação	346	54,2	14,6	73%	150
R13	Habitação	532	30,8	8,3	73%	150

Quantificação das emissões totais de partículas

De acordo com a EPA, 2009, a quantidade de emissões de poeiras provenientes das operações de construção é proporcional à área de terrenos perturbados e ao nível de actividade de construção. Por analogia com a dependência de parâmetros observada para outras fontes similares de poeiras fugitivas, pode-se esperar que as emissões das operações de construção pesadas estejam positivamente correlacionadas com o teor de sedimentos do solo (ou seja, partículas menores que 75 micrómetros [µm] de diâmetro), bem como com a velocidade e o peso de um veículo regular, e negativamente correlacionadas com o teor de humidade do solo.

De acordo com os factores de emissão propostos pela Agência de Protecção do Ambiente dos Estados Unidos (USEPA, 2009), as operações de construção geram emissões de poeiras (partículas totais em suspensão – TSP) que são presumivelmente proporcionais à área de terra perturbada pela actividade de construção. Para estimar estas emissões de poeiras, foram aplicados os factores de emissão sugeridos pela Compilação dos Factores de Emissão de Poluentes Atmosféricos da USEPA, USEPA AP-42, Quinta Edição, Volume I, Capítulo 13: Fontes Diversas. O factor de emissão é dado na seguinte equação abaixo:

$$\text{TSP} = 2,69 \text{ toneladas/hectare/mês de actividade}$$

Fonte: AP42, Secção 13.2.3.3

Este factor de emissão é particularmente aplicável à construção com níveis de actividade médios. Considerando que os meios de controlo para a redução de partículas serão totalmente implementados perto de locais sensíveis, com base, por exemplo, na aspersão regular da terra exposta, com camiões-cisterna para aspersão hídrica, e assumindo uma eficácia de controlo na ordem dos 85% (de acordo com os critérios da USEPA), prevê-se que a produção total de poeiras por mês seja reduzida consideravelmente conforme se apresenta na tabela abaixo.

Tabela 1.2- Potenciais emissões totais de partículas suspensas durante a fase de construção

Componentes do Projecto	Potenciais emissões de partículas (Sem medidas de controlo) (toneladas/mês)	Potenciais emissões de partículas (Medidas de controlo – aspersão de superfícies expostas) (toneladas/mês)
Aterro de RSU	161,4	24,2

As emissões estimadas de partículas geradas pela construção do aterro são significativas (devido à extensão da área de construção necessária), no entanto, uma vez que não existem zonas densamente habitadas nas imediações do local de construção do aterro ou na direcção dos ventos dominantes, o impacto na qualidade do ar associado às emissões de poeiras na área de influência directa do aterro é classificado como *negativo, directo, provável, de curta duração, com uma extensão local*, mas de média a elevada intensidade, resultando **num impacto de baixa significância**.

Com a aplicação da mitigação proposta, a intensidade do impacto é de média intensidade, resultando num impacto de *muito baixa significância*.

Impacto QA1: Aumento potencial das emissões de poeiras perto de receptores sensíveis

Principais Medidas de Minimização:

- A localização e organização do estaleiro de construção deve ser cuidadosamente definida, tendo em conta: o tráfego induzido, as actividades de construção a realizar e a proximidade de zonas densamente habitadas a proximidade de escolas e centros de saúde e locais de culto.
- Inspeccionar o estado geral (bom estado de funcionamento) do equipamento do empreiteiro antes do início do trabalho.
- A limpeza da vegetação e as obras de terraplenagem e as movimentações de terras devem ser minimizadas tanto quanto possível e limitadas às áreas estritamente necessárias.
- Todas as superfícies não pavimentadas onde seja expectável que ocorra a circulação de veículos devem ser mantidas húmidas (por exemplo, através de um camião de aspersão de água) durante condições secas e ventosas, para minimizar a emissão de poeiras causada por veículos.
- Os limites de velocidade devem ser definidos para veículos pesados de construção (como camiões utilizados no transporte de materiais) para todos os circuitos de construção, uma vez que a emissão de poeiras por arrastamento de veículos aumenta linearmente com a velocidade. Em zonas críticas, como perto de áreas habitadas, este limite de velocidade não deve exceder os 30 km/h.
- A circulação de veículos pesados de construção (como camiões utilizados no transporte de materiais) deve estar limitada a rotas de construção pré-aprovadas.
- Camiões pesados de transporte de materiais de construção (como areia, solo, etc.) não devem ser carregados até à capacidade máxima. Deve manter-se uma borda livre de aproximadamente 0.2m para evitar derrames durante o transporte. Alternativamente, os camiões que transportem materiais poeirentos devem ter a carga convenientemente coberta, evitando a emissão de poeiras fugitivas;
- As pilhas de materiais granulares devem ser regularmente aspergidas com água, para minimizar poeiras arrastadas pelo vento.
- Garantir que são utilizados camiões-pipa em número suficiente que permitam a aspersão hídrica diária das vias de circulação utilizadas pelos veículos e máquinas afectas à construção. A aspersão hídrica deve ser reforçada em dias secos e de vento forte.
- Informar os líderes da comunidade local dos bairros em volta da área do projecto que as actividades de construção terão lugar, a sua duração e os seus objectivos.
- Estabelecer procedimentos de recolha de reclamações da comunidade relacionados com a qualidade do ar no âmbito do mecanismo de Diálogo e Reclamações do Projecto.
- Garantir a realização de campanhas de monitorização da Qualidade do ar de periodicidade mensal junto aos receptores sensíveis mais próximos de cada frente de trabalho activa.
- Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar – Fase de Construção no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Média	2
Duração	Curto prazo	1	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	4	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Muito Baixa		Muito Baixa	

Impacto QA1: Aumento potencial das emissões de poeiras perto de receptores sensíveis

Confiança

Alta

Alta

Impacto QA2: Aumento das emissões de gases de combustão resultantes da operação de equipamento de construção

As obras de construção irão ocorrer na vizinhança de áreas habitadas consolidadas. É de se esperar que ocorra um ligeiro aumento nas concentrações atmosféricas de poluentes atmosféricos gerado pela actividade de diversos equipamentos de construção pesados, mas que se limitará essencialmente às fases de iniciais de construção (desmatagem, limpeza de terrenos, movimentação de terras e terraplanagens e durante as actividades de transporte de materiais granulares.

Os gases com efeito de estufa, principalmente o CO₂, também serão emitidos durante esta fase, devido ao consumo de combustível, às operações de limpeza do solo e às emissões de gases poluentes dos veículos e máquinas envolvidos nos diferentes processos de construção. Estima-se, conservadoramente, que várias centenas de litros de gasolina e gasóleo serão necessários mensalmente para operar todas as máquinas e veículos associados às actividades de construção.

As máquinas de construção e os veículos a esta associados emitirão assim, inevitavelmente, gases poluentes devido à libertação de gases de escape do funcionamento dos motores de combustão interna. Estes gases poluentes incluem poluentes como o CO, NO_x, SO₂, COV e partículas (TSP), entre outros poluentes residuais, tais como metais pesados, aldeídos e outros compostos orgânicos de menor importância.

Prevê-se a libertação de gases de combustão proveniente dos diferentes equipamentos de construção, dos quais se destacam bulldozers, gruas, retroescavadoras, geradores, betoneiras e veículos de transporte ligeiros e pesados. Outras fontes importantes de emissões de gases estão associadas ao tráfego associado à construção nas estradas locais durante as actividades de transporte de materiais e equipamentos.

As emissões de gases poluentes geradas pelo equipamento de construção dependerão de inúmeras variáveis, tais como o estado de manutenção desse equipamento, a sua idade, potência o número de horas de funcionamento e o número de equipamentos que funcionam simultaneamente numa determinada frente de trabalho específica.

No entanto, tendo em conta que o número previsto de máquinas necessárias a operar simultaneamente em cada frente de obra não deverá ser muito elevado, espera-se que as emissões de SO₂, NO_x, CO e COV possam resultar num pequeno aumento da concentração destes poluentes durante um período limitado, mas que se diluirá naturalmente na atmosfera. Assim, este impacto é classificado como **negativo, directo, provável, de curta duração, extensão local e intensidade baixa, resultando num impacto com muito baixa significância.**

Impacto QA2: Aumento das Concentrações emissões de gases de combustão resultantes da operação de equipamento de construção
Principais Medidas de Minimização:

- Inspeccionar o estado geral (bom estado de funcionamento) do equipamento do empreiteiro antes do início do trabalho.
- Considerar/ privilegiar a utilização de combustíveis líquidos com baixo teor de enxofre e/ou motores híbridos no processo de selecção de equipamentos de construção.
- Todas as máquinas e equipamentos de combustão interna devem ser mantidos em boas condições de manutenção, a fim de minimizar as emissões dos escapes, o que deve incluir a manutenção preventiva de máquinas, equipamentos e veículos e formação do operador, bem como programas de monitorização interna da manutenção adequada dos veículos.
- Garantir que os empreiteiros mantêm registos de manutenção de equipamento de todos os motores e equipamentos a diesel
- Devem ser definidos limites de velocidade para veículos pesados de construção. Em zonas críticas, como áreas habitadas, este limite de velocidade não deve exceder os 30 km/h.
- Todo o equipamento deve ser desligado quando não estiver em uso, deve-se evitar ter o equipamento em ralenti ou stand-by sempre que estes não estejam em operação.
- Considerar a utilização de combustíveis líquidos com baixo teor de enxofre e/ou motores híbridos no processo de selecção de equipamento.
- Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar – Fase de Construção no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Médio	2	Baixo	1
Duração	Curto prazo	1	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	4	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.2 Ambiente Sonoro

A construção do novo Aterro Sanitário Municipal de resíduos sólidos e suas infra-estruturas associadas poderão gerar impactos sobre o ambiente sonoro durante a sua fase de construção. Toda a actividade de construção terá lugar no distrito de KaTembe no Bairro de Incassane nas proximidades de zonas onde verificam a presença de algumas habitações permanentes, mas de baixa densidade.

A fase de construção deste projecto incluirá a mobilização do empreiteiro no local a construção do acampamento de construção que compreenderá a criação de instalações, escritórios, locais de armazenamento, alojamento, vias de acesso e todas as outras medidas necessárias à execução das obras. As obras de construção incluirão a limpeza e desmatção da área de intervenção, movimentações de solos profundas com operações de escavação e aterro, transporte de terras, nivelamento, trabalhos de betão, pavimentação, vedações, e o transporte, carregamento, descarregamento de materiais, de solos e ao que acresce a circulação de trabalhadores para o local de obra.

Do ponto de vista do ambiente sonoro, prevê-se que as principais actividades de construção que podem potencialmente gerar impactos sobre o ambiente sonoro compreendam:

- Instalação do estaleiro de obra e parque de máquinas e viaturas - A operação do estaleiro de obra com a consequente entrada e saída de veículos, recepção, armazenamento de materiais, a manutenção de viaturas, operação de geradores eléctricos é um local propenso à geração de ruído que poderá afectar as comunidades limítrofes caso o local seleccionado se localize junto a locais habitados.
- Limpeza de vegetação e preparação dos terrenos – acções necessárias para preparar os terrenos associados às infra-estruturas do aterro, acampamentos de construção, estradas de acesso, etc. Esta actividade que inclui a desmatização, terraplanagem gerará níveis de ruído que poderão ser significativos à passagem de veículos pesados.
Movimentação de terras – Serão necessárias substanciais movimentações de terras (escavações aterros e fundações) para a preparação da área de recepção de resíduos do novo aterro. As intensivas movimentações de terras serão propensas a gerar ruído devido à utilização de equipamentos pesados como bulldózers, escavadoras e camiões Dumper, entre outros.
- Construção do Aterro de RSU - é expectável que ocorram níveis de ruído significativos resultantes das diferentes actividades de construção associadas a esta infra-estrutura, onde serão realizadas actividades de construção diversas como os trabalhos de ligação à estrada de acesso ao aterro, construção de estradas internas, construção do Sistema de Drenagem pluvial, construção do sistema de Drenagem de lixiviados e sistema de lagunagem, a construção de edifícios e infra-estruturas associadas aos quais e estão associados trabalhos metálicos, abastecimento de água e esgotos, trabalhos eléctricos, paisagismo com o inerente o uso intensivo de equipamentos de construção pesados a que se associam a actividade generalizada de transporte de equipamentos, de solos, de materiais de construção e o transporte de trabalhadores.
- Circulação e funcionamento dos veículos e máquinas associados às actividades de construção a circulação dos veículos e o funcionamento das máquinas constituirão uma fonte de emissão de ruído. Uma vez que os materiais de construção serão entregues por via rodoviária, usando veículos pesados, é expectável que existam emissões pontuais associadas ao trânsito de veículos durante as actividades de transporte.

Os trabalhos de construção envolverão a utilização de equipamento típicos de construção, como escavadoras, empilhadoras/pás carregadoras, escarificadores (*rippers*), bulldozers, niveladoras, compactadores, camiões de água e camiões basculantes que irão funcionar na área de construção do aterro. As actividades de construção e o funcionamento do equipamento resultarão, assim, em emissões temporárias de ruído, o qual poderá ser apercebido na envolvente imediata a cada local de operação destes equipamentos.

A tabela abaixo ilustra a tipologia e quantidades de equipamentos de construção associados a diferentes fases de construção do aterro de KaTembe.

Tabela 1.3 - Listagem de equipamentos e alocação pelas principais fases de construção

Tipo de Equipamento	Qtd.	Desmatção e limpeza terreno	Trabalhos de Ligação à estrada de acesso	Construção de Vias internas Aterro	Movim. terras e nivelamento	Const. Sistema de Drenagem pluvial	Construção Sistema Drenagem de lixiviados	Construção Edifícios & infraestruturas associadas
Autobetoneira de 7 m3	1					1		1
Betoneira Para Massas	2					2	1	2
Camião Basculante Traseiro	50	10	12	14	18	4	3	
Camião-Cisterna de Água	3	1	1	1	1			
Camião Grua	1					1	1	1
Cilindro 2 Rolos	1		1	1	1			
Cilindro Pneus	1		1	1	1			
Cilindro Rolo e Pneus	6		3	3	4			
Ecopontos	3	3	3	3	3	3	3	3
Equipamento Apoio Pavimentação	4		2	2				
Equipamento de Cofragem	3					1	1	2
Equipamento de Furação	1							1
Equipamento de Sinalização de Tráfego	1	1	1	1	1	1	1	1
Equipamento Topografia	2	2	2	2	2	1	1	1
Escavadora Giratória de Rodas	1	1	1	1		1		
Escavadora Giratória Rastos	2	2	1	1	2		1	
Máquina de Cortar Ferro	2							2
Máquina de Moldar Ferro	2							2
Mini Pá	2	1			1			1
Motoserra	2	2						
Painéis de Vedação	1	1						
Pavimentadora	2		1	1				
Placa Compactadora	3		1	2	1	2	2	1
Quadros Eléctricos de Obra	1	1						1
Retroescavadora	3	1	1	2	2	2	2	1
Tinas para RCD	3	3	3	3	3	3	3	3
Viatura do Director de Obra	1	1	1	1	1	1	1	1
Viatura do Encarregado Geral	1	1	1	1	1	1	1	1
Camião cisterna de emulsões	1		1					
Vibrador Eléctrico de Betão e Agulhas	1					1	1	1

A importância dos impactos do projecto sobre o ambiente sonoro é abaixo avaliada, tendo em conta a proximidade de receptores sensíveis ao local de construção e os níveis de ruído gerados em cada fase de obra tendo em conta a contribuição sonora gerada em cada fase. Para apoiar esta avaliação, é também fornecida uma avaliação e quantificação das emissões sonoras típicas de equipamentos de construção geradas por fase de obra e a várias distâncias da fonte emissora.

Impacto AS1: Aumento dos níveis de ruído durante a fase construção

As actividades de construção e o funcionamento do equipamento em operação gerarão emissões temporárias de ruído com potenciais incómodos para as comunidades mais próximas, quando as actividades de construção se realizarem nas proximidades de áreas residenciais. Das actividades de construção com potencial para gerar impactos no ruído ambiente, algumas são claramente mais ruidosas, como por exemplo, a desmatção, movimentações de terras e terraplanagens. Outras actividades, tais como o transporte de materiais e a circulação de veículos pesados no percurso dos estaleiros até à frente de obra, e vice-versa, irão também gerar ruído, mas a níveis mais reduzidos.

É também importante notar que algumas actividades são muito limitadas no tempo e no espaço (como as terraplenagens), enquanto outras serão mais contínuas (como a circulação de maquinaria). Esta últimas, no entanto, não irão gerar níveis médios de ruído muito elevados.

A dispersão da energia sonora emitida pelas actividades de construção em relação à distância é efectuada numa geometria esférica. Equipamentos ruidosos emitem ondas sonoras esféricas, para as quais a queda da energia sonora é inversamente proporcional ao quadrado da distância, ou seja, diminui em 6 dB para cada duplicação da distância. A este efeito de atenuação com a distância, devem ser adicionados outros efeitos de atenuação sonora, tais como a atenuação do terreno, a atenuação atmosférica e o efeito dos ventos dominantes ou outros efeitos resultantes de variações de temperatura ou da turbulência atmosférica.

Note-se também que os níveis sonoros gerados pelas actividades de construção dependerão de vários outros factores, tais como o tipo e o número de equipamento mobilizado para trabalhos de construção, a duração da sua operação e a topografia do terreno circundante. Esses factores podem contribuir para um aumento ou para a atenuação dos níveis de ruído que poderão ser sentidos nos receptores sensíveis mais próximos de uma frente de trabalho.

A **Tabela 1.4** lista os níveis médios de ruído gerado expresso como $L_{wA} Aeq,1h$ gerados pelas diferentes quantidades e tipologias de equipamentos de construção que se estima que possam ser alocados a cada diferente fase da construção.

Tabela 1.4 – Potências sonoras dos equipamentos de construção em cada fase de obra.

Fase	Equipamento	Qtd.	L_{wA} típico (dB)	fracção de (tempo /h)	L_{wA_eq} (dB)	$L_{wA} eq$ Total ($\times Qtd$) (dB)	$L_{wA,1h}$ Total (dB)
Desmatção e limpeza	Camião Basculante Traseiro 12/18 m ³	10	106	40%	102	112	115,5
	Camião-Cisterna de Água	1	104	50%	101	101	
	Escavadora Giratória de Rodas	1	103	60%	100,8	100,8	
	Escavadora Giratória Rastos	2	104	60%	101,8	104,8	
	Mini Pá	1	100	60%	97,8	97,8	
	Moto-serra	2	115	20%	108	111	
	Retroescavadora	1	101	60%	98,8	98,8	
Trabalhos de Ligação à estrada de acesso	Camião Basculante Traseiro 12/18 m ³	12	106	40%	102	112,8	115,4
	Camião-Cisterna de Água	1	104	50%	101	101	
	Cilindro 2 Rolos	1	105	70%	103,5	103,5	
	Cilindro Pneus	1	103	70%	101,5	101,5	
	Cilindro Rolo e Pneus	3	104	70%	102,5	107,2	
	Escavadora Giratória de Rodas	1	103	60%	100,8	100,8	
	Escavadora Giratória Rastos	1	104	60%	101,8	101,8	
	Pavimentadora	1	103	60%	100,8	100,8	

Fase	Equipamento	Qtd.	LwA típico (dB)	fracção de (tempo /h)	LwA_eq (dB)	LwA eq Total (×Qtd) (dB)	LwA,1h Total (dB)
	Placa Compactadora	1	100	50%	97	97	
	Retroescavadora	1	101	60%	98,8	98,8	
Construção de Vias internas Aterro	Camião Basculante Traseiro 12/18 m3	14	106	40%	102	113,5	115,9
	Camião-Cisterna de Água	1	104	50%	101	101	
	Cilindro 2 Rolos	1	105	70%	103,5	103,5	
	Cilindro Pneus	1	103	70%	101,5	101,5	
	Cilindro Rolo e Pneus	3	104	70%	102,5	107,2	
	Equipamento Apoio Pavimentação	2	95	50%	92	95	
	Equipamento de Ensaio	1	85	30%	79,8	79,8	
	Escavadora Giratória de Rodas	1	103	60%	100,8	100,8	
	Escavadora Giratória Rastos	1	104	60%	101,8	101,8	
	Pavimentadora	1	103	60%	100,8	100,8	
	Placa compactador	2	100	50%	97	100	
	Retroescavadora	2	101	60%	98,8	101,8	
Movimentação de terras e nivelamento	Camião Basculante Traseiro 12/18 m3	18	106	40%	102	114,6	116,6
	Camião-Cisterna de Água	1	104	50%	101	101	
	Cilindro 2 Rolos	1	105	70%	103,5	103,5	
	Cilindro Pneus	1	103	70%	101,5	101,5	
	Cilindro Rolo e Pneus	4	104	70%	102,5	108,5	
	Escavadora Giratória Rastos	2	104	60%	101,8	104,8	
	Mini Pá	1	100	60%	97,8	97,8	
	Placa Compactadora	1	100	50%	97	97	
	Retroescavadora	2	101	60%	98,8	101,8	
Construção do Sistema de Drenagem pluvial	Autobetoneira de 7 m3	1	103	60%	100,8	100,8	111
	Betoneira Para Massas	2	95	50%	92	95	
	Camião Basculante Traseiro 12/18 m3	4	106	40%	102	108	
	Camião Grua	1	103	30%	97,8	97,8	
	Escavadora Giratória de Rodas	1	103	60%	100,8	100,8	
	Placa Compactadora	2	100	50%	97	100	
	Retroescavadora	2	101	60%	98,8	101,8	
	Vibrador Eléctrico de Betão e Agulhas	1	100	40%	96	96	
Construção do Sistema de Drenagem de lixiviados	Betoneira Para Massas	1	95	50%	92	92	110
	Camião Basculante Traseiro 12/18 m3	3	106	40%	102	106,8	
	Camião Grua	1	103	30%	97,8	97,8	
	Escavadora Giratória Rastos	1	104	60%	101,8	101,8	
	Placa Compactadora	2	100	50%	97	100	
	Retroescavadora	2	101	60%	98,8	101,8	
	Vibrador Eléctrico de Betão	1	100	40%	96	96	
Construção de Edifícios & infra-estruturas associadas	Autobetoneira de 7 m3	1	103	60%	100,8	100,8	107,2
	Betoneira Para Massas	2	95	50%	92	95	
	Camião Grua	1	103	30%	97,8	97,8	
	Equipamento de Furação	1	98	30%	92,8	92,8	
	Máquina de Cortar Ferro	2	96	40%	92	95	
	Máquina de Moldar Ferro	2	96	40%	92	95	
	Mini Pá	1	100	60%	97,8	97,8	
	Multifunções	2	90	40%	86	89	
	Placa Compactadora	1	100	50%	97	97	
	Retroescavadora	1	101	60%	98,8	98,8	
	Vibrador Eléctrico de Betão	1	100	40%	96	96	

Com base nos níveis de potência sonora ponderados com factores de actividade para o conjunto (e quantidade) de equipamentos alocados a cada fase de construção (LwA eq,1h), pode-se inferior os níveis sonoros equivalentes, expressos como LAeq,1h, a diferentes distâncias de cada frente de obra. Note-se que esses níveis se referem a um cálculo conservador, i.e., à propagação do som em espaço aberto e sem a considerar a atenuação do solo, topografia, meteorologia ou quaisquer obstáculos à propagação do som.

A **Tabela 1.5** apresenta os níveis sonoros equivalentes, expressos em LAeq,1h de diferentes fases de construção do Aterro Sanitário de KaTembe num cenário de propagação em campo livre.

Tabela 1.5 – Níveis sonoros gerados nas diferentes fases de construção

Fase de Construção	LwA_eq,1h total (dB)	LAeq,1h (dB) função da Distância (m)				
		35 m	75 m	150 m	300 m	600 m
Desmatção e limpeza	115,5	73,6	67,0	61,0	54,9	48,9
Trabalhos de ligação à estrada de acesso	115,4	73,5	66,9	60,9	54,9	48,8
Construção de Vias internas	115,9	74,0	67,4	61,4	55,4	49,4
Movimentação de terras e nivelamento	116,6	74,8	68,1	62,1	56,1	50,1
Construção Drenagem pluvial do aterro	111	69,1	62,5	56,5	50,5	44,4
Construção Sist. Drenagem de lixiviados	110	68,1	61,5	55,5	49,4	43,4
Construção de Edifícios & infraestruturas	107,2	65,3	58,7	52,7	46,7	40,7

A análise da tabela acima permite verificar, e como expectável que as fases de desmatção e limpeza de terrenos a Movimentação de terras e nivelamento de terrenos a par com a fase de construção das vias internas serão as actividades mais ruidosas durante a fase de construção do Aterro e que poderão gerar, num cenário de pior caso (i.e. sem considerar a atenuação gerada pela topografia meteorologia e absorção sonora do solo), um nível sonoro LAeq superior a 68 dB(A) a uma distância de 75 m. Estes níveis decrescem para 62 dB(A) a 150 m e prevê-se que permaneçam abaixo dos 55 dB(A) a aproximadamente 300/400 m da frente de trabalho.

Prevê-se assim que o ruído apercibido com níveis superiores a 55 dB(A) seja confinado ao ambiente local circundante até aproximadamente 300/400 metros das fontes de ruído, e que o impacto do ruído da construção tenha uma duração de curto prazo em cada frente de trabalho específica. O cronograma geral de construção prevê uma duração de 64 dias para a fase de Desmatção e Limpeza de terrenos, de 88 dias para a execução das vias de circulação internas e ligação à estrada de acesso ao aterro e 175 dias para a fase de movimentação de terras e de terraplanagens, por exemplo.

É expectável que as potenciais alterações na qualidade do som nas estradas locais, resultantes do aumento do tráfego de veículos durante a construção sejam pouco significativas já que não se prevê um aumento de tráfego significativo ao longo da estrada de acesso ao aterro ainda que ocorrerá a passagem pontual de veículos ligeiros e pesados associados ao transporte pontual de máquinas, materiais e trabalhadores até ao local de obra.

Pode concluir-se que o impacto não mitigado do ruído proveniente das actividades de construção previstas seja classificado como **negativo, directo, de curta duração, de abrangência local e de média intensidade (dependendo da proximidade relativa dos receptores sensíveis aos locais de construção), resultando numa significância baixa.**

Assumindo a cabal implementação das medidas de mitigação propostas, prevê-se que o impacto residual gerado pelas potenciais alterações nos níveis de pressão sonora ambiente (aumento do

ruído) seja classificado como como **negativo, directo, de curta duração, de abrangência local, provável e de baixa intensidade resultando num impacto de muito baixa significância.**

Impacto AS1: Aumento dos níveis de ruído durante a fase de construção

Principais Medidas de Minimização:

- A localização e organização dos estaleiros devem ser cuidadosamente definidas, tendo em conta a localização dos receptores sensíveis.
- O empreiteiro deve evitar, sempre que possível, a colocação de equipamento fixo (como gruas ou compressores) próximo de receptores sensíveis.
- A circulação de veículos pesados de construção (como camiões utilizados no transporte de materiais) deve estar limitada a rotas de construção pré-aprovadas. Estas rotas devem ser definidas de forma a evitar atravessar áreas residenciais, sempre que possível.
- Privilegiar a colocação em obra de equipamentos novos ou seminovos e, portanto, intrinsecamente mais silenciosos e menos propensos à geração de vibrações mecânicas.
- As actividades de construção, em especial as mais ruidosas, devem ser restringidas sempre que possível, ao período diurno (entre as 06:00 e as 20:00) e aos dias úteis de trabalho, evitando trabalhar durante a noite, aos fins-de-semana e feriados. A adopção destes procedimentos limitará o incómodo provocado pelos impactos do ruído nas zonas residenciais.
- Os veículos pesados de construção, como camiões utilizados no transporte de materiais, devem limitar a velocidade de circulação. Em áreas habitadas este limite de velocidade não deve exceder os 30 km/h.
- As Movimentações de terra e terraplanagens devem ser minimizadas tanto quanto possível e limitadas às áreas estritamente necessárias;
- Todos os equipamentos mecânicos devem ser mantidos adequadamente e lubrificados regularmente conforme indicação do fabricante.
- Os habitantes das comunidades locais, próximas dos locais de construção, devem ser previamente informados pelo Empreiteiro, no que diz respeito às futuras actividades de construção, incluindo informação acerca do início das actividades, a sua natureza e a duração. Esta comunicação deve também incluir informação, no que diz respeito aos objectivos e finalidade do projecto.
- Implementar um procedimento de resolução de reclamações dirigido a eventuais reclamações associadas ao ruído produzido no âmbito do mecanismos de Diálogo e Reclamações do Projecto.
- Garantir a realização de campanhas de monitorização de ruído de periodicidade mensal junto aos receptores mais próximos a cada frente de trabalho activa.

Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão do Ambiente Sonoro no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Curto prazo	1	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	4	Baixa	3
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.3 Geologia

Esta secção discute os impactos potenciais na geologia, durante a construção do Projecto proposto e medidas de mitigação associadas a serem adoptadas.

Não existem características geológicas críticas ou proeminentes (georreferências) que contribuam para o cenário estético da área ou para o interesse geológico, tais como sítios fósseis, afloramentos rochosos proeminentes, ou geossítios de interesse para a preservação (património geológico). Da

mesma forma, nenhuma característica geológica que seja essencial do ponto de vista histórico, cultural, arqueológico ou do património religioso, como cavernas, artefactos, rochas de culto, etc., foram identificados na área de estudo.

No entanto a preparação do terreno para implantação do aterro envolve escavações, terraplenagens e movimentações significativas de solos. Estas actividades alteram directamente a morfologia local e as propriedades geotécnicas dos solos, podendo provocar instabilidade de taludes e exposição de solos vulneráveis à erosão.

Impacto G1: Degradação da “rocha-mãe” e instabilidade de vertentes

A fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe requer um conjunto de escavações que, no seu conjunto, provocam a degradação do substrato arenoso que funciona como “rocha-mãe” local e elevam o risco de instabilidade de vertentes.

As intervenções mais críticas são (i) a conformação da 1.^a célula de deposição, cuja escavação atinge cerca de 3 a 8 m de profundidade numa área de quase 8 ha; (ii) a abertura das lagoas do sistema de tratamento de lixiviados, com cortes até 5 m; (iii) as cavas para fundações dos edifícios operacionais e plataformas internas, com profundidades entre 2 e 3 m; (iv) a vala do emissário do efluente tratado, que em alguns troços desce a 8 m; e (v) o canal encaixado para o box-culvert do sistema de águas pluviais. Todas estas frentes de obra atravessam depósitos quaternários de areias finas a médias, muito soltas a levemente compactas, pertencentes à Formação Kongolote (QCo).

A remoção do confinamento natural destas areias provoca perda de coesão interna, desagregação granulométrica e redução imediata do coeficiente de segurança dos taludes escavados. Nas secções mais profundas da vala do emissário – o dobro da profundidade investigada – e nas margens das lagoas, taludes íngremes ou períodos chuvosos podem desencadear ravinamentos superficiais, roturas circulares superficiais ou mesmo colapsos quase verticais, agravados pela vibração do equipamento pesado. Em simultâneo, o corte expõe níveis inferiores menos alterados, alterando os gradientes hidráulicos e favorecendo fenómenos de “piping” se ocorrer saturação súbita. Nas zonas de implantação de edifícios, box-culvert e redes internas, o enchimento diferenciado de cavas e a permeabilidade elevada do solo podem originar recalques diferenciais que, se não forem antecipados com compactação controlada, comprometem a estabilidade das infra-estruturas recém-assentadas.

Estas alterações traduzem-se num impacto negativo, directo e certo sobre a componente geológica: degradam o horizonte sedimentar que assegura a rigidez da planície, modificam permanentemente a estratigrafia superficial e introduzem focos de instabilidade que podem repercutir-se para além da fase de obra, quer através de deslizamentos residuais, quer pela recarga de sedimentos finos nos sistemas de drenagem naturais ou no rio Tembe.

A degradação do substrato arenoso e os riscos de instabilidade de taludes inerentes às escavações profundas foram tratados de forma preventiva ainda na fase de concepção. O Projecto fixa inclinações-guia de 1 V:2 H para todos os cortes superiores a 3 m, prevê escoramentos temporários nas secções da vala com profundidades superiores à definidas na legislação; especifica drenos de fundo e sistemas de bombagem provisória para manter os taludes em condição não saturada e

integra bermas intermédias de descanso nas lagoas do LTP . Paralelamente, o modelo construtivo impõe a reaplicação imediata de geotêxtil e hidrossemeadura nas faces expostas, reduzindo erosão superficial e ravinamentos.

Essas soluções de engenharia foram também consideradas no Manual de Operação do Aterro, que estabelece procedimentos vinculativos para o empreiteiro e, depois da recepção da obra, para o operador. Ao considerar desde logo, no projecto, as características mecânicas dos areais da Formação Congolote e ao consagrar, no manual de operação, um protocolo rigoroso de escavação, drenagem e monitorização, garante-se que o risco de degradação da “rocha-mãe” e de instabilidade das vertentes é minimizado a níveis aceitáveis. O empreiteiro, durante a obra, e o operador, na fase de rotina, ficam legal e contratualmente obrigados a cumprir estas especificações, assegurando que o impacto residual se mantenha baixo e que a integridade geotécnica do aterro e das infra-estruturas associadas seja preservada ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Impacto G1: Degradação da “rocha-mãe” e instabilidade de vertentes				
Principais Medidas de Mitigação: <ul style="list-style-type: none"> - Cumprimento das medidas previstas no projecto no Manual de Operação do Aterro (Volume III - PGA), destacando-se: <ul style="list-style-type: none"> - Modelagem geométrica dos taludes conforme critérios geotécnicos. - Implantação de sistema multicamadas de impermeabilização, incluindo geomembrana de HDPE e geotêxtil. - Aplicação de geogrelhas para reforço estrutural dos taludes. - Utilização de cobertura vegetal com hidrossemeadura para controle de erosão. - Instalação de sistemas dedicados de drenagem superficial e interna. - Aplicação diária de camada de solo sobre resíduos, seguindo procedimentos técnicos. - Restrições para circulação de equipamentos pesados sobre estruturas de proteção. o Plano de monitoramento ambiental e geotécnico das vertentes e taludes. 				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Curto prazo	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.4 Solos

Os solos constituem a base essencial para inúmeros organismos vivos, fornecendo simultaneamente nutrientes e suporte físico indispensável ao seu desenvolvimento. É composto por diferentes partículas, tais como argila, siltes, matéria orgânica, seixos, areia, água, e outros minerais. As suas composições e formas físicas variam de lugar para lugar, com a sua exposição à erosão, abrasão, contaminação, cheias e outros processos naturais. A construção do aterro e infra-estruturas associadas, pode induzir efeitos negativos nos organismos que nele vivem. A recuperação adequada dos locais de obra tem como objectivo ajudar a natureza a preservar o máximo possível a sua integridade. Os impactos potenciais no solo terão início na fase de

preparação e limpeza dos terrenos até ao final da fase de construção, e irão subsistir no período pós-construção.

O impacto mais significativo será a mudança na estrutura do solo e a degradação da qualidade do solo devido à erosão e compactação. Os principais impactos na qualidade do solo associados às actividades de construção do aterro, emissário e canal de drenagem pluvial e estão associados às seguintes actividades:

- Perturbação e remoção do solo e limpeza do local, eventual alargamento das vias de acesso e criação de novas vias de acesso;
- Escavação do Sistema de Lagoas;
- Escavação das células de deposição de resíduos;
- Escavação da trincheira e actividades associadas à colocação da tubagem do emissário e descarga das águas pluviais;
- Escavação na margem e zona do mangal do rio Tembe (3 m de largura);
- Exposição do solo a potencial erosão por acção do vento e da chuva;
- Gestão inadequada de resíduos;
- Armazenamento inadequado de solo e subsolo para reutilização em aterro e recuperação;
- Libertação accidental de contaminantes (por exemplo, lamas de perfuração, combustível, resíduos perigosos, produtos químicos).

Impacto S1: Aumento da erosão do solo

A área prevista para o aterro sanitário localiza-se sobre solos dunares arenosos da Formação Congolote, caracterizados por textura arenosa, baixa coesão, elevada permeabilidade e fraca estrutura, factores que os tornam altamente vulneráveis à erosão hídrica e eólica. A topografia apresenta declives suaves a moderados, favorecendo o escoamento superficial durante chuvas intensas, sobretudo após o desmatamento.

O clima tropical húmido da região, com estação chuvosa entre Outubro e Abril e precipitação média anual de 800 mm, contribui para a intensificação da erosão. Eventos extremos, com chuvas superiores a 100 mm/dia, aumentam significativamente o risco. Adicionalmente, ventos predominantes de sudeste e nordeste, com velocidades médias 16 k m/h, promovem a erosão eólica, sobretudo durante a estação seca, quando os solos se encontram desidratados.

Processos Erosivos na Área Principal do Aterro, Sistema de Tratamento Lagunar e Edifícios de Apoio

Durante a fase construtiva, as actividades de desmatamento e decapagem expõem directamente os solos arenosos à acção dos agentes erosivos. A remoção da cobertura vegetal elimina a protecção natural contra o impacto directo das gotas de chuva, reduz a rugosidade superficial e remove o sistema radicular que confere estabilidade estrutural ao solo. Esta exposição resulta em erosão laminar generalizada, caracterizada pela remoção uniforme da camada superficial do solo numa taxa que pode variar entre 10 a 50 toneladas por hectare por ano em solos arenosos expostos, dependendo da intensidade pluviométrica e do grau de declividade.

As operações de terraplenagem e movimentação de terras para construção das células de deposição criam superfícies com declives artificiais que podem atingir inclinações de 1:2,5 (vertical:horizontal), conforme especificado no projecto. Estes taludes, quando não adequadamente protegidos, tornam-se focos preferenciais de erosão por ravinas, onde o escoamento concentrado pode escavar sulcos profundos num período relativamente curto, particularmente durante eventos de precipitação intensa.

A construção das vias de acesso internas e das áreas de manobra dos veículos de resíduos implica a compactação dos solos superficiais e a criação de superfícies impermeáveis que alteram significativamente os padrões de drenagem natural. Esta modificação resulta na concentração do escoamento superficial em pontos específicos, potenciando a formação de processos erosivos lineares a jusante destas áreas.

Impactos no Sistema Hídrico do Rio Tembe

A instalação do emissário do sistema de tratamento de inclui uma intervenção directa na margem do Rio Tembe, numa extensão de aproximadamente 3 metros, bem como a colocação de uma tubagem flutuante com 400 mm de diâmetro. Esta tubagem é ancorada ao leito do rio e afundada progressivamente até atingir a margem, onde se conecta ao sistema terrestre. Embora se evite escavação contínua no leito, o processo de assentamento e ancoragem da conduta constitui uma perturbação relevante num ecossistema estuarino sensível.

As margens do Rio Tembe são compostas predominantemente por formações aluviais e estuarinas de textura argilo-arenosa, com baixa coesão e estabilidade física reduzida. Estas características conferem elevada vulnerabilidade à erosão hidráulica, sobretudo em situações de perturbação física ou alteração dos padrões naturais de escoamento. A instalação do emissário, mesmo sem dragagem, implica contacto mecânico com o substrato, instalação de ancoragens e possível escorregamento localizado de sedimentos.

Durante períodos de caudal elevado a combinação entre o aumento da velocidade de escoamento e a menor estabilidade sedimentar pode desencadear processos de erosão marginal e redistribuição de sedimentos finos. Adicionalmente, a criação de obstáculos submersos (tubagem e ancoragens) poderá induzir microturbilhões e zonas de tensão hidrodinâmica localizada, potenciando a erosão de fundo junto aos apoios da tubagem.

A zona de transição entre o meio terrestre e aquático é particularmente crítica: a instalação da tubagem afundada na margem implica escavação controlada e perturbação das camadas superficiais de solo. Mesmo que realizada em seco ou com protecção contra escorrência, esta operação pode promover desagregação estrutural do solo, intensificando a erosão laminar e, em casos extremos, gerando instabilidade marginal com risco de desmoronamento localizado.

Implicações para a Qualidade Hídrica Regional

A erosão dos solos durante a fase construtiva implica consequências directas na qualidade das águas superficiais locais. O transporte de sedimentos para os cursos de água resulta no aumento da turbidez, na alteração dos padrões de sedimentação e na potencial contaminação por nutrientes e outros compostos adsorvidos às partículas de solo. A sedimentação em cursos de água pode

reduzir a capacidade de drenagem natural, alterar os habitats aquáticos e comprometer a qualidade da água para usos múltiplos.

No contexto específico do Rio Tembe, o aumento da carga sedimentar pode afectar os processos ecológicos estuarinos, alterar a dinâmica de deposição e erosão natural e comprometer a qualidade do habitat para a fauna aquática. A deposição de sedimentos finos nas áreas de mangal adjacentes pode alterar as condições de oxigenação do substrato e afectar a estabilidade destes ecossistemas costeiros.

Impactos nos solos de aluvião estuarinos de suporte ao Mangal

A implementação do emissário no contexto estuarino do Rio Tembe, embora represente uma técnica de baixo impacto (em apenas 3 m de largura de margem), pode ainda assim gerar perturbações localizadas nos solos de mangal quando ocorrem situações imprevistas durante as operações. A natureza específica destes ecossistemas costeiros requer a aplicação de medidas de minimização e recuperação especializadas, adaptadas às características bio-geoquímicas únicas dos sedimentos estuarinos.

Durante as operações podem ocorrer situações excepcionais que resultem em perturbações dos solos de mangal, nomeadamente devido a instabilidades geotécnicas que provoquem subsidência ou deslizamentos localizados. Estas perturbações podem alterar os padrões de drenagem natural dos solos, modificar as condições de oxigenação e comprometer a estabilidade das comunidades microbianas responsáveis pelos processos biogeoquímicos característicos do ecossistema.

A compactação localizada resultante de eventuais operações de emergência pode reduzir significativamente a permeabilidade dos solos, alterando os ciclos naturais de infiltração e drenagem das marés. Esta alteração pode resultar na formação de zonas de estagnação hídrica ou, inversamente, em áreas de drenagem excessiva, ambas prejudiciais para a manutenção da vegetação de mangal.

De salientar que os impactos potenciais sobre a flora ribeirinha e a vegetação de mangal são avaliados de forma integrada no descritor ambiental da biodiversidade. A vegetação de mangal, em particular, representa um ecossistema altamente especializado onde as interações entre flora, fauna e processos físico-químicos são indissociáveis, tornando inadequada uma avaliação fragmentada por componentes isoladas. Adicionalmente, as metodologias de avaliação de impactos sobre a biodiversidade incorporam naturalmente a análise dos efeitos sobre a estrutura e composição florística, a conectividade ecológica, a integridade dos habitats e os serviços ecossistémicos, proporcionando uma perspectiva holística que melhor serve os objectivos de conservação e gestão ambiental preconizados pelas normas do Banco Mundial e pela legislação moçambicana.

Medidas de Mitigação

A minimização dos impactos erosivos sobre os solos requer a implementação de um conjunto integrado de medidas preventivas e correctivas, aplicadas de forma sequenciada e adaptativa às condições específicas de cada fase construtiva. As medidas de controlo de erosão devem incluir a protecção imediata das superfícies expostas através de coberturas temporárias, a instalação de

sistemas de drenagem provisória para controlo do escoamento superficial, e a revegetação progressiva das áreas finalizadas.

A aplicação de técnicas de bio-engenharia, incluindo a utilização de mantas orgânicas, hidrossemeadura e plantação de espécies de crescimento rápido, permite a estabilização progressiva dos solos expostos e a redução significativa das taxas de erosão a médio prazo. A selecção das espécies vegetais deve privilegiar gramíneas e leguminosas de enraizamento profundo, adaptadas às condições edáficas locais e capazes de estabelecer cobertura eficaz num período inferior a seis meses. Este aspecto é particularmente importante em toda a zona da área de protecção do aterro (faixa de 200m de largura).

O quadro seguinte sintetiza as medidas de minimização da erosão dos solos.

Medida de Mitigação	Justificação
Protecção Imediata das Superfícies Expostas	<p>Aplicação de coberturas temporárias como lonas, geotêxteis ou mantas orgânicas após decapagem ou terraplanagem, e utilização de materiais estabilizantes temporários (mulch, fibras de coco) nos taludes.</p> <p>Os solos arenosos da Formação Congolote apresentam textura arenosa, baixa coesão e elevada permeabilidade, tornando-os altamente vulneráveis à erosão hídrica e eólica quando expostos. A protecção imediata é fundamental porque estes solos perdem rapidamente a sua estrutura quando submetidos à acção directa da chuva e do vento, especialmente durante a fase construtiva quando ficam completamente descobertos.</p>
Revegetação Progressiva	<p>Estabilização de áreas concluídas com hidrossemeadura ou plantação de espécies de crescimento rápido, privilegiando gramíneas e leguminosas de enraizamento, com meta de 50% de cobertura vegetal em 2 anos.</p> <p>A revegetação é a medida mais eficaz de controlo de erosão a longo prazo. As espécies de crescimento rápido proporcionam cobertura inicial contra o impacto das gotas de chuva, enquanto as plantas de enraizamento profundo estabilizam mecanicamente o solo através dos sistemas radiculares. Esta medida é particularmente importante em solos arenosos que carecem de estrutura natural estável.</p>
Técnicas de Bioengenharia	<p>Aplicação de mantas orgânicas biodegradáveis, estruturas vegetativas (fascinas, paliçadas vivas) e integração com estruturas físicas (colchões Reno) em zonas críticas.</p> <p>A bioengenharia combina protecção imediata com estabilização biológica progressiva. As mantas biodegradáveis protegem contra erosão superficial enquanto facilitam a germinação, as fascinas reduzem a velocidade do escoamento superficial, e as paliçadas vivas criam barreiras físicas que se tornam permanentes com o crescimento da vegetação. Esta abordagem é essencial em solos de fraca estrutura e baixa coesão.</p>
Gestão de Vias de Acesso e Áreas de Manobra	<p>Pavimentação selectiva ou estabilização com brita nas vias internas, planeamento do tráfego de equipamento pesado para evitar compactação de zonas sensíveis, limitação de circulação a corredores de 3 metros de largura na zona de mangal.</p> <p>O tráfego de equipamento pesado em solos arenosos causa compactação severa, alterando a estrutura do solo e aumentando o escoamento superficial. A compactação reduz a infiltração e aumenta a velocidade de escoamento, intensificando os processos erosivos. A pavimentação/estabilização distribui cargas e protege o solo subjacente, enquanto o controlo de tráfego minimiza a área afectada.</p>
Controlo de Erosão na Margem do Rio Tembe	<p>Escavação em condições de baixa maré/tempo seco, utilização de barreiras físicas de contenção (cortinas de sedimentos), reforço da margem com geocélulas, estacas de madeira ou sacos de solo armados, seguido de revegetação com espécies tolerantes à salinidade.</p> <p>Os solos aluvio-estuarinos da margem do Rio Tembe têm baixa estabilidade e são extremamente sensíveis à perturbação. A escavação em condições ótimas minimiza a mobilização de sedimentos, as barreiras de contenção previnem a dispersão de finos no</p>

Medida de Mitigação	Justificação
	meio aquático, e o reforço estrutural seguido de revegetação garante estabilidade a longo prazo em ambiente de elevada energia hidráulica.
Prevenção da Contaminação Sedimentar	<p>Captação e remoção de sedimentos com cortinas de contenção e barreiras filtrantes, proibição de lançamento directo de solos ou detritos no rio.</p> <p>A mobilização de sedimentos durante as obras pode aumentar significativamente a turbidez do Rio Tembe, afectando os ecossistemas aquáticos e estuarinos. O controlo na fonte através de barreiras físicas previne a dispersão de sedimentos finos que são facilmente transportados devido à granulometria dos solos arenosos locais.</p>
Medidas Complementares nas Áreas de Mangal	<p>Minimização da compactação através de passarelas flutuantes ou plataformas elevadas, reposição e nivelamento de sedimentos para restabelecer topografia original.</p> <p>Os substratos estuarinos dos mangais são extremamente sensíveis à compactação, que altera permanentemente a drenagem e as condições geoquímicas necessárias para estes ecossistemas. As plataformas elevadas distribuem cargas e evitam contacto directo com o substrato, preservando a estrutura natural e as condições de trocas gasosas essenciais para a vegetação halófila.</p>
Uso de Maquinaria de Baixo Impacto	<p>Utilização de equipamentos que minimizem compactação, com esteiras largas em solos saturados para distribuir peso.</p> <p>Justificação: A compactação é um dos principais factores de degradação estrutural dos solos arenosos, reduzindo drasticamente a infiltração e aumentando o escoamento superficial. Equipamentos de baixo impacto preservam a estrutura porosa natural dos solos, mantendo as condições de infiltração que são cruciais para o controlo natural da erosão.</p>
Reutilização de Solo Escavado	<p>Medida: Reutilização imediata do solo escavado para preenchimento de escavações, minimizando exposição prolongada.</p> <p>A exposição prolongada de solos arenosos aos elementos climáticos resulta em perda rápida da estrutura e dispersão eólica. A reutilização imediata mantém o material em condições próximas do natural e reduz a necessidade de importação de solos, minimizando perturbações adicionais.</p>
Monitoramento da Compactação	<p>Monitorização com penetómetro em áreas sensíveis, comparação com solos não perturbados, restauração da porosidade quando necessário.</p> <p>A compactação em solos arenosos é frequentemente subestimada mas tem efeitos duradouros na capacidade de infiltração. O monitoramento quantitativo permite identificar problemas antes que se tornem críticos e implementar medidas correctivas de descompactação, restaurando as condições hidrológicas naturais essenciais para o controlo de erosão.</p>
Integração com Plano de Recuperação Paisagística	<p>Revegetação e recuperação ecológica na faixa de protecção de 200 metros com espécies autóctones e práticas de restauração ecológica.</p> <p>A recuperação ecológica com espécies nativas garante sustentabilidade a longo prazo das medidas de controlo de erosão. As espécies autóctones são adaptadas às condições edafoclimáticas locais, requerem menor manutenção e proporcionam maior resiliência do sistema, criando condições de estabilização natural que persistem além do período de garantia do projecto.</p>

Tendo em conta a definição das medidas de minimização supra, direccionadas à protecção e estabilização dos solos, foi desenvolvido o Programa de Gestão Ambiental de Controlo da Erosão, documento específico que operacionaliza a implementação dessas medidas em todas as fases do projecto e que estabelece o quadro orientador que servirá de referência obrigatória para a elaboração do referido plano por parte do contractado na fase subsequente de implementação.

Priorizar a revegetação e recuperação ecológica na faixa de protecção de 200 metros em torno das células de deposição, conforme previsto no projecto. Adoptar espécies autóctones e práticas de restauração ecológica para favorecer a resiliência do solo e a retenção hídrica, contribuindo para a estabilização a longo prazo.

Impacto S1- Aumento da erosão do solo

- Principais Medidas de Mitigação:
- Protecção Imediata das Superfícies Expostas - Após a decapagem ou terraplanagem, aplicar coberturas temporárias como lonas, geotêxteis ou mantas orgânicas para proteger os solos arenosos expostos contra a acção directa da chuva e do vento. Nos taludes das células de deposição e aterros temporários, utilizar materiais estabilizantes temporários, como mulch ou fibras de coco, durante a fase de construção para reduzir a erosão laminar e por ravinas.
- Revegetação Progressiva - Estabilizar as áreas concluídas com hidrossemeadura ou plantação de espécies de crescimento rápido, privilegiando gramíneas e leguminosas de enraizamento profundo adaptadas às condições edáficas locais. Estabelecer metas de cobertura vegetal mínima de 50% em até 2 anos, com monitorização contínua para avaliar a eficácia da estabilização
- Técnicas de Bioengenharia - Aplicar mantas orgânicas biodegradáveis sobre taludes e encostas instáveis para protecção imediata e promoção da revegetação. Utilizar estruturas vegetativas, como fascinas e paliçadas vivas, para reforçar margens e taludes, integrando técnicas de engenharia verde com estruturas físicas (e.g., colchões Reno) em zonas críticas de maior risco erosivo ou onde a erosão se tenha observado.
- Gestão de Vias de Acesso e Áreas de Manobra - Realizar pavimentação selectiva ou estabilização com brita nas vias internas de acesso para reduzir a formação de sulcos e escorrência superficial. Planejar o tráfego de equipamento pesado para evitar a compactação de zonas sensíveis e a dispersão de sedimentos, limitando a circulação a corredores de largura máxima de 3 metros na zona de mangal na área de implantação do emissário até 50 m da margem.
- Controlo de Erosão na Margem do Rio Tembe - Executar a escavação da margem (extensão de 3 metros) para instalação do emissário em condições de baixa maré ou tempo seco, utilizando barreiras físicas de contenção (e.g., cortinas de sedimentos) para limitar a dispersão de finos. Reforçar a margem com geocélulas, estacas de madeira ou sacos de solo armados para garantir estabilidade estrutural, seguido de rápida reconfiguração e cobertura do talude com vegetação nativa tolerante à salinidade.
- Prevenção da Contaminação Sedimentar - Captar e remover sedimentos resultantes da instalação do emissário utilizando cortinas de contenção e barreiras filtrantes, evitando o aumento da turbidez no Rio Tembe. Proibir o lançamento directo de solos ou detritos no leito ou nas margens do rio, garantindo a gestão adequada de materiais escavados.
- Medidas Complementares nas Áreas de Mangal - Minimizar a compactação do substrato estuarino durante intervenções nas margens do Rio Tembe, utilizando passarelas flutuantes ou plataformas elevadas para acesso de equipamentos. Repor e nivelar sedimentos, se necessário, para restabelecer a topografia original e evitar estagnação hídrica, preservando as condições de drenagem natural dos mangais.
- Uso de Maquinaria de Baixo Impacto - Usar equipamentos que minimizem a compactação do solo. Em áreas com solos saturados, utilizar maquinaria com esteiras largas para distribuir o peso e reduzir a compactação.
- Reutilização de Solo Escavado - Reutilizar o solo escavado para a colocação das tubagens (Pluviais e emissário)s para preencher escavações, minimizando a exposição prolongada do solo.
- Monitoramento da Compactação - Após a construção, monitorizar a compactação do solo em áreas sensíveis (ex: na faixa de protecção dos 200m e na zona ribeirinha de construção do emissário) usando um penetrómetro, comparando com solos fora da área de intervenção. Restaurar a porosidade com equipamento apropriado, se necessário.
- Monitorização da Estabilidade do Solo - Realizar inspecções regulares para detectar sinais de erosão, deslizamentos ou outros problemas de estabilidade do solo. Implementar um sistema de alerta precoce para identificar áreas de risco e tomar medidas preventivas. Monitorizar a qualidade da água em cursos de água próximos.
- Integração com Plano de Recuperação Paisagística - Realizar inspecções regulares para detectar sinais de erosão, deslizamentos ou outros problemas de estabilidade do solo. Implementar um sistema de alerta precoce para identificar áreas de risco e tomar medidas preventivas. Monitorizar a qualidade da água em cursos de água próximos.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Programa de Gestão Ambiental de Controlo da Erosão incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Elevada	3	Média	2
Duração	Longo prazo	3	Curto prazo	1

Impacto S1- Aumento da erosão do solo				
Magnitude	Média	7	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Insignificante	
Significância	Alta		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto S2: Aumento da Compactação do solo

O aumento da compactação dos solos, resultante das actividades construtivas na zona do aterro e ao longo do traçado da infra-estrutura de descarga das águas pluviais (box-culvert e regularização com colchão reno da linha de água natural receptora), constitui um dos principais impactos físicos sobre o solo, em áreas com solos dunares arenosos, como ocorre na Formação Congolote, predominantes na área do Aterro de KaTembe mas também ao longo da maior parte do traçado do emissário e descarga das águas pluviais.

Os estudos geotécnicos realizados para o projecto identificaram que os solos da área do aterro correspondem a areias finas a médias, pouco consolidadas e com baixa coesão (classificação AASHTO A3 e ASTM SM), apresentando permeabilidades relativamente elevadas (coeficiente de permeabilidade k entre 1×10^{-4} e $3,4 \times 10^{-5}$ m/s). A camada superficial é composta por areias muito soltas e ricas em matéria orgânica, enquanto as camadas subjacentes da Formação Congolote, de idade pleistocénica, são formadas por areias pouco consolidadas, medianamente siltosas e ligeiramente compactas.

Nas áreas adjacentes ao traçado do emissário do lixiviado tratado, próximo às margens do Rio Tembe, ocorrem solos aluvio-estuarinos de composição argilo-arenosa, caracterizados por elevado teor de humidade, baixa capacidade de suporte e elevada compressibilidade. Estes solos apresentam uma resistência à compressão não confinada geralmente baixa, tornando-os particularmente vulneráveis aos processos de densificação sob cargas dinâmicas.

Redução da Porosidade Estrutural

Durante as operações construtivas que envolvem terraplenagem, conformação de taludes, instalação de infra-estruturas e circulação intensiva de maquinaria pesada, verifica-se compactação significativa dos solos arenosos que predominam na área. O processo decorre da aplicação de cargas repetidas e da movimentação de equipamentos, levando à reorganização da estrutura granular, com aumento da densidade aparente e diminuição da macroporosidade.

No estudo geotécnico do Projecto, identifica-se que os solos superficiais pertencem principalmente à Formação de Congolote, compostos por areias finas a médias, soltas a levemente compactas, com elevada permeabilidade inicial (k entre 1×10^{-4} e $3,4 \times 10^{-5}$ m/s). Ainda que o projecto não apresente valores experimentais para redução de porosidade estrutural em função da compactação, a experiência consolidada em solos arenosos indica que, sob cargas típicas superiores a 200 kPa (esperadas para maquinaria pesada), a porosidade total pode reduzir-se de valores naturais próximos de 45% para cerca de 30–35%. Esta diminuição é acompanhada por aumento significativo da densidade aparente.

A compactação afecta principalmente os primeiros 60 cm de profundidade, onde se observa maior reorganização estrutural, criando horizontes compactados que dificultam a infiltração vertical da água e favorecem o escoamento superficial, potenciando processos erosivos, sobretudo nas áreas com baixa cobertura vegetal.

Alteração das Propriedades Hidráulicas

A redução da porosidade implica diminuição substancial da condutividade hidráulica saturada dos solos. Ensaio de campo realizados no âmbito do projecto demonstram permeabilidades naturais entre 1×10^{-4} e $3,4 \times 10^{-5}$ m/s, enquanto valores de referência para solos arenosos compactados podem descer para ordens de grandeza inferiores a 10^{-6} m/s, especialmente sob compactação deliberada nas camadas técnicas de impermeabilização do aterro. Esta alteração reduz a recarga dos aquíferos superficiais, modifica o regime de drenagem natural e pode afectar negativamente a disponibilidade de água no solo.

A compactação acentua a densidade de empacotamento das partículas, reduzindo o espaço poroso disponível para armazenamento e circulação de água e ar, e impacta a dinâmica microbiana e o desenvolvimento radicular. Estas alterações podem perdurar por anos ou décadas, especialmente em solos com baixos teores de matéria orgânica e limitada actividade biológica.

Área Afectada e Intensidade da Compactação

Com base na análise da implantação das infra-estruturas e zonas operacionais do projecto (células de deposição, lagoas de tratamento, vias internas e áreas de apoio), estima-se que uma área directa de cerca de 88 hectares será exposta a compactação induzida por actividades construtivas. Destes, aproximadamente 70 hectares correspondem a zonas de compactação severa (como plataformas de circulação permanente de equipamentos e fundações), onde a densidade relativa dos solos pode atingir valores superiores a 90%.

Em áreas de compactação moderada, que abrangem cerca de 20 hectares, projecta-se aumento de densidade aparente entre 15 a 25% face aos valores naturais (valor expectável para solos arenosos submetidos a cargas médias). As áreas restantes (~10 hectares) poderão apresentar compactação ligeira, com incrementos de densidade aparente inferiores a 15%.

Profundidade de Influência

A profundidade da compactação varia conforme o tipo de equipamento, intensidade do tráfego e duração das operações. A experiência geotécnica indica que, para solos arenosos, o impacto directo de maquinaria pesada é mais expressivo até 80–120 cm de profundidade (valor expectável para equipamentos com peso superior a 20 toneladas, usualmente empregados em aterros), enquanto equipamentos mais leves tendem a afectar apenas os primeiros 40 cm. Nas áreas de circulação intensiva, com mais de 50 passagens de equipamento pesado (situação frequente nas plataformas técnicas), é possível que a compactação alcance profundidades superiores a 1,5 m, formando horizontes densificados e de baixa permeabilidade, que alteram de forma permanente as características hidrogeológicas locais.

Medidas de Mitigação

A implementação de medidas preventivas deve priorizar a minimização da área sujeita a compactação através da definição rigorosa de corredores de circulação e áreas de manobra. A largura dos corredores de acesso deve ser limitada, com proibição expressa de circulação fora das vias designadas, principalmente na zona ribeirinha do Rio Tembe. A instalação de placas de distribuição de carga ou sistemas de estrado temporário nas áreas de solo mais sensível permite reduzir as pressões específicas transmitidas ao solo em 40 a 60%.

A programação das operações construtivas deve evitar a circulação de equipamento pesado durante períodos de elevada humidade do solo, quando a susceptibilidade à compactação é máxima.

O quadro seguinte sintetiza as medidas de minimização da compactação dos solos.

Medida de Mitigação	Justificação
Delimitação e Protecção de Áreas Sensíveis	<p>Demarcação e sinalização de áreas não estruturais com instalação de barreiras físicas na fase pré-obra.</p> <p>A prevenção é a medida mais eficaz e económica para evitar a compactação. As áreas não estruturais têm elevada importância ecológica e hidrológica, sendo essenciais para manutenção da infiltração de água, regeneração vegetal e protecção da biodiversidade do solo. A delimitação física impede o acesso inadvertido de equipamento pesado a estas zonas sensíveis, preservando a estrutura natural do solo desde o início das obras.</p>
Circulação Controlada - Área do Aterro	<p>Definição prévia de corredores obrigatórios para circulação de maquinaria durante a obra.</p> <p>O tráfego não controlado de equipamento pesado é a principal causa de compactação accidental em solos. Os solos arenosos identificados na área, apesar da sua boa capacidade de suporte (CBR entre 28-30%), são vulneráveis à compactação quando submetidos a cargas repetidas ou concentradas. A canalização do tráfego para corredores específicos minimiza a área afectada e permite a implementação de medidas de protecção mais eficazes nestes trajectos definidos.</p>
Circulação Controlada - Área do Emissário	<p>Limitação da largura da faixa de circulação a máximo 3 metros na zona de mangal, com prioridade para equipamentos leves ou manuais.</p> <p>Os solos aluvio-estuarinos da zona de mangal apresentam baixa estabilidade e são extremamente sensíveis à compactação. A limitação rigorosa da largura de intervenção (3m) minimiza a perturbação do substrato estuarino, enquanto o uso de equipamentos leves reduz as pressões aplicadas ao solo. Esta medida é crítica porque a compactação nestes ambientes altera permanentemente as condições de drenagem e trocas gasosas essenciais para os ecossistemas de mangal.</p>
Protecção Temporária Durante a Obra	<p>Utilização de protecção temporária com placas/geotêxteis e formação das equipas em boas práticas.</p> <p>A protecção temporária distribui as cargas aplicadas ao solo, reduzindo a pressão por unidade de área e minimizando a compactação directa. Os geotêxteis funcionam como elemento de separação e reforço, mantendo a integridade estrutural do solo subjacente. A formação das equipas é fundamental porque muitos casos de compactação resultam de práticas inadequadas que podem ser evitadas com conhecimento técnico apropriado.</p>
Descompactação e Recuperação Pós-Obra - Área do Aterro	<p>Subsolagem mecânica até 60 cm de profundidade, incorporação de matéria orgânica e sementeira/plantação de espécies nativas.</p> <p>A subsolagem mecânica quebra camadas compactadas e restaura a porosidade do solo, essencial para a infiltração de água e penetração de raízes. A profundidade de 60 cm é adequada para os solos arenosos identificados, permitindo descompactação efectiva sem perturbação excessiva. A incorporação de matéria orgânica melhora a estrutura do solo e</p>

Medida de Mitigação	Justificação
	promove a actividade biológica, enquanto a vegetação nativa garante estabilização a longo prazo adaptada às condições locais.
Descompactação e Recuperação Pós-Obra - Área do Emissário	Descompactação manual/leve até 30 cm, reposição de horizontes orgânicos e plantação de propágulos de mangal. Os solos de mangal requerem técnicas muito mais delicadas devido à sua sensibilidade e às condições específicas do ambiente estuarino. A descompactação manual até 30 cm evita perturbação profunda que poderia afectar o lençol freático salino. A reposição dos horizontes orgânicos originais restaura as condições geoquímicas específicas, enquanto os propágulos de mangal asseguram regeneração com espécies perfeitamente adaptadas às condições de salinidade e inundação periódica.
Gestão Adaptativa	Reforço de medidas sempre que as metas não sejam atingidas, com revisão do plano conforme necessário. A gestão adaptativa reconhece que nem todas as situações podem ser previstas e que as condições de campo podem exigir ajustes nas estratégias iniciais. Esta abordagem flexível permite responder eficazmente a situações imprevistas e otimizar continuamente as medidas com base na experiência adquirida e nos resultados da monitorização. É particularmente importante num projecto com condições ambientais diversas (solos arenosos e estuarinos).

Tendo em conta a definição das medidas de minimização supra, direccionadas à protecção e estabilização dos solos, foi desenvolvido o Plano de Gestão e Descompactação do Solo em Áreas Não Estruturais, documento específico que operacionaliza a implementação dessas medidas em todas as fases do projecto e que estabelece o quadro orientador que servirá de referência obrigatória para a elaboração do referido plano por parte do contractado na fase subsequente de implementação.

Priorizar a revegetação e recuperação ecológica na faixa de protecção de 200 metros em torno das células de deposição, conforme previsto no projecto. Adoptar espécies autóctones e práticas de restauração ecológica para favorecer a resiliência do solo e a retenção hídrica, contribuindo para a estabilização a longo prazo.

Trabalhos nos solos / área de mangal

A instalação do emissário do Aterro Sanitário de KaTembe requer intervenção em área de mangal do Rio Tembe, ecossistema de sensibilidade e importância ecológica. Previamente ao início de qualquer actividade construtiva na zona de mangal do Rio Tembe, o Empreiteiro deverá elaborar, submeter para aprovação e implementar um Plano Detalhado de Execução de Obras em Mangais (PEOM), documento técnico especializado que estabeleça metodologias específicas de baixo impacto, medidas de protecção ecológica e estratégias de restauração pós-obra, em conformidade com a legislação ambiental de Moçambique, as Normas Ambientais e Sociais do Banco Mundial e as melhores práticas internacionais para trabalhos em ecossistemas estuarinos sensíveis. O Conteúdo Técnico Obrigatório para o PEOM deverá incluir obrigatoriamente os seguintes elementos técnicos detalhados:

Metodologias de Protecção Durante a Construção

- Especificações técnicas para utilização de esteiras de pântano (bog/swamp mats) ou dispositivos similares para minimização da compactação superficial, distribuição uniforme de cargas e prevenção de drenagem preferencial
- Procedimentos para remoção, armazenamento temporário e protecção da camada superficial do solo orgânico, incluindo utilização de geotêxteis e sistemas de contenção adequados
- Técnicas de escavação de baixo impacto que preservem o sistema radicular profundo dos manguezais e minimizem perturbações hidrológicas
- Medidas de controlo de sedimentos e turbidez no Rio Tembe através de barreiras de contenção e sistemas de filtragem

Gestão Temporal e Hidrológica

- Cronograma restritivo que evite períodos de cheias do rio e épocas críticas para a fauna estuarina
- Estratégias para minimização do período de construção através de técnicas de pré-fabricação e instalação rápida
- Sistema de desvios de drenagem temporários para evitar o direccionamento do escoamento pela via de acesso para o interior do manguezal
- Plano de gestão das marés e níveis de água durante as operações construtivas

Programa de Restauração de Solo e Habitat:

- Metodologia detalhada para restauração da estrutura física e química do solo estuarino, incluindo reposição de horizontes orgânicos e reconstituição da topografia natural
- Plano de replantação com propágulos de espécies nativas de mangal localmente adaptadas, definindo densidades, espaçamentos, técnicas de plantação e calendário de execução
- Programa de manutenção e monitorização da vegetação por período mínimo de 60 meses, incluindo substituição de plantas, controlo de espécies invasoras e rega de emergência
- Indicadores quantitativos de sucesso da restauração, incluindo taxas de sobrevivência vegetal (mínimo 80%), recuperação da densidade original (mínimo 70% aos 24 meses) e restabelecimento das funções ecológicas

Impacto S2- Aumento da Compactação do solo

Principais Medidas de Mitigação:

- **Delimitação e Protecção** (Aterro e Emissário) - Demarcação e sinalização de áreas não estruturais; instalação de barreiras físicas;
- **Circulação Controlada** (Aterro) - Definição prévia de corredores obrigatórios para circulação de maquinaria
- **Circulação Controlada (Emissário)** - Largura máxima de faixa = 3 m no mangal; Prioridade a equipamentos leves ou manuais
- **Prevenção durante Obra** (Aterro e Emissário) - Protecção temporária (placas/ geotêxteis); Formação das equipas em boas práticas
- **Descompactação e Recuperação Pós-Obra** (Aterro) – Subsolagem mecânica (até 60 cm); incorporação de matéria orgânica; sementeira/plantação de nativas
- **Descompactação e Recuperação Pós-Obra (Emissário)** - Descompactação manual/leve (<30 cm); reposição de horizontes orgânicos; plantação de propágulos de mangal

Impacto S2- Aumento da Compactação do solo

- Cumprir, adequar e desenvolver o Plano de Gestão e Descompactação do Solo em Áreas Não Estruturais (PGA - volume IV) onde estas medidas estão incluídas
- **Elaborar na fase de pré-construção um Plano Detalhado de Execução de Obras em Mangais (PEOM)** que inclua: Metodologias de Protecção Durante a Construção; Gestão Temporal e Hidrológica; Programa de Restauração de Solo e Habitat. No PGA (Volume IV) encontra-se o Conteúdo Técnico Obrigatório para o PEOM

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Curto prazo	1
Magnitude	Alta	7	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Alta		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto S3: Potencial contaminação de solos

A potencial contaminação dos solos durante a fase de construção do Aterro de KaTembe constitui um impacto que requer avaliação considerando as características geotécnicas específicas do local.

A contaminação dos solos pode resultar de múltiplas fontes durante as actividades construtivas, incluindo o manuseamento inadequado de substâncias perigosas utilizadas nas operações de construção, derrames acidentais de combustíveis e lubrificantes dos equipamentos, gestão deficiente de resíduos de construção e demolição, e práticas inadequadas de armazenamento de materiais potencialmente contaminantes. A natureza arenosa dos solos locais, com baixa capacidade de retenção e elevada permeabilidade, amplifica a vulnerabilidade à contaminação vertical, podendo facilitar a migração de contaminantes através do perfil pedológico.

Os riscos associados à contaminação incluem a degradação das propriedades físico-químicas dos solos, comprometendo sua capacidade de suporte e funcionalidade ecológica. A presença de substâncias tóxicas pode induzir alterações na microbiota edáfica, prejudicando os processos biogeoquímicos naturais e a capacidade de regeneração dos ecossistemas nativos. A migração de contaminantes através do perfil de solo pode alcançar camadas mais profundas, criando focos de poluição persistente que comprometem a qualidade ambiental a longo prazo.

A contaminação pode também resultar em riscos directos para a saúde ocupacional dos trabalhadores expostos a solos contaminados, através de inalação de poeiras contaminadas, contacto dérmico com substâncias tóxicas, ou ingestão acidental de partículas contaminadas. A mobilização de contaminantes por processos erosivos pode amplificar o impacto, transportando poluentes para áreas circundantes e comprometendo recursos hídricos superficiais nas proximidades.

Medidas de Mitigação

Elaborar e executar um Plano de Gestão de Resíduos actualizado

A prevenção da contaminação dos solos requer a implementação de um sistema abrangente de gestão ambiental durante a construção, fundamentado nas melhores práticas internacionais e no cumprimento rigoroso das normas ambientais moçambicanas e das Normas Ambientais e Sociais (NAS) do Banco Mundial. Deve ser desenvolvido e implementado um Plano de Gestão de Resíduos de Construção que estabeleça procedimentos específicos para a segregação, armazenamento temporário, transporte e destinação final adequada de todos os tipos de resíduos gerados, incluindo resíduos sanitários, não perigosos e perigosos.

Cumprimento do Manual de Operação e Manutenção do Aterro

O armazenamento de substâncias potencialmente contaminantes deve ser realizado em áreas especificamente designadas e adequadamente preparadas, dotadas de pavimento impermeável, sistemas de contenção secundária com capacidade mínima de 110% do volume armazenado, cobertura para protecção contra intempéries, e sistemas de drenagem controlada. Estas áreas devem estar localizadas a distâncias seguras de cursos de água, zonas húmidas e áreas ambientalmente sensíveis, e equipadas com sistemas de monitorização para detecção precoce de eventuais fugas.

Manter veículos e equipamentos em condições de referência,

A manutenção preventiva rigorosa de equipamentos e veículos constitui medida fundamental para prevenir derrames acidentais de combustíveis e lubrificantes. Devem ser estabelecidas áreas dedicadas para abastecimento, lavagem e manutenção de equipamentos, dotadas de pavimento impermeável, sistemas de contenção de derrames, separadores óleo-água, e procedimentos específicos para gestão dos efluentes gerados. A implementação de programas regulares de inspecção e manutenção preventiva permitirá identificar e corrigir potenciais fontes de vazamentos antes que resultem em contaminação.

Remover imediatamente solos impactados em caso de derrame;

O desenvolvimento e implementação de um Plano de Resposta a Emergências específico para situações de derrame deve contemplar procedimentos detalhados para contenção imediata, neutralização quando aplicável, remoção de material contaminado, e restauração das condições ambientais. Todas as frentes de trabalho devem ser equipadas com kits de resposta a derrame dimensionados adequadamente para os volumes e tipos de substâncias manuseadas, incluindo materiais absorventes específicos para hidrocarbonetos, agentes neutralizantes, equipamentos de contenção, e materiais de protecção individual para as equipas de resposta.

Proibir quaisquer descargas de águas residuais não tratadas no terreno ou em corpos hídricos;

A gestão adequada de águas residuais geradas nas actividades construtivas requer a implementação de sistemas de tratamento apropriados antes de qualquer descarga. As águas residuais sanitárias devem ser dirigidas para sistemas de tratamento adequados, enquanto as águas

residuais industriais devem ser caracterizadas e tratadas conforme sua composição específica. É estritamente proibida a descarga de águas residuais não tratadas directamente no solo ou em recursos hídricos.

Formação e capacitação contínua dos trabalhadores em práticas ambientalmente seguras

A formação e capacitação contínua dos trabalhadores em práticas ambientalmente seguras constitui elemento essencial do sistema de prevenção. Devem ser desenvolvidos programas de treinamento específicos sobre manuseamento seguro de substâncias perigosas, procedimentos de resposta a emergências, técnicas de prevenção de derrames, e reconhecimento de situações de risco ambiental. A implementação de sistemas de auditoria e fiscalização regulares assegurará o cumprimento efectivo das medidas preventivas estabelecidas.

Processo de Remediação Ambiental em áreas afectadas

Em caso de ocorrência de contaminação accidental, deve ser implementado um processo de remediação que contemple a caracterização detalhada da extensão da contaminação, a selecção de tecnologias de remediação apropriadas às características específicas dos contaminantes e dos solos locais, e a execução das intervenções de limpeza com monitorização da eficácia. Os materiais contaminados removidos devem ser adequadamente acondicionados e destinados para instalações licenciadas de tratamento ou disposição final, conforme a legislação moçambicana aplicável.

A implementação integrada destas medidas de mitigação, aliada ao cumprimento rigoroso dos procedimentos operacionais e ao funcionamento efectivo do sistema de monitorização ambiental, assegurará a minimização dos riscos de contaminação dos solos e a preservação da qualidade ambiental durante a fase de construção do Aterro de KaTembe.

O cumprimento rigoroso das rotinas de inspecção, registo e resposta rápida a emergências, auditado pela supervisão ambiental independente prevista no PGAS, constitui a garantia prática de que a integridade dos solos será preservada ao longo de toda a fase de construção do Aterro de KaTembe.

Impacto S3- Potencial contaminação de solos

Principais Medidas de Mitigação:

- **Elaborar e executar um Plano de Gestão de Resíduos actualizado**, que discrimine fluxos perigosos, não-perigosos e sanitários, atribua áreas de armazenamento segregado e defina destinos licenciados.
- **Cumprimento do Manual de Operação e Manutenção do Aterro** onde se prevê implementar armazenamento seguro de substâncias perigosas em contentores homologados, sobre bacias impermeáveis cobertas e com contenção lateral; proceder a inspecções semanais e registos de inventário.
- **Manter veículos e equipamentos em condições de referência**, adoptando programa de manutenção preventiva que previna fugas de óleo ou combustível.
- **Dotar todas as frentes de obra de kits de resposta a derrames** (granulado absorvente, panos oleofílicos, mangotes de contenção) e garantir formação prática das equipas para actuação imediata.
- **Instalar zonas de lavagem e manutenção sobre pavimento impermeável**, com ligação a separador água-óleo; o efluente deverá ser encaminhado para entidade gestora licenciada, nunca para o solo.
- **Proibir quaisquer descargas de águas residuais não tratadas no terreno ou em corpos hídricos**; águas cinzentas e negras dos acampamentos serão canalizadas para fossas estanques ou para sistema modular de tratamento conforme o PGAS.
- **Remover imediatamente solos impactados em caso de derrame**; acondicionar em "big-bags" etiquetados e enviar para aterro sanitário licenciado, mantendo registo em formulário de transporte de resíduos perigosos.

Impacto S3- Potencial contaminação de solos

- **Formação e capacitação contínua dos trabalhadores em práticas ambientalmente seguras**, treinamento específicos sobre manuseamento seguro de substâncias perigosas, procedimentos de resposta a emergências, técnicas de prevenção de derrames, e reconhecimento de situações de risco ambiental
- **Implementar um Processo de Remediação** em caso de ocorrência de contaminação accidental
 - Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Curto prazo	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.5 Hidrologia

Durante a fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe, a componente hidrológica local revela-se sensível às transformações associadas ao projecto. A natureza arenosa e pouco consolidada dos solos, associada ao clima de precipitação intensa e concentrada em épocas específicas em Maputo, aumenta a vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos aos impactos decorrentes das actividades de obra.

A execução de escavações em alguns trecho com profundidade até 8 m, terraplenagens, movimentação de terras, instalação de infra-estruturas de drenagem pluvial, sistemas de tratamento de lixiviados, emissário do efluente tratado e a presença de acampamentos de obra e áreas de manutenção de equipamentos, constituem factores que podem alterar o regime de escoamento superficial, incrementar os processos erosivos, gerar sedimentos em suspensão, modificar localmente os níveis freáticos e contaminar águas superficiais e subterrâneas, caso não sejam devidamente controlados. A seguir, identificam-se as actividades geradoras dos impactos hidrológicos nesta fase.

Actividades geradoras de impactos

- **Escavação e conformação da 1ª célula do aterro** - Geram cortes significativos no relevo (até 3 m em ~8 ha), modificando o padrão natural de escoamento superficial
- **Escavação das lagoas de tratamento de lixiviados** - Implicam escavações em solos arenosos e potencial contacto com camadas saturadas, podendo alterar a dinâmica de drenagem local e interceptar águas subterrâneas superficiais.
- **Instalação do emissário de efluente tratado** - Inclui escavações até 8 m de profundidade, em especial na zona de vegetação ribeirinha e mangal, favorecendo mobilização de sedimentos e potencial alteração do nível freático local.
- **Construção de infra-estruturas de drenagem pluvial** (box-culvert e valas) - Altera o escoamento natural ao concentrar e desviar fluxos de águas pluviais, podendo aumentar a velocidade de escoamento e erosão localizada.

- **Implantação de acampamentos de obra** - Gera águas residuais domésticas (sanitários, cozinha, lavagem) com carga orgânica e bacteriológica que, se não tratadas, podem contaminar águas superficiais.
- **Funcionamento de áreas de manutenção e lavagem de equipamentos e viaturas** - Produz águas residuais contaminadas com óleos, combustíveis e detergentes, com risco de infiltração em solos permeáveis e contaminação de águas subterrâneas.
- **Operações de reabastecimento e armazenamento de combustíveis e substâncias perigosas** - Apresentam risco de derrames acidentais que podem infiltrar-se nos solos arenosos, contaminando aquíferos superficiais e águas pluviais escoadas.

Impacto H1 - Alteração da drenagem natural e fluxo superficial

A preparação da primeira célula do Aterro Sanitário de KaTembe, com uma área aproximada de 8 hectares e escavação média de 3 metros de profundidade (pode ir até aos 8 metros), assim como as escavações para a construção das lagoas do sistema de tratamento de lixiviados e dos edifícios de apoio, implicará movimentação significativa de terras numa área previamente caracterizada por relevo suavemente ondulado e drenagem difusa. Estas actividades irão interromper ou cortar canais naturais de escoamento superficial, resultando na modificação do padrão hidrológico local que, actualmente, permite o escoamento disperso das águas pluviais pelas microdepressões naturais existentes no terreno. Com a instalação de plataformas escavadas e taludes provisórios, existirão barreiras físicas que poderão obstruir o fluxo natural da água, formando zonas de acumulação temporária e poças de água durante os períodos de precipitação, que são frequentes e intensos na região de Maputo, sobretudo na época chuvosa.

A alteração do escoamento superficial poderá conduzir a uma concentração indesejada de águas pluviais em determinados pontos das frentes de obra, criando áreas inundáveis onde antes não existiam, com potencial para dificultar ou mesmo interromper as actividades de construção e circulação de equipamentos, bem como provocar instabilidade nos taludes escavados devido ao aumento da saturação dos solos. Adicionalmente, a interrupção do padrão natural de escoamento e a exposição de solos arenosos e pouco consolidados, características da Formação Congolote, poderão agravar os fenómenos erosivos, favorecendo o aparecimento de ravinamentos e de escorrências rápidas concentradas que removem camadas superficiais do solo, reduzindo a qualidade edáfica e aumentando a carga de sedimentos transportados para as zonas de drenagem a jusante.

Outro impacto relevante é a redução temporária da recarga hídrica nas áreas circundantes ao aterro, uma vez que o escoamento superficial pode tornar-se mais rápido e concentrado, limitando a infiltração local e, por consequência, a alimentação do aquífero superficial (a descrição e avaliação deste impacto encontra-se no ponto H4)

Assim, a alteração da drenagem natural e do fluxo superficial durante a fase de construção constitui um impacto na componente hidrológica do projecto, exigindo a implementação das medidas de mitigação previstas, como a execução de canais de drenagem provisórios, a construção de bacias de sedimentação e a modelação controlada dos taludes para garantir o escoamento ordenado das águas pluviais, assegurando a redução da magnitude deste impacto e a protecção das frentes de

obra, da integridade ambiental e das condições de segurança durante todo o período de construção do Aterro Sanitário de KaTembe.

Medidas de Mitigação

Durante as operações de escavação e modelação de taludes, e antes da instalação do sistema definitivo de drenagem, deverão ser implementadas as seguintes medidas de controlo e mitigação:

Execução de Canais de Drenagem Provisórios - Devem ser criados canais e valas temporárias, dimensionados para as intensidades máximas de precipitação previstas pela modelação hidrológica local, com traçado ajustado à morfologia do terreno, evitando cortes directos em zonas de microdrenagem natural. Estes canais devem ser revestidos, quando necessário, com material anti-erosivo (por exemplo, geotêxteis, seixos ou palas vegetais) para limitar a erosão e o arraste de sedimentos, e assegurar o escoamento ordenado das águas pluviais para bacias de sedimentação.

Construção de Bacias de Sedimentação Temporárias - Nas zonas de máxima concentração de escorrência superficial, é obrigatória a instalação de bacias de sedimentação com capacidade ajustada ao volume de água previsto para cada frente de obra, permitindo a decantação dos sólidos suspensos antes do lançamento do excedente a jusante. Estas estruturas devem ser implementadas com sistemas de descarga controlada, facilitando a manutenção periódica e a remoção dos sedimentos acumulados.

Modelação Controlada dos Taludes e Reperfilamento dos Solos - Os taludes provisórios deverão ser modelados em patamares ou rampas de reduzido declive, para diminuir a concentração de fluxo e a velocidade de escoamento, prevenindo o agravamento de fenómenos erosivos e a formação de ravinamentos. Deve promover-se, sempre que possível, a revegetação rápida das áreas intervencionadas, recorrendo-se a coberturas vegetais ou mulch nas zonas expostas.

Gestão de Áreas de Armazenamento de Solos - O armazenamento temporário de solos escavados deve ocorrer longe das linhas de drenagem naturais e em plataformas controladas, reduzindo o risco de escorrências rápidas. As pilhas de solo devem ser cobertas durante períodos de chuva intensa e monitorizadas para evitar instabilidade, fluxos de sedimentos ou contaminação das massas de água.

Inspecções e Monitorização Sistemática - Implementar inspecções visuais e verificação periódica dos canais, bacias de sedimentação e áreas de armazenamento de solos, com registos semanais e mensais segundo o plano de acompanhamento de desempenho ambiental e hidrológico. As não-conformidades devem desencadear a execução das medidas correctivas apropriadas, tais como reforço dos revestimentos anti-erosivos ou limpeza urgente das bacias de sedimentação.

Impacto H1 - Alteração da drenagem natural e fluxo superficial

Principais Medidas de Mitigação

- **Execução de canais de drenagem provisórios:** Instalação de valas temporárias e revestidas para condução ordenada das águas pluviais, prevenindo erosão e arraste de sedimentos.
- **Construção de bacias de sedimentação temporárias:** Implantação de bacias dimensionadas para reter sólidos suspensos e permitir descarga controlada das águas pluviais da frente de obra.
- **Modelação controlada dos taludes e reperfilamento dos solos:** Configuração de taludes em patamares suaves e revegetados para limitar o escoamento e o risco de erosão superficial.

Impacto H1 - Alteração da drenagem natural e fluxo superficial

- **Gestão de áreas de armazenamento de solos:** Deposição de solos escavados em plataformas protegidas e afastadas das linhas de drenagem naturais, evitando escorrências e contaminações.
- **Inspecções e monitorização sistemática:** Realização de inspecções periódicas e registo das condições das estruturas provisórias, com activação imediata de acções correctivas quando necessário.

Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão das Águas Superficiais – Fase de Construção no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Regional	2	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Curto prazo	1	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	5	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Insignificante	
Confiança	Média		Média	

Impacto H2 - Potencial contaminação das águas superficiais por sedimentos em suspensão

Durante a fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe, o risco de potencial contaminação das águas superficiais por sedimentos em suspensão tem de ser considerado devido à natureza arenosa e pouco consolidada dos materiais escavados e à elevada pluviosidade da região de Maputo. Este impacto torna-se ainda mais crítico na fase de construção do emissário do efluente tratado, cuja instalação atravessará zonas de vegetação ribeirinha e manchas de mangal ao longo da margem do rio Tembe (faixa de 3m de largura), antes de atingir a zona de descarga no estuário.

As escavações necessárias para a instalação do emissário irão expor áreas de solos arenosos e sedimentos estuarinos argilo-limosos, frequentemente saturados e com coesão muito baixa. Estas condições favorecem a mobilização rápida de partículas finas durante a escavação, especialmente se associadas a marés altas ou eventos de precipitação intensa. A vegetação ribeirinha e o mangal, que normalmente funcionam como zonas tampão, podem ser danificados pelas operações mecânicas e pela deposição de sedimentos escavados, reduzindo a sua capacidade de filtração e protecção do ambiente aquático.

Durante as chuvas ou na movimentação de materiais ao longo do traçado do emissário, o arrastamento superficial de sedimentos poderá ser significativa, sendo estes facilmente transportados até ao leito do rio Tembe ou para zonas alagáveis adjacentes. Este fenómeno resulta na formação de plumas de turbidez nas águas estuarinas, afectando directamente a qualidade da água e alterando o seu equilíbrio físico-químico. O aumento da turbidez reduz a penetração de luz, prejudicando processos fotossintéticos das comunidades de algas e afectando a oxigenação da coluna de água podendo comprometer temporariamente habitats utilizados por espécies aquáticas para desova e alimentação (ver com mais detalhe a avaliação dos impactos no meio biótico).

Além disso, a deposição de sedimentos finos nos leitos de mangais pode sufocar as raízes das espécies de mangal, reduzir a capacidade de trocas gasosas e comprometer o seu papel ecológico

como área de alimentação e refúgio para juvenis de peixes e crustáceos, essenciais para a biodiversidade e para a pesca local.

A obstrução de canais de drenagem naturais provocada pela sedimentação também poderá alterar microcanais de maré, modificar padrões de inundação e salinidade, e reduzir a capacidade de renovação das águas estuarinas durante as marés, aumentando o risco de degradação da qualidade da água.

Assim, o impacto de contaminação das águas superficiais por sedimentos em suspensão, exacerbado pela construção do emissário no estuário, poderá apresentar consequências, como:

- Aumento da turbidez e deposição de sedimentos no rio Tembe e áreas estuarinas, degradando a qualidade da água e afectando habitats aquáticos;
- Potencial destruição de vegetação ribeirinha e zonas de mangal, com perda de serviços ecológicos essenciais;
- Obstrução de canais naturais de drenagem e modificação das dinâmicas hidrodinâmicas locais, com risco de inundações e alteração dos ecossistemas intertidais.

Para mitigar este impacto, será essencial implementar medidas rigorosas durante a instalação do emissário, incluindo a utilização de barreiras flutuantes de contenção de sedimentos, cortinas de turbidez, bacias de sedimentação temporárias em pontos estratégicos e o planeamento das actividades de escavação em função das marés e períodos secos, reduzindo a mobilização e o transporte de sedimentos.

Adicionalmente, a monitorização contínua da turbidez e da qualidade da água durante a obra permitirá ajustes operacionais em tempo real para garantir a protecção do rio Tembe, dos mangais e dos ecossistemas associados, reduzindo a magnitude e extensão do impacto para níveis aceitáveis durante a fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe.

Impacto H2 - Potencial contaminação das águas superficiais por sedimentos em suspensão

Principais Medidas de Mitigação:

- Construção de bacias temporárias de decantação e sedimentação antes da descarga para meios hídricos naturais.
- Instalação de barreiras filtrantes (geotêxteis e cortinas de turbidez) em frentes de obra sensíveis se necessário (observação de plumas de sedimentos em suspensão).

Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão das Águas Superficiais – Fase de Construção no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	5	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Baixa		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto H3 - Potencial geração de águas contaminadas e residuais da obra e risco associado

Durante a fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe, a instalação dos acampamentos de obra e das áreas de manutenção e lavagem de equipamentos constitui uma fonte relevante de potencial geração de águas residuais, associada a riscos concretos para a qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área de implantação do projecto. Os acampamentos de obra irão albergar um número significativo de trabalhadores e técnicos, produzindo diariamente efluentes domésticos provenientes de instalações sanitárias, zonas de refeitório e áreas de lavagem de utensílios, os quais contêm carga orgânica elevada, coliformes fecais e bactérias patogénicas.

O plano detalhado do aterro indica que a zona de apoio operacional – junto à oficina, plataforma de lavagem e área de manutenção dos equipamentos – incluirá uma estação de abastecimento de combustível para veículos e maquinaria. O equipamento será modular, de tipo contentorizado, permitindo protecção mecânica, redução de custos e facilitação da instalação e eventual remoção.

Salienta-se que os reservatórios de combustível estão previstos para serem instalados na fase inicial de construção do aterro de KaTembe, integrados nas infra-estruturas de apoio operacional desenvolvidas concomitantemente com a execução das primeiras células do aterro. Estes reservatórios servirão tanto os equipamentos de construção como as necessidades operacionais subsequentes, permanecendo na área durante toda a vida útil da instalação

Caso ocorra um derrame, e se este não for adequadamente recolhidos e gerido, poderá ocorrer infiltração nos solos arenosos e de elevada permeabilidade da Formação Congolote, favorecendo a migração vertical de contaminantes até ao lençol freático superficial ou escoando-se superficialmente para valas de drenagem, linhas de água intermitentes ou mesmo para o rio Tembe em períodos de precipitação intensa.

Relativamente às águas residuais, caso ocorra o descarte inadequado destes efluentes, o risco de contaminação microbiológica das águas superficiais torna-se elevado, uma vez que os escoamentos provenientes das zonas de acampamento poderão transportar coliformes fecais e outros organismos patogénicos, afectando a qualidade sanitária das águas superficiais e representando um risco directo para a saúde pública, sobretudo em locais onde a água seja utilizada para consumo, lavagem de alimentos ou actividades recreativas pelas comunidades locais – no entanto tal não é expectável na área em estudo dado o difícil acesso às margens do Rio Tembe, sendo utilizado por pontuais pescadores (ver avaliação da socio-economia).

Adicionalmente, existe o risco de contaminação química das águas subterrâneas, resultante da percolação de substâncias como óleos, detergentes e solventes provenientes das áreas de manutenção de equipamentos e lavagem de viaturas, potencialmente atingindo os aquíferos superficiais e afectando a qualidade da água subterrânea utilizada em furos ou poços artesanais na área envolvente. Este impacto poderá persistir a longo prazo, dada a dificuldade de remediação de aquíferos contaminados, e comprometer a disponibilidade de água de qualidade para a comunidade e para os ecossistemas locais.

Medidas de Mitigação

Este potencial impacto exige, por isso, a implementação rigorosa de medidas de gestão previstas no projecto para minimizar a contaminação dos solos e águas por derrames de hidrocarbonetos, óleos e graxas, bem como para controlar os efluentes e águas residuais provenientes das áreas do estaleiro, incluindo instalações sanitárias e cantina.

Medidas para Derrames de Hidrocarbonetos, Óleos e Graxas

- Tanques e plataformas com bacias de contenção: Os reservatórios e as áreas de abastecimento de combustível, óleos e graxas são dotados de bacias de retenção impermeabilizadas, dimensionadas para conter eventuais derrames
- Impermeabilização de solo e infra-estruturas: Toda a área ocupada pelas infra-estruturas de armazenagem e manuseamento de substâncias perigosas (combustíveis, óleos, graxas) assenta sobre camadas de betão armado e geossintéticos, prevenindo a infiltração de poluentes
- Sistemas de drenagem próprios: As águas de lavagem de equipamentos e veículos, potencialmente contaminadas, são captadas por sistemas autónomos de drenagem e encaminhadas para tanques de retenção dotados de separadores de hidrocarbonetos, antes de qualquer destino final ou tratamento
- Kit de resposta a emergências: Em todos os pontos críticos de operacionalização de combustíveis e óleos estão disponíveis kits de absorção rápida e confinamento de derrames, bem como planos de emergência detalhados, incluindo formação periódica das equipas de obra
- Monitorização ambiental regular: Prevê-se a instalação de pontos de amostragem e controlo da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, para detecção precoce de eventuais contaminações por hidrocarbonetos ou lubrificantes
- Manutenção preventiva: Os equipamentos de obra e veículos são sujeitos a inspecções periódicas para evitar fugas ou derrames acidentais de óleos, graxas ou combustíveis

Medidas para Águas Residuais e Efluentes do Estaleiro

- Saneamento autónomo e tratamento de efluentes: As águas residuais geradas pelas instalações sanitárias (casas de banho) e pela cantina são canalizadas para sistemas autónomos de saneamento, compostos por fossas sépticas.
- Manutenção das infra-estruturas sanitárias: as fossas sépticas são alvo de manutenção regular com remoção periódica dos lamas, garantindo a eficácia na retenção de poluentes.
- Proibição de descargas directas: Está expressamente proibida a descarga directa de águas residuais ou de lavagem de equipamentos nos solos ou linhas de água, impondo obrigatoriedade de tratamento prévio
- Formação de trabalhadores: Os trabalhadores são sensibilizados sobre boas práticas ambientais e de limpeza, incluindo procedimentos para lavagem responsável de equipamentos e higienização, evitando contaminação cruzada

Impacto H3 - Potencial geração de águas residuais da obra e risco associado
Principais Medidas de Mitigação:
- Medidas para Derrames de Hidrocarbonetos, Óleos e Graxas

- Os reservatórios e áreas de abastecimento possuem bacias de retenção impermeabilizadas para conter derrames eventuais.
- As infra-estruturas de armazenagem e manuseamento de substâncias perigosas estão dispostas sobre betão armado e geossintéticos para bloquear infiltração de poluentes.
- A água de lavagem de equipamentos é captada por sistemas drenantes autónomos e conduzida para tanques de retenção com separadores de hidrocarbonetos para tratamento antes da descarga.
- Estão disponíveis kits de absorção e confinamento rápido, com planos de emergência e formação periódica das equipas em resposta a derrames.
- Existem pontos de amostragem para monitorizar regularmente a qualidade das águas, detectando precocemente contaminações por hidrocarbonetos ou lubrificantes.
- Os equipamentos e veículos recebem inspecções regulares para evitar fugas ou derrames acidentais de óleos, graxas ou combustíveis.

- Medidas para Águas Residuais e Efluentes do Estaleiro

- As águas residuais de casas de banho e cantina são direccionadas para sistemas autónomos de saneamento como fossas sépticas, para tratamento primário.
- As fossas sépticas são mantidas regularmente, com remoção de lamas para assegurar eficácia na retenção de poluentes [file:2].
- É proibido descarregar águas residuais ou de lavagem directamente nos solos ou linhas de água, impondo o tratamento prévio obrigatório.
 - Os trabalhadores recebem formação sobre boas práticas ambientais e procedimentos adequados de lavagem e higienização, evitando contaminações cruzadas.
 - Estas medidas, específicas para a fase de construção e pós-construção, encontram-se detalhadas no Projecto do Aterro de KaTembe e no Manual de Operação do Aterro (incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS)).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Regional	3	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Curto prazo	1
Magnitude	Muito Alta	8	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Improvável	
Significância	Muito Alta		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto H4 - Alteração local do nível freático e dinâmica da recarga subterrânea

Durante a fase de construção do Aterro Sanitário de KaTembe, a realização de escavações profundas, nomeadamente para a instalação do emissário de efluente tratado, que em alguns pontos atinge profundidades de até 8 metros, bem como para a execução das lagoas do sistema de tratamento de lixiviados, representa um factor de potencial alteração do nível freático local e da dinâmica de recarga subterrânea na área de implantação do projecto. Embora os estudos geotécnicos realizados indiquem que o nível médio do lençol freático se situa aproximadamente a 30 metros de profundidade, a natureza sedimentar arenosa e heterogénea da Formação Congolote admite a presença de bolsas / lenticulas freáticas suspensas ou camadas saturadas superficiais associadas a variações locais de granulometria e à presença de níveis argilosos intercalados, que podem reter ou conduzir água a profundidades muito inferiores à do aquífero principal.

Durante o processo de escavação, estas camadas saturadas ou semi-saturadas poderão ser interceptadas, levando à drenagem rápida das águas nelas contidas para o interior das valas de escavação, promovendo um rebaixamento localizado do nível freático nestas zonas e gerando fluxos indesejados de água para o interior das frentes de obra, o que poderá exigir bombagem contínua para permitir a continuidade dos trabalhos. Este rebaixamento local do nível freático poderá induzir uma alteração temporária no regime de fluxo subterrâneo na área adjacente às escavações, modificando os gradientes hidráulicos e influenciando o sentido de fluxo natural das águas subterrâneas, que poderão ser desviadas para as zonas escavadas, acelerando localmente a drenagem do aquífero superficial.

Como consequência, poderá verificar-se uma redução temporária da disponibilidade hídrica subterrânea em áreas adjacentes ao projecto, particularmente durante o período em que as escavações se mantêm abertas e o processo de drenagem é necessário, afectando potenciais pontos de captação de água subterrânea existentes na área envolvente utilizados por comunidades locais para abastecimento doméstico ou para actividades agrícolas – importa contudo realçar que na fase dos trabalhos de campo realizados aquando da elaboração do presente EIAS não foram encontrados pontos de água subterrânea (furos ou poços superficiais) para o abastecimento agrícola ou consumo doméstico.

Este impacto poderá ter um carácter limitado espacialmente, restringindo-se às zonas de influência imediata das frentes de escavação semi- profunda, e um carácter temporário, mantendo-se activo apenas durante o período de abertura das valas e operação dos sistemas de drenagem associados. No entanto, a sua relevância não deve ser desvalorizada, dado que pode alterar de forma pontual a dinâmica de recarga e descarga do aquífero superficial na área do projecto, com potenciais repercussões para os usos locais da água e para os ecossistemas associados.

Medidas de Mitigação

Planeamento em função de períodos secos

As escavações mais profundas e extensas deverão ser programadas para períodos secos do ano, reduzindo:

- A interferência com o ciclo natural de recarga em época de chuvas;
- A necessidade de bombagem intensiva.

Reutilização e infiltração controlada da água drenada

Sempre que a qualidade da água drenada permitir (isenta de contaminação por óleos ou materiais em suspensão excessivos), poderá ser promovida a infiltração controlada em bacias de recarga localizadas a jusante da área de escavação, facilitando:

- A reposição do lençol freático local;
- A manutenção dos níveis de humidade em áreas de mata de galeria adjacentes.

Se não for viável a infiltração, a água drenada poderá ser utilizada em actividades de obra, como controlo de poeiras, optimizando o seu aproveitamento e evitando descargas desnecessárias.

Impacto H4 - Alteração local do nível freático e dinâmica da recarga subterrânea
Principais Medidas de Mitigação:

- Planeamento em função de períodos secos;
- Reutilização e infiltração controlada da água drenada de acordo com o projecto de drenagem provisório da fase de construção.
 - Estas medidas, específicas para a fase de construção encontram-se detalhadas no Projecto do Aterro de KaTembe e no Manual de Operação do Aterro (incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS)).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Curto prazo	1
Magnitude	Baixa	5	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Improvável	
Significância	Baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto H5 – Impacto da drenagem pluvial nas linhas de água receptoras ampliadas

A construção do sistema de drenagem pluvial do Aterro Sanitário de KaTembe inclui a utilização de uma linha de água existente como traçado de descarga das águas pluviais, que será ampliada e regularizada ao longo do seu percurso para assegurar a capacidade hidráulica necessária ao escoamento dos caudais de pico, sobretudo durante eventos de precipitação intensa. Esta intervenção, embora necessária para garantir a funcionalidade do sistema de drenagem e evitar alagamentos, constitui uma frente de obra que implica escavações, remoção de vegetação ripícola e modelação do leito e margens da linha de água, numa área de sensibilidade hidrológica e ecológica.

Durante a fase de obras de ampliação da linha de água, a movimentação de solos argilo-limosos e arenosos das margens e do leito, em conjunto com a remoção de vegetação ripária que actualmente funciona como estabilizadora natural das margens, poderá gerar instabilidade local do leito e taludes, aumentando o risco de deslizamentos marginais e colapsos pontuais, sobretudo em períodos de precipitação ou em presença de caudais elevados durante a obra.

A instabilidade e a escavação mecânica das margens facilitarão a libertação de sedimentos finos para o leito da linha de água, os quais, durante episódios de escoamento, serão transportados para jusante, atingindo o rio Tembe e o seu estuário. Esta mobilização de sedimentos resultará em plumas de turbidez temporárias, que poderão reduzir a qualidade da água, afectando negativamente parâmetros como a transparência, a concentração de sólidos suspensos e os níveis de oxigenação, essenciais à manutenção dos ecossistemas aquáticos locais.

A remoção de vegetação ao longo da linha de água reduz temporariamente a sua capacidade de filtração natural, facilitando a chegada de sedimentos ao meio aquático receptor, potenciando impactos cumulativos na qualidade da água (em particular a sua turvação).

Medidas de Mitigação

As principais medidas de mitigação para a prevenção e controlo do impacto nas linhas de água receptoras ampliadas já estão integradas no projecto do sistema de drenagem pluvial do Aterro Sanitário de KaTembe, assegurando a minimização eficaz dos riscos de erosão, sedimentação e degradação da qualidade da água durante a fase de construção e operação do sistema.

Revestimento do leito e das margens com colchões Reno e bioengenharia

O projecto prevê o revestimento do leito e das margens da linha de água ampliada com colchões Reno, uma solução de engenharia natural que combina estruturas de gaiolas de pedra flexíveis com vegetação, permitindo a estabilização imediata dos taludes e do fundo do canal, evitando processos de erosão e colapso durante e após a execução das obras. Este sistema facilita a dissipação de energia do fluxo, reduz a velocidade da água e protege contra escavações localizadas durante picos de escoamento. Além disso, a técnica de bioengenharia associada ao revestimento permite a regeneração gradual da vegetação ripária, restaurando o habitat natural e garantindo a estabilidade de longo prazo das margens, promovendo benefícios ecológicos e paisagísticos compatíveis com os padrões do Banco Mundial.

Monitorização contínua da turbidez da água a jusante e ajuste operacional

O projecto inclui a implementação de um sistema de monitorização contínua da turbidez da água a jusante das áreas de obra, utilizando equipamentos portáteis ou sondas de turbidez para registos periódicos. Esta monitorização permitirá identificar aumentos anómalos de sólidos em suspensão durante as actividades de construção, possibilitando a adopção imediata de medidas correctivas, como a suspensão temporária das actividades de escavação, reforço de contenções ou adaptação dos métodos de intervenção, garantindo que os picos críticos de turbidez sejam evitados ou rapidamente controlados. Esta medida assegura a protecção em tempo real do recurso hídrico, alinhada com as melhores práticas ambientais e com os procedimentos de gestão de risco exigidos em obras financiadas por entidades internacionais.

Estas medidas de mitigação incorporadas no projecto não apenas reduzem os impactos durante a fase de construção, como asseguram a protecção do sistema hidrológico local de forma estrutural e funcional, garantindo a operacionalidade do sistema de drenagem pluvial sem comprometer a qualidade da água e os ecossistemas associados, de acordo com as melhores práticas de engenharia ambiental em infraestruturas de aterro sanitário.

Impacto H5 – Impacto da drenagem pluvial nas linhas de água receptoras ampliadas

Principais Medidas de Mitigação

- Revestimento do leito e das margens com colchões Reno e bioengenharia
- Monitorização contínua da turbidez da água a jusante e ajuste operacional
 - Estas medidas, específicas para a fase de construção, encontram-se detalhadas no Projecto do Aterro de KaTembe e no Plano de Gestão das Águas Superficiais – Fase de Construção no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1

Impacto H5 – Impacto da drenagem pluvial nas linhas de água receptoras ampliadas				
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo Prazo	3	Curto prazo	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.6 Meio Biótico

1.3.6.1 Ecologia Terrestre

Esta secção trata exclusivamente dos impactos na ecologia terrestre, que estão associados ao local do aterro e infraestruturas associadas e à implantação terrestre do emissário. Os impactos sobre a biodiversidade fluvial e estuarina são abordados na secção seguinte **1.3.6.2**.

A fase de construção irá incluir todos os trabalhos necessários para a implementação do projecto do Aterro Sanitário e infra-estruturas associadas, abrangendo assim uma gama variada de actividades de construção. As principais actividades que podem gerar impactos nos habitats e vegetação incluem:

- **Limpeza de vegetação e modelação do terreno** – necessária para preparar o terreno para a construção, bem como de acessos, acampamentos de construção, etc. Esta acção resultará na perda directa e na fragmentação de habitats e vegetação, com perda potencial de espécies e perda de recursos naturais importantes para as estratégias de sobrevivência locais (serviços de ecossistema de aprovisionamento);
- **Terraplenagens** – incluindo as escavações e aterros necessários para a construção das infraestruturas, acessos, acampamentos de construção, etc.. Esta actividade irá igualmente levar à perda e fragmentação directa de habitats, como acima, e irá ainda resultar num aumento da emissão de poeiras, com potenciais efeitos negativos na vegetação na área de implementação do projecto;
- **Movimento e operação de veículos e maquinaria** – o movimento de veículos e a operação de maquinaria será também uma fonte de emissão de poeiras, com os efeitos descritos acima. A potencial importação de veículos de construção, que possam estar contaminados com sementes de plantas exóticas, pode originar a disseminação deste tipo de plantas causando uma degradação dos habitats; e
- **Presença de mão-de-obra operária** – a presença de mão-de-obra de construção, e o potencial influxo de população à procura de trabalho, pode causar um aumento do risco de incêndio e um aumento na procura e utilização dos recursos naturais (por exemplo, madeira, carvão, etc.), com consequentes impactos nos habitats e na vegetação.

Impacto MB1: Perda de habitats terrestres e de transição e impactos associados na fauna

A maioria dos habitats afectados pela construção do aterro são áreas degradadas e vegetação secundária, que incluem áreas agrícolas e pastagens (incluindo terras em pousio), pradarias arborizadas e áreas antropizadas. A maioria dos habitats dentro da AIDprojecto apresenta-se

modificado em algum grau pela ocupação humana histórica e os usos do solo praticados, incluindo o uso do fogo.

Apesar disso, a magnitude dos impactos sobre a biodiversidade será variável, dependendo do estado de conservação residual de cada unidade de vegetação. Em áreas fortemente antropizadas, os impactos serão reduzidos; contudo, em manchas mais naturalizadas ou com vegetação arbórea remanescente, a significância será superior, ainda que localizada.

A componente biótica terrestre apresenta baixa sensibilidade global, dado que a área de intervenção se insere numa matriz periurbana com elevada pressão antrópica. Não obstante, a remoção de vegetação e a movimentação de terras implicam perda directa de cobertura vegetal, fragmentação de habitats e redução temporária da conectividade ecológica, com efeitos sobre a fauna residente, sobretudo espécies de pequeno porte (anfíbios, répteis, aves e pequenos mamíferos).

As florestas de mangal, embora não ocorram na área de implementação do aterro, são habitats sensíveis, de alto valor ecológico, com funções críticas na proteção costeira, estabilização de margens e suporte a cadeias tróficas. Contudo, os mangais que serão cruzados pelo emissário no estuário encontram-se parcialmente degradados, conforme descrito na avaliação da situação de referência. A perda de uma pequena área desse habitat degradado pode não ter impacto significativo, especialmente considerando que somente um corredor estreito da mancha total de mangal será afectado, e que, após a reabilitação do corredor de construção será mantido o movimento da água da maré nas áreas de mangais afectadas, preservando a hidrodinâmica essencial à regeneração, o que significa que a integridade geral do habitat não está comprometida. Para a avaliação dos impactos sobre os mangais, consultar a secção 1.3.6.2 (Ecologia fluvial e estuarina).

Esta perda das unidades de vegetação também corresponde a uma perda directa de micro-habitats para as comunidades faunísticas que dependem desses habitats. No entanto, tendo em conta que a área afectada está bastante antropizada, este efeito é negligenciável. Note-se que nenhuma espécie ameaçada foi identificada para a área estudada, e todas as espécies listadas são de ampla distribuição e geralmente adaptáveis a áreas perturbadas.

De acordo com Odorico et al (2021), na Província de Maputo existem várias espécies com estatuto de conservação, nomeadamente *Walburgia salutaris*, *Warneckea parvifolia*, *Encephalartos umbeluziensis*, *Encephalartos lebomboensis* (EN - Em Perigo) e *Emicocarpus fissifolius* (CR – Criticamente em Perigo). A espécie *Encephalartos umbeluziensis* foi encontrada na área de Boane, embora não seja provável que ocorra nas proximidades imediatas da costa. A espécie *Emicocarpus fissifolius*, listada para a Baía de Maputo, prefere solos arenosos e foi identificada em cinco localidades, dentro dos limites urbanos de Maputo, sendo que algumas dessas localidades já foram amplamente cultivadas. Nenhuma destas espécies com estatuto de ameaça foi identificada na AID no projecto e embora a probabilidade da sua ocorrência nesta área seja pequena, pode justificar uma busca mais rigorosa quando da limpeza da vegetação.

Considerando o acima exposto, este impacto é avaliado como *negativo, local, de média intensidade* (considerando o impacto sobre as manchas de mangal, uma vez que todos os habitats humanizados

são de baixa relevância para a biodiversidade e os impactos sobre os habitats seminaturais serão de uma escala muito pequena) e de *duração média* (uma vez que a maioria desses habitats, como mangais, naturalmente se regenerarão ou serão replantados ao longo do limite do corredor do emissário após a instalação do mesmo), resultando numa significância *baixa*.

Impacto MB1: Perda directa de habitats e de vegetação

Principais Medidas de Mitigação:

- **Limitar a limpeza de vegetação** - Garantir que apenas as áreas indispensáveis para a obra sejam desmatadas, evitando cortes desnecessários que aumentem a perda de habitats; planejar e definir o local para armazenamento do material lenhoso produzido de forma a favorecer o aproveitamento da lenha e madeira; a desmatção deve ser acompanhada por um botânico de modo a identificar a possibilidade de ocorrência de espécies ameaçadas ou criticamente ameaçadas e garantir a sua preservação.
- **Delimitar as áreas de intervenção para evitar desmatamento desnecessário:** Colocar estacas, fitas ou placas visíveis para marcar os limites da obra, evitando que as máquinas avancem para zonas não autorizadas;
- **Utilizar os espaços modificados para não remover a vegetação de novas áreas-** Instalar estaleiros, parques de máquinas e áreas de apoio em locais já degradados, reduzindo a abertura de novas clareiras;
- **Plantações na zona tampão (200 m)** - Plantar espécies nativas adaptadas ao clima e solo, garantindo a recuperação ecológica e evitando espécies invasoras;
- **Monitorizar a plantação da vegetação** - Acompanhar a evolução da cobertura vegetal e substituir plantas que não se desenvolvam, durante pelo menos 2 anos, assegurando a eficácia da recuperação.
- **Evitar queimadas para limpeza do terreno** - Proibir o uso do fogo, pois aumenta o risco de incêndios, degrada o solo e pode afectar áreas vizinhas;
- **Limpar maquinaria antes da entrada no local** - Lavar rodas, pás e caçambas para remover sementes ou restos vegetais que possam introduzir plantas exóticas invasoras;
- **Proibir caça e recolha de fauna e flora pelos trabalhadores** – De modo a proteger os recursos naturais existentes e aplicar sanções em caso de incumprimento, para proteger a fauna local.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

- **Controlar as poeiras** - Regar periodicamente as estradas de vias não pavimentadas e áreas para reduzir poeiras que afectam a vegetação e a saúde dos trabalhadores.

Esta medida encontra-se detalhada no Plano de Gestão da Qualidade do ar incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).;

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Médio prazo	2
Magnitude	Baixa	5	Muito baixa	4
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB2: Degradação da vegetação terrestre devido à deposição de poeiras na fase de construção

Os impactos potenciais na qualidade do ar durante a fase de construção são discutidos anteriormente. Conforme discutido nessa secção, não são esperados impactos relevantes sobre a qualidade do ar durante a construção no que respeita gases poluentes (CO, NOx, SO2, VOCs) e, consequentemente, não são esperados impactos relevantes na flora ou fauna.

No que respeita às emissões de partículas, as actividades de construção (como desmatamento e movimentação de terras) e algumas das actividades na área dos estaleiros, serão responsáveis pela emissão de poeiras. Como discutido na secção da Qualidade do Ar, estas emissões de poeiras não são consideradas como sendo suficientemente elevadas para resultar em impactos significativos na qualidade do ar. A deposição destas poeiras nas áreas adjacentes ao corredor de construção (espera-se que a poeira seja depositada numa estreita faixa ao longo da área da construção, com uma largura máxima de algumas dezenas de metros) pode ter impactos sobre a vegetação e habitats.

A deposição de poeiras sobre a vegetação pode afectar processos fisiológicos essenciais, como a fotossíntese e a transpiração, devido à obstrução dos estomas e à redução da absorção de luz solar pelas folhas. Este efeito pode resultar em perda de vigor, redução do crescimento e, em casos extremos, morte de plantas mais sensíveis. A magnitude do impacto dependerá de factores como:

- Distância à fonte emissora (maior deposição nas faixas mais próximas da área de intervenção, estimando-se um alcance máximo de algumas dezenas de metros);
- Tipo de vegetação (espécies herbáceas e arbustivas são mais vulneráveis do que espécies arbóreas);
- Condições meteorológicas (ventos fortes e baixa humidade aumentam a dispersão e deposição de poeiras);

Duração da exposição (impactos cumulativos em obras prolongadas).

Apesar destes riscos, na AID do Projecto, devido ao elevado grau de representatividade e à reduzida importância para conservação das espécies a desmatar, espera-se que este impacto seja de extensão local (limitado à área de implantação do projecto), com *baixa* intensidade (tendo em conta o grau de representatividade das espécies na região e o baixo valor de conservação), de *longa* duração (uma vez que perturbação será definitiva) e de probabilidade *provável*, resultando num impacto com significância *baixa* antes da mitigação passando a *muito baixa* após a aplicação das medidas de mitigação.

Impacto MB2: Degradação da vegetação terrestre devido à deposição de poeiras na fase de construção

Principais Medidas de Mitigação:

- **Seleção de Áreas com Solo Nu** - Promover a selecção de áreas com solo nu e com menos necessidade de corte de vegetação para o trabalho temporário e áreas de armazenamento

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- **Controlar as poeiras** - Regar periodicamente as estradas de vias não pavimentadas e áreas expostas para reduzir poeiras que afectam a vegetação e a saúde dos trabalhadores.
- **Monitorizar a deposição de poeiras em áreas sensíveis** - Acompanhar visualmente a deposição de poeiras em áreas sensíveis e ajustar as medidas sempre que necessário.
- **Impor limites de velocidade** - Limitar a velocidade dos veículos dentro do estaleiro e acessos para reduzir a emissão de poeiras;
- **Planear as actividades** - Evitar movimentação de terras em dias de vento forte, sempre que possível;
- **Manutenção Preventiva de Equipamentos** - Manter os equipamentos e máquinas em boas condições de funcionamento, incluindo travões, silenciadores, catalisadores limpos (lavagem a jacto), sem fugas e excesso de óleo e graxa;

Esta medida encontra-se detalhada no Plano de Gestão da Qualidade do ar incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação	Avaliação Pós-mitigação
Natureza	Impacto Negativo	Impacto Negativo

Impacto MB2: Degradação da vegetação terrestre devido à deposição de poeiras na fase de construção

Tipo	Directo		Indirecto	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Médio prazo	2
Magnitude	Muito baixa	4	Muito baixa	4
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Muito baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB3: Aumento de vegetação exótica invasora

A remoção da vegetação existente durante a fase de construção cria áreas abertas e solos expostos, que funcionam como nichos ecológicos favoráveis à colonização por plantas pioneiras, uma vez que isto faz parte de um processo natural de regeneração. Normalmente, as espécies invasivas são introduzidas por actividades como a movimentação de solos, transporte de materiais e circulação de maquinaria. Estas espécies podem ser introduzidas de forma acidental através de sementes aderentes a veículos, equipamentos ou materiais de construção, bem como pelos movimentos humanos e animais na área.

Uma vez estabelecidas, as espécies invasoras apresentam elevada capacidade de dispersão e adaptação, sendo geralmente mais competitivas do que as espécies nativas, pelo que estas espécies são normalmente muito difíceis de erradicar e podem invadir e ameaçar o ecossistema circundante.

A principal ameaça das espécies invasoras aos ecossistemas naturais consiste no seu efeito na diversidade biológica. Isto está relacionado com o risco de desaparecimento de espécies nativas devido à:

- Competição com espécies nativas por luz, água e nutrientes, levando à redução da diversidade florística;
- Alteração da estrutura e funcionamento dos ecossistemas, incluindo:
 - o Redução da disponibilidade de luz no sub-bosque;
 - o Alteração da composição química do solo (pH, nutrientes);
 - o Modificação do regime hídrico e da infiltração;
- Impactos indirectos na fauna, devido à perda de habitats adequados e de recursos alimentares;
- Potencial hibridização com espécies nativas, comprometendo a integridade genética.

Este impacto é provável, tem uma extensão *local*, uma duração de *longo* prazo, *baixa* intensidade e magnitude *muito baixa*, o que resulta numa significância *muito baixa* antes da mitigação passando a *insignificante* após a aplicação das medidas de mitigação.

Impacto MB3: Aumento de vegetação exótica invasora
Principais Medidas de Mitigação:

- **Limpar maquinaria antes da entrada no local** - Lavar rodas, pás e caçambas para remover sementes ou restos vegetais que possam introduzir plantas exóticas invasoras;

Impacto MB3: Aumento de vegetação exótica invasora

- **Seleção de material de aterro livre de sementes exóticas** - Atenção cuidada à selecção de material de aterro livre de sementes exóticas e à importação de equipamento de construção rodoviária limpo (livre de sementes).
- **Controlo físico e mecânico** - Remover manualmente ou mecanicamente plantas invasoras assim que forem detectadas, evitando a sua dispersão.
- **Gestão de resíduos vegetais** - Garantir que restos de vegetação e solo contaminado com sementes invasoras sejam removidos e descartados em locais adequados.
- **Plantações na zona tampão (200 m)** - Plantar espécies nativas adaptadas ao clima e solo, garantindo a recuperação ecológica e evitando espécies invasoras;
- **Monitorizar a planação da vegetação** - Acompanhar a evolução da cobertura vegetal e substituir plantas que não se desenvolvam, durante pelo menos 2 anos, assegurando a eficácia da recuperação.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Médio prazo	2
Magnitude	Muito baixa	4	Muito baixa	4
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Muito baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB4: Perturbação da fauna terrestre

Durante a fase de construção, as principais actividades susceptíveis de induzir impactos no meio biótico são a movimentação de terras, desmatagem, circulação de veículos e maquinaria pesada, bem como a presença contínua de trabalhadores. Estas acções estão associadas à produção de ruído, vibrações, poeiras e resíduos, que podem alterar temporariamente as condições ambientais e provocar distúrbios comportamentais na fauna..

Embora a AID do projecto apresente baixo valor ecológico, com vegetação secundária e habitats já antropizados, a fauna local — composta por espécies comuns e adaptáveis — poderá sofrer efeitos como:

- **Fuga temporária ou deslocamento** para áreas adjacentes devido ao aumento de ruído e actividade humana;
- **Interrupção de rotas de deslocação** para espécies de pequeno porte (répteis, anfíbios e pequenos mamíferos);
- **Aumento do risco de atropelamento** em acessos e estradas de serviço;
- **Redução da disponibilidade de micro-habitats** devido à remoção de vegetação e compactação do solo.

Apesar destes factores, não foram identificadas espécies ameaçadas ou de interesse para conservação na AID. A disponibilidade de habitats alternativos nas zonas circundantes e a elevada plasticidade ecológica das espécies presentes reduzem a magnitude do impacto.

Assim, não é expectável que estes trabalhos causem impactos no meio biótico terrestre pois serão desenvolvidos numa área onde não existe vegetação ou fauna com interesse para a conservação.

A presença e a circulação de pessoas e equipamentos poderão levar a uma maior pressão sobre a fauna e vegetação nas áreas adjacentes ao projecto; no entanto, tendo em conta a disponibilidade dos recursos naturais e o reduzido valor ecológico das formações de vegetação envolventes, também este impacto é pouco significativo.

Impacto MB4: Perturbação da fauna terrestre devido a actividades de construção

Principais Medidas de Mitigação:

- **Restringir a movimentação de pessoas e equipamentos** - Durante as actividades de construção limitar a circulação apenas às áreas estritamente necessárias para reduzir a perturbação da fauna e evitar danos adicionais à vegetação..
- **Iniciar o programa de reabilitação das áreas afectadas logo que possível** - Limitar a circulação apenas às áreas estritamente necessárias para reduzir a perturbação da fauna e evitar danos adicionais à vegetação.
- **Definir corredores de fauna e zonas de refúgio** - Sempre que possível, manter pequenas áreas de vegetação intacta ou criar passagens seguras para permitir o deslocamento da fauna.
- **Controlar horários de trabalho** - Restringir actividades mais ruidosas a períodos diurnos, evitando perturbação noturna, quando muitas espécies estão mais activas.
- **Formação ambiental para trabalhadores** - Sensibilizar as equipas para a importância da fauna local, proibindo caça, captura ou perseguição de animais.
- **Gestão adequada de resíduos e efluentes** - Evitar acumulação de lixo que possa atrair fauna oportunista e alterar o equilíbrio ecológico.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Médio prazo	2	Médio prazo	2
Magnitude	Muito baixa	4	Muito baixa	4
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Muito baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.6.2 Ecologia Fluvial e Estuarina

As seguintes actividades de construção podem afectar os habitats e ecossistemas de águas doces e salobras:

- Limpeza de terrenos, escavações e aterros – as actividades de construção exigirão a limpeza da vegetação e a remoção do solo ao longo do corredor de construção do emissário. Todas as áreas onde o solo será exposto a erosão hídrica, incluindo as áreas de armazenamento das secções do emissário e o próprio corredor de construção, podem resultar num maior arrastamento de sólidos, com impactos potenciais nas linhas de água locais, nomeadamente com aumento da concentração de sólidos suspensos. A construção do emissário nas proximidades do Rio Tembe pode perturbar a vegetação (ripícola) das margens do rio;
- A captação temporária de água e a descarga de efluentes, tais como para lavagens e para compactação de valas para instalação do emissário, para rega de controlo de poeiras, e

para a limpeza e ensaios hidrostáticos, podem resultar em impactos na qualidade e nos caudais das águas fluviais, dependendo dos volumes a captar;

- Construção do emissário na zona de transição meio aquático meio terrestre – As actividades de escavação podem resultar na libertação accidental de potenciais contaminantes para o Rio Tembe, levando à degradação da qualidade das águas superficiais e podem, consequentemente, danificar os habitats e o ecossistema;
- Funcionamento de máquinas e equipamentos – manutenção e funcionamento de máquinas, tais como camiões, escavadoras, máquinas de escavação de valas, bulldozers, gruas e carregadores de camiões, entre outros equipamentos, podem representar o risco de derrames accidentais, fugas ou libertação de produtos químicos, gasóleo ou lubrificantes para o solo ou águas superficiais que, eventualmente, chegam ao rio ou às águas subterrâneas se não forem devidamente interceptados e tratados.
- Gestão de estaleiros de construção/estaleiros de armazenamento – diferentes tipos de resíduos são gerados durante a construção. Isto inclui esgotos, resíduos equiparados a domésticos, resíduos inertes e também alguns resíduos perigosos, tais como óleos usados e outros resíduos químicos, de tintas e solventes ou recipientes contaminados. Uma gestão inadequada dos resíduos pode resultar na descarga ou eliminação de materiais residuais no ambiente e, eventualmente, atingir águas superficiais e o Rio Tembe, o que resulta na degradação da qualidade das águas.
- Introdução de espécies invasivas não nativas em águas fluviais e estuarinas, representa uma ameaça significativa para os recursos vivos, inclusive para os ecossistemas fluviais, para onde podem depois vir a espalhar-se. Podem ter um impacto negativo nas qualidades e funções do habitat, alterando a estrutura da comunidade, competindo com espécies nativas e introduzindo doenças exóticas.

Impacto MB5: Degradação de áreas ribeirinhas no Rio Tembe por mudanças na qualidade da água devido às actividades de construção

As actividades de construção do emissário e à movimentação de terras nas margens do Rio Tembe apresentam riscos significativos para a qualidade da água e para os ecossistemas aquáticos. Estes riscos decorrem de diferentes processos interligados:

- **Escavações e movimentação de solos:** A remoção da vegetação ripícola e a exposição do solo aumentam a susceptibilidade à erosão hídrica, resultando no arrastamento de sedimentos para o rio. Este processo eleva a turbidez da água e a concentração de sólidos suspensos, podendo soterrar habitats bentónicos, degradar locais de desova e reduzir a disponibilidade de oxigénio dissolvido.
- **Geração de águas residuais e efluentes:** Operações como lavagem de equipamentos, compactação de valas, ensaios hidrostáticos e rega para controlo de poeiras podem introduzir contaminantes (óleos, detergentes, partículas finas) nos corpos hídricos, alterando as propriedades físico-químicas da água.
- **Risco de derrames accidentais:** O funcionamento e manutenção de maquinaria pesada (escavadoras, camiões, gruas) implicam o uso de combustíveis, lubrificantes e produtos

químicos. Derrames acidentais ou fugas podem infiltrar-se no solo e atingir águas superficiais ou subterrâneas, introduzindo hidrocarbonetos e metais pesados.

- **Gestão inadequada de resíduos:** Resíduos perigosos (óleos usados, solventes, recipientes contaminados) e esgotos provenientes dos estaleiros, se não forem devidamente geridos, podem atingir o rio, agravando a poluição.
- **Impactos ecológicos directos:** O aumento de sólidos suspensos e contaminantes pode causar:
 - o Danos nos órgãos respiratórios da fauna aquática, afectando taxas de crescimento e sobrevivência;
 - o Perda de posturas e habitats reprodutivos devido ao soterramento do substrato;
 - o Alterações fisiológicas por redução de oxigénio dissolvido e presença de substâncias tóxicas.

Persistência dos poluentes: Hidrocarbonetos e metais podem acumular-se nos sedimentos, prolongando os efeitos por vários anos, mesmo após a conclusão das obras.

Considerando o acima, este impacto é avaliado como *negativo, local* (uma vez que se espera que os impactos ocorram apenas na área do projecto), de *baixa magnitude* (dado que não se espera que conduza a perdas permanentes insubstituíveis) e de *longa duração* (uma vez que os poluentes, e particularmente os hidrocarbonetos, podem acumular-se ou permanecer nos sedimentos durante vários anos), resultando num impacto de consequências *baixas*. Como a probabilidade de ocorrência é *possível*, isso resultará num impacto com significância *muito baixa*, com a implementação das medidas de minimização a significância mantêm-se *muito baixa*.

Impacto MB5: Degradação de áreas ribeirinhas no rio Tembe por mudanças na qualidade da água devido às actividades de construção

Principais Medidas de Mitigação:

- **Execução de via de acesso controlada** - construir uma via de acesso ao corredor do emissário para evitar o movimento desordenado de veículos e maquinaria pesada nas proximidades do rio Tembe;;
- **Interdição de acessos não autorizados** - Interditar a presença de pessoas e veículos nos acessos e na zona de construção para reduzir riscos de contaminação e perturbação.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- **Monitorização da qualidade da água** - Realizar análises periódicas de parâmetros físico-químicos e biológicos antes, durante e após a obra para avaliar eficácia das medidas.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Monitorização Hidrológica/Programa de Monitorização da Qualidade da Água no Rio Tembe, incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- **Contenção secundária em áreas de armazenamento** - Todas as zonas de armazenamento de combustível, lubrificantes e produtos químicos deverão ser equipadas com uma contenção secundária e adoptar boas condições de organização e limpeza para evitar derrames e possível contaminação;
- **Plano de resposta a emergência** - Disponibilizar kits de contenção e formar equipas para actuação imediata em caso de derrames acidentais.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão de Produtos Químicos incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- **Gestão rigorosa de resíduos e efluentes** - Garantir recolha, armazenamento e eliminação adequada de resíduos perigosos e águas residuais, evitando descargas no ambiente.

Estas medidas encontram-se detalhada no Plano de Gestão de Resíduos incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1

Impacto MB5: Degradação de áreas ribeirinhas no rio Tembe por mudanças na qualidade da água devido às actividades de construção				
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Baixa	5	Baixa	5
Probabilidade	Possível		Improvável	
Significância	Muito baixa		Muito baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB6: Risco de introdução de espécies exóticas invasoras

A introdução de espécies exóticas invasoras em ecossistemas fluviais e estuarinos, representa uma ameaça significativa à biodiversidade e para a integridade funcional dos habitats aquáticos. Estas espécies podem prejudicar os ecossistemas alterando a estrutura comunitária, competindo com espécies nativas por recursos essenciais (alimento, espaço, nutrientes), modificando processos ecológicos e, em alguns casos, e introduzindo doenças exóticas que afetam populações autóctones (Johnson *et al.*, 2008).

Os equipamentos utilizados nos trabalhos de construção e escavação podem transportar espécies exóticas invasoras nos seus rodados ou incrustadas nos próprios equipamentos. A libertação destas espécies na área do projecto acarreta o risco de permitir o estabelecimento de populações e a possível exclusão competitiva (alimentos, espaço, nutrientes), alterando os processos ecológicos de espécies autóctones.

Uma vez introduzidas, estas espécies apresentam elevada capacidade de dispersão e adaptação, podendo estabelecer populações estáveis e expandir-se rapidamente para áreas adjacentes, incluindo o estuário, a baía e o Rio Tembe e outros afluentes, dependendo das suas preferências ecológicas.

Assim, o impacto é classificado como *negativo* e de *extensão regional*, pois se as espécies exóticas invasoras forem introduzidas, podem-se alastrar rapidamente a nível regional (chegando ao estuário e a outros afluentes, dependendo das suas preferências ecológicas e capacidade de adaptação). Espera-se que o impacto seja de *reduzida magnitude*, uma vez que se espera que sejam utilizados equipamentos de construção locais e, por conseguinte, o risco de introdução de novas espécies é baixo. É um impacto a *longo prazo*, pois se as espécies exóticas invasoras forem introduzidas e estabelecidas, tornar-se-ão permanentemente parte do ecossistema. No cenário não mitigado, esse impacto é, assim, de *média* importância. Com a implementação da mitigação proposta, a probabilidade de o impacto ocorrer é baixa para *improvável*, resultando em *baixa* significância residual.

Impacto MB6: Risco de introdução de espécies exóticas invasoras

Principais Medidas de Mitigação:

- Limpeza periódica das máquinas - Remover quaisquer sementes que possam ter ficado presas às lâminas ou às lagartas para evitar a propagação dentro da área do projecto.
- **Inspecção e lavagem prévia de equipamentos** - Garantir que toda a maquinaria e veículos cheguem ao local livres de resíduos vegetais ou organismos aquáticos.
- **Seleção de materiais livres de sementes exóticas** - Verificar que solos e materiais utilizados não contenham propágulos ou sementes invasoras.
- **Monitorização e controlo da flora invasora** - Monitorizar e controlar a presença e expansão de espécies da flora invasora dentro da área do projecto.

Impacto MB6: Risco de introdução de espécies exóticas invasoras

- **Revegetação rápida com espécies nativas** - Cobrir áreas expostas com vegetação autóctone para reduzir espaços disponíveis para invasoras.
- **Gestão adequada de resíduos vegetais** - Garantir que restos de vegetação e solo contaminado sejam removidos e descartados em locais apropriados.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Regional	2	Regional	2
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	6	Média	6
Probabilidade	Provável		Improvável	
Significância	Média		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB7: Perturbação da fauna aquática e ribeirinha pelas de actividades de construção

As actividades de construção do emissário e obras associadas, irão resultar num aumento de ruído, vibrações, movimento de maquinaria pesada e presença contínua de trabalhadores, alterando temporariamente as condições ambientais das zonas ribeirinhas e aquáticas. Isto resultará em perturbações das espécies faunísticas e consequente afastamento da mesma da área de intervenção.

O ruído e as vibrações provenientes das escavações, transporte de materiais e operação de equipamentos podem interferir nos padrões de comunicação e comportamento das espécies aquáticas e ribeirinhas, afectando processos como alimentação, reprodução e migração. A movimentação intensa e a presença humana aumentam os níveis de stress, reduzindo a utilização de áreas de descanso e alimentação. Além disso, a degradação da qualidade da água, resultante do aumento da turbidez, da sedimentação e da possível presença de contaminantes, pode comprometer a disponibilidade de alimento e a integridade dos habitats.

Este impacto é especialmente relevante para espécies mais sensíveis, como espécies de aves tímidas, bem como durante épocas importantes, como a de reprodução ou migração, podendo levar ao abandono de locais essenciais para o ciclo de vida. Embora a maioria das espécies possa regressar após a conclusão das obras e recuperação dos habitats, os efeitos durante a fase de construção podem comprometer temporariamente a dinâmica populacional local. A degradação da qualidade da água, e do alimento e nutrientes, também pode levar ao abandono de ninhos, locais de nidificação, de pouso e/ou de congregação.

Considerando o acima exposto, este impacto é avaliado como *negativo, local* (uma vez que se espera que os impactos ocorram apenas na área do projecto), de magnitude *média* (considerando a extensão da área e as espécies potencialmente presentes) e de duração *curta* (uma vez que a perturbação termina após a construção e pelo menos várias espécies da fauna podem então regressar às áreas anteriormente abandonadas), resultando num impacto com consequências *muito*

baixas. Como o impacto é *provável*, isto resultará num impacto com significância *muito baixa*, que passa a *insignificante* com a implementação das medidas de mitigação.

Impacto MB7: Perturbação da fauna aquática e ribeirinha pelas de actividades de construção

Principais Medidas de Mitigação:

- **Definição de cronograma adequado** - O plano de execução da obra deve ter em conta a prevenção e minimização do impacto na fauna, através da definição de um cronograma de construção adequado. A construção deve evitar os períodos de reprodução (isto é, realizados no início ou no fim dos períodos), o que, para as espécies mais relevantes da área, seria de uma forma geral entre Novembro e Abril;
- **Redução da duração das fontes de ruído** - Planear cuidadosamente as actividades a fim de reduzir o tempo em que uma determinada fonte de ruído está activa;
- **Formação e presença de pessoal treinado para resgate** - Ter pessoal em obra treinado para resgatar animais durante as actividades de desmatamento, a fim de localizar previamente locais de alimentação e nidificação perto da área de construção;
- **Evitar trabalhos nocturnos e limitar iluminação** - Evitar trabalhos de construção durante a noite, limitando a iluminação no estaleiro e evitar deixar o lixo sem vigilância, a fim de evitar perturbar os animais noctívagos e atrair carnívoros nocturnos e outras espécies oportunistas.
- **Reabilitação rápida das áreas afectadas** - Iniciar a revegetação e recuperação das margens logo após a conclusão das actividades em cada frente de obra, para restabelecer rapidamente os habitats.
- **Monitorização contínua da fauna** - Implementar inspecções regulares para avaliar a presença e comportamento das espécies aquáticas e ribeirinhas, ajustando as medidas conforme necessário.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Curto prazo	1	Curto prazo	1
Magnitude	Muito baixa	3	Muito baixa	3
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Muito Baixa		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB8: Perda de habitats críticos e naturais (mangais)

O Projecto do Aterro Sanitário da KaTembe, e nomeadamente o emissário para descarga dos lixiviados produzidos no aterro e tratados no sistema lagunar incluído no Projecto, atravessa uma área de mangal que na caracterização da situação de referência (Volume II Tomo II) foi sujeita a uma avaliação de habitat crítico onde se concluiu que a maior parte da extensão da área de afetação directa diz respeito a habitats modificados. O habitat crítico (mangal) é afetado numa pequena extensão (distância linear aproximada de 50 m na extremidade norte do traçado proposto do emissário, estimando-se 165 m² de área afetada). O habitat natural (não crítico, isto é, excetuando os mangais), é afetado numa extensão aproximada de 1700 m do traçado do emissário, na sua porção noroeste. O buffer de 1000 m da área tampão, que pode acomodar áreas de aterro e outras áreas de apoio ao projeto, sobrepõe ainda cerca de 40 ha de habitat natural, como vegetação halofítica, matagais espinhosos nativos, vegetação dunar e outra vegetação ripária.

No contexto local, o mangal do sistema Tembe–Espírito Santo ocorre num buffer aproximado de 500 m do emissário (AID do emissário) e na AII do Projecto, enquanto sapais e vegetação transicional acompanham o traçado de drenagem e uma pequena parcela da área do aterro e

envolvente directa; embora o aterro e as infraestruturas se localizem fora de manchas de mangal, existe via de influência hidrológica a jusante que impõe cautelas adicionais.

Erro! A origem da referência não foi encontrada. A avaliação indica que o impacto é *negativo*, *local* (pois afecta apenas o habitat local), de *média* magnitude (uma vez que afecta apenas uma pequena área) e de *longa* duração (durante o tempo de vida útil do aterro), resultando num impacto com *média* magnitude. Como a probabilidade de ocorrência é *provável*, isso resultará num impacto com significância *média*, que passa a *baixa* com a aplicação das medidas de minimização.

O PD6 da IFC afirma que os projectos não devem ser implementados em Habitats Críticos, a menos que não existam outras alternativas viáveis para o desenvolvimento do projecto em habitats modificados ou naturais que não sejam críticos. Portanto, recomendou-se, em primeiro lugar, e seguindo a hierarquia de mitigação adoptada para este EIA, que o atravessamento da mancha de mangal em questão fosse primeiramente evitado, encontrando-se um traçado alternativo ao redor do habitat. Uma vez que isto não for possível ou acarretava impactos significativos adicionais, uma vez que noutras áreas da margem o mangal se encontra em melhor estado de conservação, foi proposta como medida de minimização que a estrada de acesso ao emissário para acesso de máquinas e veículos só fosse desenvolvida até à camara de carga e que deste ponto até à margem do rio fosse apenas melhorado o caminho existente com cerca de 3 metros de largura, acresce ainda que o emissário será completamente enterrado, o que permitirá não agravar os impactos sobre este habitat.

A prevenção da destruição dos mangais pode ainda ser conseguida através da realização de um atravessamento com recurso à abertura de trincheira limitada a 3 m de largura, mas a uma profundidade abaixo do sistema radicular, pois a perfuração mais superficial pode afectar o sistema radicular que pode, em última análise, causar a morte dos indivíduos.

As medidas de mitigação, minimização e compensação estruturam-se na hierarquia ESS6/PS6 — evitar, minimizar, restaurar e, em último recurso, compensar — com a seguinte regra: para Habitats Críticos (CH) de mangal, a prioridade é evitar e demonstrar Ganho Líquido (Net Gain) específico dos valores de CH; para habitat natural não-CH (p. ex., sapal halófilo e vegetação transicional), o objetivo é Nenhuma Perda Líquida (No Net Loss).

Na fase de planeamento da obra (evitar), deverão ser demarcadas em campo todas as manchas de mangal mapeadas, acrescidas de uma faixa tampão mínima de 50 m, com proibição de acessos, estaleiros, deposição de solos e corte de raízes/pneumatóforos.

As unidades de tratamento de lixiviados/águas residuais devem operar antes de qualquer descarga, com padrões compatíveis com a sensibilidade estuarina e monitorização a montante/jusante (conforme definido no Plano de Monitorização Hidrológica).

Para reduzir pisoteio e perturbação em mangal e sapal, dever-se-ão utilizar tapetes de carga ou passadiços temporários nos atravessamentos estritamente necessários, com proibição de estacionamento ou stockagem em solos saturados.

Os trabalhos ruidosos (p. ex., construções, demolições) deverão, sempre que possível, ser programados fora das janelas de maior uso por avifauna aquática e com frentes compactas.

O controlo de espécies exóticas invasoras deve assentar na limpeza de maquinaria à entrada/saída, inspecções semanais, erradicação dirigida (mecânica) de focos emergentes, registo fotográfico e cartografia.

A gestão de ruído, poeiras e luz deve adoptar silenciadores e manutenção de equipamentos, restrição de trabalhos nocturnos e, quando necessário, barreiras acústicas; vias e pilhas deverão ser humedecidas e cargas cobertas; a iluminação será de corte total, orientada para baixo e com temperatura de cor baixa para reduzir atracção/perturbação de fauna.

A circulação e acessos deverão obedecer a um plano que segrega áreas sensíveis, inclui formação obrigatória de operadores, limites de velocidade e pontos únicos de lavagem de rodas e de reabastecimento com bacias de contenção a 110%.

Quanto ao restauro/reabilitação, aplicar-se-á reabilitação ecológica in situ de mangal removendo as causas (restauro hidrológico) e promovendo plantação/assistência à regeneração com composição local (p. ex., *Avicennia*, *Rhizophora*, *Ceriops*) e densidades de referência (DBH/coberto) do inventário.

Nos sapais halófilos e margens, proceder-se-á a reperfilamento suave, restituição de micro-relevos, reinstalação de *Salicornia/Juncus* por estacaria ou banco de sementes (caso haja destruição da vegetação nativa), e exclusão de gado até ao fecho do coberto.

A implementação das medidas de minimização deve ser acompanhada e avaliada de modo que, se após a aplicação de todas as medidas propostas, persistirem impactos residuais em Habitats Críticos (mangal), devem ser implementadas medidas de compensação como a restauração de uma área degradada de mangal, superior à área afectada. A unidade de compensação será like-for-like, num mangal hidrologicamente equivalente no estuário do Tembe, com metas de Net Gain quantificadas por indicadores bióticos (densidade de plântulas/ha, DBH, cobertura, diversidade específica). O rácio de compensação mínimo será $\geq 1,5:1$ em área e função, aumentando quando exista incerteza ou maturação ecológica prolongada. O Decreto n.º 55/2022 de 19 de Maio (Adopção da Directiva de Contrabalancos da Biodiversidade) deve ser seguido caso sejam identificados impactos residuais negativos significativos. As actividades de restauração devem ser articuladas com a Estratégia Nacional e Plano de Acção para a Gestão do Mangal em Moçambique (MITADER, 2018).

Para habitats naturais não-críticos (sapais/vegetação transicional) com perda residual, implementar-se-á um programa com reposição de área/função preferencialmente na mesma bacia, metas e monitorização equivalentes às do mangal, ajustadas ao habitat.

A monitorização, desempenho e adaptação inclui redes de amostragem a montante e jusante do emissário, conforme definido no Plano de Monitorização Hidrológica. A vegetação de mangal/sapal será acompanhada em parcelas permanentes (DBH, cobertura, rácio plântulas/árvores-adultas) e por fotopontos, com campanhas semestrais; gatilhos como rácio $< 1:1$ ou perda de cobertura $> 10\%$ desencadeiam acções correctivas.

Impacto MB8: Perda de habitats críticos (mangais)

Principais Medidas de Mitigação:

- **Demarcação de áreas “no-go” e de um buffer 50 m em mangal:** Demarcar em campo em campo todas as manchas de mangal mapeadas, acrescidas de uma faixa tampão mínima de 50 m, com proibição de acessos, estaleiros, deposição de solos e corte de raízes/pneumatóforos para limitar e minimizar a intervenção nestas áreas
- **Passadiços/tapetes em travessias obrigatórias:** Utilizar tapetes de carga ou passadiços temporários nos atravessamentos estritamente necessários, com proibição de estacionamento ou stockagem em solos saturados.
- **Controlo de espécies exóticas invasoras:** limpeza de maquinaria à entrada/saída, inspecções semanais, erradicação dirigida (mecânica) de focos emergentes, registo fotográfico e cartografia.
- **Reabilitação ecológica de mangal:** Restauração de uma área degradada de mangal, superior à área afectada. A unidade de compensação será like-for-like, num mangal hidrologicamente equivalente no estuário do Tembe, com metas de Net Gain quantificadas por indicadores bióticos (densidade de plântulas/ha, DBH, cobertura, diversidade específica).

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- Tratamento de lixiviados antes de descarga
- Implementação do Programa de Monitorização a Qualidade da Água a jusante e montante do rio Tembe.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Monitorização Hidrológico, incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- Gestão de ruído/iluminação sensível
- Programa de circulação e pontos únicos de lavagem

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar e no Plano de Gestão do Ambiente Sonoro, inclusos no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

- Implementação do Plano de Resposta à Emergência.

Este Plano está incluso no PGAS do EIAS (Volume IV PGAS).

-

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Elevada	3	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Curto prazo	1
Magnitude	Elevada	7	Muito baixa	3
Probabilidade			Provável/Improvável	
Significância	Média		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.3.7 Meio Socioeconómico

A fase de construção resulta na potencial ocorrência de diversas actividades que resultam em potenciais impactos sociais, das quais as mais relevantes incluem:

- **Desmatamento/limpeza de vegetação e modelação de terreno** – necessária para preparar o terreno para a construção do aterro sanitário, bem como de acessos, acampamentos de construção, etc. Esta acção resultará na emissão de poeiras, ruído, perda directa de acessos, e de áreas agrícolas;
- **Terraplenagens, circulação e operação de veículos e maquinaria pesada** – as actividades de construção irão produzir ruído e emissão de poeiras e poluentes atmosféricos, que poderão resultar em desconforto para as comunidades locais;

- **Melhoria da via de acesso** – a via de acesso já existente será melhorada, as obras de construção ocorrerão ao longo da via acesso;
- **Mobilização de mão-de-obra** – a contratação e mobilização de mão-de-obra, poderá resultar em impactos directos positivos, devido à criação de emprego e à melhoria de aptidões e competências, mas por outro lado a mesma poderá resultar em conflitos sociais entre trabalhadores migrantes em busca de oportunidades de emprego e de melhoria da renda e as comunidades locais;
- **Áreas de empréstimo** – áreas de onde provêm os materiais utilizados para a construção do aterro e infraestruturas de apoio operacional;

Esta fase poderá impactar a vida das comunidades circunvizinhas, uma vez que é o momento em que se verificam restrições de acesso às áreas estabelecidas para a implantação do aterro sanitário e de todas as infraestruturas de apoio operacional, assim como para a agricultura, alterando consequentemente a vida quotidiana dos residentes. Na secção abaixo estão apresentados, descritos, e classificados os potenciais impactos socioeconómicos do projecto e respectivas medidas de mitigação.

Impacto SE1 Estímulo da economia local e regional

A construção do Projecto criará oportunidades directas e indirectas para o estímulo da economia local, associadas com:

- A compra de serviços, bens e materiais necessários para as obras de construção. Embora alguns serviços especializados só possam ser obtidos a nível nacional ou internacional (visto não estarem disponíveis localmente), muitos bens e serviços estão disponíveis localmente, nomeadamente os que estão associados a alojamento, restauração, etc.;
- O aumento do rendimento da mão-de-obra contratada, a concentração de trabalhadores e o influxo de pessoas de outras áreas à procura de trabalho levarão a um aumento dos níveis de consumo.

Isto levará a um aumento da procura de produtos de consumo assim como bens e serviços. Uma maior procura por produtos irá desenvolver os mercados locais, especialmente no sector alimentar, o que beneficiará a economia local, distrital e provincial, estimulando a criação de empresas e empregos. É ainda expectável o desenvolvimento de actividades comerciais informais, beneficiando alguns residentes com o consequente aumento do rendimento familiar.

Este é um impacto *positivo*, avaliado como *indirecto*, de *duração de curto prazo* (o estímulo apenas ocorrerá durante a fase de construção), de *extensão local* e de *média intensidade*, resultando numa significância *muito baixa*.

As medidas de potenciação propostas aumentam a probabilidade de o impacto ocorrer, a classificação da significância residual irá aumentar para *baixa*.

Impacto SE1: Estímulo da economia local e regional

Principais Medidas de Mitigação:

- Priorizar a aquisição de bens e serviços a nível local, sempre que possível;

- Identificar os bens e serviços necessários para o Projecto que podem ser fornecidos localmente (por exemplo, refeições e limpeza) e incentivar e apoiar as empresas locais na produção e fornecimento desses bens e serviços;
- Antes do início das actividades do projecto, o CMM poderá identificar e divulgar os tipos de serviços dos quais necessitará, de forma a permitir aos empresários locais a possibilidade de formação, aperfeiçoamento de competências e serviços a oferecer;
- Antes do início das actividades, solicitar às autoridades locais e lideranças comunitárias que se envolvam na capacitação de moradores interessados em desenvolver pequenos negócios;
- Esclarecer os empresários sobre a periodicidade das actividades de construção, de forma a não criar expectativas de renda fixa.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Positivo		Impacto Positivo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Média	2
Duração	Curto	1	Médio	2
Magnitude	Baixa	4	Baixa	5
Probabilidade	Possível		Provável	
Significância	Muito Baixa		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE 2 Criação de oportunidades de emprego na fase de construção

Avaliação do Impacto

As obras de construção do aterro sanitário e infra-estruturas de apoio poderão criar oportunidades de emprego temporário para as comunidades locais. Contudo, é expectável que essas oportunidades de emprego sejam para realização de trabalhos não especializados tais como o desmatamento, carregamento de material, trabalho de pedreiro, carpinteiro, serralharia, etc., exigindo mão-de-obra não qualificada ou semiquificada.

As actividades de construção irão criar oportunidades de emprego a curto prazo, especialmente para mão-de-obra não qualificada ou semiquificada. Deverá realçar-se que o CMM não contratará estes trabalhadores directamente. O proponente irá contratar empreiteiros de construção, que mobilizarão a mão-de-obra necessária.

A maior parte desta mão-de-obra será provavelmente recrutada localmente, i.e., ao nível provincial, com uma pequena percentagem de trabalhadores especializados que serão provavelmente recrutados de outras províncias ou do estrangeiro.

Actualmente, as oportunidades de emprego para as comunidades na área do Projecto são muito escassas. Por conseguinte, os empregos criados pelo Projecto, tanto directos como indirectos, levarão a um aumento do rendimento familiar dos trabalhadores contratados localmente, e, consequentemente, ao melhoramento do bem-estar das suas famílias. De notar, contudo, que estes empregos são por natureza temporários.

Este é um impacto *positivo*, de *extensão local*, de *baixa intensidade* (dado o relativamente baixo número de trabalhadores) e *duração de curto prazo* (restrito à fase de construção), resultando numa significância *muito baixa*.

As medidas de potenciação propostas irão aumentar a significância residual do impacto, de *muito baixa para baixa*.

Impacto SE2: Criação de Oportunidades de emprego na fase de construção

Principais Medidas de Mitigação:

- Sempre que possível, proceder ao recrutamento de trabalhadores não qualificados e qualificados no bairro de Incassane e distrito municipal da KaTembe;
- As oportunidades de emprego deverão ser adequadamente publicitadas a fim de não limitar as oportunidades de candidatura;
- O processo de contratação de pessoal deverá ser transparente e seguir critérios pré-estabelecidos e aceites;
- Realizar capacitações nas comunidades locais para melhorar as capacidades da mão-de-obra local e para que as pessoas afectadas tenham melhores condições de concorrerem às vagas de emprego e oportunidades que surgirem durante a implementação do projecto;
- Envolver a liderança local na selecção de mão-de-obra local para contratação, a fim de garantir que o processo seja transparente e evite conflitos com a população;
- Ter em consideração as questões de género, assegurando iguais oportunidades para a contratação de mulheres;
- O processo de contratação deverá estar em cumprimento com a legislação aplicável.
- A contratação de mão-de-obra infantil é interdita.
- Assegurar contratos de trabalho válidos a todos os empregados da empreitada em conformidade com a NAS 2.

Estas medidas encontram-se detalhadas nos Requisitos de Gestão de Mão de Obra no Plano de Gestão Ambiental (Volume III)

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Positivo		Impacto Positivo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Média	2
Duração	Médio	2	Médio	2
Magnitude	Baixa	4	Baixa	5
Probabilidade	Possível		Provável	
Significância	Muito Baixa		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE3: Transferência de competências para as comunidades locais devido ao recrutamento de mão-de-obra de construção

Os trabalhadores não qualificados locais que serão contractados pelo Projecto beneficiarão não apenas do aumento de rendimento, mas também de formação, incluindo em questões técnico-profissionais (e.g., sensibilização sobre saúde e segurança, princípios de gestão dos resíduos sólidos). Isto resultará numa transferência de conhecimentos e competências para as comunidades locais, que irá naturalmente melhorar as suas oportunidades de obter emprego no futuro, com benefícios associados para as suas famílias e dependentes, resultando num benefício indirecto de longo prazo.

Este é um impacto *positivo*, que é avaliado como *indirecto*, de *duração de médio prazo* (visto que as competências adquiridas beneficiarão estes trabalhadores para além do limite deste emprego específico), *extensão local* e *intensidade média* (dada a falta generalizada de *know-how* e especialização do trabalho na região do Projecto), resultando numa *significância baixa*.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de potenciação aumentam a probabilidade do impacto se verificar, e a classificação da significância residual, irá aumentar para *média*.

Impacto SE3: Transferência de competências para as comunidades locais devido ao recrutamento de mão de obra de construção
Principais Medidas de Mitigação:

- O empreiteiro de construção irá desenvolver e implementar formação no posto de trabalho, com os seguintes objectivos principais:
 - Melhorar o desempenho dos trabalhadores e fornecer-lhes competências para se candidatarem a outros cargos;
 - Consciencialização e sensibilização ambiental e social de todos os trabalhadores.
- O empreiteiro deverá fornecer formação de saúde e de segurança a todos os trabalhadores.
- Encorajar as mulheres a participarem no Programa de Capacitação de Mão de Obra Local, por meio de acções de engajamento

Crítério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Positivo		Impacto Positivo	
Tipo	Indirecto		Indirecto	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Média	2
Duração	Médio	2	Longo	3
Magnitude	Baixa	5	Média	6
Probabilidade	Possível		Provável	
Significância	Baixa		Média	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE4: Redução da mobilidade rodoviária / congestionamento do tráfego rodoviário e deterioração das estradas

Durante a fase de construção do projecto as principais actividades do projecto que poderão contribuir para condicionar os fluxos de tráfego rodoviário existentes no distrito municipal da KaTembe, e sobretudo nos bairros de Chamissava e Incassane são os seguintes:

- Circulação de veículos de passageiros para o transporte do pessoal afecto aos trabalhos de construção;
- Circulação de veículos pesados e máquinas de construção, e
- Circulação de camiões de transporte de materiais diversos para e fora do local de obra.

Nesta fase os impactos que se poderão fazer sentir ao nível da circulação rodoviária estarão associados a um aumento do tráfego rodoviário com potenciais condicionamentos do mesmo, a uma potencial deterioração das estradas existentes e a um aumento do risco de acidentes rodoviários, atropelamentos e à geração de incómodos sobre as populações limítrofes devido, por exemplo, à geração de ruído.

O aumento do trânsito gerado pelas actividades de construção poderá resultar numa redução da mobilidade rodoviária, gerando episódios de congestionamento, e limitando os fluxos de tráfego normalmente existentes sobretudo nas áreas circunvizinhas do projecto. A circulação de veículos pesados poderá também contribuir para gerar alguns danos nas estradas, especialmente se a circulação de veículos pesados de transporte ocorrer sobre estradas secundárias e terciárias que não foram projectadas para este nível de serviço e/ou carga por eixo.

O impacto gerado pelo aumento de tráfego é classificado como sendo temporário, embora os danos às estradas sejam sentidos pelo menos no *médio prazo*. O impacto terá uma *abrangência local* e uma *intensidade alta*. Deste modo, este impacto é avaliado como sendo de significância *média*.

Com a implementação das medidas de mitigação propostas, o impacto passará a ter uma *significância baixa*.

Impacto SE4: Redução da mobilidade rodoviária / congestionamento do tráfego rodoviário e deterioração das estradas

Principais Medidas de Mitigação:

- Maximizar a entrega de materiais no período diurno, fora das horas de ponta;
- Para minimizar eventuais interrupções do tráfego, este deve ser regulado através da instalação de sinalização provisória e/ou por intermédio de agentes rodoviários designados para o efeito, em articulação com as autoridades de trânsito local;
- Construir pontos de atravessamento adequados (temporários) ao longo das estradas cujo fluxo de tráfego seja condicionado pelos trabalhos de obra e/ou em outros pontos que experimentem elevados volumes de tráfego durante a fase de construção do projecto.
- Implementar e fazer cumprir rigorosamente limites de velocidade, principalmente nas áreas adjacentes às áreas residenciais;
- Restringir o uso dos veículos pesados às vias primárias, tanto quanto possível, e evitar o uso de estradas não concebidas para cargas pesadas;
- Encontra-se em curso um processo autónomo de reabilitação da via que atravessa o bairro de Chamissava e que constitui o principal acesso ao aterro sanitário da KaTembe, de forma a assegurar a capacidade de suporte ao incremento do tráfego associado ao transporte de RSU.
- Informar os condutores de veículos de construção de limites de velocidade relevantes e implementar os mecanismos de controlo de velocidade onde for possível.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Média	2	Média	2
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE5: Aumento do potencial de acidentes e atropelamentos devido ao aumento do volume de tráfego

O aumento do tráfego rodoviário resulta também no aumento do risco de acidentes rodoviários com veículos e com peões. Estes riscos são uma preocupação particularmente perto de áreas residenciais adjacentes aos acessos principais que serão usadas por veículos pesados, especialmente durante o período nocturno. Muitas destas estradas não possuem passadeiras nem iluminação, o que aumenta este risco.

Este aumento de risco de acidentes é considerado de *alta intensidade* (visto que qualquer morte ou ferimento grave causados pelo tráfego de construção causaria uma grave perturbação das funções sociais e impactaria o Projecto e a reputação do CMM), a de duração de *médio prazo* (o aumento de risco não será apenas limitado à fase de construção) e extensão *local*. A significância é, por conseguinte, avaliada como *média*.

As mesmas medidas de mitigação propostas para reduzir os impactos do tráfego resultarão consequentemente numa redução dos riscos de segurança. Para o efeito, o Empreiteiro deverá desenvolver, e submeter à aprovação do CMM, um Plano de Gestão de Tráfego e Transporte detalhando os procedimentos de gestão e as medidas de mitigação para minimização dos impactos associados com o aumento do tráfego.

Entre outros aspectos, é essencial estabelecer, e fazer cumprir, limites de velocidade para veículos de construção, especialmente dentro e próximo de áreas residenciais, bem como colocar pessoal de controlo de tráfego nos acessos de construção que passem perto de comunidades, para controlar os limites de velocidade e para garantir uma utilização segura dos acessos por parte dos peões e tráfego não associado à obra. Antes da fase de construção deve ser prestada informação adequada aos condutores sobre os limites de velocidade estabelecidos e mecanismos de controlo dos mesmos.

Além disso, onde for possível, dever-se-á instalar e manter sinalização de trânsito oficial em quaisquer novos acessos criados para apoiar a construção do Projecto, antes e após a execução da obra, em coordenação com as autoridades de trânsito locais.

Para além das medidas acima, que já tinham sido propostas em impactos anteriores para minimizar os impactos do tráfego, definem-se ainda as seguintes medidas adicionais:

- O Empreiteiro através da sua equipa Ambiental e Social deverá desenvolver um Plano de Sensibilização Comunitária. Este plano deverá incluir acções de sensibilização comunitária sobre os riscos associados com o tráfego rodoviário do Projecto e os comportamentos e cautelas que deverão ser adoptados pelos peões, quando perto dos acessos do Projecto;
- Se for necessário cortar um acesso pedestre ou rodoviário, devido às actividades construtivas, deverão ser disponibilizados acessos alternativos, de modo a restaurar a acessibilidade pedestre e rodoviária.

As propostas de mitigação reduzirão a probabilidade de ocorrência de acidentes, diminuindo a significância residual para *muito baixa*.

Impacto SE5: Aumento do potencial de acidentes e atropelamentos devido ao aumento do volume de tráfego

Principais Medidas de Mitigação:

- Elaborar e implementar um Plano de Gestão de Saúde e Segurança Comunitária;
- Elaborar e Implementar um Plano de Gestão de Tráfego,
- Os veículos pesados da construção devem obedecer a um limite de velocidade de 30 km/h perto de áreas residenciais;
- Informar os condutores dos limites de velocidade estabelecidos e aplicá-los adequadamente;
- Restringir o uso de veículos pesados a estradas principais e evitar o uso de estradas não projectadas para cargas pesadas;
- Encontra-se em curso um processo autónomo de reabilitação da via de acesso ao aterro da KaTembe, de forma a assegurar a capacidade de suporte ao incremento do tráfego associado ao transporte de RSU."
- Instalar sinalização temporária de trânsito oficial nas estradas locais em redor de frentes de trabalho antes e durante a execução das obras, em conjunto com autoridades de trânsito locais;
- Colocação de pessoal de controlo de tráfego nos acessos de construção que passem perto de comunidades;
- Desenvolver um Plano de Sensibilização Comunitária, lidando com riscos associados com tráfego rodoviário os comportamentos preventivos a adoptar quando perto dos acessos de Projecto;
- Se for necessário cortar um acesso pedestre ou rodoviário, deverão ser disponibilizados acessos alternativos, de modo a restaurar a acessibilidade pedestre e rodoviária

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Média	2	Baixa	1
Magnitude	Média	6	Baixa	4

Probabilidade	Provável	Provável
Significância	Média	Muito Baixa
Confiança	Alta	Alta

Impacto SE6: Potencial aumento de conflitos devido ao influxo de trabalhadores migrantes

Durante a fase de construção do aterro sanitário e da respectiva infra-estrutura de apoio, prevê-se um possível influxo de pessoas à procura de emprego, motivado pelas oportunidades associadas ao Projecto. Como algumas competências técnicas não estão disponíveis localmente, será necessária a contratação de trabalhadores migrantes e/ou temporários.

Esta situação poderá gerar tensões com as comunidades locais, cujos membros têm expectativas de serem priorizados no recrutamento. A chegada de trabalhadores externos, sobretudo homens não acompanhados, poderá intensificar a pressão sobre os recursos locais (como alimentos e habitação), perturbar a rotina das comunidades e contribuir para comportamentos considerados indesejáveis, incluindo o surgimento de trabalhadores do sexo.

Embora a dimensão da obra não exija um grande contingente laboral, a atractividade do Projecto poderá ainda assim mobilizar migrantes de localidades vizinhas e até de outros distritos. A presença destes trabalhadores pode desencadear comportamentos anti-sociais, como consumo excessivo de álcool, drogas ou criminalidade, gerando ressentimentos e potenciais conflitos com a população residente.

Este potencial aumento de conflitos na comunidade é um impacto *negativo*, avaliado como *directo*, de *duração de curto prazo* (fase de construção), de *abrangência local* e de *intensidade alta* (visto a disrupção da dinâmica social poder levar a perturbações sociais relevantes), resultando numa *significância média*.

A mitigação deste impacto deverá focar-se em minimizar o influxo de trabalhadores e estabelecer relações de comunicação com as comunidades locais. São propostas as seguintes medidas:

- O Empreiteiro deverá desenvolver uma avaliação do influxo, para confirmar o baixo risco esperado;
- O Empreiteiro deverá desenvolver e implementar um Plano de Recrutamento Local e de Condições de Trabalho, que maximize a contratação de membros das comunidades locais e minimize o influxo de trabalhadores migrantes. Este plano deverá incluir os seguintes princípios:
 - Mecanismos para garantir que os procedimentos de recrutamento e contratação serão conduzidos de modo transparente e coordenados com os líderes comunitários e administrações distritais;
 - Métodos e práticas de recrutamento que maximizem o emprego local, incluindo oportunidades para mulheres e jovens;
 - Formação básica e transporte para facilitar o acesso às frentes de obra.
- O Empreiteiro irá desenvolver um Plano de Gestão de Acomodação e Estaleiros, detalhando a localização proposta dos acampamentos de construção e os

procedimentos de gestão desses acampamentos. O plano será submetido à aprovação do CMM, antes do início da construção, e irá guiar-se pelos seguintes princípios:

- Aquando do planeamento dos principais acampamentos de construção, deverá ser instalado um acampamento próximo de cada uma das componentes do projecto (Estação de Bombagem, Aterro e outros), ou seja, em locais que não estejam muito próximo das comunidades;
 - Se houver a necessidade de contratar trabalhadores de fora da região do Projecto, deverá ser providenciado alojamento adequado para esses trabalhadores, para minimizar o potencial de conflitos com as comunidades locais.
- Deverá ser incluída no contrato de todos os trabalhadores, locais ou não, a obrigatoriedade do trabalhador assinar um Código de Conduta. Este código, a ser elaborado pelo Empreiteiro e aprovado pelo CMM antes do início da construção, irá detalhar os comportamentos adequados esperados da parte de um trabalhador do Projecto, incluindo uma declaração em que os trabalhadores se comprometem a manter e promover bons padrões de interacção social com as comunidades locais, a regra de que os trabalhadores não deverão estar sob a influência do álcool ou outras substâncias intoxicantes durante o período laboral, a interdição de assédio sexual, violência com base no género, e abuso e exploração sexual, incluindo envolvendo menores, etc. A falha em cumprir com o Código de Conduta deverá ser justa causa para rescisão do contrato. Todos os trabalhadores contratados deverão ser informados destas restrições e das consequências possíveis do incumprimento das mesmas;
- O CMM e o Empreiteiro deverão trabalhar em conjunto para avaliar os riscos, e identificar e implementar prevenção, respostas e processos de referência, com respeito a quaisquer casos envolvendo Abuso e Exploração Sexual / Violência com Base no Género (AES/VBG). Isto focar-se-á em: (i) formação do pessoal do Proponente e Empreiteiro; (ii) sensibilização comunitária, (iii) identificação de um canal de comunicação seguro e (iv) um sistema de referência e mecanismo para sobreviventes de AES/VBG;
- O Empreiteiro através da sua equipa ambiental e social deverá desenvolver um Plano de Sensibilização Comunitária. Este plano deverá incluir acções de sensibilização comunitária para os riscos associados com o influxo de trabalhadores, informando as comunidades do Código de Conduta que os trabalhadores do Projecto assinaram e do mecanismo de resposta a reclamações que está disponível;
- O CMM deverá desenvolver e implementar um Mecanismo de Resposta a Reclamações, conforme as directrizes que serão apresentadas no Plano de Gestão Ambiental e Social (PGAS). As comunidades locais deverão ser informadas da sua existência e dos canais disponíveis para apresentação de uma reclamação associada a quaisquer conflitos com o pessoal do Projecto;
- O Empreiteiro através da sua equipa ambiental e social deverá desenvolver um Plano de Interacção com as Partes Interessadas, em conformidade com os requisitos do BM. Como parte deste plano, o Proponente, deverá desenvolver um Plano de Comunicação,

que oriente a interacção com as comunidades, informando-as da natureza e tempo de duração das actividades, e estabelecer canais de comunicação para lidar com quaisquer conflitos sociais que possam surgir. Este plano deverá considerar o seguinte:

- Garantir que as comunidades são informadas atempadamente sobre a natureza e duração das actividades de construção, especialmente as que possam alterar as suas rotinas diárias;
- Uma política de interacção entre a comunidade, trabalhadores, fornecedores, habitantes locais, e migrantes a fim de reduzir as diferenças entre os diferentes grupos;
- Interagir com a administração e a polícia locais para implementar mecanismos de controlo em lugares públicos para prevenir a criminalidade.

As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual *muito baixa*.

Impacto SE6: Potencial aumento de conflitos na comunidade devido ao influxo de trabalhadores migrantes

Principais Medidas de Mitigação:

- Dar preferência à contratação de mão de obra local em detrimento de trabalhadores migrantes sempre que possível;
- Proibir, de forma rigorosa, a contratação de trabalho temporário às portas do acampamento e nas entradas dos locais de trabalho;
- Utilizar agentes de recrutamento local, recorrendo ao recrutamento desta força de trabalho directamente nas comunidades e/ou através do governo local;
- O processo de recrutamento deve ser transparente, efectuado em coordenação com os líderes locais, ligado ao processo de envolvimento das partes interessadas e mecanismo de resposta a reclamações, bem como com a política de contratação de mão-de-obra e deve ser amplamente divulgado;
- Realizar campanhas de sensibilização desencorajando da prostituição;
- Providenciar alojamento adequado aos trabalhadores migrantes, de preferência afastado das comunidades para minimizar o potencial de conflitos com as comunidades locais;
- Deverá ser incluída no contrato de todos os trabalhadores um Código de Conduta, que detalhe as regras comportamentais para os trabalhadores do Projecto – ex. ° não consumir bebidas alcoólicas ou outras substâncias intoxicantes durante o período laboral, desencorajamento do recurso à prostituição, etc. Incluir uma declaração em que os trabalhadores se comprometem a manter e promover bons padrões de interacção social com as comunidades locais. O não cumprimento do Código de Conduta deverá ser justa causa para rescisão. Todos os trabalhadores contractados deverão ser informados destas restrições e das consequências possíveis do incumprimento das mesmas;
- Garantir a existência de um Procedimento de Gestão de Reclamações e canais de comunicação para que as comunidades possam registar/denunciar qualquer situação de conflito com trabalhadores do projecto;
- Garantir que as comunidades são informadas atempadamente sobre a natureza e duração das actividades de construção, especialmente as que possam alterar as suas rotinas diárias;
- Interagir com a administração e a polícia locais para implementar mecanismos de controlo em lugares públicos para prevenir a criminalidade

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Curto	1	Curto	1
Magnitude	Média	5	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE7: Aumento dos problemas de saúde e segurança dos trabalhadores, da população residente/ visitantes, vendedores informais e grupos mais vulneráveis

A fase de construção do aterro sanitário e das respetivas infraestruturas de apoio apresenta riscos significativos à saúde e segurança não só dos trabalhadores contratados, como também da população residente e visitante, incluindo grupos vulneráveis como vendedores informais e catadores de materiais recicláveis que possam circular nas imediações do estaleiro de obras.

No caso dos trabalhadores, a avaliação do risco sobre a saúde e segurança para a fase de construção é avaliada no Capítulo 2 deste tomo "Análise de Risco" no ponto 2.6.1 Avaliação do Risco do Projecto para a Fase de Construção". Esta abordagem foi adotada porque a metodologia de análise de risco aplicada é estruturada com base em cenários de perigo, probabilidade e severidade, utilizando matrizes quantitativas para classificar riscos ocupacionais.

A separação justifica-se pelo facto de os riscos ocupacionais exigirem um nível de detalhe técnico e normativo específico, incluindo a identificação de perigos associados a atividades críticas como preparação do terreno, escavações, gestão de resíduos perigosos, movimentação de cargas pesadas e operação de maquinaria. Estes riscos podem manifestar-se devido à implementação inadequada das normas de saúde e segurança por parte do empreiteiro ou como consequência de lesões relacionadas com o trabalho. Assim, a análise de risco segue padrões internacionais e nacionais de segurança ocupacional, permitindo definir medidas preventivas, sistemas de gestão e planos de emergência específicos para o contexto do estaleiro, em conformidade com as exigências do Banco Mundial, que classifica estes riscos como substanciais na ausência de um sistema robusto de gestão de saúde e segurança.

Além dos trabalhadores, a presença de comunidades próximas e a potencial circulação de terceiros nas áreas adjacentes — especialmente de vendedores informais e catadores — aumenta o risco de exposição a acidentes, sobretudo se as áreas de construção não estiverem devidamente vedadas, sinalizadas e monitorizadas. Esses grupos podem, inadvertidamente, entrar em zonas de risco, ou ser afectados pela má gestão de resíduos, ruído, poeiras ou movimentação de viaturas pesadas.

Este impacto é considerado negativo, directo, de duração média (os efeitos na saúde dos trabalhadores e residentes podem prolongar-se para além da fase de construção), com extensão local, mas intensidade elevada, dado o risco de ferimentos graves ou mortes, resultando numa significância média antes da mitigação.

Para mitigar os riscos identificados, devem ser implementadas medidas robustas que abranjam tanto os trabalhadores como os grupos vulneráveis externos ao estaleiro. As principais incluem:

Gestão de Saúde e Segurança no Estaleiro e no Local de Trabalho no Aterro

- O Empreiteiro desenvolverá e implementará um Plano de Resposta a Emergências (de acordo com as orientações dadas no PGAS – ver Volume II deste EIAS);
- Desenvolvimento e implementação de um Plano de Gestão de Saúde e Segurança (PGSS), cobrindo riscos ocupacionais e medidas para proteger terceiros;

- Formação contínua em saúde e segurança para todos os trabalhadores (incluindo temporários e subempreiteiros), com foco em procedimentos seguros, uso de equipamentos e resposta a emergências;
- Fornecimento e uso obrigatório de Equipamentos de Protecção Individual (EPI): capacetes, coletes refletivos, luvas, calçado de segurança, arnês para trabalhos em altura, entre outros;
- Assegurar o fornecimento de água adequada e preparação de refeições;
- Disponibilidade de medicamentos e primeiros socorros para qualquer questão de saúde durante as actividades de construção;
- Acesso a kits de antidotos contra veneno de cobras nos kits de primeiros socorros nos estaleiros de obra, entre outros
- Instalações sanitárias limpas e adequadas nos estaleiros de construção;
- Gestão segura de resíduos e materiais perigosos, com segregação, armazenamento e transporte adequados;
- Estabelecimento de um sistema eficaz de registo e comunicação de acidentes.

Protecção da Comunidade e Grupos Vulneráveis

- Delimitação e vedação física do estaleiro, com sinalização clara e visível em várias zonas de acesso, alertando para o perigo e interdição de entrada;
- Colocação de guardas de segurança nas entradas principais para controlar o acesso;
- Campanhas de sensibilização comunitária, através de encontros com líderes locais, cartazes informativos e sessões de esclarecimento junto da população sobre os riscos associados às obras;
- Monitorização da presença de menores nas imediações, com envolvimento das autoridades e sensibilização das famílias sobre os riscos do trabalho infantil e a importância da protecção de crianças;
- Definição de corredores seguros de circulação pedonal junto às zonas de obra, principalmente em locais de maior movimento de pessoas;
- Mecanismo de Resposta a Reclamações (MRR) acessível à comunidade, para que moradores e outros grupos afectados possam reportar situações de risco, abusos ou preocupações relacionadas com a segurança.

Protecção e Apoio a Grupos Vulneráveis

- Implementar um plano de protecção e apoio direccionado a grupos vulneráveis: mulheres, crianças, idosos, pessoas com deficiência e vendedores informais.
- Reduzir a exposição desses grupos a riscos de saúde e segurança durante a fase de construção.
- Garantir mecanismos de comunicação inclusiva e acessível.
- Aplicar medidas de prevenção de violência baseada no género (VBG).
- Realizar acções de sensibilização comunitária sobre saúde respiratória e segurança.
- Mitigar a perda temporária de acesso a locais de produção e locais de culto.

- Promover iniciativas que previnam a estigmatização da população residente nas imediações do aterro.

Condições Laborais

- Garantia de horários de trabalho razoáveis, remuneração justa e benefícios adequados;
- Inclusão contratual de obrigações de conformidade com a legislação laboral e de saúde e segurança para todos os subempregados;
- Alojamentos e acampamentos temporários em boas condições de higiene e salubridade, alinhados com normas internacionais.

O resumo do impacto é fornecido na tabela seguinte. A mitigação proposta reduz a intensidade e probabilidade do impacto, resultando numa *significância residual muito baixa*.

Impacto SE7: Aumento de problemas na saúde e segurança dos trabalhadores, residentes / visitantes e grupos mais vulneráveis				
Principais Medidas de Mitigação:				
<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolver e implementar um Programa de Resposta a Emergências; – Mobilização de uma equipa de segurança para o controle dos acessos às áreas de obras, incluindo em dias e horários em que as obras não estejam a ocorrer; – O Empreiteiro deverá desenvolver e implementar um Plano de Gestão de Saúde e Segurança, de modo a proteger a todos os que forem expostos às áreas de actividades construtivas, incluindo grupos vulneráveis. – Campanhas de sensibilização comunitária, através de encontros com líderes locais, cartazes informativos e sessões de esclarecimento junto da população sobre os riscos associados às obras; – Mecanismo de Resposta a Reclamações (MRR) acessível à comunidade, para que moradores e outros grupos afectados possam reportar situações de risco, abusos ou preocupações relacionadas com a segurança. – Alojamentos e acampamentos temporários em boas condições de higiene e salubridade, alinhados com normas internacionais. – Implementar um plano de protecção e apoio direccionado a grupos vulneráveis: mulheres, crianças, idosos, pessoas com deficiência e vendedores informais. – Reduzir a exposição desses grupos a riscos de saúde e segurança durante a fase de construção. – Garantir mecanismos de comunicação inclusiva e acessível. – Aplicar medidas de prevenção de violência baseada no género (VBG). – Realizar acções de sensibilização comunitária sobre saúde respiratória e segurança. – Mitigar a perda temporária de acesso a locais de produção e locais de culto. – Promover iniciativas que previnam a estigmatização da população residente nas imediações do aterro. 				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Média	2	Baixa	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE8: Aumento do risco de transmissão de Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST) devido à mobilização da mão-de-obra

O HIV/SIDA é uma preocupação em Moçambique, existindo falta de capacidade institucional para a sua prevenção e tratamento. Os elevados níveis de estigma associados ao HIV afectam a vontade das pessoas se submeterem a testes e receberem tratamento, por medo de serem marginalizadas.

Este estigma também afecta a capacidade das pessoas, especialmente das mulheres, para abordarem temas associados ao HIV/SIDA, como por exemplo sexo seguro. Estes trazem consequências negativas e estão relacionados com o aumento das taxas de transmissão da doença.

A construção do Projecto concentrará um número relevante de trabalhadores. Este influxo de trabalhadores, na sua maioria provavelmente homens, pode estimular um aumento de comportamentos sociais de risco nas comunidades locais (tal como sexo sem protecção entre trabalhadores e pessoas locais). Por conseguinte, poderá existir um aumento nas taxas de HIV /SIDA e outras IST nos trabalhadores do Projecto e nas comunidades locais.

Qualquer aumento na prevalência das IST ou HIV /SIDA na área de estudo é um risco para a saúde dos membros da comunidade. A falta de acesso, ou mesmo de procura, ou em alguns casos de desistência do tratamento pode também afectar, a longo prazo, a saúde das pessoas que contraem IST ou HIV, incluindo a fertilidade, danos nos órgãos internos e a longo prazo até a morte. O estigma e os tabus em redor das IST podem também afectar a determinada altura as pessoas em tratamento, tendo resultados negativos para a saúde.

O impacto potencial do aumento de risco de transmissão de ISTs é avaliado como *negativo*, *indirecto*, de *duração de curto prazo* (o aumento do risco é limitado à fase de construção), de *abrangência regional* (visto a transmissão da doença poder ocorrer ao nível da província, embora o risco seja maior nas comunidades situadas próximo das áreas do Projecto, especialmente nas áreas mais urbanas) e de *alta intensidade* (visto um número relativamente grande de pessoas poder ser afectado e trazer consequências de longo prazo, tais como doenças graves ou mortes), resultando numa *significância pré-mitigação média*.

Dada a significância do impacto, é necessária mitigação de modo a diminuir a significância residual dos impactos associados com qualquer aumento nas IST, incluindo HIV /SIDA. Recomenda-se o seguinte:

- Deverá ser incluída no contrato de todos os trabalhadores, locais ou não, a obrigatoriedade do trabalhador assinar um Código de Conduta. Este código, a ser elaborado pelo Empreiteiro e aprovado pelo CMM antes do início da construção, irá detalhar os comportamentos adequados esperados da parte de um trabalhador do Projecto, incluindo uma declaração em que os trabalhadores se comprometem a manter e promover bons padrões de interacção social com as comunidades locais, a regra de que os trabalhadores não deverão estar sob a influência do álcool ou outras substâncias intoxicantes durante o período laboral, a interdição de assédio sexual, violência com base no género, e abuso e exploração sexual, incluindo envolvendo menores, etc. A falha em cumprir com o Código de Conduta deverá ser justa causa para rescisão. Todos os trabalhadores contractados deverão ser informados destas restrições e das consequências possíveis do incumprimento das mesmas;
- O Empreiteiro deverá desenvolver políticas e um plano de gestão a fim de reduzir o risco de transmissão das IST, incluindo HIV /SIDA. Esta estratégia irá:

- Assegurar a sensibilização, aconselhamento e testagem para todo o pessoal do Projecto, incluindo testes voluntários para as IST e HIV /SIDA como parte dos programas de rastreio de saúde;
- Não poderá ser negado emprego nem acontecer qualquer acção de discriminação de trabalhadores com base no seu estado de positividade ao HIV;
- Incentivar e aconselhar os trabalhadores com HIV /SIDA a acederem ao tratamento nas unidades sanitárias existentes, ou campanhas e programas de Organizações Não Governamentais (ONG) da área da saúde;
- Garantir o acesso gratuito a preservativos em todos os acampamentos e frentes de obra;
- Garantir que seja dada a todo o pessoal do Projecto formação específica sobre prevenção de HIV e ISTs;
- Desenvolver campanhas de informação, educação e comunicação sobre práticas de sexo seguro e transmissão de ISTs e HIV /SIDA
- Distribuição de preservativos em locais chave de paragem dos veículos alocados ao projecto, tendo como alvo trabalhadores do sexo e os condutores;
- Apoiar as autoridades de saúde ou iniciativas das ONG para reduzir a transmissão de ISTs, incluindo colaboração com escolas e grupos de mulheres e jovens;
- O Empreiteiro deverá incentivar os trabalhadores especializados expatriados, ou mobilizados de outras províncias, a virem acompanhados pelas suas famílias;
- O Empreiteiro deverá disponibilizar aos trabalhadores não-locais transporte de e para as frentes de obra e um horário de trabalho que minimize os tempos de lazer em comunidades locais.

Prevê-se que a intensidade do impacto diminua para *média*, à medida que as medidas de mitigação aumentem o nível de sensibilização sobre a transmissão e sintomas, e melhorem o acesso ao tratamento, dados os níveis de prevalência existentes e alterações previstas, ainda que exista uma alta probabilidade do número de casos de IST e HIV/SIDA aumentar. Por conseguinte, a *significância residual* é avaliada como *baixa*.

Impacto SE8: Aumento do risco de transmissão de IST / HIV devido à mobilização da mão-de-obra

Principais Medidas de Mitigação:

- O Empreiteiro irá adoptar um Código de Conduta, que será assinado obrigatoriamente e compreendido por todos os trabalhadores;
- O Empreiteiro deverá desenvolver políticas e um plano de gestão a fim de reduzir o risco de transmissão das IST, incluindo HIV /SIDA.
- O Empreiteiro deverá disponibilizar aos trabalhadores não-locais transporte de e para as frentes de obra e um horário de trabalho que minimize os tempos de lazer em comunidades locais.
- Implementação de estratégias coordenadas com as instituições Distritais e Provinciais responsáveis pela saúde pública, bem como ONG's especializadas, e líderes comunitários locais, a fim de sensibilizar às comunidades a adoptar mecanismos eficazes para o controlo da propagação de doenças de transmissão sexual – DTS e HIV/SIDA
- Desenvolver campanhas de sensibilização com o objectivo de desencorajar a prática da prostituição.

Critério	Avaliação Pré-mitigação	Avaliação Pós-mitigação
Natureza	Impacto Negativo	Impacto Negativo
Tipo	Indirecto	Indirecto

Extensão	Regional	2	Regional	2
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Curto	1	Curto	1
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE9: Aumento do risco de Violência Baseada no Género (VBG), de Exploração e Abuso Sexual (EAS), e de Assédio Sexual (AS) sobre pessoas vulneráveis

Durante a fase de construção do projecto, prevê-se um aumento do fluxo de pessoas à procura de emprego, atraídas pelas previstas oportunidades de emprego. Este influxo, composto sobretudo por trabalhadores migrantes de outras povoações ou distritos, poderá gerar riscos sociais acrescidos, nomeadamente o aumento de casos de Violência Baseada no Género (VBG) e de Exploração e Abuso Sexual (EAS) e Assédio Sexual (AS).

Como as tarefas de construção exigem qualificações relativamente baixas, tornam-se acessíveis a uma larga parte da população, o que, aliado à escassez de emprego formal na região, intensifica a probabilidade de deslocações em massa.

A chegada de novos trabalhadores pode originar comportamentos considerados inadequados pelas comunidades anfitriãs, incluindo práticas criminosas, consumo de álcool e drogas. Este cenário tende a gerar tensões sociais e pode aumentar a exposição de mulheres, raparigas e crianças a situações de assédio ou violência sexual. A vulnerabilidade destes grupos, associada ao estigma social, tabus e preconceitos, contribui para o silenciamento das vítimas e a subnotificação dos casos.

Paralelamente, o ambiente de trabalho apresenta riscos específicos de assédio sexual entre trabalhadores, entre supervisores e trabalhadores subordinados, e entre trabalhadores e membros das comunidades locais. O assédio sexual no local de trabalho manifesta-se através de comportamentos como avanços indesejados, pedidos de favores sexuais, comentários de natureza sexual, exibição de material pornográfico, tocamientos inapropriados ou criação de ambiente intimidatório. A presença maioritariamente masculina nos estaleiros de construção, combinada com relações hierárquicas assimétricas entre supervisores e trabalhadores, intensifica estes riscos, particularmente para trabalhadoras mulheres, mas também para trabalhadores jovens do sexo masculino.

Este potencial aumento de conflitos na comunidade e de situações de assédio sexual no ambiente laboral é um impacto *negativo*, avaliado como *directo*, de duração de *curto prazo* (fase de construção), de abrangência *regional* e de intensidade *alta* (visto a disrupção da dinâmica social poder levar a perturbações sociais relevantes), resultando numa significância *média*.

A mitigação deste impacto deverá focar-se em minimizar o influxo de trabalhadores e estabelecer relações de comunicação com as comunidades locais. São propostas as seguintes medidas:

- O Empreiteiro deverá desenvolver e implementar um Plano de Recrutamento Local, que maximize a contratação de membros das comunidades locais e minimize o influxo de trabalhadores migrantes. Este plano deverá incluir os seguintes princípios:
 - o Criar mecanismos para garantir que os procedimentos de recrutamento e contratação serão conduzidos de modo transparente e coordenados com os líderes comunitários e administrações distritais;
 - o Adotar métodos e práticas de recrutamento que maximize o emprego local, incluindo para mulheres e jovens;
 - o Fornecer formação básica e transporte para facilitar o acesso às frentes de obra.
- O Empreiteiro irá desenvolver um Plano de Gestão de Acomodação e Estaleiros, detalhando a localização proposta dos acampamentos de construção e os procedimentos de gestão desses acampamentos. O plano será submetido à aprovação do Proponente antes do início da construção, e irá guiar-se por princípios, tal como o seguinte:
 - o Se houver a necessidade de contratar trabalhadores de fora da região do Projecto, deverá ser providenciado alojamento adequado para esses trabalhadores, quer em acampamentos dedicados, para minimizar o potencial de conflitos com as comunidades locais.
- Para todos os trabalhadores, locais ou não, será incluída nos contratos o requisito do trabalhador assinar e compreender o Código de Conduta. Este código, a ser escrito pelo Empreiteiro e aprovado pelo CMM antes do início da construção, irá detalhar os comportamentos adequados que serão esperados de um trabalhador do Projecto, incluindo uma declaração em que os trabalhadores se comprometem a manter e promover bons padrões de interação social com as comunidades locais, a expectativa de que os trabalhadores não deverão estar sob a influência do álcool ou outras substâncias intoxicantes durante o período laboral, a interdição de assédio sexual, violência com base no género, e abuso e exploração sexual, incluindo envolvendo menores, etc. A falha em cumprir com o Código de Conduta deverá ser justa causa para rescisão. Todos os trabalhadores contratados deverão ser informados destas restrições e das consequências possíveis do incumprimento das mesmas;
- O Proponente e o Empreiteiro deverão trabalhar juntos para avaliar os riscos, e identificar e implementar prevenção, respostas e processos de referência, com respeito a quaisquer casos envolvendo Abuso e Exploração Sexual / Violência com Base no Género (AES/VBG). Isto focar-se-á em: (i) formação do pessoal do Proponente e Empreiteiro; (ii) sensibilização comunitária, (iii) identificação de um canal de comunicação seguro e (iv) um sistema de referência e mecanismo para sobreviventes de AES/VBG;
- O Empreiteiro através da sua equipa Ambiental e Social irá desenvolver um Plano de Sensibilização Comunitária. Este plano deverá incluir acções de sensibilização comunitária lidando com os riscos associados com o influxo de trabalhadores, informando as comunidades do Código de Conduta que os trabalhadores do Projecto assinaram e do mecanismo de respostas a reclamações que está disponível;
- O Proponente (CMM) irá desenvolver e implementar um Mecanismo de Resposta a Reclamações, conforme as directrizes apresentadas no PGAS. As comunidades locais

deverão ser informadas da sua existência e dos canais disponíveis para colocação de uma reclamação associada a quaisquer conflitos com o pessoal do Projecto;

- O Empreiteiro através da sua equipa Ambiental e Social irá desenvolver um Plano de Interação com as Partes Interessadas, em conformidade com os requisitos da NAS 10 do BM. Como parte deste plano, o Empreiteiro através da sua equipa Ambiental e Social, deverá desenvolver um Plano de Comunicação, para ser capaz de interagir com as comunidades, informando-as da natureza e tempo de duração das actividades, e estabelecer canais de comunicação para lidar com quaisquer conflitos sociais que possam surgir. Este plano deverá considerar o seguinte:
 - o Informar as comunidades sobre a natureza e duração das actividades de construção, especialmente as que possam alterar as suas rotinas diárias;
 - o Desenvolver uma política de interação entre a comunidade, empregados, fornecedores, locais, regionais e migrantes a fim de reduzir as diferenças entre os diferentes grupos;
 - o Interagir com a administração e a polícia locais para implementar o controlo de mecanismos em lugares públicos para prevenir o crime.

Medidas de mitigação para assédio sexual no local de trabalho

- Políticas e procedimentos: implementar uma política de tolerância zero, com procedimentos de denúncia confidenciais e sanções claras para infratores.
- Capacitação e sensibilização: formação obrigatória para todos os trabalhadores sobre assédio sexual e direitos no trabalho, complementada por campanhas contínuas de conscientização.
- Apoio às vítimas: disponibilizar apoio psicológico e social, com acompanhamento das denúncias até à resolução.
- Ambiente seguro: garantir áreas de trabalho bem iluminadas e supervisionadas, e promover uma cultura de respeito e igualdade de género.
- Monitoramento: realizar avaliações periódicas da eficácia das medidas e ajustar políticas conforme necessário.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito *baixa*.

Impacto SE9: Aumento do risco de VGB, EAS e AS sobre as pessoas vulneráveis

Principais Medidas de Mitigação:

- Trabalhadores da obra devem assinar um código de conduta, que os responsabilize e sancione nos casos de prática do assédio, abuso e exploração sexual;
- Deverá ser implementado um Plano de Sensibilização Comunitária, sensibilizando os trabalhadores para não praticar violência baseada no género.
- Deve-se partilhar com as partes interessadas os mecanismos existentes para reclamações em caso de Violência Baseada no Género;
- Desenvolver campanhas de sensibilização com o objectivo de desencorajar a prática da prostituição.
- O Empreiteiro deverá disponibilizar aos trabalhadores não-locais transporte de e para as frentes de obra e um horário de trabalho que minimize os tempos de lazer em comunidades locais.
- Incluir sanitários nos estaleiros com compartimentos separando para as mulheres e homens trabalhadores da obra
- Implementar a formação em consciencialização de saúde, a ser fornecido a todos os trabalhadores, e que cubra as boas práticas de saúde, riscos para a saúde e medidas preventivas para doenças;
- O Proponente irá desenvolver um Plano de Interação com as Partes Interessadas.
- implementar uma política de tolerância zero, com procedimentos de denúncia confidenciais e sanções claras para casos de assédio sexual no local de trabalho.

Impacto SE9: Aumento do risco de VGB, EAS e AS sobre as pessoas vulneráveis				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Indirecto		Indirecto	
Extensão	Regional	2	Regional	2
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Curto	1	Curto	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE10: Percepção negativa dos pescadores quanto aos efeitos do emissário no rio Tembe sobre os recursos pesqueiros

Durante a fase de construção do projecto do aterro sanitário, incluindo do emissário previsto no projecto, poderá surgir uma percepção negativa por parte das comunidades piscatórias locais, especialmente no que diz respeito aos potenciais efeitos sobre os recursos pesqueiros do rio Tembe.

Os pescadores temem que a presença e funcionamento do emissário comprometam a qualidade da água e afectem negativamente a fauna aquática, reduzindo a disponibilidade de peixe e, consequentemente, o seu sustento. Mesmo que os estudos ambientais indiquem impactos controlados ou mitigáveis, a falta de informação clara ou de envolvimento directo da comunidade pode alimentar desconfianças, protestos ou resistência à implementação do projecto.

Esta percepção, embora nem sempre baseada em evidências concretas, pode gerar tensão social e afectar a relação entre a população local e os responsáveis pelo projecto, sendo, por isso, essencial promover um diálogo transparente e contínuo, com acções de sensibilização e partilha de informação científica acessível.

O impacto é classificado como *negativo*, de *abrangência local*, *média intensidade* e *duração de médio prazo* (a percepção negativa pode prevalecer para além do período de construção), resultando numa significância *Baixa*.

As medidas de mitigação propostas aplicáveis, a fim de garantir a redução máxima da percepção negativa por parte dos utilizadores do rio Tembe, as seguintes são particularmente relevantes para este impacto:

- Campanhas de sensibilização comunitária
 - partilha de informação sobre o projecto, seus impactos e medidas de protecção ambiental e social.
- Protecção dos recursos hídricos
 - Instalação de sistemas de contenção para evitar a contaminação de cursos de água.
 - Proibição de despejo de resíduos não tratados.

- Envolvimento com os pescadores e comunidades locais
 - Encontros regulares de consulta e partilha de informações sobre o emissário e sua função.
 - Inclusão de representantes locais nas comissões de acompanhamento do projecto.
- Monitorização ambiental contínua
 - Controlo da qualidade da água no rio Tembe e outros pontos sensíveis durante a fase de construção.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito baixa.

Impacto SE10: : Percepção negativa dos pescadores quanto aos efeitos do emissário no rio Tembe sobre os recursos pesqueiros				
Principais Medidas de Mitigação:				
<ul style="list-style-type: none"> – Campanhas de sensibilização com a comunidade piscatória e restantes usuários do rio Tembe – Protecção dos recursos hídricos proibindo por exemplo a eliminação de resíduos não tratados – Envolvimento com a comunidade local através encontros regulares de consulta – Monitorização ambiental continua da qualidade da água do rio Tembe e outras fontes hídricas sensíveis 				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Indirecto		Indirecto	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Média	2	Baixa	2
Magnitude	Baixa	5	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Baixa		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE11: Perturbação e potencial afectação da pesca artesanal no rio Tembe e das actividades de recolha no mangal adjacente do aterro

Avaliação do Impacto

A pesca constitui uma actividade de grande importância socioeconómica para a cidade de Maputo. A Baía de Maputo é uma das principais áreas de pesca do país, onde se desenvolve uma intensa actividade pesqueira, destacando-se a pesca de emalhe para a captura de magumba e a pesca de arrasto para o camarão. A actividade é realizada tanto por frotas semi-industriais como artesanais, sendo o pescado descarregado em diferentes pontos para posterior comercialização.

No Distrito Municipal da KaTembe, a pesca artesanal encontra-se organizada e licenciada. Em 2017, estavam registados cerca de 286 pescadores, distribuídos por cinco centros de pesca. O mesmo levantamento contabilizou 96 embarcações (79 não motorizadas e 17 motorizadas) e 96 artes de pesca (68 redes de emalhar, 21 artes de arrasto, uma linha e seis palangres).

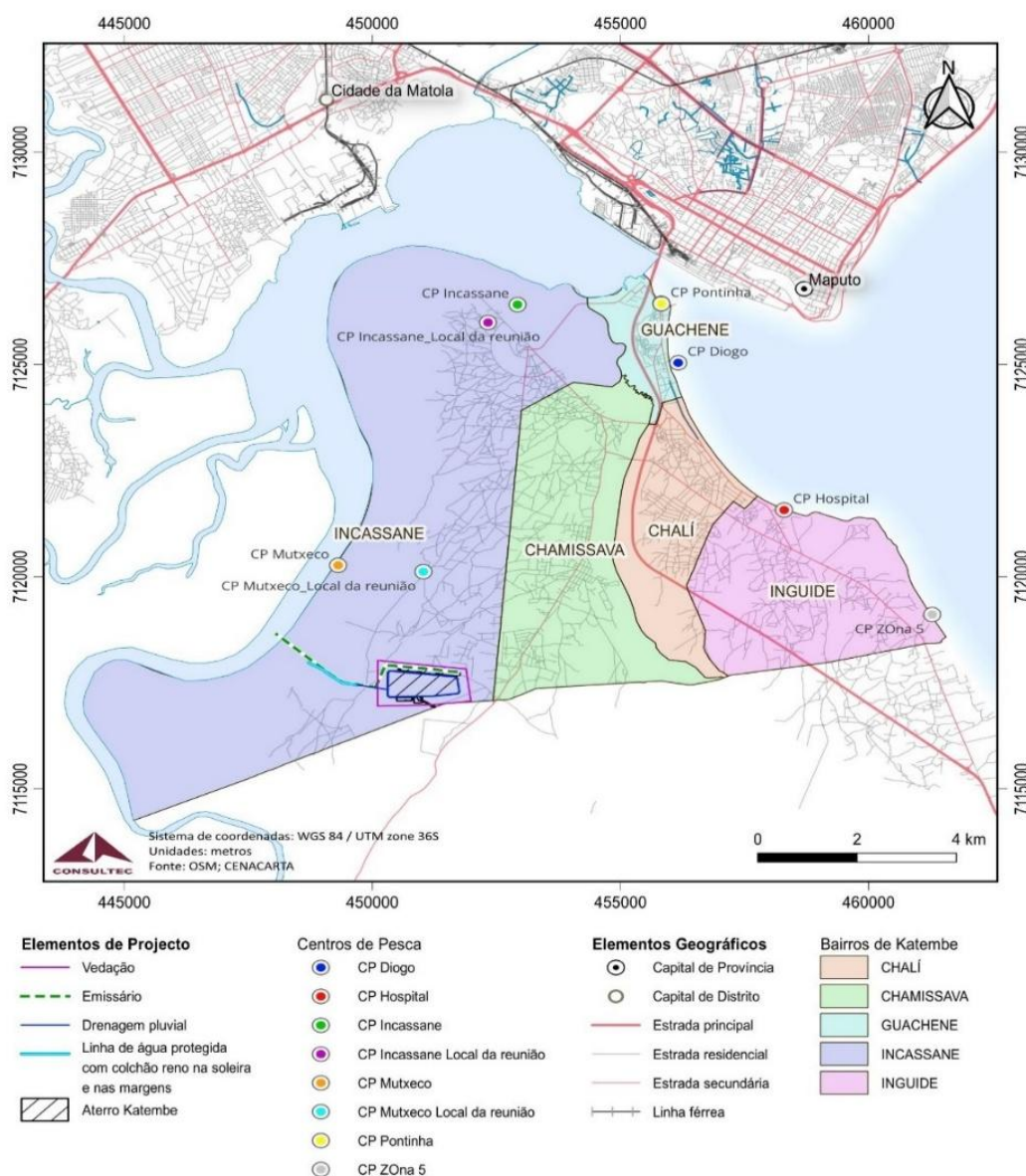
Nos grupos focais realizados com pescadores dos cinco centros de pesca (Mutxeco, Incassane, Zona 5, Hospital e Pontinha – ver figura), observou-se que as zonas de pesca e a autonomia variam

em função das condições geográficas locais, da disponibilidade de embarcações motorizadas e da sazonalidade dos ventos e espécies.

Em particular, os dois centros de pesca do bairro de Incassane apresentam características distintas:

- CP Mutxeco: pesca concentrada no rio Tembe, com alcance geográfico reduzido (até Mugazine). A atividade é fortemente afetada por períodos de defeso e pela sazonalidade. Os pescadores podem permanecer até 24 horas nas embarcações.
- CP Incassane: maior versatilidade, com pesca no rio, estuário e zonas mais distantes (como a Boia de Espera, no caso das embarcações motorizadas). A autonomia pode atingir 48 horas, sobretudo durante a safra do caranguejo.
- CP Pontinha é o centro mais diversificado: além da baía de Maputo e Ilha de Xefina, durante a época da magumba há pesca noturna no rio Tembe, o que é um caso singular. A autonomia varia consoante o tipo de embarcação.

O mangal do rio Tembe assume elevada relevância ecológica e socioeconómica para as comunidades locais, fornecendo recursos para a subsistência e atividades económicas. Tradicionalmente utilizado para a produção de carvão, abertura de machambas e corte de estacas, este ecossistema tem vindo a ser explorado também através da pesca artesanal e da apanha de caranguejos, práticas que constituem importante fonte de rendimento e segurança alimentar.



Nos últimos anos, verificou-se uma redução do abate indiscriminado de mangal, resultado de iniciativas de sensibilização desenvolvidas por instituições locais e organizações da sociedade civil. Actualmente, estima-se a existência de cerca de 15 recolectores de caranguejo nos centros de pesca de Incassane e Mutxeco, maioritariamente mulheres, e um grupo de Poupança e Crédito Rotativo (PCR) composto por 7 maguevas, no CP de Incassane, envolvidas na comercialização do pescado, evidenciando a relevância social e económica do ecossistema para grupos vulneráveis.

A fotografia à esquerda ilustra armadilhas utilizadas na apanha de caranguejos no mangal junto à margem do rio Tembe, na zona de Mutsékwa. Já na fotografia à direita, podem observar-se algumas mulheres envolvidas na pesca de berma e/ou na venda de pescado, durante o grupo focal realizado no centro de pesca de Incassane.



Considerando estes elementos, o impacto é avaliado como *negativo*, de abrangência *regional*, de *longo prazo* (uma vez que os seus efeitos se poderão estender para além da fase de construção) e de intensidade média, resultando numa significância *elevada*.

Medidas de Mitigação

1. Protecção do ecossistema aquático e conservação do mangal

- Estabelecer zonas de defeso e períodos de pesca regulamentados para proteger espécies vulneráveis durante a época de reprodução.
- Monitorizar a qualidade da água e possíveis fontes de poluição provenientes do aterro, garantindo alertas precoces para os pescadores.
- Implementar actividades de reflorestação participativa e recuperação de áreas degradadas no mangal.
- Estabelecer limites e regras de recolha de recursos (caranguejo, madeira, estacas), com fiscalização comunitária.
- Planear rotas de embarcações de transporte fluvial (se adotadas) de forma a evitar sobreposição com os centros de pesca e áreas mais utilizadas pelos pescadores.
- Realizar Avaliação de Impacto Ambiental e Social específica para o transporte fluvial, caso seja adoptado.

2. Capacitação, sensibilização e participação comunitária

- Formar pescadores e colectores em práticas sustentáveis de exploração e segurança no trabalho.
- Desenvolver campanhas de sensibilização sobre a importância ecológica do mangal e do rio Tembe para a subsistência da comunidade.
- Garantir a participação activa de líderes comunitários e autoridades tradicionais em todos os processos relacionados com os impactos sobre a pesca.
- Estabelecer canais de comunicação eficazes com os pescadores e suas organizações, incluindo mecanismos de reclamação adequados.

3. Apoio socioeconómico e segurança alimentar

- Criar mecanismos de compensação temporária ou alternativas de rendimento durante períodos de defeso ou restrições de pesca.
- Fortalecer associações locais de pescadores e vendedores de pescado para melhor representação e acesso a serviços de crédito e comercialização.
- Apoiar programas de capacitação em boas práticas de armazenamento, transporte e comercialização do pescado, mantendo a qualidade do produto.
- Fornecer equipamento básico de proteção (luvas, botas) para a apanha de caranguejos e pesca de berma, e implementar programas de educação em saúde ambiental e higiene alimentar.

Impacto SE11: Perturbação e potencial afectação da pesca artesanal no rio Tembe e das actividades de recolha no mangal adjacente ao aterro

Principais Medidas de Mitigação:

- Garantir a participação activa dos líderes locais/comunitários e sempre que necessário das autoridades tradicionais em todos os processos relacionados com os impactos
- Criação de canais de comunicação adequados (através da implementação de um Plano de Comunicação e de um mecanismo de reclamação apropriado),
- Evitar que as rotas das embarcações de transporte de pessoas e bens coincida com os centros de pesca e com as principais zonas de pesca
- Se for escolhida a opção do transporte fluvial propõem-se a elaboração de uma Avaliação de Impacto Ambiental e Social em separado
- Desenvolver campanhas de sensibilização sobre a importância ecológica do mangal e do rio Tembe para a subsistência da comunidade.
- Fortalecer associações locais de pescadores e vendedores de pescado para melhor representação e acesso a serviços de crédito e comercialização.
- Estabelecer limites e regras de recolha de recursos (caranguejo, madeira, estacas), com fiscalização comunitária. Entre outras.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Regional	2	Regional	2
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Médio	2
Magnitude	Alta	7	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Alta		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE12: Potencial aumento da pressão sobre os serviços de saúde

Avaliação do Impacto

O fluxo populacional associado ao projecto, o potencial aumento de doenças de transmissão sexual, a proliferação de vectores e outras patologias entre os trabalhadores do aterro exercerá uma pressão adicional sobre as infra-estruturas e serviços de saúde existentes, já limitados.

Embora exista um Centro de Saúde Tipo I entre os bairros de Chali e Inguide, este encontra-se a aproximadamente 10 km em linha recta da zona de Mutsékwa, podendo a distância percorrida por vias de acesso ser ainda maior. Das cinco unidades sanitárias existentes no distrito, apenas o Centro de Saúde de Mutsékwa está localizado próximo à área do aterro sanitário.

Os habitantes dos povoados da área do projecto deslocam-se a pé, levando entre 1 a 3 horas para aceder aos centros de saúde de Chamissava e Incassane, respectivamente, para cuidados primários, curativos e maternidade. Cuidados especializados estão disponíveis apenas na Cidade de Maputo, capital provincial.

Assim, conclui-se que os trabalhadores na fase de construção terão acesso limitado a serviços médicos, caso não seja instalado um posto de saúde ou clínica própria para o projecto. Caso os cuidados de saúde aos trabalhadores dependam exclusivamente das unidades existentes, poderá ocorrer uma sobrecarga adicional, pressionando ainda mais a capacidade limitada das infra-estruturas locais, especialmente em cuidados especializados e situações de emergência.

Impacto SE12: Potencial aumento da pressão sobre os serviços de saúde

Principais Medidas de Mitigação:

- O Proponente / Empreiteiro deverá disponibiliza instalações adequadas para o atendimento dos serviços de saúde aos trabalhadores do aterro,
- Apoio ao fortalecimento dos serviços de saúde existentes: colaborar no melhoramento e desenvolvimento das unidades sanitárias adjacentes ao aterro, de forma a beneficiar também a população local.
- Realizar campanhas de prevenção e sensibilização: implementar acções de educação e prevenção de doenças, direccionadas tanto aos trabalhadores do projecto como às comunidades adjacentes.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Longo	3	Longo	3
Magnitude	Alta	7	Média	6
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Alta		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.4 Avaliação dos Impactos na Fase de Operação

Na Fase de Operação, as principais actividades prendem-se essencialmente com a operação do Aterro Sanitário e a manutenção das infra estruturas.

1.4.1 Alterações Climáticas

Impacto AC1: Emissões de gases com efeito de estufa

A operação do aterro de KaTembe devido à natureza da sua actividades gerará, inevitavelmente, um impacto sobre o clima e nas alterações climáticas devido à potencial libertação de gases com efeito de estufa, do qual se destaca o Metano (CH₄) um subproduto da degradação anaeróbia dos resíduos depositados. Nesta secção e com base no *Estudo de Viabilidade do Aterro Sanitário KaTembe - Utilização de Biogás (TPF/GOPA Infra, 2024)*, apresentam-se o cálculo das emissões de Gases de Aterro (BIOGÁS) que serão produzidas no aterro de KaTembe em dois cenários distintos, um cenário onde não se considera a recuperação de Gases de Aterro e um segundo cenário que contempla a recuperação dos gases de aterro produzidos.

Produção de metano em aterros sanitários

O gás de aterro (biogás) é um subproduto natural da decomposição de material orgânico em aterros. O biogás é composto por cerca de 50% de metano (o principal componente do gás natural), 50% de dióxido de carbono (CO₂) e uma pequena quantidade de compostos orgânicos não metânicos. O metano é um potente gás com efeito de estufa pelo menos 27 vezes mais eficaz do que o CO₂ na retenção de calor na atmosfera durante um período de 100 anos, de acordo com o último relatório de avaliação (AR6, 2021) do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC).

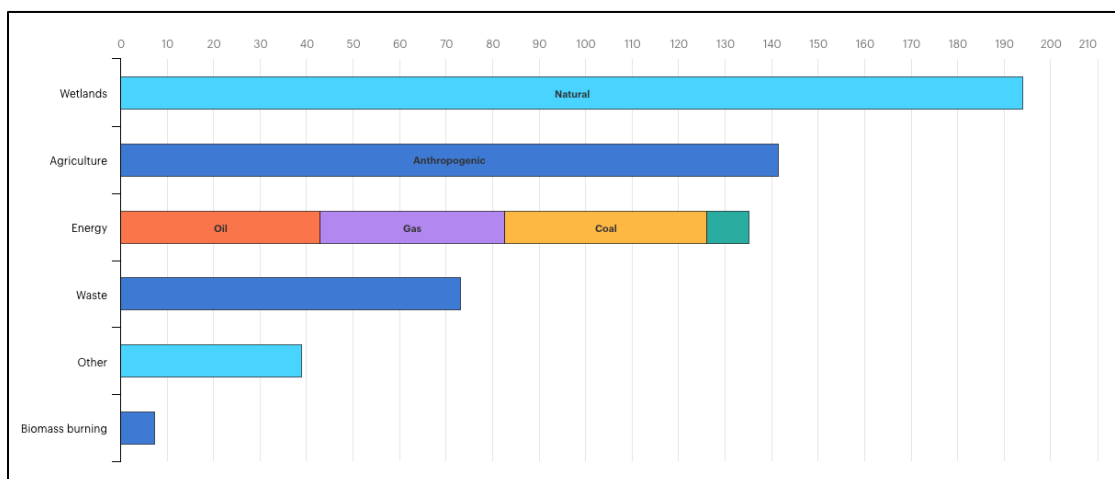
Quando os RSU são depositados pela primeira vez num aterro, passam por uma fase de decomposição aeróbia (com oxigénio) quando pouco metano é gerado. Então, normalmente dentro de menos de 1 ano, as condições anaeróbias são estabelecidas e as bactérias produtoras de metano começam a decompor os resíduos e gerar metano.

O metano é responsável por cerca de 30% do aumento das temperaturas globais desde a revolução industrial, e reduções rápidas e sustentadas nas emissões de metano são fundamentais para limitar o aquecimento a curto prazo e melhorar a qualidade do ar.

Dois características fundamentais determinam o impacto dos diferentes gases com efeito de estufa no clima: o tempo que permanecem na atmosfera e a sua capacidade de absorver energia. O metano tem uma vida útil atmosférica muito mais curta do que o dióxido de carbono (CO₂) – cerca de 12 anos em comparação com séculos – mas absorve muito mais energia enquanto existe na atmosfera. O metano também afecta a qualidade do ar porque pode elevar a concentração de ozono ao nível do solo, um poluente atmosférico perigoso. As fugas de metano também podem representar riscos de explosão.

A concentração de metano na atmosfera é actualmente cerca de duas vezes e meia superior aos níveis pré-industriais. O aumento acelerou nos últimos anos, e análises preliminares indicam que a alta de 2021 provavelmente estará entre as maiores já registadas (IEA, 2023).

As estimativas das emissões de metano estão sujeitas a um elevado grau de incerteza, mas a avaliação abrangente mais recente – fornecida no Orçamento Global para o Metano – sugere que as emissões globais anuais de metano rondam os 580 Mt. Estas incluem as emissões de fontes naturais (cerca de 40% das emissões) e os restantes 60% têm origem na actividade humana, as chamadas emissões antropogénicas.



Fonte: IEA, 2023

Figura 1.3 – Fontes de geração de Metano (x10⁶ ton)

Importância da Gestão Sustentável Resíduos Sólidos Urbanos

Devido ao aumento da contaminação por metano, a implementação de uma gestão sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos torna-se essencial para minimizar as emissões de GEE e proteger o meio ambiente. Projectos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) alcançam reduções nas emissões de Gases com efeito de Estufa (GEE) através da queima de biogás ou na sua utilização para geração de electricidade. A queima de biogás resulta em dióxido de carbono, que é menos nocivo que o metano, e contribui para a neutralidade de carbono. Note-se que o dióxido de carbono emitido pelos aterros é considerado neutro porque provém de fontes biogénicas [Muvundika, 2015; Manfredi et al., 2009].

Em vez de se escapar para o ar, o biogás pode ser capturado, convertido e usado como um recurso de energia renovável. O uso do biogás ajuda a reduzir odores e outros perigos associados às emissões de biogás em aterros e evita que o metano migre para a atmosfera e contribua para o smog local e para as mudanças climáticas globais. Além disso, os projectos de energia com biogás geram receita e criam empregos na comunidade local.

Uma variedade de tecnologias, incluindo motores de combustão interna, turbinas, microturbinas e células de combustível, pode ser usada para gerar electricidade para uso no local e/ou venda à rede. O uso de geradores (motores de combustão a gás) é a tecnologia de conversão mais comumente usada para aplicações de electricidade com recurso a biogás devido ao seu custo relativamente baixo, alta eficiência e faixas de tamanho que complementam a produção de gás de muitos aterros.

Legislação e Estratégias em Moçambique

A Estratégia de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (EGIRSU) e a Estratégia Nacional de Adaptação e Mitigação de Mudanças Climáticas (ENAMMC) estabeleceram directrizes para a gestão eficaz de RSU em Moçambique. A ENAMMC inclui acções estratégicas relacionadas com o uso dos gases de aterro biocombustível. Na área referente aos resíduos tem como objectivos promover tecnologias sustentáveis ao promover a redução, reutilização e reciclagem de resíduos;

incentivar o estabelecimento de aterros sanitários com recuperação e consequente aproveitamento de metano e promover a geração de energia a partir de resíduos recorrendo a processos de digestão anaeróbica, tratamento térmico ou mecânico. A recuperação de biogás no aterro de KaTembe contribuirá para melhorar a qualidade do ar local e reduzir riscos à saúde, destruindo compostos orgânicos não metânicos e outros poluentes presentes nos gases de aterro.

Quantificação das Emissões de GEE

Na análise das Emissões de Gases com Efeito de Estufa, apresentam-se os cálculos apresentados no *Estudo de Viabilidade do Aterro Sanitário KaTembe - Utilização de Biogás (TPF/GOPA Infra, 2024)* no qual se desenvolveram e avaliaram 2 cenários distintos. Nesta quantificação apresentam-se dois cenários distintos:

Cenário 1: Cenário de manutenção do status quo (BAU) - Considera o aterro KaTembe apenas para depósito seguro de RSU e não considera a actividade de compostagem e reciclagem de resíduos nem a recuperação de biogás. Este é um cenário que induzirá em emissões fugitivas de metano para a atmosfera muito significativas. **Cenário 2 : Cenário onde se recupera e utiliza o biogás para produção de energia:** Considera a recuperação de biogás para fins energéticos, considerando a instalação de uma central de transformação de resíduos em energia anexa ao aterro KaTembe. A captura do biogás do aterro de KaTembe contribuirá para melhorar a qualidade do ar local e reduzir riscos à saúde, destruindo compostos orgânicos não metânicos e outros poluentes presentes no biogás. A Erro! A origem da referência não foi encontrada. sumariza as emissões esperadas de gases com efeito de estufa (CH₄) resultantes dos cenários acima descritos:

Tabela 1.6 Emissão de Gases com Efeito de Estufa

Cenário	Produção de GEE (X1000 Ton CO2eq)	
	Modelo Cálculo IPCC	Modelo Cálculo LANDGEM
Cenário 1 – Business As Usual (BAU)	2 114,43	2 559,98
Cenário B – Recuperação de Biogás	1 158,44	1 402,54

Com base nos dados produzidos pela (TPF/GOPA INFRA, 2024) quantitativamente, entre 2025 e 2044, de acordo com um cenário sem recuperação de biogás (Cenário BAU), o aterro KaTembe deverá emitir um total acumulado de GEE entre 2 114,43 x 10³ toneladas CO₂-eq (Modelo IPCC) e 2 559,98 x 10³ CO₂-eq (LandGEM).

As emissões estimadas de GEE acumuladas de 2025 a 2044 variam entre 1 158,44 x 10³ toneladas de CO₂-eq (Modelo IPCC) e 1 402,54 x 10³ toneladas de CO₂-eq, (LandGEM), Efectivamente, a instalação de um sistema de recuperação de biogás operando de acordo com o pressuposto razoável de recuperação de biogás produz uma emissão de GEE 45,2% menor do que cenário 1.

Estima-se ainda que a adopção do sistema de recuperação de Gases de Aterro economize em 55 anos um total entre 4 288,79 x 10³ CO₂-eq (Modelo IPCC) até 5 192,51x 10³ CO₂-eq (LandGEM).

Em comparação com as emissões nacionais totais de (expressas em CO₂equiv.) Moçambique atingiu em 2021, com base nos últimos dados publicados, um montante equivalente a 109,2 MtCO₂.

eq/ano (WRI, 2024). Pode concluir-se então que a emissão de GEE gerada pela operação do Aterro de KaTembe é reduzida em relação ao total anualizado nacional. Considerando o cenário 1, sem recuperação de biogás este representará aproximadamente 1,94% a 2,3% do total das emissões anuais. Com a adopção do cenário 2 a contribuição relativa reduzir-se-á para valores entre os 1,06% a 1,28 % do total nacional de emissões de GEE.

Como tal, e considerando a adopção do cenário com adopção de sistemas de recuperação de biogás a contribuição do projecto para as alterações climáticas devido às emissões de GEE é considerada como sendo reduzida e o impacto associado às alterações climáticas pode ser classificado como **negativo, directo, provável, de longa duração, de escala regional de baixa magnitude, resultando num impacto de média significância**.

Para abordar os impactos esperados das alterações climáticas induzidos pelas actividades de operação do aterro de KaTembe, deverá ser implementado um conjunto de medidas de mitigação com o objectivo de reduzir, tanto quanto possível, as emissões de gases com efeito de estufa previamente estimadas dirigidas à captura e utilização eficiente do biogás produzido no aterro de KaTembe de modo a reduzir o seu impacto ambiental, promover práticas energéticas sustentáveis e contribuir para mitigar as alterações climáticas através da sua utilização eficiente.

IMPACTO: AC1: Emissões de gases com efeito de estufa

Medidas de mitigação:

- Estabelecer mecanismos de prontidão operacional que permitam garantir uma actuação imediata (limpeza do sistema de drenagem do aterro) em caso da ocorrência de chuvas fortes / inundações)
- Considerar a utilização de combustíveis líquidos com baixo teor de enxofre e/ou motores híbridos no processo de selecção de equipamentos de operação do aterro (p.e compactadores de resíduos, dumper e escavadoras.
- Instalação de Sistema de Recolha de Gás: Para captura e possível processamento ou queima de biogás. Considerar o tratamento purificação de Biogás: para geração de electricidade, calor ou biocombustível ou queima de Biogás: Como medida alternativa para evitar a liberação de metano na atmosfera.
- Implementar um sistema de detecção e Reparação de Fugas de metano por via da Monitorização regular para prevenir fugas/ vazamentos.
- Estas medidas, específicas para a fase de operação, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão do Clima e Alterações Climáticas no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Indirecto		Indirecto	
Reversibilidade	Reversível		Reversível	
Probabilidade	Provável		Provável	
Extensão	Regional	2	Regional	2
Magnitude	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Significância	Média	6	Média	6

É importante também referir que caso o projecto do aterro de KaTembe não seja implementado e se a mesma tonelagem anual de resíduos sólidos urbanos produzidos fosse eliminada de forma incorrecta daria origem a queimadas não controladas a céu aberto onde as emissões de GEE daí resultantes seriam consideravelmente mais elevadas, pelo menos 3 vezes mais que as de um

sistema de aterro sanitário controlado. A queima a céu aberto é definida como a queima de materiais sem controlo de temperatura ou do tempo de combustão, em que os fumos resultantes e consequentemente os poluentes atmosféricos são libertados sem passar por quaisquer dispositivos de controlo da poluição atmosférica. (Kristanto, G. & Koven, W., 2019, adaptado).

Por esta razão, a implementação desta infra-estrutura de gestão adequada de Resíduos Sólidos é, de facto, uma medida importante de controlo e redução das alterações climáticas que contribuirá, no futuro, para uma redução das emissões globais de GEE a nível nacional, o que, por sua vez, resulta num impacto positivo e relevante sobre as alterações climáticas. Acresce ainda que, caso se considere a valorização energética, a substituição de combustíveis fósseis por biogás em centrais eléctricas ou a sua potencial utilização em meios de transporte baseados em Biogás (Biocombustível) contribuirá para reduzir também a emissão de poluentes atmosféricos gerada pelo uso convencional de combustíveis fósseis o que pressupõe uma poupança acrescida de Emissões de GEE e uma contribuição para a melhoria da qualidade do ar.

1.4.2 Qualidade do Ar

Impacto QA1: Geração de odores resultantes da operação diária do Aterro de KaTembe

A solução de projecto adoptada prevê a recolha e tratamento de resíduos sólidos urbanos que serão depositados num aterro controlado com tratamento de lixiviados e recolha de biogás. O aterro será constituído por um sistema anaeróbico, dividido em 8 células, áreas específicas destinadas à deposição controlada de resíduos sólidos. Cada célula passará por um processo de encerramento (selagem) progressivo ao final de sua utilização, o que implica a cobertura da célula com materiais que impedem a infiltração de água da chuva, reduzindo a produção de lixiviados. Esse processo é crucial para o controlo ambiental, pois além de evitar a formação excessiva de lixiviados, reduz a geração de odores e promove a captação de biogás, o qual é gerado pela decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos.

Com base nos critérios e pressupostos definidos, a área de 60 hectares disponível para a deposição de RSU foi modelada a fim de maximizar a sua capacidade e estender a vida útil do aterro para um mínimo de 30 anos. A construção do aterro incluirá várias infra-estruturas adicionais, nomeadamente:

- Uma estrada de acesso ao aterro (Estrada de Acesso ao Aterro de KaTembe);
- A construção de 8 células para depósitos de RSU;
- Portaria; Edifício de Operação; Vias de acesso interno;
- Lagoas para tratamento lixiviados;
- Sistemas de captação e de incineração controlada do biogás capturado;
- Abastecimento de água e Drenagem de águas residuais e pluviais;
- Instalações eléctricas.
- Vedação e Áreas Verdes e Arborizadas.

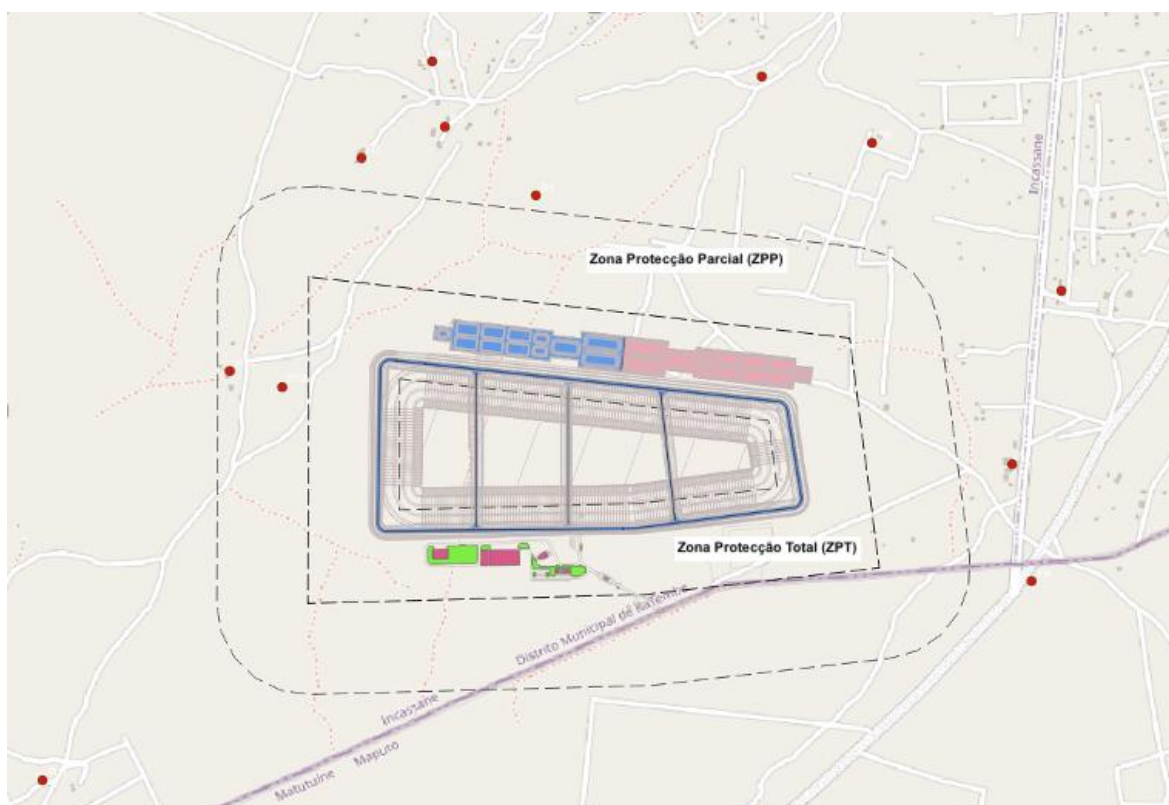
O aterro de KaTembe é uma infra-estrutura dinâmica que crescerá em área ao longo da sua vida útil em conformidade com a ocupação das diferentes células de resíduos:

Tabela 1.7– Área do aterro de KaTembe

Área Total do Aterro	Célula 1 a Célula 8
Área de deposição Total (59,66 ha)	7,1 ha a 8,0 ha

Fonte: Dados base projecto, 2024.

Do ponto de vista da qualidade do ar, a solução adoptada localiza o aterro longe de qualquer aglomerado populacional consolidado, estando estabelecida uma zona de protecção total em torno do aterro para evitar a presença de receptores sensíveis a longo prazo que possam ser afectados durante a fase de operação desta infra-estrutura. A **Figura 1.4** representa a localização proposta do aterro em relação à área urbana consolidada identificando-se algumas habitações dispersas em torno do aterro e evidenciando-se linha de demarcação de 200 metros (Z. Protecção Total) e a linha de demarcação de 500 metros (Z. Protecção Parcial) do limite do aterro para referência visual.


Figura 1.4 – Zonas de Protecção em redor do Aterro

A operação do aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos resultará na produção de gases de aterro (biogás) os quais são produzidos através da decomposição de compostos orgânicos em condições anaeróbicas. O gás de aterro gerado é um subproduto natural da decomposição do material orgânico em aterros sanitários. O gás de aterro (biogás) é composto por aproximadamente 50% de metano (o componente principal do gás natural), 50% de dióxido de carbono (CO₂) e uma pequena quantidade de compostos orgânicos não-metânicos. De acordo com o último relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC) (AR6) o metano é um gás com efeito de estufa potente, 27 vezes mais eficaz do que o CO₂ a reter o calor na atmosfera durante um período de 100 anos (Emissões quantificadas no descritor do Clima e Alterações Climáticas).

O gás de aterro gerado a partir de resíduos urbanos apresenta o potencial de causar odores desagradáveis que por sua vez, poderão causar incómodo para as comunidades residenciais limítrofes sobretudo se estas estiverem localizadas nas proximidades de um aterro.

Os odores estão entre as principais causas de queixas relacionadas com questões ambientais em várias instalações, incluindo em aterros sanitários. As emissões de odor provenientes de aterros sanitários podem afectar a qualidade de vida e influenciar negativamente a área circundante. Para proteger as pessoas que vivem nas proximidades de exposições excessivas a odores, podem ser implementadas diferentes práticas de protecção ambiental associadas à implementação de medidas de controlo activas e passivas.

A **Tabela 1.8** abaixo detalha as fontes típicas de odores que podem ser encontradas em aterros municipais.

Tabela 1.8– Mecanismos de libertação de odores em aterros

Fonte	Potenciais mecanismo de libertação de odores
Recepção de resíduos	<i>Emissão fugitiva dos veículos de recolha de RSU no ponto de entrega.</i>
Área de depósito/superfície de trabalho	<i>Emissão fugitiva dos resíduos depositados e da superfície de depósito (áreas descobertas)</i>
Cobertura diária	<i>Emissão fugitiva através da cobertura diária.</i>
Cobertura intermédia	<i>Emissão fugitiva através da cobertura intermédia (uma camada mais espessa de cobertura diária onde o depósito não ocorrerá durante sete dias ou mais).</i>
Área temporariamente coberta	<i>Emissão fugitiva através da superfície, causada por profundidade insuficiente, fendas e/ou taxa de extracção de gás insuficiente.</i>
Área permanentemente coberta	<i>Potencial emissão fugitiva através de fendas/rasgões na superfície como resultado de assentamento e/ou taxa de extracção de gás insuficiente.</i>
Poços de lixiviação	<i>Emissão fugitiva como resultado de fendas ao redor da interface do poço/revestimento e/ou taxa de extracção de gás insuficiente.</i>
Recolha de gás	<i>Emissão fugitiva caso ocorra uma taxa de extracção de gás insuficiente.</i>
Estação de tratamento de lixiviação, quando aplicável	<i>Emissão da superfície das lagoas de tratamento/armazenamento ou libertação fugitiva das instalações de tratamento fechadas.</i>

Fonte: Agência de Protecção Ambiental , 2003. Manuais de aterro: Monitorização de aterros. 2ª edição.

As principais actividades realizadas nas áreas activas são: pesagem, inspecção e aceitação ou recusa de resíduos; transporte de resíduos; deposição de resíduos; trânsito de veículos. As actividades realizadas tanto nas áreas activas como nas zonas pós-operacionais de um aterro são: gestão e controlo dos sistemas de drenagem e recolha de lixiviados; gestão e controlo dos sistemas de recolha e combustão de biogás; gestão dos recursos humanos e tecnológicos disponíveis na instalação. Nas áreas activas de deposição no aterro, as taxas de emissão de odores serão mais

elevadas. Já nas áreas cobertas de um aterro, onde é realizada a extracção de gás, não se esperam emissões significativas de odores (Stretch et al, 2001).

Os lixiviados são formados em condições anaeróbicas, onde os materiais oxidados presentes, como por exemplo os sulfatos, serão reduzidos a sulfuretos, produzindo outra série de compostos odoríferos. Se o tratamento de lixiviados for afastada (distâncias superiores a 300m) de áreas sensíveis e se não estiver sujeito a turbulência do ar, que promoveria a volatilização do composto orgânico volátil para o ar, não são esperados impactos odoríferos fora do local de tratamento.

Taxas de emissão de odores

Um aterro é um sistema dinâmico, sujeito a alterações ao longo do período de enchimento, que podem conduzir a variações na emissão de odores, nomeadamente a partir das seguintes variáveis operacionais:

- Progressão de enchimento;
- Tonelagem de resíduos depositados;
- Decomposição e composição dos resíduos depositados;
- Cobertura e desenvolvimento do sistema de recolha de gás;
- Sistema de tratamento de lixiviados.

As emissões de odores estão também sujeitas a uma variação sazonal que é susceptível de resultar da temperatura ambiente e do seu efeito na taxa de degradação dos resíduos depositados. A variabilidade das emissões de odores depende de várias condições atmosféricas, tais como a velocidade e direcção do vento, turbulência, pressão atmosférica, temperatura do ar, humidade atmosférica, precipitação e radiação solar (Czepiel, P.M., 2003).

As Taxas de Emissão de Odores (OERs) são os principais dados de entrada para o modelo de dispersão atmosférica, expressas como unidades de odor por segundo (Schauburger et al., 2014). No que diz respeito às fontes de área, é avaliada a taxa específica de emissão de odores (SOER), expressa como as unidades de odor emitidas pela fonte por unidade de superfície e de tempo (Capelli et al., 2013).

As taxas de emissão de odores em aterros podem apresentar uma grande variação em função da área activa do aterro. (Frechen, 1995) aponta para taxas de emissão de odores que varia de um mínimo de 2000 ouE/m²/h até um máximo de 15 000 ouE/m²/h para as áreas de deposição activa definindo um valor médio de 8 500 ouE/m²/h. As taxas de emissão de odores para as operações diárias de cobertura podem variar entre um mínimo de 1000 ouE/m²/h a um máximo de 3,000 ouE/m²/h. Longhurst, 2007, por sua vez, aponta para uma taxa de emissão de odor entre um mínimo de 3600 ouE/m²/h (1,0 ouE/m²/s) a um máximo de 14,400 ouE/m²/h (4,0 ouE/m²/s) para resíduos expostos. A **Tabela 1.9** fornece e sumariza as taxas típicas de emissão de odores para diferentes áreas em aterros obtidas a partir da revisão bibliográfica realizada .

Tabela 1.9 - Taxas de emissão de odores em aterros

Área do aterro	Taxa de emissão específica: ouE/m ² /h (ouE/m ² /s)			Fonte
	Valor inferior	Valor superior	Valor médio	
Área de deposição	2000 (0,56)	15000 (4,17)	8500 (2,36)	(Frechen, 1995)

Área do aterro	Taxa de emissão específica: ouE/m ² /h (ouE/m ² /s)			Fonte
	Valor inferior	Valor superior	Valor médio	
Resíduos expostos/descobertos	3600 (1,0)	14400 (4,0)	9000 (2,50)	(Longhurst, 2007)
Cobertura diária	1000 (0,28)	3000 (0,83)	2000 (0,56)	(Frechen, 1995)
<ul style="list-style-type: none"> (Frechen, 1995), <i>A New Model for Estimation of Odour Emissions from Landfill and Composting Facilities, Proceedings of the Fifth International Landfill Symposium, Sardinia.</i> (Longhurst, 2007) <i>Principles of Landfill Odour Emission and Control Understanding, prioritising and controlling emissions. AWE International 10th Edition. Dr Phil Longhurst (March 2007).</i> 				

No que diz respeito às emissões odoríferas proveniente de sistemas de tratamento de lixiviados nomeadamente de lagoas de lixiviados, a pesquisa bibliográfica realizada permitiu verificar que a avaliação do odor emitido num aterro municipal situado em Latrobe city, Victoria, Austrália (Ekimo, 2018) aponta para uma taxa de emissão de lixiviados na ordem dos 6600 ouE/min e 1800 ouE/min para lagoas de tratamento de lixiviados primárias e secundárias, respectivamente conforme determinado a partir da média geométrica de amostras medidas em diferentes secções das lagoas de lixiviados avaliadas.

Na modelação da dispersão das emissões de odores, considerou-se também o sistema de lagunagem assumindo-se que as superfícies das diversas lagoas de Lixiviados estejam na extensão total de sua capacidade, assumindo, portanto uma área máxima e uma abordagem conservadora para a libertação de odores a partir destas fontes.

Esta abordagem considerou que mais do que uma célula do aterro do aterro terá resíduos descobertos, com a célula 6 activa e que as células 1,2 e 5 estarão apenas parcialmente seladas o que pressupõe uma área total descoberta (não selada) de 188 370 m² resultando na emissão de odores nestas áreas. Assumiu-se que as operações de cobertura dos resíduos são realizadas diariamente. As lagoas de lixiviação foram também incluídas no modelo com as taxas de emissão contínua de odores indicadas anteriormente e assumindo a área total das lagoas como fonte activa de libertação de odores.

Na modelação da dispersão de odores assumiu-se um cenário com taxas de emissão médias (Cenário base) e um (Cenário conservador) onde se considerou o valor superior das taxas de emissão propostas na área de deposição activa (15000 ouE/m².s). em ambos os cenários considerou-se a componente orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos e não se considerou a extracção de biogás.

Critérios de referência

Os critérios quantitativos de exposição a odores são dados em termos de (concentração) expressas em Unidades de Odor Europeias como percentil 98 (C₉₈) das médias horárias.

É geralmente reconhecido que o odor proveniente de aterros é "desagradável" sendo tipicamente aplicado um critério de impacto de $C_{98(1-hora)} = 3 < \text{ouE/m}^3 < 5$ nos países europeus para efeitos de avaliação e regulação do odor. Este critério de impacto baseia-se no percentil 98 da previsão de concentrações médias horárias ao longo de um ano. Tais critérios aplicam-se a locais onde a exposição de um indivíduo pode ocorrer por períodos prolongados, isto é, junto a áreas residenciais.

Como critérios de referência e norma do projecto, e considerando que o futuro aterro de KaTembe se situará num local com baixa densidade populacional, estabelece-se adopta-se a concentração de odor entre os 3,0 a 5,0 ouE/m³ como critério de avaliação. Com concentrações de odores C₉₈, 1 hora < 3,0 ouE/m³ - é improvável que ocorram reclamações e a exposição abaixo deste nível não é susceptível de constituir incomodidade das comunidades existentes.

Modelação da Dispersão do Odor

De modo a determinarem-se as concentrações expectáveis de odor na área de influência directa do aterro de KaTembe durante a sua fase de pleno funcionamento aplicou-se o modelo de dispersão AERMOD@Lakes. A sobreposição dos níveis de exposição a odores resultantes de diferentes fontes emissoras pode ser realizada utilizando um modelo de dispersão, que recolhe informações sobre a localização, características das fontes emissoras e condições meteorológicas (Boers et al., 2016; Naddeo et al., 2016).

O AERMOD (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model) é um modelo de dispersão de poluentes atmosféricos amplamente utilizado para prever a concentração de poluentes emitidos de diferentes fontes emissoras, como indústrias, fontes em área e fontes móveis. É um modelo gaussiano de estado estacionário que incorpora a ciência de dispersão atmosférica de última geração tendo sido aprovado pelo EPA dos EUA para aplicações regulatórias, como licenciamento, avaliações de impacto ambiental e social e avaliação de conformidade com os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar Ambiente (NAAQS).

O AERMOD é utilizado para uma variedade de aplicações, incluindo: Avaliação da conformidade com as normas e regulamentos de qualidade do ar e na avaliação do impacto de fontes novas ou modificadas na qualidade do ar ambiente. Na previsão do impacto sobre a qualidade do ar de instalações industriais, projectos de transporte e outros projectos de desenvolvimento como no estudo de processos de dispersão atmosférica e ainda na validação de outros modelos de dispersão. O AERMOD desempenha um papel crítico na conformidade regulamentar, em avaliações ambientais e na gestão contínua da qualidade do ar. A sua capacidade de incorporar dados meteorológicos e de terreno detalhados, juntamente com a sua flexibilidade no tratamento de vários tipos de fontes, torna-o uma ferramenta valiosa para prever as concentrações de poluentes permitindo avaliar o seu impacto na saúde humana e no ambiente.

Variáveis de entrada e pressupostos assumidos

Através da ferramenta de modelação matemática da dispersão de poluentes atmosféricos, AERMOD (V.10.12.1) pretende-se avaliar quais as concentrações máximas expectáveis de odor no interior e na envolvente do Aterro de KaTembe. As simulações da dispersão de poluentes atmosféricos realizadas consideraram a actividade diária de deposição de resíduos nas células activas do aterro e a emissão de odor proveniente do tratamento de lixiviados por um sistema de lagunagem passivo. Modelou-se também as emissões provenientes da combustão controlada de biogás para o ano mais intenso de produção e de combustão do mesmo .

A área total de modelação considerada correspondeu a 10km X 10 km = 100 km² conforme representado na **Figura 1.5** que ilustra a área de modelação considerada assim como a grelha de

receptores considerada. Foram ainda definidos os seguintes parâmetros de cálculo patentes no Quadro abaixo.

Quadro 1.11 – Parâmetros de cálculo adoptados

Parâmetros de Cálculo	
Software de Modelação	AERMOD 10.12.1 (2024) @ Lakes Inc.
Algoritmo de cálculo	Modelo de dispersão de ar de Pluma Gaussiana de estado estacionário.
Estatuto Regulamentar	ERMIC - (Sociedade Meteorológica Americana (AMS), aprovado pela Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA).
Modelação Orográfica do terreno e entrada de edifícios com usos sensíveis	Modelação do terreno baseada na cartografia digital da área de inserção do projecto, utilizando os dados SRTM- 3 de satélite (USGS).
Características do Terreno	Terreno Complexo Elevado (elevado)
Tipos de Fonte	Fontes em área emissoras de odores (células activas, células parcialmente cobertas, sistema de tratamento de lixiviados (lagunagem).
Cenários de Modelação	Fase operacional do aterro de KaTembe, Área de cálculo de 10 km X 10 km: grelha receptora de 100 km ² interceptando áreas de uso sensível à Qualidade do ar (áreas residenciais) com determinação das concentrações máximas de Odor numa base horária (C98).
Estabilidade Atmosférica	Teoria da Camada Limite Planetária, conceitos de escala de turbulência, consultar a secção referente ao clima onde se refere a estabilidade atmosférica da região de inserção do projecto.
Parâmetros meteorológicos e condições de dispersão atmosférica	Velocidade e direcções horárias do vento, temperatura, precipitação, cobertura e altura de nuvens e classes de estabilidade atmosférica, calculada pelos pré-processadores meteorológicos com base nos dados horários da superfície e nos dados da camada aérea superior (processados pelo AERMET). conjunto de dados meteorológicos de base horária provenientes da Estação Meteorológica de Maputo (Aeroporto) no ano 2024.

Outros pressupostos considerados no modelo

- Os dados meteorológicos de entrada, dados horários provenientes da base de dados da NASA Earth Science Mission /Global Modeling and Assimilation Office/MERRA-2 para o AERMOD consistiram no conjunto de dados referentes à região do projecto(dados de superfície).
- As concentrações simuladas de Odor são referenciadas ao nível do solo.
- A modelação do terreno considerou a opção de terreno complexo (elevado) com base no processamento de dados de cartografia digital para a região de inserção do projecto tendo sido usados dados provenientes do satélite NASA/SRTM-3 (banco de dados da USGS). Os dados foram processados através do processador AERMAP cujo output é apresentado abaixo.

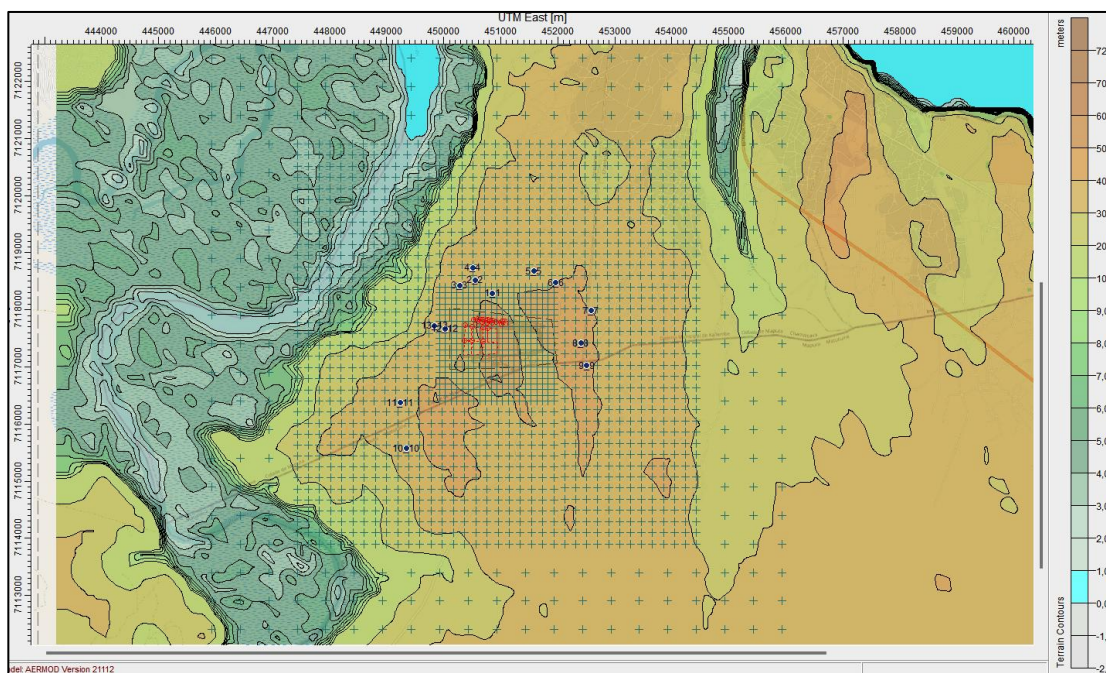


Figura 1.5 – Processamento de Terreno (SRTM 3- USGS)

- Os parâmetros de superfície local foram tidos em conta no processamento dos dados meteorológicos através do pré-processador meteorológico AERMET.
- Nas modelações realizadas foi considerada uma grelha de pontos receptores multitier com diferentes espaçamentos e com mais de 1900 pontos de avaliação individuais na área de modelação.

Resultados obtidos na modelação de dispersão de odor (Cenário base e Cenário Conservador)

A **Figura 1.6** e a **Figura 1.7**, respectivamente, ilustram o resultado da dispersão de odores para as concentrações de odor esperadas no percentil 98 na área de influência directa (AID) do aterro de KaTembe considerando um cenário base (considerando o valor médio das taxas de emissão) e um cenário conservador (considerando o valor superior das taxas de emissão), representando as linhas de igual concentração de 0,5 ouE/m³ – 1,0 ouE/m³ -1,5 ouE/m³ - 2,0 ouE/m³ - 3,0 ouE/m³ e 4,0 ouE/m³ até ao valor máximo, valor este que ocorre no interior das células do aterro.

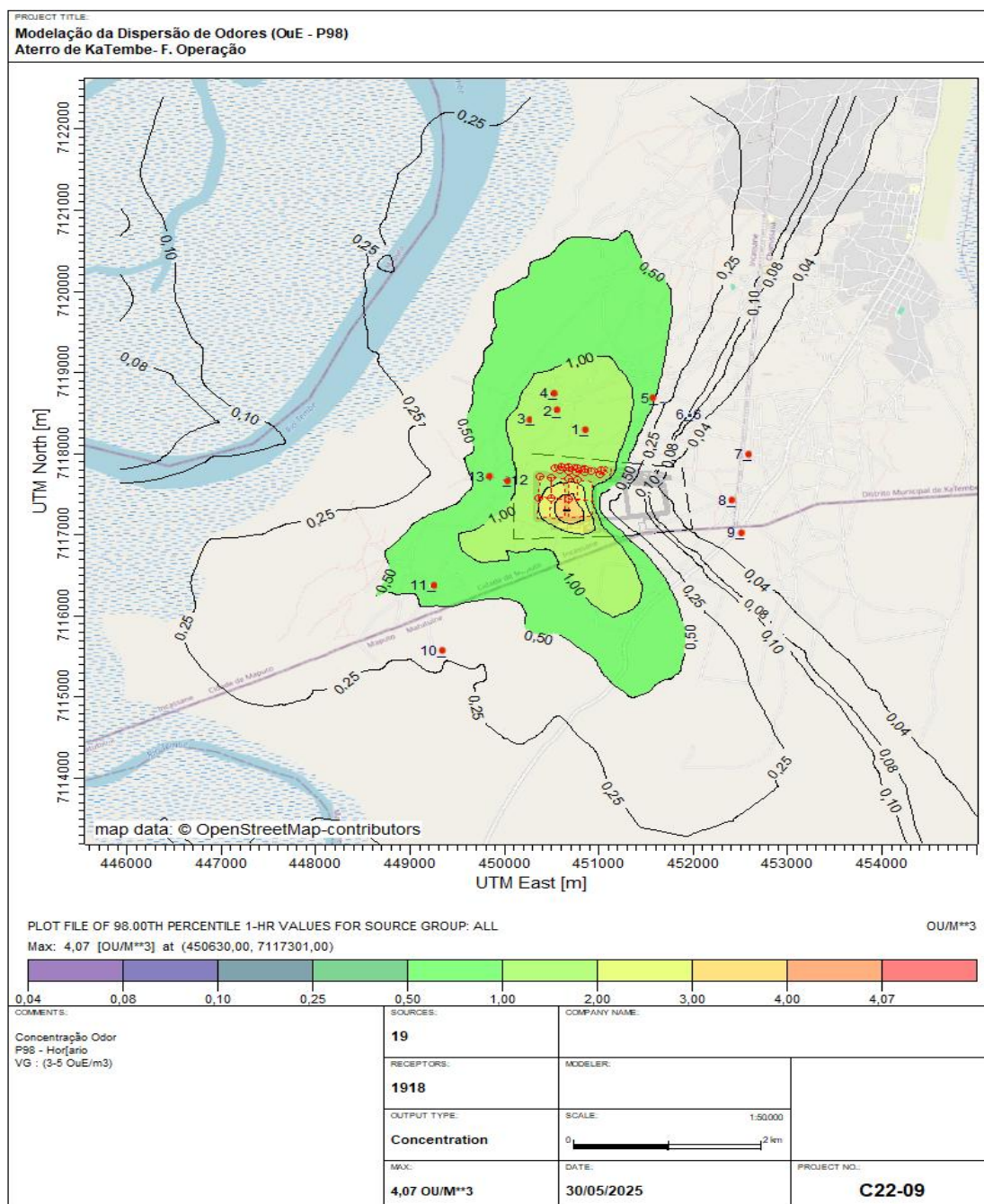


Figura 1.6– Resultados da modelação de dispersão de odores (cenário base)

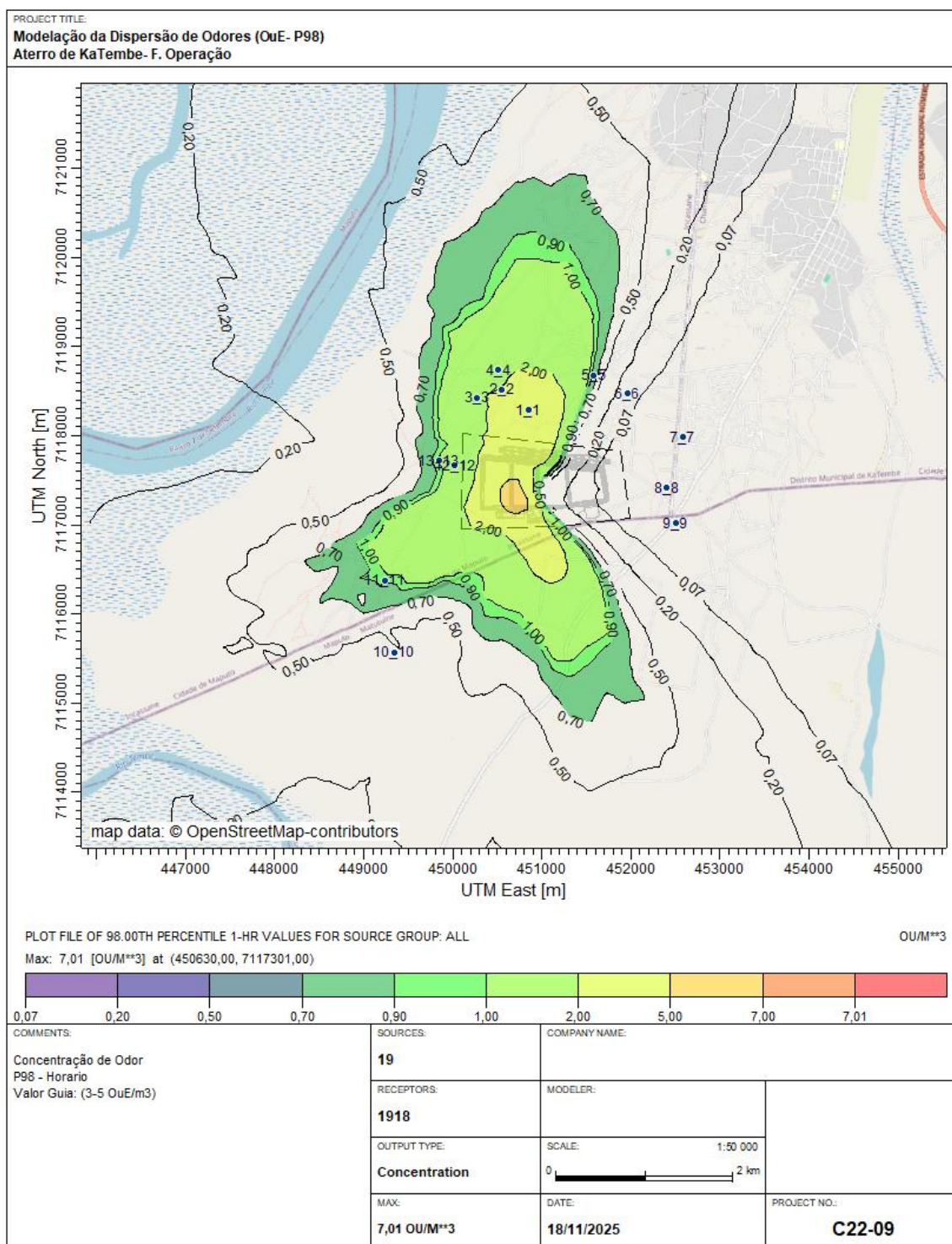


Figura 1.7 - Resultados da modelação de dispersão de odores (cenário Conservador)

Avaliação das concentrações de odor junto aos receptores sensíveis existentes

Da análise dos resultados devolvidos pelo modelo de dispersão aplicado, prevê-se que as habitações dispersas situadas na envolvente do Aterro (ver **Figura 1.4**) possam ser expostas a uma gama de concentração de odores compreendida entre um mínimo de 0,002 (<0,1) ouE/m³ (R7) a

um máximo de 1,7 ouE/m³ (R1) considerando um cenário base e entre um mínimo de 0,003 (<0,1) ouE/m³ (R7) a um máximo de 2,8 ouE/m³ (R1) considerando um cenário conservador.

Tabela 1.10 – Concentrações de Odor junto aos receptores sensíveis mais próximos

Receptor ID	Distância ao aterro (m)	CENÁRIO BASE Conc. Odor (C98-1h)	CENÁRIO CONSERVADOR Conc. Odor (C98-1h)	Unidades	Coordenadas UTM	
					X (m)	Y (m)
R1 – Habitação	611	1,736	2,796	OuE/m ³	450851,31	7118288,01
R2 – Habitação	807	1,366	2.092	OuE/m ³	450550,06	7118520,56
R3– Habitação	708	1,222	1,801	OuE/m ³	450275,24	7118425,43
R4– Habitação	1022	1,218	1,797	OuE/m ³	450507,78	7118737,24
R5 – Habitação	1081	0,523	0,832	OuE/m ³	451580,65	7118679,11
R6 – Habitação	954	0,0973	0,131	OuE/m ³	451961,17	7118472,99
R7 – Habitação	1015	0,002	0,003	OuE/m ³	452579,52	7117986,77
R8 – Habitação	713	0,007	0,010	OuE/m ³	452806,78	7117040,74
R9 – Habitação	850	0,013	0,016	OuE/m ³	451358,68	7115624,35
R10 – Habitação	1959	0,287	0,460	OuE/m ³	449339,79	7115571,50
R11 – Habitação	1394	0,558	0,904	OuE/m ³	449234,09	7116374,83
R12 – Habitação	346	0,824	1,220	OuE/m ³	448515,32	7116348,40
R13 – Habitação	532	0,694	1,006	OuE/m ³	448531,17	7116876,91

As concentrações mais elevadas estão compreendidas entre os 1 a 2,8 OuE/m³ pelo que não é esperada qualquer resposta negativa dos receptores em relação ao incómodo potencialmente gerado pela operação do aterro junto aos receptores situados a norte do Aterro. O modelo sugere também que nas restantes localizações avaliadas as concentrações máximas de odor são inferiores a 1-2 ouE/m³. Assim, considerando as condições típicas de estabilidade atmosférica, de velocidade e direcção do vento prevalentes na região de inserção do aterro de KaTembe e assumido a implementação de medidas de controlo na fase de operação do aterro, as ocorrências de reclamações devido a incómodos causados pelo odor serão pouco prováveis ou mesmo inexistentes.

Apesar das concentrações reduzidas de odor esperadas, é aconselhável que se evite um uso permanente da terra para fins residenciais no espaço de, pelo menos, 200 metros da linha de delimitação das células do aterro para evitar qualquer futura resposta negativa ou reclamação de potenciais receptores sensíveis existentes e se adoptem um conjunto de medidas integradas de mitigação e controlo de odores.

Avaliação das concentrações de odor junto aos receptores sensíveis existentes

Da análise dos resultados devolvidos pelo modelo de dispersão aplicado, prevê-se que as habitações dispersas situadas na envolvente do Aterro (ver **Figura 1.4**) possam ser expostas a uma gama de concentração de odores compreendida entre um mínimo de 0,002 (<0,1) ouE/m³ (R7) a um máximo de 1,7 ouE/m³ (R1).

Tabela 1.11 – Concentrações de Odor junto aos receptores sensíveis mais próximos

Receptor ID	Distância ao aterro (m)	Concentração Odor (C98-1h)	Unidades	Coordenadas UTM	
				X (m)	Y (m)
R1 – Habitação	611	1,736	OuE/m ³	450851,31	7118288,01
R2 – Habitação	807	1,366	OuE/m ³	450550,06	7118520,56
R3– Habitação	708	1,222	OuE/m ³	450275,24	7118425,43
R4– Habitação	1022	1,218	OuE/m ³	450507,78	7118737,24
R5 – Habitação	1081	0,523	OuE/m ³	451580,65	7118679,11
R6 – Habitação	954	0,0973	OuE/m ³	451961,17	7118472,99
R7 – Habitação	1015	0,002	OuE/m ³	452579,52	7117986,77
R8 – Habitação	713	0,007	OuE/m ³	452806,78	7117040,74
R9 – Habitação	850	0,013	OuE/m ³	451358,68	7115624,35
R10 – Habitação	1959	0,287	OuE/m ³	449339,79	7115571,50
R11 – Habitação	1394	0,558	OuE/m ³	449234,09	7116374,83
R12 – Habitação	346	0,824	OuE/m ³	448515,32	7116348,40
R13 – Habitação	532	0,694	OuE/m ³	448531,17	7116876,91

As concentrações mais elevadas estão compreendidas entre os 1 a 2 OuE/m³ pelo que não é esperada qualquer resposta negativa dos receptores em relação ao incómodo potencialmente gerado pela operação do aterro junto aos receptores situados a norte do Aterro. O modelo sugere também que nas restantes localizações avaliadas as concentrações máximas de odor são inferiores a 1 ouE/m³. Assim, as ocorrências de reclamações devido a incómodos causados pelo odor serão pouco prováveis ou mesmo inexistentes.

Apesar das concentrações reduzidas de odor esperadas, é aconselhável que se evite um uso permanente da terra para fins residenciais no espaço de, pelo menos, 200 metros da linha de delimitação das células do aterro para evitar qualquer futura resposta negativa ou reclamação de potenciais receptores sensíveis existentes e se adoptem um conjunto de medidas integradas de mitigação e controlo de odores.

Controlo de Odores em Aterros Sanitários

As soluções para o controlo de odores em aterros com vista à protecção da população assentam essencialmente: No estabelecimento de uma área de segurança na envolvente do aterro (Buffer/área de protecção) e em recorrer às melhores técnicas disponíveis ao nível da construção, exploração e encerramento do aterro (ATSDR, 2001; Casey et al., 2008; EPAV, 2011).

As melhores técnicas de gestão de aterro incluem: valorização orgânica dos resíduos; a captação de biogás por meio da implementação de uma rede de poços com posterior queima ou valorização de biogás; Implementação de um sistema de tratamento de lixiviados; realizar uma rápida e adequada cobertura de resíduos expostos (diária); proceder, logo que possível, com a

impermeabilização final das células do aterro e realizar a monitorização regular do sistema de cobertura do aterro e dos possíveis pontos de fuga de biogás. Mais detalhadamente:

Área de segurança envolvente - A área de segurança baseia-se numa zona envolvente ao aterro na qual não se deve desenvolver qualquer actividade que potencie a exposição de população ao odor. O ideal é que estas áreas sejam ocupadas por espécies florestais, que permitem um efeito de barreira e ocultação da fonte de odor. De acordo com a Directiva de Implementação e Exploração de Aterros Sanitários em Moçambique, 2010 as zonas/empreendimentos/aglomerados residenciais consolidados não devem estar localizados a menos de 500 m da vedação do aterro. Casas individuais e outras instalações **não podem** estar localizadas a menos de 200 m da vedação do aterro.

Desvio de resíduos orgânicos do aterro. A valorização orgânica, por exemplo via compostagem, é uma alternativa à deposição de resíduos orgânicos em aterro, o que inevitavelmente resultará numa redução da emissão de odor.

Captura de Biogás. Implementar uma rede de poços de biogás associada a um eficiente sistema de exaustão forçada permite que a maioria do biogás produzido seja conduzida ao sistema de queima ou valorização. Devido à exaustão forçada, cada poço de recolha cria uma área de influência no aterro, na qual existe uma força de sucção que conduz o biogás às canalizações de recolha, evitando a sua fuga. A eficiência deste sistema é um dos pontos mais importantes na operação do aterro em relação ao controlo de odores.

Queima ou valorização energética de biogás. Esta medida permite reduzir a emissão de GEE e permite a oxidação quase total dos compostos odorantes (ATSDR, 2001).

Planeamento adequado da recolha de resíduos. Um plano de recolha de resíduos adequado permite que os camiões cheguem ao aterro ordenadamente, evitando a acumulação dos mesmos para a descarga. Esta medida permite que as operações de descarga, espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos sejam realizadas progressivamente, o que permite um maior controlo da área de resíduos exposta à atmosfera.

Rápida e adequada cobertura dos resíduos. Como uma das principais fontes de odor em aterro, os resíduos devem ser cobertos o mais rápido possível após a sua compactação. Esta medida é uma das acções mais básicas no controlo de odores mas de extrema importância, evitando também a presença de aves, roedores e de insectos. Para além da cobertura diária, deve ser logo que possível aplicada a cobertura final de cada célula do aterro o que diminuirá a infiltração de água da chuva no aterro e permite o reforço do controlo de odores. As coberturas diárias actuam como barreiras. A cobertura final destina-se à impermeabilização do aterro pelo que actuará essencialmente como barreira física à libertação de biogás.

Monitorização de coberturas e possíveis pontos de fuga de biogás. A verificação das coberturas e a monitorização dos sistemas de recolha de biogás e lixiviados permite identificar imperfeições no isolamento, as quais são responsáveis por emissões fugitivas.

As medidas de controlo concebidas permitem uma diminuição considerável dos níveis de exposição a odores nos receptores mais próximos do aterro investigado. A modelação de dispersão de odores

foi realizada considerando a distribuição das emissões de odores ao longo de um ano, que é o tempo de referência considerado os cenários simulados. No cenário de projecto, as concentrações horárias de odor resultaram sistematicamente inferiores a 5 ouE/m³ e, portanto, abaixo do limite considerado “inaceitável” segundo os critérios de projecto acima enunciado. As isolinhas das concentrações de odores são influenciadas principalmente pelas condições meteorológicas. Tendo em conta que a localização do aterro está afastada de áreas residenciais consolidadas, considerando a aplicação das medidas de controlo sugeridas e ponderando as concentrações expectáveis de odor devolvidas na modelação da dispersão de odor realizada, pode concluir-se que os potenciais incómodos causados pelo odor sejam pouco prováveis ou mesmo inexistentes.

O impacto sobre a qualidade do ar devido a um aumento de odores resultante da operação do aterro é classificado como *negativo, directo, provável, de longa duração, extensão local* e de média *intensidade* resultando num impacto com média *significância*. Com a implementação das medidas de mitigação essenciais acima enumeradas os impactos residuais do odor na área de influência directa do aterro sanitário de KaTembe serão de baixa intensidade reduzindo o impacto para baixa significância.

Impacto QA2: Geração de odores resultantes da operação diária do Aterro de KaTembe

Principais Medidas de Minimização:

- Estabelecer uma zona de protecção Total e Parcial em torno dos limites do aterro (vedação) para evitar a presença de receptores sensíveis (habitações) a longo prazo que possam ser afectados durante a fase de operação desta infraestrutura. A fiscalização pelo município de KaTembe deverá garantir que a densidade habitacional da Zona de Protecção Parcial se manterá reduzida conforme estipulado na Proposta de Zoneamento Funcional aprovado pela CMM. Implementar uma barreira física, nomeadamente uma cortina de árvores em redor do perímetro exterior do Aterro. A cortina de árvores pode ser composta espécies nativas ou eucaliptos estes últimos excelentes sumidouros de carbono, crescem muito rapidamente e podem ser usados como lenha. A cortina de árvores será localizada com o objectivo de controlar odores, mas também para reduzir a visibilidade.
- Realizar a separação e valorização de resíduos orgânicos (através de unidades de compostagem) de modo a diminuir a quantidade de resíduos orgânicos a serem depositados no aterro.
- Os resíduos a serem recebidos no aterro devem ser inspeccionados para garantir que cumprem os requisitos de licenciamento para o aterro, ou seja, só devem ser autorizados resíduos pré-aprovados para deposição em aterro.
- Cobrir os resíduos recebidos logo que possível. Cobrir progressivamente os resíduos depositados diariamente com uma espessura adequada de material de cobertura diária (solos e/ou areia). A espessura da cobertura deve ser adequada para o material utilizado, por exemplo, para evitar a geração de lixiviados e a libertação de odor.
- Garantir que as áreas de células activas são suficientemente grandes para permitir que os resíduos sejam depositados e compactados de forma segura e para permitir que os resíduos recebidos sejam imediatamente depositados (para evitar que os camiões esperem no local ou ao longo da rede rodoviária).
- Garantir que a área de depósito activa da célula operacional é limitada em tamanho, de modo que a área descoberta seja minimizada tanto quanto possível.
- Implementar o sistema de cobertura final nas células preenchidas com resíduos logo que tecnicamente viável. O sistema de cobertura/impermeabilização deve ser regularmente inspeccionado quanto a defeitos e mantido regularmente, conforme necessário.
- Os solos de cobertura que compõem a camada final do sistema de cobertura definitivo devem ser adequados para evitar danos ao sistema de cobertura e ser aptos para futuras actividades de reabilitação da vegetação.
- Garantir que todas as áreas onde se concluiu a deposição de resíduos são impermeabilizadas logo que for considerado seguro fazê-lo.
- Garantir que são instalados sistemas de recolha de gases de aterro como preconizado em projecto garantindo uma eficiência elevada de captação dos gases produzidos no aterro.
- Garantir que é instalado um sistema de controlo de queima dos gases de aterro capturados e que este é mantido regularmente.
- Durante a fase de operação do aterro dever-se-á monitorizar mensalmente a emissão de compostos gasosos á superfície das diferentes células do aterro. Os compostos gasosos a monitorizar deverão incluir o CH₄, CO₂, O₂ e H₂S. Após a fase de encerramento, monitorizar semestralmente a emissão dos mesmos compostos gasosos nas diferentes células do aterro.

Impacto QA2: Geração de odores resultantes da operação diária do Aterro de KaTembe

- Durante a fase de operação, monitorizar diariamente as condições climáticas da área de inserção do Aterro nomeadamente das seguintes variáveis climáticas: Temperatura, precipitação, direcção e velocidade do vento, Humidade Relativa e evaporação.
- Monitorizar regulamente (mensalmente) o sistema de captação de gases do aterro (detecção de fugas) para evitar / limitar fugas de biogás para a atmosfera.
- Informar os líderes da comunidade local dos bairros em volta da área do projecto dos objectivos do projecto, suas características e duração.
- O operador do aterro deverá estabelecer procedimentos de recolha de reclamações da comunidade relativas à geração de odores no âmbito do Mecanismo de Diálogo e Reclamações do Projecto na sua fase de operação.

Estas medidas, específicas para a fase de operação, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar – Fase de Operação no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto QA3: Emissão de poluentes resultantes da combustão controlada de biogás

No que diz respeito às emissões de poluentes atmosféricos, um aterro controlado gerará inevitavelmente gases com efeito de estufa como o metano e dióxido de carbono produzido por microrganismos no aterro sob condições anaeróbicas. As transformações do CH₄ e do CO₂ são mediadas por populações microbianas adaptadas ao ciclo de materiais em ambientes anaeróbicos (USEPA, 2008). O gás de aterro é inflamável, tóxico e explosivo em concentrações de 5-15% v/v no ar. O teor de metano no gás de aterro é de cerca de 40% a 60% em volume.

A solução adoptada do projecto do aterro de KaTembe contempla a captura, drenagem e queima biogás por via de uma unidade de combustão controlada (flare). O biogás capturado no aterro poderá ainda ser utilizado para a produção de electricidade, para consumo interno (produção de calor) ou comercialização (venda de biocombustíveis).

Um argumento comum a favor da implementação da produção de energia a partir de resíduos é a redução da dependência dos combustíveis fósseis, o aumento da segurança energética, a diversificação do cabaz energético e a redução das emissões de gases com efeito de estufa. Além da redução das emissões de metano, a utilização dos gases de aterro recuperados como fonte de energia, apresenta o potencial de melhorar a qualidade do ar local e reduzir possíveis riscos para a saúde, destruindo os compostos orgânicos não metânicos e outros gases residuais poluentes presentes no gás de aterro que se não forem recuperados seriam libertados para a atmosfera. Do mesmo modo, a captação e utilização do metano proveniente do gás de aterro em lugar de combustíveis fósseis convencionais gerará menos dióxido de enxofre (chuva ácida), partículas

(problemas de saúde respiratória), óxidos de azoto (ozono local e smog) e vestígios de poluentes atmosféricos perigosos que contaminam o ar [Rajaram et al., 2011]

A captura e combustão controlada do biogás através de uma unidade de queima dedicada permitirá por isso a mitigação dos impactos ambientais associados à emissão de gases de efeito estufa (como o metano) e assegura paralelamente que a área do aterro se torne segura após o seu encerramento. A remoção e combustão dos gases de aterro contribuirá também para a redução de odores do aterro KaTembe e diminuirá consideravelmente os riscos de incêndio e explosão associados ao metano. Contudo é importante referir que a combustão da fracção dos gases de aterro recuperados (biogás) para além de gerar CO₂ e vapor de água, libertará outros poluentes, **nomeadamente monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogénio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (PM)**, no entanto, estas emissões são claramente contrabalançadas pelos benefícios acima descritos [Rajaram et al., 2011].

Emissões de poluentes atmosféricos provenientes da combustão de biogás no sistema de queima controlado do aterro

Num sistema de queima controlado, o biogás é misturado com ar num processo de combustão a alta temperatura. O objectivo deste sistema de queima é o de eliminar o metano e outros compostos orgânicos voláteis presentes no biogás, de forma segura reduzindo o risco de explosão, a geração de odores eliminando riscos para a saúde e impactos ambientais adversos [Rajaram et al., 2011].

O sistema de queima implementado deverá garantir a combustão total do metano, minimizando a libertação de metano e de outros produtos de oxidação incompleta (como por exemplo, o monóxido de carbono, óxidos de azoto e óxidos de enxofre) [Rajaram et al., 2011].

O sistema queima controlada baseado em flares é amplamente utilizado como uma opção de eliminação de biogás ambientalmente aceitável. A queima também pode ser usada como um dispositivo de backup para operações programadas e não programadas de operação e manutenção de equipamentos ou em casos de longos períodos de inactividade, ou como uma emergência em caso de acidentes envolvendo a libertação de metano [Conestoga-Rovers, 2004].

Um dos sistema de combustão mais utilizado em aterros sanitários são os sistemas de flare de tambor fechado, no entanto todos estes sistemas compartilham os mesmos componentes básicos, nomeadamente: Um dispositivo anti-chama para evitar o flashback de uma chama para o tubo de alimentação de combustível. Queimador para mistura controlada de combustível e ar. Sistema de ignição para proporcionar uma ignição segura e controlada do biogás. Detecção de chama para determinar que ocorreu ignição e que o queimador está em modo operacional.



Figura 1.8 – Sistema de combustão controlado

Os factores de emissão predefinidos para os poluentes acima referidos são derivados da combustão controlada de biogás a partir de dispositivos de queima e podem ser encontrados na literatura especializada, como a publicada pela (USEPA, 2008). A emissão de SO_2 é calculada com base nas equações 3, 4 e 7, propostas pela *EPA-42, Capítulo 2.4 - Factores de emissão para a eliminação de resíduos sólidos em aterros Sanitários*. A **Tabela 1.12** apresenta a estimativa das emissões anuais de poluentes atmosféricos assumindo uma combustão da totalidade de biogás recolhido entre 2031 e 2064. A taxa de geração de poluentes atmosférico via combustão controlada é função da taxa anual de recuperação de biogás recuperado tendo esta sido estimada em sede de projecto no documento *Feasibility Study, Use of Biogás* (TPF/GOPA INFRA, 2024).

Tabela 1.12– Emissões anuais de poluentes provenientes da combustão do Biogás.

Ano	RSU Admitidos	RSU Depositados	Recuperação de Biogás (LFG)	NO2 (kg/ano)	CO (kg/ano)	PM (kg/year)	SO2 (kg/year)
	(ton/year)	(ton)	m3	(631 kg/1,0E+6 m3 LFG)	(737 kg/1,0E+6 m3 LFG)	(238 kg/1,0E+6 m3 LFG)	Eq.(3,4,7) EPA-42 chp. 2.4
2031	686 760	3 685 424	4 708 000	1 485	1 735	560	610
2032	709 453	4 372 184	4 553 000	1 436	1 678	542	590
2033	732 926	5 081 638	4 402 000	1 389	1 622	524	570
2034	757 256	5 814 564	4 257 000	1 343	1 569	507	552
2035	782 468	6 571 820	8 576 000	2 706	3 160	1 021	1 111
2036	808 579	7 354 289	8 293 000	2 616	3 056	987	1 074
2037	835 586	8 162 868	8 019 000	2 530	2 955	954	1 039
2038	863 548	8 998 454	7 754 000	2 446	2 857	923	1 005
2039	892 560	9 862 002	12 580 000	3 969	4 636	1 497	1 630
2040	922 669	10 754 562	12 164 000	3 838	4 482	1 448	1 576
2041	953 933	11 677 231	11 762 000	3 711	4 334	1 400	1 524
2042	986 411	12 631 164	15 718 000	4 959	5 792	1 870	2 037
2043	1 020 149	13 617 575	15 199 000	4 795	5 601	1 809	1 969
2044	1 042 927	14 637 724	14 696 000	4 637	5 415	1 749	1 904
2045	1 066 343	15 680 651	26 325 000	8 306	9 701	3 133	3 411
2046	1 090 432	16 746 994	26 625 000	8 400	9 811	3 168	3 450
2047	1 115 239	17 837 425	25 745 000	8 123	9 487	3 064	3 336
2048	1 140 787	18 952 664	24 894 000	7 854	9 173	2 962	3 225
2049	1 167 089	20 093 452	24 071 000	7 594	8 870	2 864	3 119
2050	1 194 180	21 260 540	23 275 000	7 343	8 577	2 770	3 016
2051	1 199 843	22 454 720	22 506 000	7 101	8 293	2 678	2 916
2052	1 205 524	23 654 563	21 762 000	6 866	8 019	2 590	2 820
2053	---	24 860 087	21 762 000	6 866	8 019	2 590	2 820
2054	---	24 860 087	21 043 000	6 639	7 754	2 504	2 726
2055	---	24 860 087	20 347 000	6 419	7 498	2 421	2 636
2056	---	24 860 087	19 675 000	6 207	7 250	2 341	2 549
2057	---	24 860 087	19 024 000	6 002	7 010	2 264	2 465
2058	---	24 860 087	18 396 000	5 804	6 779	2 189	2 383
2059	---	24 860 087	17 788 000	5 612	6 555	2 117	2 305
2060	---	24 860 087	17 200 000	5 427	6 338	2 047	2 229
2061	---	24 860 087	16 631 000	5 247	6 129	1 979	2 155
2062	---	24 860 087	13 703 000	4 323	5 050	1 631	1 775
2063	---	24 860 087	13 250 000	4 180	4 883	1 577	1 717
2064	---	24 860 087	12 812 000	4 042	4 721	1 525	1 660

Com base nas emissões anuais de poluentes atmosféricos acima referidas, pode concluir-se que, durante a operação do aterro, deverá ocorrer apenas um ligeiro aumento das concentrações de poluentes atmosféricos na envolvente da área de implementação do projecto.

Serão emitidos para a atmosfera 1,5 ton/ano de dióxido de azoto em 2031, atingindo um máximo de 8,4 ton/ano em 2046. Prevê-se também que o dióxido de enxofre varie entre 0,6 ton/ano (2031) a um máximo de 3,4 toneladas/ano em 2046, o ano pico das emissões.

Estas taxas de emissão de poluentes provenientes da unidade de queima são reduzidas o que permitirá uma boa diluição destes gases emitidos na atmosfera não sendo por isso expectável um

aumento significativo da concentração destes poluentes na envolvente local ao nível do solo como se pode verificar pelos resultados apresentado na tabela e figura abaixo.

A **Tabela 1.13** ilustra as concentrações máximas devolvidas pelo modelo AERMOD resultantes da combustão controlada de biogás no ano de maior captação e de combustão de biogás do Aterro de KaTembe (ano de 2046, pico das emissões).

Tabela 1.13 - Concentrações máximas de produtos de Combustão de biogás

Período de Integração (Poluente Gasoso)	Rank	Concentração Máxima	Unid.	% Valor Limite (Decreto-Lei 67/2010) (Valor-Limite)	X (m)	Y (m)
CO - Concentração de CO (ug/m3) : Combustão controlada de biogás (Queimador)						
1-HR	1ST	24,9	ug/m ³	0,08% - (30 000)	450430	7117101
8-HR	1ST	10,5	ug/m ³	0,11% - (10 000)	450530	7117301
ANUAL	N/A	1,2	ug/m ³	---	450630	7117301
NO2 - Concentração de NO2 (ug/m3) : Combustão controlada de biogás (Queimador)						
1-HR	1ST	21,3	ug/m ³	11,2% - (190)	450430	7117101
24-HR	1ST	9,0	ug/m ³	---	450530	7117301
ANUAL	N/A	1,0	ug/m ³	10,5% - (10)	450630	7117301
SO2 - Concentração de SO2 (ug/m3) : Combustão controlada de biogás (Queimador)						
1-HR	1ST	8,7	ug/m ³	1,1% - (800)	450430	7117101
24-HR	1ST	3,7	ug/m ³	3,7% - (100)	450530	7117301
ANUAL	N/A	0,4	ug/m ³	1,1% - (40)	450630	7117301
PTS - Concentração de PTS (ug/m3) : Combustão controlada de biogás (Queimador)						
24-HR	1ST	3,4	ug/m ³	2,3% - (150)	450530	7117301
ANUAL	N/A	0,4	ug/m ³	0,7% - (60)	450630	7117301

As figuras abaixo ilustram a distribuição das concentrações destes vários poluentes na área envolvente ao local de implantação do aterro de KaTembe.

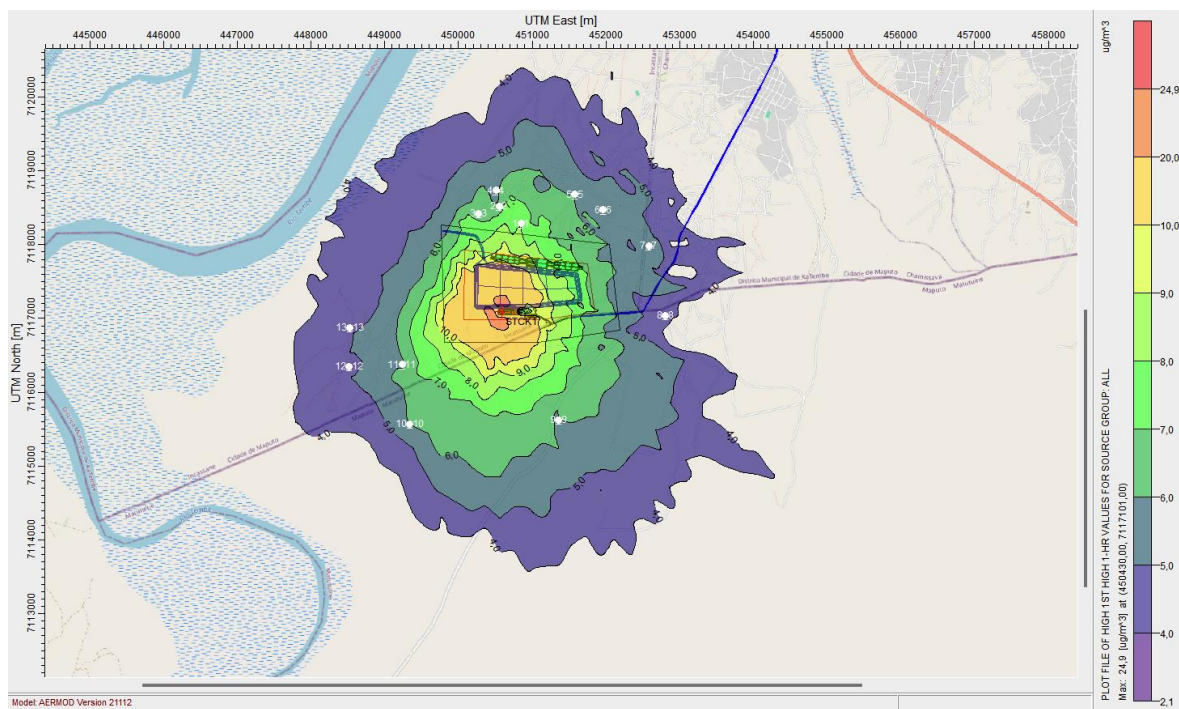


Figura 1.9 – Dispersão de Gases de combustão ([CO, Max.] = 24,9 ug/m³, base horária)

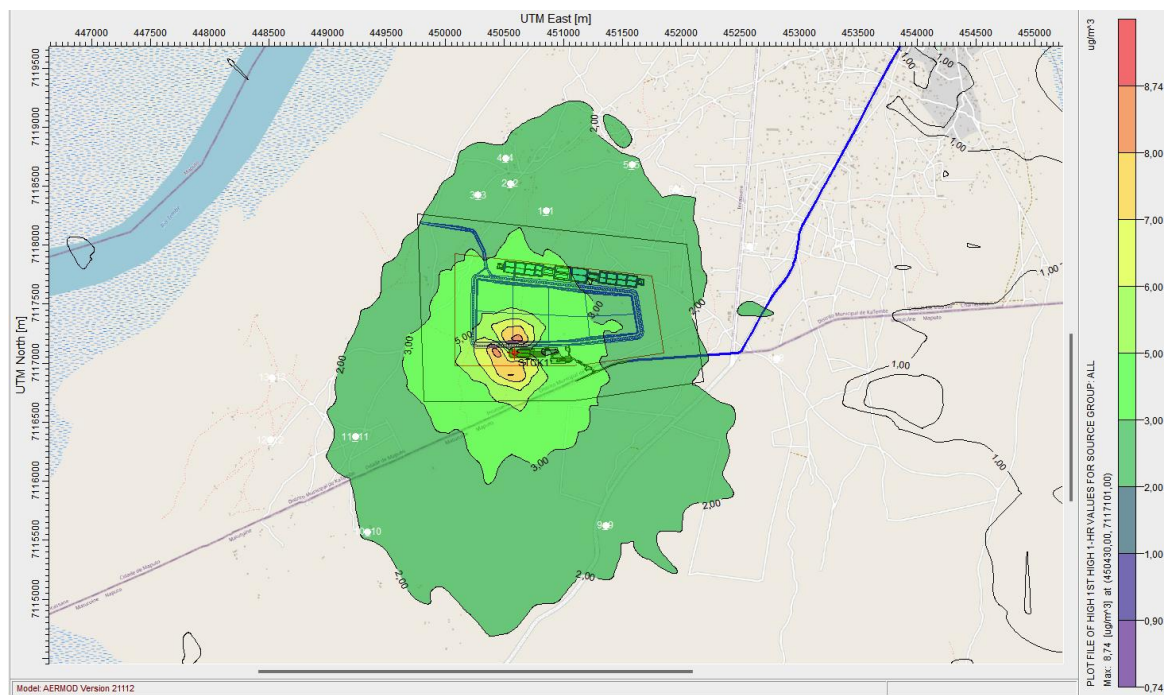


Figura 1.10 – Dispersão de Gases de combustão ([SO₂, Max.] = 8,74 ug/m³, base horária)

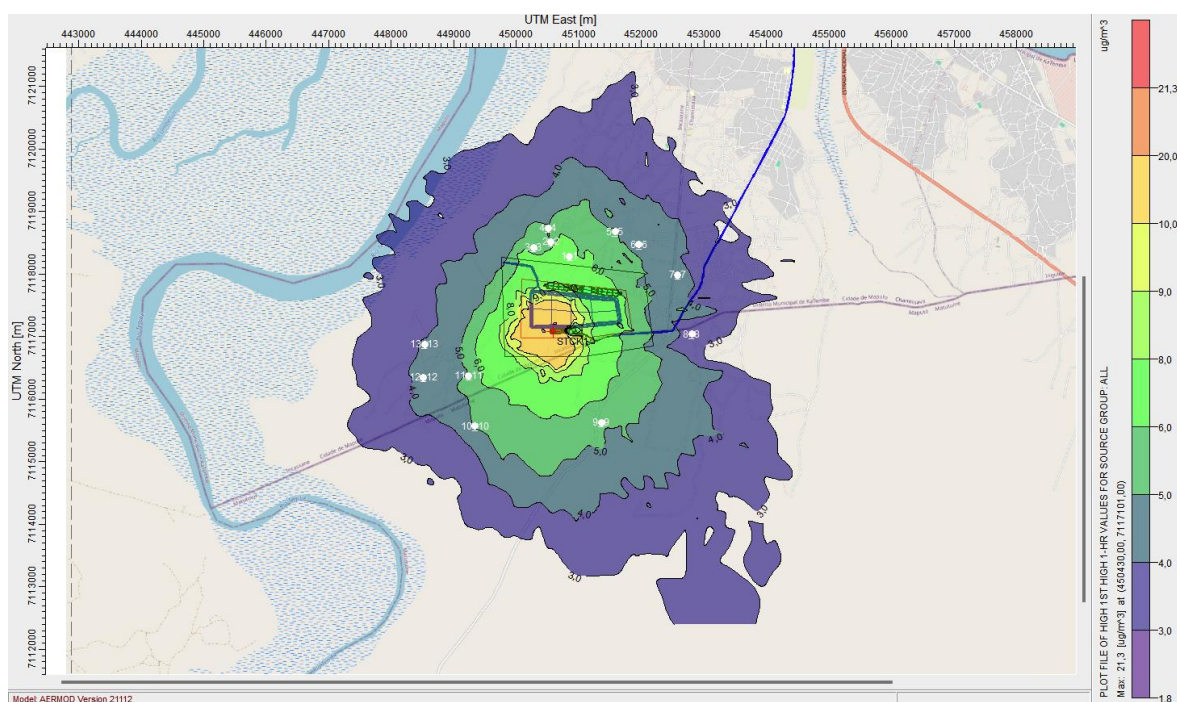


Figura 1.11 – Dispersão de Gases de combustão ([NO₂, Max]. = 21,3 ug/m³, base horária)

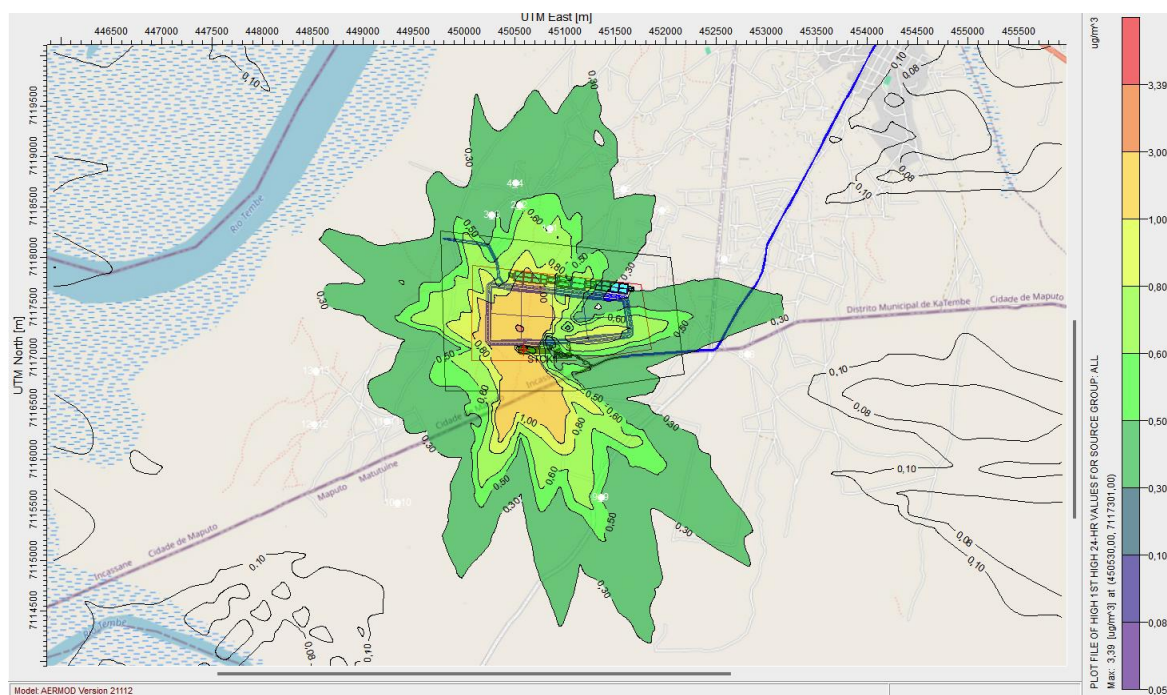


Figura 1.12 – Dispersão de Gases de combustão ([SO₂ Max] = 3,39 ug/m³, base 24 horas)

Da análise das concentrações máximas resultantes da combustão de biogás (Tabela 1.13, acima), verifica-se que estas serão efectivamente reduzidas, com os valores máximos de cada poluente a concentrar-se no interior da área do aterro nas coordenadas indicadas na tabela acima. Verifica-se que não são ultrapassados os valores limite definidos pela legislação nacional em vigor nomeadamente o Decreto Lei nº 67/2010.

Uma análise individualizada por poluente permite verificar que as concentrações estimadas de Monóxido de Carbono são negligenciáveis uma vez que se apresentam inferiores a 0,2 % dos valores limite estipulados legalmente em base horária (30 000 ug/m³) e da média de 8 horas (10 000 ug/m³). As concentrações resultantes de material particulado e de óxidos de enxofre são também muito reduzidas não ultrapassando os 4% em termos de média diária e ainda mais reduzidas quando se considera o período de integração como média aritmética anual.

O poluente gasoso mais relevante na combustão de biogás é o dióxido de azoto, cujas concentrações máxima estimada é inferior a 12% do valor limite numa base horária (190 ug/m³) e a 11% do valor limite anual estipulado em 10 ug/m³.

Importa ainda enfatizar que a modelação da dispersão de poluentes resultantes da combustão do biogás foi realizada para o ano de maior intensidade (2046) pelo que no restante período de actividade do aterro as concentrações destes produtos de combustão de biogás serão forçosamente mais reduzidas.

Tendo em conta as emissões previstas de poluentes durante a fase de funcionamento do aterro, o impacto global na qualidade do ar estará associado à libertação de poluentes atmosféricos (gases de combustão) na área envolvente ao aterro sendo este impacto classificado como *negativo, directo*, provável, de longa duração, com uma extensão *local* mas de *baixa* intensidade, resultando *num impacto de baixa significância*. O impacto residual resultante é classificado como de baixa significância.

Impacto QA3: Emissão poluentes resultantes da combustão controlada de biogás

Principais Medidas de Minimização:

- Garantir que é implementado o sistema controlado de queima de biogás capturado (incinerador) conforme definido em projecto.
- Garantir que o sistemas de combustão do incinerador cumpre as especificações da concepção e que os equipamentos seleccionados apresentam elevadas taxas de combustão do biogás recolhido em aterro.
- Implementar todos os procedimentos de manutenção regular ao sistema de combustão controlada conforme as especificações do fabricante.
- Estas medidas, específicas para a fase de operação, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar – Fase de Operação no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	5	Muito Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto QA4: Redução do passivo ambiental da Lixeira de Hulene

Espera-se que com criação de condições adequadas para a eliminação de resíduos sólidos e a adopção das melhores práticas de eliminação de resíduos sólidos induzidas pela construção e

operação do aterro sanitário de KaTembe sejam produzidos impactos significativamente positivos quer no município de KaTembe como também na cidade de Maputo. Com efeito, através da implementação do projecto de construção e operação do Aterro de KaTembe contribuir-se-á para a eliminação dos riscos actuais sobre a saúde pública e também para mitigar o passivo ambiental associado a uma gestão de resíduos ineficaz que ocorre actualmente na lixeira de Hulene em Maputo. Em Hulene, a presença de resíduos sólidos urbanos expostos aos elementos, sem cobertura adequada gera actualmente sérios problemas de poluição ambiental da qual se destaca a poluição do ar e da água, com a potencial ocorrência de episódios de combustão espontânea dos resíduos de uma forma não controlada e que por isso conduz à geração e emissão de poluentes atmosféricos nocivos nomeadamente de partículas, metais pesados, dioxinas e furanos o que representa um risco significativo para a saúde da população de Maputo.

Com a implementação do aterro de KaTembe e a consequente fecho da lixeira de Hulene, reduzir-se-ão os riscos para a saúde da população de Maputo e paralelamente eliminar-se-á o passivo ambiental associado à lixeira de Hulene através de uma redução significativa da poluição do solo, da água e do ar, o que se traduz num claro impacto positivo, que pode ser classificado como directo, de extensão local, de longa duração, definitivo e de alta significância.

Impacto QA4: Redução do passivo ambiental da Lixeira de Hulene				
Principais Medidas de Potenciação				
— N/A.				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Positivo		Positivo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Alta	3
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Alta	7	Alta	7
Probabilidade	Definitivo		Definitivo	
Significância	Alta		Alta	
Confiança	Alta		Alta	

1.4.3 Ambiente Sonoro

Impacto AS1: Aumento dos níveis de ruído resultantes da operação do aterro e transporte de resíduos

A solução do projecto seleccionada para gestão de RSU prevê a recolha de RSU e tratamento dos resíduos sólidos urbanos recolhidos num único aterro impermeabilizado. Propõe-se o isolamento dos resíduos sólidos do ambiente através da deposição controlada de RSU como meio eficaz para proteger as comunidades circundantes, o solo, as águas subterrâneas, as águas superficiais e a atmosfera. Estima-se que este aterro tenha uma vida útil superior a 30 anos. Com base nos critérios e pressupostos definidos, foi estipulada uma área de 60 hectares disponível para a eliminação controladas de RSU. A construção do aterro incluirá várias infra-estruturas adicionais, nomeadamente:

- Uma estrada de acesso ao aterro (Estrada de Acesso ao Aterro de KaTembe previamente avaliado);
- A construção de 8 células para depósitos de RSU;
- Portaria e edifício de operação;
- Vias de acesso interno;
- Lagoas para tratamento de águas lixiviantes;
- Sistemas de captação e incineração de biogás;
- Abastecimento de água e drenagem de águas residuais e pluviais;
- Instalações eléctricas.
- Vedação e áreas Verdes.

O aterro ocupará uma área total de aproximadamente 77 ha, sendo uma infra-estrutura dinâmica que crescerá em área ao longo da sua vida útil em conformidade com a ocupação das diferentes células de resíduos:

Tabela 1.14– Área do aterro de KaTembe

Área Total do Aterro	Célula 1 a Célula 8
Área de deposição Total (77 ha)	7,15 ha - 7,95 ha

Fonte: Dados base projectista, 2024.

Do ponto de vista do ambiente sonoro, a solução adoptada localiza o aterro mais longe de qualquer aglomerado populacional consolidado, pelo que a localização actual do aterro é a solução preferível, partindo do princípio de que uma zona de protecção em torno do aterro é preservada para evitar a presença de receptores sensíveis a longo prazo.

A figura abaixo representa a localização proposta do aterro, a localização das habitações dispersas e as Zonas de Protecção Total de 200 metros e a Zona de Protecção Parcial de 500 metros do aterro para referência visual.

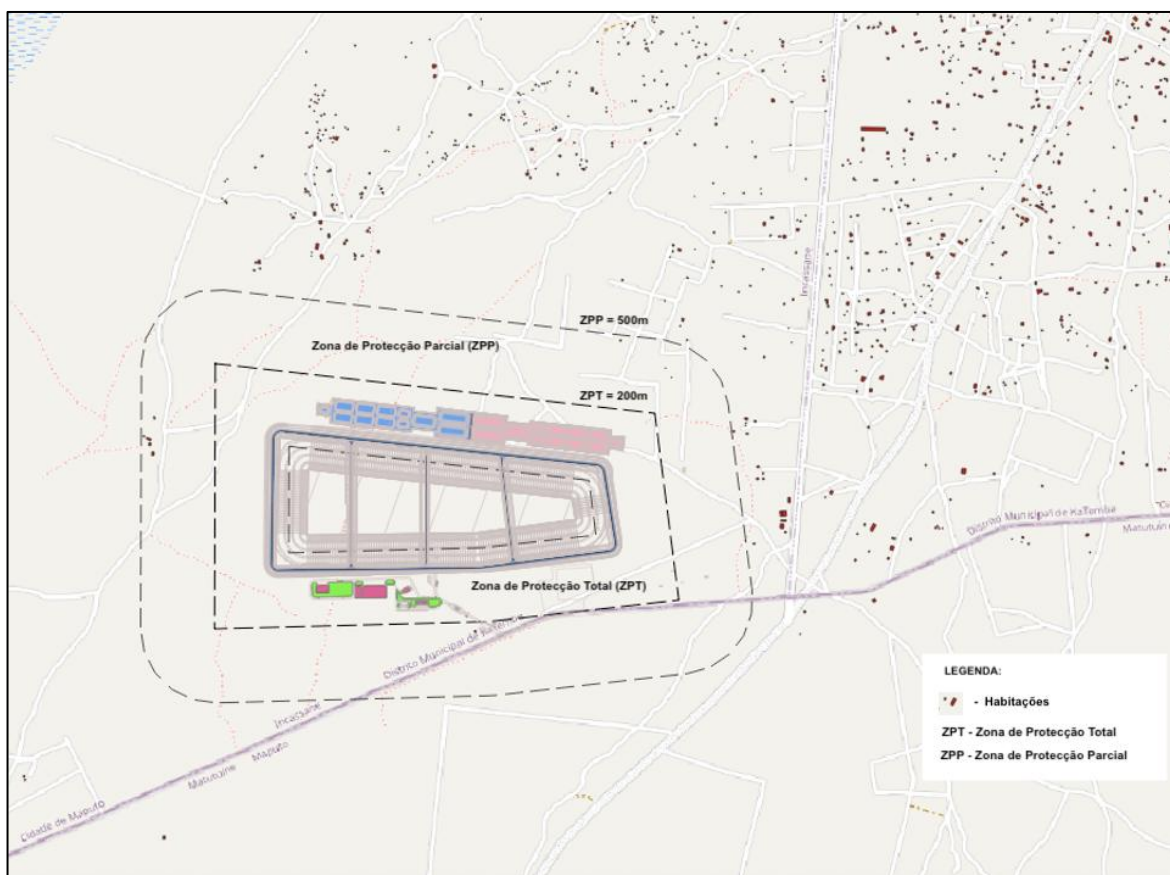


Figura 1.13– Localização do aterro e Zonas de Protecção

Avaliação do ruído gerado na envolvente do Aterro de KaTembe

No interior dos limites do aterro irão ocorrer actividades associadas à deposição, nivelamento e compactação de RSU prevê-se por isso que ocorra um aumento dos níveis de ruído induzidos pelos equipamentos que operarão no interior do aterro nomeadamente: escavadoras, tractores de pá frontal, camiões basculantes (dozers) e compactadores de resíduos.

Tabela 1.15 – Características Sonoras de Equipamentos de manuseamento de Resíduos

Tipo Equipamento	Nº Unidades	Potência Sonora (Lwa)	Potência Sonora Equivalente (LWA)
Pá Carregadora Frontal	2	105	108
Escavadora Rodas	2	112	115
Camião Basculante	2	115	118
Compactador	1	105	105

Fonte: TPF e Ove Arup & Partners, 2009, Adaptado.

Este tipo de equipamentos de movimentação e manuseamento de resíduos, com diferentes potências sonoras, gerarão níveis de ruído que variam entre os 77,6 dB(A) aos 82,6 dBA (medido a 20 metros da fonte acústica) o que, de acordo com os resultados das modelações acústicas realizadas, resultarão num nível acústico global de 55 dBA perceptível até aproximadamente 100 metros de distância do limite sul das células activas do aterro. O nível acústico de LAeq = 45 dB(A)

poderá ser apercebido até uma extensão de aproximadamente 410 metros a norte das células activas do aterro. Note-se que todos os receptores sensíveis (habitações) próximos ao aterro, nomeadamente os localizados a norte do mesmo conforme representado na figura abaixo estarão expostos a níveis de ruído compreendidos entre um mínimo de 35 dBA e um máximo de 43 dBA o que garante o cumprimento dos valores guia definidos pela OMS que estipula um nível acústico máximo de 45 dBA para o período nocturno e um nível acústico máximo de 55 dBA durante o período diurno.

A **Tabela 1.16** ilustra os níveis de ruído estimados e que serão apercebidos pelos diferentes receptores sensíveis localizados na envolvente do Aterro (habitações) cuja geolocalização está representada graficamente na **Figura 1.14**, abaixo.

Tabela 1.16 – Níveis acústicos estimados na fase operação aterro KaTembe

Nome	ID	Nível acústico (LAeq)		Uso do Solo (Valor Limite OMS/IFC)		Altura Receptor	Coordenadas (UMTS)		Altura Terreno
		Dia	Noite	Dia	Noite		Y	Z	
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)		(m)	(m)	
R1	1	42.5	42.5	55	45	2,00	450847	7118295	41
R2	2	37.2	37.2	55	45	2,00	450556	7118517	37
R3	3	37.4	37.4	55	45	2,00	450276	7118419	39
R4	4	35.1	35.1	55	45	2,00	450507	7118730	36
R5	5	34.7	34.8	55	45	2,00	451586	7118688	40
R6	6	33.9	34.3	55	45	2,00	451955	7118466	41
R7	7	32.5	34.7	55	45	2,00	452591	7117986	41
R8	8	34.0	35.7	55	45	2,00	452425	7117645	44
R9	9	37.8	40.7	55	45	2,00	452510	7117051	42
R10	10	<30.0	<30.0	55	45	2,00	449409	7115605	41
R11	11	31.7	31.7	55	45	2,00	449261	7116391	38
R12	12	44.1	44.1	55	45	2,00	450038	7117672	41
R13	13	39.6	39.6	55	45	2,00	449856	7117715	37

A **Figura 1.14**, abaixo, ilustra os resultados da modelação acústica realizada para a fase operacional do Aterro de KaTembe onde se representam os níveis de ruído estimados e que serão apercebidos no interior e na envolvente desta infra-estrutura de gestão resíduos.

Nesta modelação incluiu-se também o ruído gerado pelas acções de transporte de RSU através da futura estrada de Acesso ao aterro de KaTembe onde se considerou um tráfico médio diário de veículos pesados anualizado de $TMDA = 85 \times 2 = 170$ veículos, com 40% a circular no período diurno e 60% do total a realizar o trajecto Maputo-Aterro KaTembe-Maputo no período nocturno (TPF, 2025) o que permite avaliar o impacto cumulativo sobre o ambiente sonoro na envolvente do aterro.

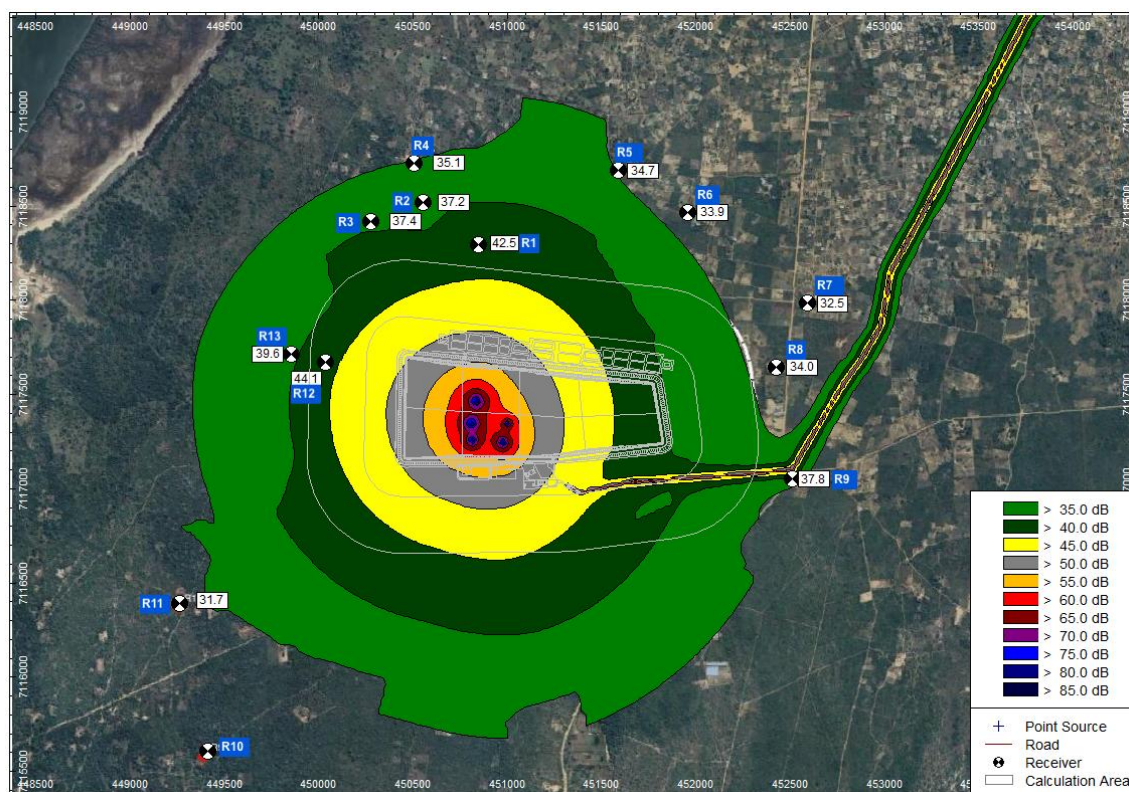


Figura 1.14 – Níveis de ruído gerados na AID do Aterro de KaTembe

Avaliação do ruído gerado ao longo da Estrada de acesso ao Aterro de KaTembe

É expectável ocorra um ligeiro incremento dos níveis sonoros a longo da estrada de acesso ao aterro como resultado directo das acções de transporte de resíduos sólidos urbanos através da via rodoviária que será beneficiada para esse efeito.

O transporte de resíduos sólidos urbanos (RSU) será assegurado por veículos pesados de capacidade de 20m³ (13 ton) e 60m³ (24 ton) Estes veículos têm uma capacidade de transporte entre as 13 e 24 toneladas de RSU, respectivamente. A Figura 1.15 ilustra o atrelado de 60 m³ de três eixos (24 tons). O tráfego expresso em TMDA é de 170 veículos/dia distribuídos em 40% no período diurno e 60% no período nocturno, tendo em consideração o trajecto Maputo-Aterro KaTembe-Maputo.

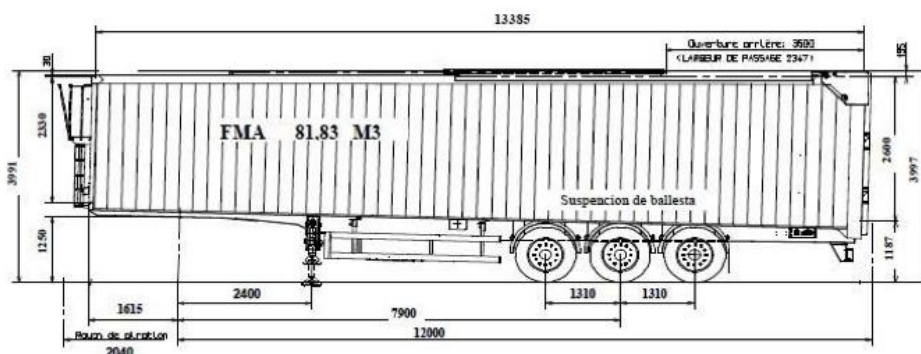


Figura 1.15 – Ilustração do semi-reboque de 60 m³ de transporte de resíduos

Por consulta da Base de Dados de fontes acústicas publicado pela DEFRA, 2005 e da análise do relatório elaborado por (Morgan & Steven, 2003) verifica-se que um camião articulado de peso inferior a 32 toneladas apresenta uma emissão acústica na ordem dos 77,8 dB(A).

A base de dados acústicos publicada pelo Departamento do Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (DEFRA, 2005) apresenta o espectro de bandas de oitava para esta tipologia de fonte sonora.

Tabela 1.17 – Características sonoras do veículo de transporte de RSU

Tipo de Veículo	Nível máximo de Pressão sonora à passagem (L_{max} e L_{Amax}), 10m	Bandas de Oitava (Hz)							
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Camião Pesado de Transporte de resíduos Sólidos Urbanos Passagem do veículo expresso em L_{max} (bandas de Oitava, sem ponderação de malha A)	85,6 dB ~ [78 dB(A)]	82	79	78	75	71	72	66	62

Fonte: DEFRA, 2005

Considerando a distância de referência de 10 metros, um factor de directividade $Q=2$ (solo duro), em campo livre, obtêm-se os seguintes níveis de potência sonora equivalente desta fonte sonora:

Tabela 1.18 – Nível de potência sonora equivalente da fonte sonora

Tipo de Veículo	Nível de Potência Sonora equivalente (L_W & L_{WA})	Bandas de Oitava (Hz)							
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Camião pesado de Transporte de resíduos (Conversão de L_{max} para L_W global)	L_W (global) = [113,6 dB] L_{WA} (global) = [106 dB(A)]	110	107	106	103	99	100	94	90

A consulta de bases de dados de referência de dados de fontes acústicas como a da CNOSSOS-EU, Harmonoise, German RLS-90 permitem verificar que um camião de 24 toneladas terá um nível de potência sonora L_{WA} (dBA) compreendido entre os 102 e 106 dB(A), dados concordantes com o acima exposto e utilizado no modelo de cálculo CADN A seguindo a norma NMPB08.

A 25 metros de distância, o nível sonoro equivalente gerado pela passagem única de um camião articulado (<32 ton) a 30 km/h é estimado com uma $L_{Aeq,1h} = 42 \text{ dB(A)}$ considerando a norma ISO 9613-2: 1996 – “Método de cálculo da atenuação do ruído exterior”.

O gráfico abaixo, adaptado de (Morgan & Steven, 2003) ilustra o ruído percebido à passagem de diversas classes de veículos, incluindo um veículo pesado de transporte de RSU (Trailer Truck <= 32 ton), sendo estas concordantes com o nível de pressão sonora gerado pela passagem de um veículo de transporte de resíduos referido na base de dados DEFRA a uma distância tipificada de 25 metros da fonte emissora.

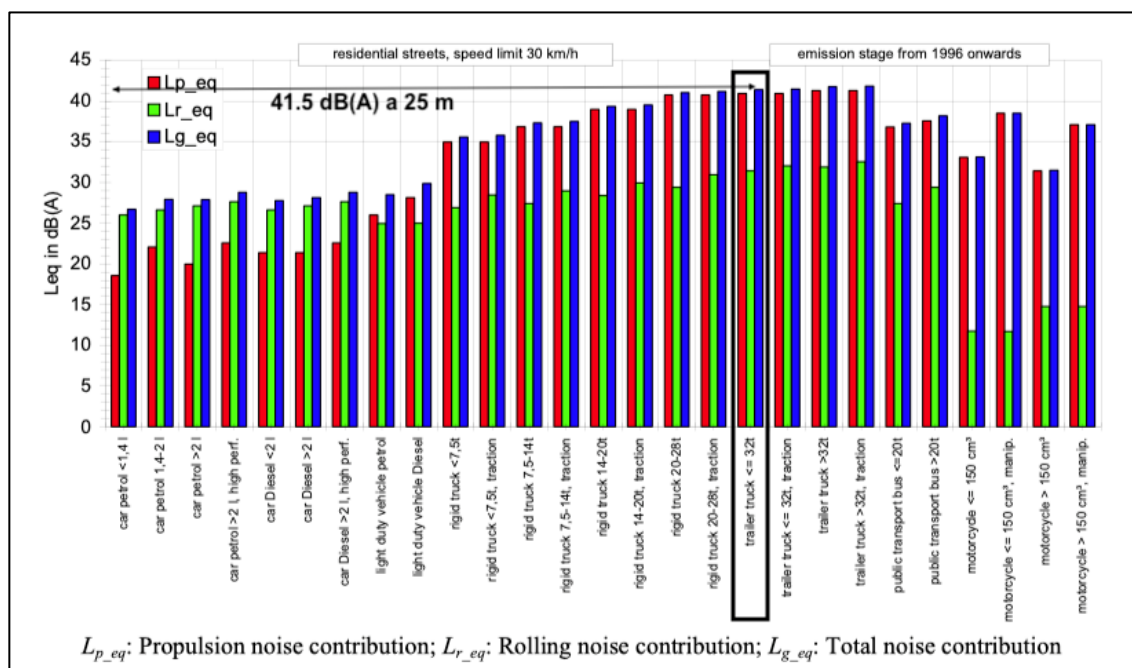


Figura 1.16 – Emissão acústicas de diferentes classes de veículos, (1 veículo) a 25 metros

Modelação da Estrada de Acesso a Katembe

Na modelação realizada considerou-se a potência sonora do veículo pesado de transporte de RSU de tonelage inferior a 32 toneladas (24 tons) a circular a uma velocidade de 30 km/h. A Norma francesa AFNOR XP S 31-133 (2008), base do cálculo no Cadna A e que assenta em campanhas de medição acústicas realizadas a veículos pesados, indica valores de potência sonora na ordem dos $LWA = 101-106 \text{ dB(A)}$, consoante o tipo de pavimento e inclinação (CERTU, 2009. “NMPB-Routes-2008 – Méthode de calcul du bruit routier.”)

Modelou-se a estrada de acesso ao Aterro de KaTembe com uma potência sonora linearizada equivalente a $L_{Aw}=65 \text{ dB(A)}$ (dia) e $L_{Aw}=68 \text{ dB(A)}$ (noite). Como referido, o método de cálculo considerou os inputs previstos na Norma Francesa NMPB08 – “Cálculo da previsão do ruído de tráfego” tendo-se considerado um pavimento do tipo (AC 0/11, mistura betuminosa, R3), um fluxo de tráfego estabilizado e Taxas de Tráfego Médio Diário (TMD) distintas para o período diurno e para o período nocturno.

Avaliação dos níveis acústicos estimados Valor Guia de aplicação Geral IFC e valores Guia de usos sensíveis (OMS)

A Tabela 1.19, abaixo ilustra os níveis de ruído diurno e noturno gerados ao longo e na envolvente da estrada de acesso ao aterro de KaTembe considerando os diferentes usos do solo propostos pelo IFC/BM mas também os critérios específicos para usos sensíveis, propostos pela OMS (níveis interiores L_{int}), aplicáveis a Escolas e a Centros de Saúde. Nas modelações realizadas, considerou-se que a fonte sonora dominante será o ruído gerado por veículos pesados de transporte de RSU a circular ao longo da estrada de acesso ao aterro de KaTembe.

Tabela 1.19 – Níveis acústicos ao longo da Estrada do Aterro de Katembe

ID	DESCRIÇÃO DO USO	(LAeq)		Valor Guia Aplicação Geral (LAeq) OMS/IFC		L interior (Calculado *)		V. Guia [Usos P. Sensíveis] [L interior] OMS		Coordenadas	
		Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	X	Y
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	dBA	dBA	(dBA)	(dBA)	(m)	(m)
P1	Área Edificada	42,5	45,1	55	45	27,5	30,1	35	30	454636	7123643
P2	Área Edificada & Centro Saúde	38,6	42,3	55	45	23,6	27,3	35	30	454402	7121581
P3	Área Edificada	42,2	44,7	55	45	27,2	29,7	35	30	453686	7119443
P4	Habitacões Dispersas	40,2	43,2	55	45	25,2	28,2	35	30	452395	7117118
P5	Área Edificada (Nova Katembe)	42,5	42,5	55	45	27,5	27,5	35	30	450771	7118192
1	Escola Secundária Katembe	20,3	24,7	55	45	5,3	N/A	35 – Durante aulas		456047	7122905
2	Igreja Adventista 7º dia	39,4	42,6	55	45	24,4	27,6	55	45	454777	7123693
3	Igreja Universal Reino Deus	29,0	34,7	55	45	14,0	19,7	55	45	454591	7123789
4	Igreja	27,7	33,7	55	45	12,7	18,7	55	45	454402	7123616
5	Escola Primária Chamissava	18,6	24,6	55	45	3,6	N/A	35 – Durante aulas		453665	7123448
6	Centro Saúde Chamissava	31,4	36,9	55	45	16,4	21,9	30	30	454335	7121241
7	Igreja Católica	36,0	40,0	55	45	21,0	25,0	55	45	454340	7121004
8	Escola Primária 10 de Julho	43,6	46,5	55	45	28,6	N/A	35 – Durante aulas		454303	7120725
9	Igreja	35,0	39,6	55	45	20,0	24,6	55	45	454020	7120127
10	Centro Saúde Mutsekwa	16,5	22,5	55	45	1,5	7,5	30	30	452813	7120872

N/A = L_{int} Não Aplicável no período noturno, por não haver actividade lectiva.

(*) L_{int} calculado assumindo uma redução de -15dB entre o ruído exterior e interior (Berlung, 1999) & (Locher et al., 2018) Da análise dos resultados devolvidos pelo modelo CADNA A e considerando os valores-guia de aplicação geral propostos pelo IFC e OMS verifica-se que as emissões de ruído associadas à passagem dos veículos de recolha de resíduos não excederão os padrões de projecto de aplicação geral definidos em 55 dBA para o período diurno e de 45 dBA no período noturno, podendo-se concluir que o ruído gerado à passagem dos veículos de transporte de resíduos não será susceptível de gerar incómodos acústicos significativos para as comunidades residenciais nomeadamente para os locais habitados mais próximos da estrada de acesso ao aterro.

Avaliação de receptores particularmente sensíveis à propagação de ruído de tráfego (Valores Guia da OMS para usos particularmente sensíveis)

Importa, contudo, referir que próximos à estrada de acesso ao Aterro de KaTembe existem locais com um uso particularmente sensível à propagação de ruído de tráfego nomeadamente a presença de um estabelecimento de ensino (a Escola Primária 10 de Junho) e de um Centro de Saúde (Centro de Saúde de Chamissava) localizados a 35 e 80 metros, respectivamente desta via de circulação e que por este motivo devem ser analisados e avaliados de forma detalhada. **Escola Primária 10 de Julho**

A Escola Primária 10 de Julho dista aproximadamente 35 metros do eixo da nova estrada (pk=4+900m). A escola é de construção sólida, está provida de janelas, as salas de aula estão a uma altura de 4 metros do solo. A fachada cega (fachada lateral) do edifício é perpendicular ao eixo da estrada em avaliação, conforme se ilustra na figura abaixo.



Figura 1.17 – Escola Primária 10 de Julho

A uma distância de 35 metros distância, o modelo de cálculo, retornou à fachada do edifício, um $L_{Aeq,1h}$ de 43,6 dB(A) (4 m), valor ponderado à malha A. Considerando a correlação entre os níveis acústicos exteriores e interiores, em que os níveis acústicos interiores são reduzidos em -10 dB(A) em edifícios com janelas abertas, -15 dB(A) em edifícios com janelas semifechadas e em -25 dB(A) em edifícios com janelas fechadas em relação aos níveis acústicos exteriores que ocorrem à fachada do edifício (Locher *et al.*, 2018), pode-se então verificar que o nível sonoro apercebido no interior deste estabelecimento de ensino expresso como (L_{int}) estará compreendido entre os 28,6 dB(A) a 33,6 dB(A), portanto, em todas as condições inferior a 35 dBA.

Centro de Saúde de Chamissava

O nível sonoro apercebido no centro de Saúde de Chamissava, que se situa a uma distância de aproximadamente 80 metros da berma da Estrada de Acesso ao Aterro de Katembe (pk=5+500m) foi estimado entre 31,4 dB(A) no período diurno e 36,9 dB(A) no período nocturno. Considerando a mesma correlação existente entre os níveis acústicos exteriores e interiores, pode-se verificar que os utentes deste espaço deverão experienciar no interior deste edifício um nível acústico inferior aos 30 dBA para ambos os períodos (diurno e nocturno) considerados.

A Figura 1.18 ilustra as linhas isofónicas dos 35 e 45 dBA junto à escola Primária de 10 de Julho e no Centro de Saúde de Chamissava gerada pela circulação de tráfego pesado durante o período diurno.

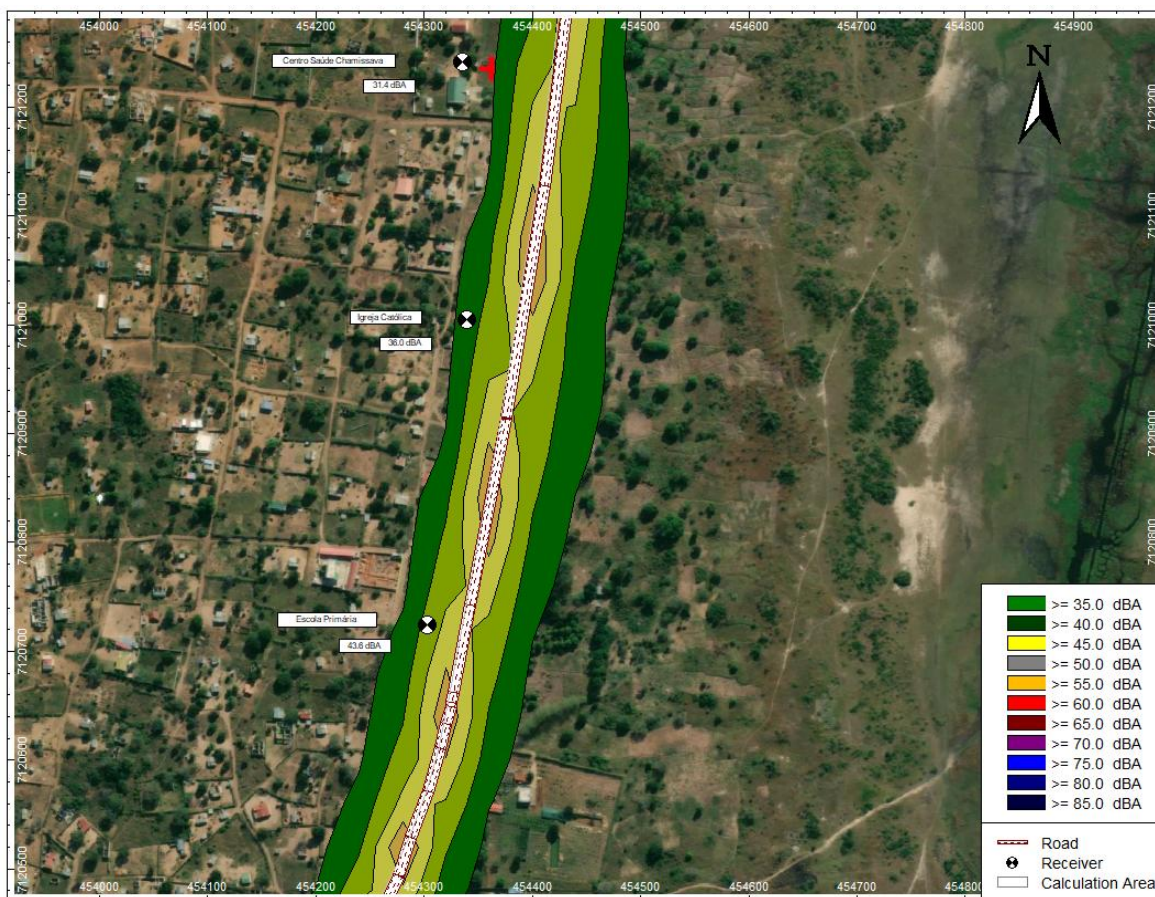


Figura 1.18 – Modelação do troço da Estrada do Aterro de KaTembe (pk=5+000m), em locais particularmente sensíveis à propagação do ruído, nível acústico exterior.

Avaliação do nível acústico máximo gerado (Lmax) à passagem de um veículo de transporte de RSU

Considerando a distribuição do Tráfego Médio Diário de projecto entre o período diurno e nocturno verifica-se que este se traduzirá na passagem de 5 camiões por hora durante o período diurno e de cerca de 10 camiões/hora durante o período nocturno o que se traduz numa passagem de um veículo pesado a cada 12 minutos durante o dia (06h00-20h00) e na passagem de um veículo pesado a cada 6 minutos durante o período nocturno (20h00-06h00).

Se o cálculo do nível sonoro equivalente LAeq devolvido pelo modelo de cálculo de dispersão de ruído revelou níveis sonoros exteriores expressos em LAeq inferiores aos padrões de projecto (55 dBA /45 dBA) devido à baixa densidade de passagem de veículos é também certo que a passagem de um único camião gerará durante o seu tempo de influência acústica, i.e., durante a passagem por um determinado ponto receptor, um nível de ruído Lmax muito superior ao seu nível sonoro equivalente LAeq. É importante considerar que o ouvido humano é muito sensível a picos breves, mesmo com um LAeq modesto, os picos acústicos gerados à passagem de um camião podem perturbar conversas e aumentar a sensação de incómodo sobretudo nos pontos receptores mais

próximos à via que será utilizada pelos caminhões de transporte de RSU na fase de operação do Aterro de KaTembe.

A duração efectiva da passagem de um veículo, neste caso de um caminhão pesado de transporte de RSU corresponde ao tempo em que o caminhão se encontra dentro da “janela de influência sonora” do receptor. Essa janela é geralmente considerada entre o momento em que a frente do veículo entra na posição mais próxima do receptor e o momento em que a traseira sai dessa posição. Considerando uma velocidade de 30 km/h (8,33 m/s) e um comprimento de 16 metros (caminhão semi-reboque de 60 m³) o tempo mínimo da passagem do veículo, na zona de maior contribuição acústica é de 1.9 segundos, ou seja, a contribuição acústica máxima (L_{max}) do caminhão dar-se-á durante 2 segundos.

Considerando um nível de potência sonora equivalente da fonte de L_{WA} = 106 dBA, a distâncias tipificadas de 15, 50 e 80 metros da estrada, traduzir-se-á numa exposição L_{max} do receptor ao ruído exterior de 71 dBA a 15 metros da via, de 61 dBA a 50 metros e de 57 dBA a 80 metros de distância, por aplicação directa da fórmula de correlação da potência sonora da fonte emissora com o aumento da distância considerando uma radiação esférica em campo livre:

$$\left[L_p = L_{WA} - 20 \log_{10} (D(m)) - 11 \right], \text{ onde: } D = \text{Distância do receptor à fonte (metros)}$$

Os picos de ruído L_{max} calculados como L_{int} nível sonoro interior, assumindo a existência de janelas pelo menos semi-fechadas (atenuação de -15 dBA em relação ao ruído exterior), gerarão níveis sonoros no interior do edifício compreendidos entre os 42 dBA (80 metros) a 56 dBA (15 metros), gama de variação que dependerá da distância do receptor à via, mas que serão audíveis à passagem de cada veículo e que por isso poderão gerar algum grau de incómodo auditivo, sobretudo em espaços calmos (como no caso de quartos de habitações residenciais durante o sono). Note-se que picos acústicos (L_{max}) próximos ou acima de 45-50 dBA, medidos no interior de edifícios, mesmo que de muito curta duração, tenderão a interromper a fala em voz baixa e aumentar a percepção do receptor de intrusão sonora.

Conclusão

Da análise dos resultados obtidos nas modelações acústicas realizadas e da análise subsequente dos resultados obtidos, prevê-se, portanto, um ligeiro aumento local dos níveis de ruído na vizinhança imediata da estrada de acesso ao aterro devido ao tráfego diário estimado de veículos de transporte de RSU, com níveis sonoros equivalentes de ruído exterior inferiores a 55 dBA e 45 dBA e no caso de usos particularmente sensíveis como é o caso de escolas e do centro de Saúde de Chamissava os níveis sonoros L_{int} serão também inferiores aos valores guia recomendados de exposição no interior destes edifícios.

O aumento de ruído induzido pelo tráfego será também inferior a 3 dBA em relação aos níveis de ruído medidos na situação de referência (Consultec, 2024). Contudo, verifica-se também que picos acústicos gerados à passagem de cada caminhão, expressos como L_{max} poderão aumentar, ainda

que por breves momentos, a sensação de incómodo sobretudo nos pontos receptores mais próximos à via que será utilizada pelos camiões de transporte de RSU na fase de operação do Aterro de KaTembe.

Face ao exposto, pode concluir-se que o impacto não mitigado do ruído proveniente da operação do aterro de KaTembe seja classificado como sendo **negativo, directo, de longa duração, de abrangência local e de baixa a média intensidade** resultando num impacto com uma média *significância*.

O ruído gerado pelo tráfego dos veículos de transporte de RSU será de natureza intermitente, gerado pela passagem dos veículos de transporte de RSU, e prevê-se um impacto resultante do ruído gerado classificado como de intensidade moderada, provável, de longa duração, de abrangência local o que resultará num impacto de média *significância*.

A adopção das medidas de mitigação, abaixo definidas, permitirá reduzir impacto provocado pelo ruído associado à operação do aterro de KaTembe sobre as comunidades locais sensíveis localizadas nas imediações do aterro e ao longo da estrada de acesso ao mesmo.

Assumindo a aplicação das medidas de mitigação abaixo definidas, depois da mitigação, o impacto residual do ruído é classificado como negativo, directo, de longa duração, reversível, abrangência local de baixa a média intensidade, possível resultando num impacto residual com *baixa significância*.

Tabela 1.20 - Classificação do impacto sobre o Ambiente sonoro

Impacto AS1: Aumento do ruído devido à operação do aterro e de transporte de resíduos para o aterro				
<p>Principais Medidas de Minimização:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Privilegiar a colocação em operação de Compactadores de Resíduos, retroescavadoras e tractores e camiões novos ou seminovos e, portanto, intrinsecamente mais silenciosos e menos propensos à geração de ruído e vibrações mecânicas. - Privilegiar a colocação em circulação de veículos de transporte de RSU novos ou seminovos e, portanto, intrinsecamente mais silenciosos e menos propensos à geração de ruído e vibrações mecânicas. - Todos os equipamentos mecânicos e/ou dotado de motor de combustão interna em operação no aterro de KaTembe devem ser sujeitos a programas de manutenção, lubrificado regularmente e, caso aplicável, ser provido de silenciadores conforme indicação do fabricante. - Evitar ou minimizar, na medida do possível, o transporte de resíduos durante o período nocturno, favorecendo o período diurno - Estabelecer uma velocidade máxima permitida de circulação inferior a 30 km/h, especialmente na passagem por áreas residenciais, escolas e centros de saúde de modo que o ruído induzido pelos veículos seja minimizado. - Os condutores de veículos de resíduos devem ser instruídos para evitar aceleração e travagem excessivas quando passam por áreas povoadas no trajecto de recolha e transporte de resíduos para o aterro. - Estabelecer procedimentos de recolha de reclamações da comunidade relacionadas com o ruído no âmbito dos mecanismos de Diálogo e Reclamações do Projecto. <p><i>Estas medidas, específicas para a fase de operação, encontram-se detalhadas no Plano de Gestão do Ambiente Sonoro no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).</i></p>				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Negativo		Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Médio	2	Médio	2

Impacto AS1: Aumento do ruído devido à operação do aterro e de transporte de resíduos para o aterro				
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	6	Média	6
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.4.4 Geologia

Impacto G1: Visual e Paisagístico: Alteração Significativa e Permanente da Morfologia Local

Descrição do Impacto

A avaliação do impacto visual e paisagístico do Aterro Sanitário de KaTembe reveste-se de particular complexidade e simbolismo, dada a conjugação de diversos factores territoriais, sociais e culturais que marcam a envolvente do empreendimento.

A área seleccionada para a implantação do aterro insere-se numa paisagem de forte identidade rural a peri-urbana, caracterizada por uma matriz de ocupação predominantemente dispersa, campos agrícolas, mosaicos de vegetação natural e pequenos aglomerados residenciais, onde a presença de infra-estruturas de grande escala sempre foi pontual ou inexistente. Esta ruralidade manifesta-se numa percepção de paisagem aberta, pouco antropizada e com forte ligação ao território ancestral, acentuando a estranheza gerada pela introdução de uma obra de engenharia com volumetria e visibilidade ímpares, onde até hoje se impunha a memória e a dinâmica dos ecossistemas naturais da planície arenosa da Formação Congolote.

A progressividade do crescimento do aterro – que apenas em 2044 atingirá a sua cota máxima, culminando numa elevação de 45 a 49 metros – permitirá que o processo de transformação visual se desenrole de forma gradual. Durante as fases iniciais e intermédias, embora já se faça sentir o impacto da alteração morfológica, há ainda uma convivência com elementos identitários rurais e referências visuais tradicionais. Contudo, à medida que o enchimento progride, o novo maciço artificial passará a constituir o traço dominante de todo o horizonte, tornando-se um marco visual e cultural sem paralelo no território local. Esta transição do rural/peri-urbano para o urbano-infra-estrutural não se opera apenas no plano físico, mas também simbolicamente, pois desafia a população a reconstruir a sua percepção do espaço e a integrar uma infra-estrutura disruptiva no seu quotidiano, não raro gerando sentimentos iniciais de estranheza, inquietação e até rejeição.

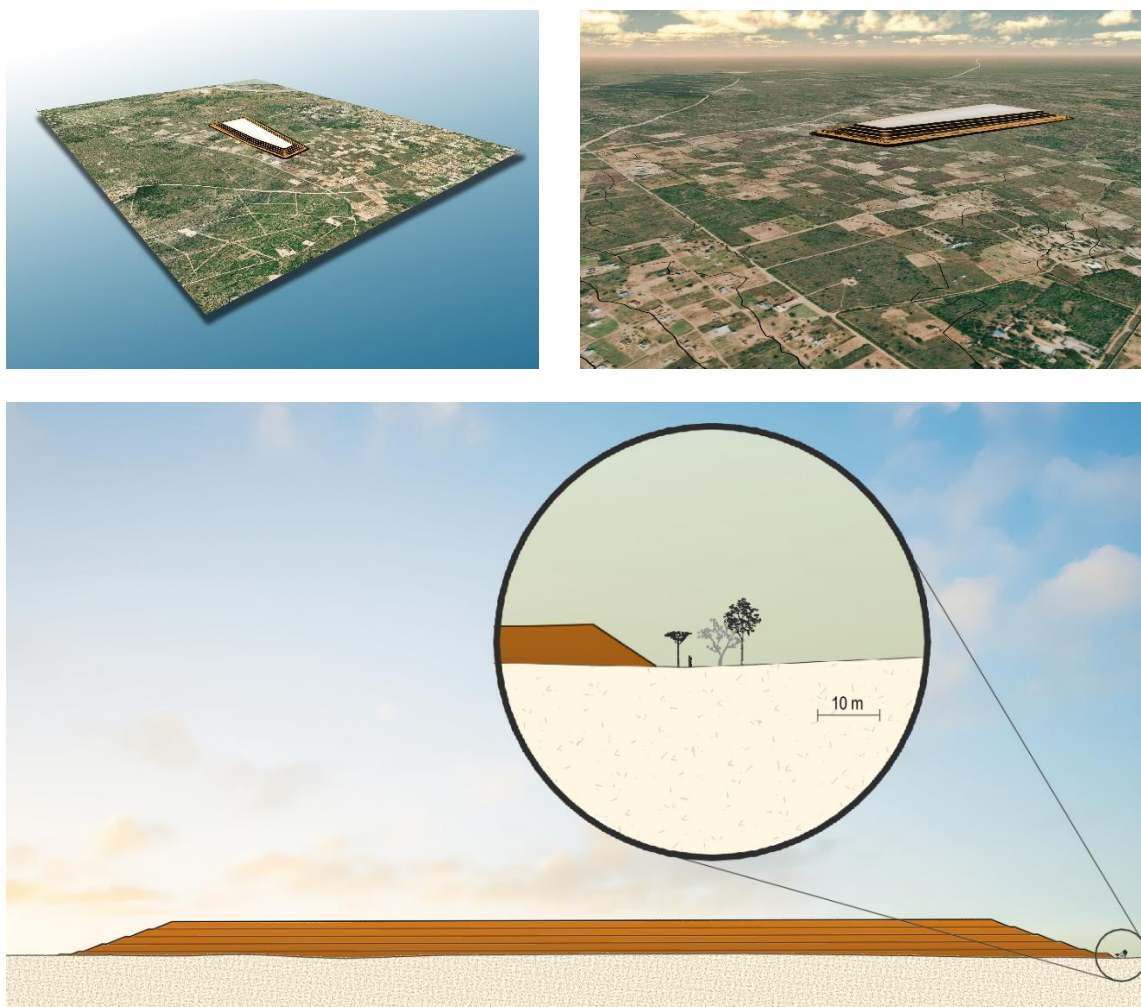


Figura 1.19 Ilustração da percepção do aterro na área envolvente (fase de encerramento)

No entanto, importa salientar que esta mesma área rural está situada num distrito com ambição de se modernizar, ordenar e dotar de novas centralidades e infra-estruturas, num processo de urbanização controlada e planeamento estratégico em curso. O aterro, enquanto infra-estrutura estruturante, deve ser entendido não apenas como fonte de impacto negativo, mas como catalisador de mudança, capaz de promover melhorias profundas ao nível da saúde pública, do saneamento, e da gestão ambiental, condições essenciais para o verdadeiro desenvolvimento sustentável.

Acresce que o carácter inovador e pioneiro do projecto – trata-se do primeiro aterro sanitário moderno de grande porte implantado em Moçambique, e o primeiro a ser financiado pelo Banco Mundial em África Subsaariana – confere-lhe uma dimensão de orgulho, expectativa colectiva e potencial de referência nacional e internacional. Uma abordagem comunicacional e participativa sólida, centrada na divulgação transparente dos benefícios, das boas práticas de gestão e das oportunidades associadas ao empreendimento, poderá transformar o sentimento inicial de estranheza numa percepção de pertença, responsabilidade partilhada e até orgulho local e provincial, por ser KaTembe o território escolhido para acolher esta infra-estrutura estratégica.

Não obstante, subsiste a necessidade de promover um esforço acrescido de integração paisagística, diálogo comunitário e acompanhamento social, de molde a garantir que os benefícios culturais, ambientais e simbólicos se vão apropriando gradualmente da paisagem modificada, reduzindo os potenciais efeitos adversos e maximizando a aceitação social e territorial do novo marco morfológico e visual de KaTembe. Esta conjugação entre modernidade e memória rural ou peri-urbana, entre transformação visível e apropriação social, será determinante para o sucesso do projecto, não apenas como infra-estrutura, mas enquanto instrumento de evolução territorial, social e identitária da região.

Classificação do Impacto e Medidas Mitigadoras

Impacto G1: Visual e Paisagístico: Alteração Significativa e Permanente da Morfologia Local

Principais Medidas de Mitigação:

Cumprimento e actualização da Plano de Integração Paisagística, que inclui:

- **Instalação de cortinas arbóreas e sebes arbustivas densas ao longo do perímetro do aterro**, priorizando espécies nativas de rápido crescimento e elevado porte, para promover a ocultação progressiva dos taludes e do maciço, reduzindo a percepção directa da infra-estrutura a partir das zonas habitacionais e das principais vias de acesso.
- **Construção de taludes modelados com bermas/lombas em posições estratégicas**, articuladas com a revegetação, para criar planos visuais sucessivos e suavizar a transição entre a escala do aterro e o território envolvente.
- **Seleção criteriosa de espécies vegetais com variação sazonal de cor e textura**, recriando padrões ecológicos da paisagem natural e evitando contrastes cromáticos evidentes ao longo do ciclo anual.
- **Utilização de substratos e sementes de vegetação autóctone** nas primeiras camadas de cobertura dos taludes, acelerando o recrutamento natural e evitando mosaicos artificiais persistentes.

Valorização Multifuncional Pós-Encerramento

- **Promoção de usos compatíveis com lazer, recreio e educação ambiental nas áreas seladas**, como trilhos ecológicos, pontos de observação panorâmica, jardins de borboletas, explorações educativas sobre gestão de resíduos, em articulação com as comunidades locais e autoridades municipais.
- **Infra-estruturas de apoio de pequena escala**, de arquitectura discreta, que potenciem a apropriação social do espaço e reforcem o novo valor do sítio como referência positiva do território.

Informação, Educação e Comunicação Social

- **Campanhas permanentes de comunicação e sensibilização comunitária**, explicando as fases do projecto, as vantagens ambientais e sanitárias trazidas pela infra-estrutura e as medidas adoptadas para integração paisagística.
- **Painéis informativos e plataformas digitais interactivas**, nos pontos de observação mais relevantes e junto das comunidades, proporcionando esclarecimento contínuo sobre a evolução do aterro e os progressos na integração ambiental.
- **Promoção de visitas técnicas, escolares e comunitárias**, com periodicidade regular, para fomentar a apropriação, diminuição da estranheza social e o desenvolvimento do orgulho cívico pelo papel pioneiro do território.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Regional	2	Regional	2
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Longo prazo	3	Médio prazo	2
Magnitude	Muito Alta	8	Média	6
Probabilidade	Definitiva		Provável	
Significância	Muito Alta		Média	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto G2: Risco de Instabilidade dos Taludes

A reavaliação do impacto associado ao risco de instabilidade dos taludes do Aterro Sanitário de KaTembe, à luz da análise técnica desenvolvida no Relatório de Projecto Preliminar, permite

fundamentar com maior rigor a natureza, magnitude e evolução deste risco ao longo da vida útil do empreendimento.

O projecto do aterro adoptou, de forma prudente, critérios de dimensionamento e soluções construtivas que privilegiam a segurança estrutural dos taludes, tanto durante as diferentes fases operacionais como no período pós-encerramento. Foram definidos taludes exteriores com inclinação máxima de 1V:2,5H, integrando plataformas intermédias e bancadas de transição, e recorreu-se a análises estáticas e sísmicas para diferentes geometrias e cenários de operacionalidade. Os estudos basearam-se em valores característicos para os parâmetros de resistência dos resíduos sólidos (ângulo de atrito $\phi = 25^\circ$; coesão $c = 5$ kPa; peso volumico $\gamma = 12$ kN/m³), complementados com análises para as fundações nas areias da Formação Congolote ($\phi = 28^\circ$, $c = 5$ kPa), cuja compacidade e fraca coesão foram cuidadosamente integradas nas modelações.

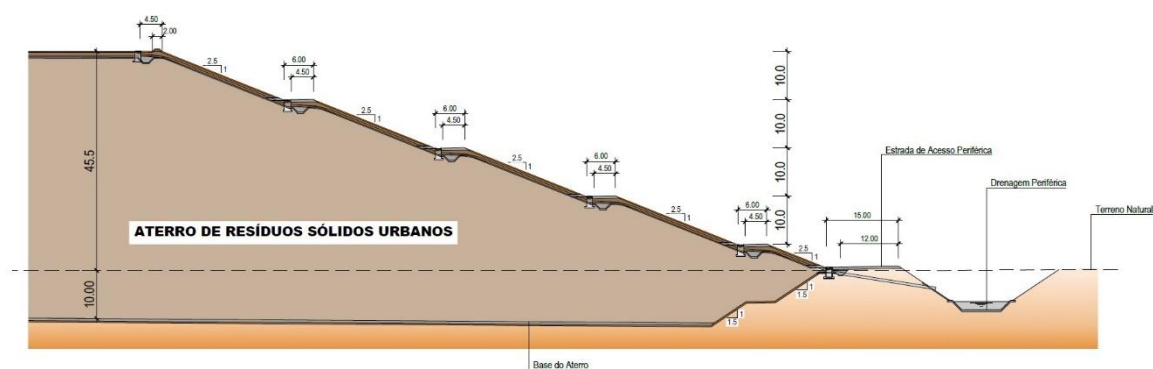


Figura 1.20 Configuração escalonada, cotas máximas e desenvolvimento dos taludes exteriores (1V:2,5H)

As verificações realizadas através do método de equilíbrio limite (Morgenstern-Price), utilizando o programa Slope/W, demonstraram factores de segurança superiores ao mínimo recomendado internacionalmente: FS = 1,7 para taludes de resíduos em condições estáticas, e FS \approx 1,4 para condições sísmicas, valores que garantem uma margem confortável relativamente aos patamares exigidos (FS \geq 1,5 em regime estático e FS \geq 1,1 em regime sísmico). Nos taludes de escavação para valas de drenagem e bacias periféricas, os valores obtidos são, por vezes, ligeiramente inferiores à referência em regime estático (FS \approx 1,4), situação que, embora não implique instabilidade generalizada, exige precauções adicionais, nomeadamente a protecção superficial com geocompósitos e revegetação rápida para mitigar instabilidades superficiais de pequena escala.

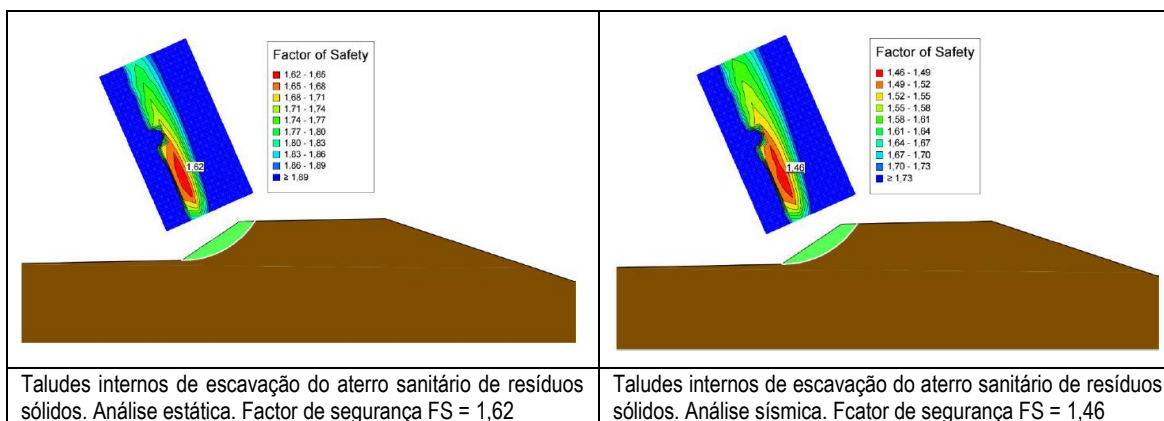


Figura 1.21 Outputs gráficos dos cálculos de estabilidade (FS estático e sísmico), ilustrando as superfícies potenciais de deslizamento e os factores de segurança obtidos

Contudo, permanece um grau de incerteza intrínseco à modelação de taludes construídos em resíduos heterogêneos. Tal resulta do facto de os resíduos sólidos urbanos serem materiais de composição extremamente variável, evolutivos ao longo do tempo, com propriedades dependentes da compactação, humidade, grau de decomposição, interacção com lixiviados e ocorrência de assentamentos diferenciais. Não se observam superfícies de ruptura clássicas, e a resistência global dos resíduos pode ser pontualmente afectada por bolsas de materiais mal compactados, zonas saturadas ou alterações imprevistas de carregamento. Adicionalmente, a monitorização e manutenção dos sistemas de drenagem profunda e superficial ao longo do período operacional e pós-encerramento serão determinantes para garantir a estabilidade a longo prazo, evitando a saturação das zonas de base e a perda de resistência por aumento excessivo do conteúdo de água.

Assim, a avaliação de impacto deve reflectir, de modo equilibrado, a situação de mitigação significativa do risco providenciada pelo projecto — suportada por factores de segurança substanciais e sistemas de monitorização e resposta — mas também a impossibilidade técnica de anular por completo o risco residual, dada a natureza dos materiais em causa e o horizonte temporal de exploração do aterro. Os impactos associados a eventuais instabilidades, ainda que de baixa probabilidade, estariam associados não só a danos estruturais e ambientais (como movimentos de massa, exposição de resíduos ou rupturas das camadas de impermeabilização), mas também a potenciais efeitos para a percepção social de segurança, em particular num contexto onde a memória de acidentes em lixeiras descontroladas está ainda presente.

Deste modo, conclui-se que, com a aplicação rigorosa das soluções técnicas previstas (incluindo drenagem, compactação, geossintéticos, protecção superficial, selagem adequada e monitorização instrumental) e com a implementação de acções preventivas e adaptativas sempre que necessário, o risco de instabilidade dos taludes do Aterro de KaTembe pode ser considerado controlado e minimizado a um nível compatível com as melhores práticas internacionais. Todavia, recomenda-se que a avaliação de impacto ambiental preveja um acompanhamento contínuo e transparente deste risco, de modo a garantir uma resposta ágil em caso de ocorrência de sinais precursores de movimento, e a manter, em permanência, a confiança das comunidades e entidades fiscalizadoras na robustez do empreendimento.

Avaliação do Impacto e Medidas Mitigadoras

Impacto G2: Risco de Instabilidade dos Taludes

Principais medidas de mitigação e gestão de risco aplicadas:

- Dimensionamento seguro e inclinação controlada de taludes, integrando bermas, drenagem de fundo e, sempre que necessário, escoramento temporário nas frentes de escavação.
- Cobertura imediata de taludes expostos com geotêxteis, hidrossemeadura e revegetação progressiva para reduzir a erosão salgada e superficial.
- Sistemas de drenagem provisórios e definitivos, evitando a saturação das frentes de escavação e minimizando o risco de piping ou erosão hidráulica prolongada.
- Monitorização em contínuo do comportamento dos taludes, com protocolo para ajuste operacional ou intervenções correctivas caso registados sinais de instabilidade.
- Exclusão de circulação de maquinaria pesada fora dos corredores designados e limitação das operações a períodos secos sempre que possível.

Estas soluções estão detalhadas nos manuais de operação e no PGA encontra-se o conteúdo técnico mínimo para o desenvolvimento do Programa de Monitorização e Inspeção de Taludes, ficando o empreiteiro e operador legalmente obrigados ao seu cumprimento como condição contratual de execução.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Médio	2	Curto	1
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	3
Probabilidade	Provável		Improvável	
Significância	Média		Insignificante	
Confiança	Alta		Alta	

1.4.5 Solos

Impacto S1: Consumo de recursos naturais devido à aquisição de materiais

Durante a fase de operação do Aterro Sanitário de KaTembe, será necessário realizar a cobertura diária, intermédia e final dos resíduos depositados, utilizando solos e materiais com características adequadas para esta função, nomeadamente boa trabalhabilidade, capacidade de compactação e ausência de contaminação. Embora o projecto preveja o armazenamento e reutilização da maior parte dos solos provenientes das escavações realizadas para a conformação das células, construção das lagoas de lixiviados, valas de drenagem pluvial e instalação do emissário, as quantidades e tipologias disponíveis não serão suficientes para garantir a totalidade dos volumes de solo necessários ao longo da vida útil do aterro para as diversas funções a que se destinam.

Em consequência, será necessária a aquisição de solos/materiais adicionais provenientes de jazidas externas ou empréstimos, gerando um impacto de consumo de recursos naturais não renováveis (solos/ gravilha), que implica a remoção de volumes de materiais de áreas externas ao projecto, resultando em alterações locais do relevo, possível remoção de vegetação superficial e exposição de solos a processos erosivos nas áreas de empréstimo.

Aquisição de materiais / áreas de empréstimo

Além dos solos para cobertura de resíduos, o projecto requer a aquisição externa de materiais específicos, designadamente:

- Gravelha para base das células e cobertura final: Este material é essencial para a constituição das camadas drenantes e de protecção das geomembranas de impermeabilização. A gravelha deve apresentar características granulométricas específicas, com coeficiente de permeabilidade elevado para garantir a drenagem adequada dos lixiviados.
- Areias e materiais granulares: Necessários para a execução das camadas de protecção das geomembranas e como material filtrante nos sistemas de drenagem.

O consumo destes recursos naturais não renováveis implica múltiplas dimensões de impacto ambiental:

- **Esgotamento de recursos:** A extracção de solos de qualidade adequada e de materiais granulares representa o consumo irreversível de recursos naturais limitados, particularmente crítico em zonas de crescimento urbano como KaTembe.
- **Alterações morfológicas nos locais de extracção:** A exploração de jazidas e áreas de empréstimo resulta em modificações permanentes da topografia local, podendo comprometer usos futuros dos terrenos, incluindo actividades agrícolas, florestais ou de desenvolvimento urbano.
- **Impactos na cobertura vegetal e biodiversidade:** A remoção de solos implica frequentemente a supressão de vegetação superficial, com consequente perda de habitats e redução da capacidade de suporte dos ecossistemas locais.
- **Exposição a processos erosivos:** As áreas de escavação ficam susceptíveis à erosão hídrica e eólica, podendo gerar sedimentação em linhas de água e degradação da qualidade dos recursos hídricos adjacentes.
- **Pegada de carbono associada ao transporte:** O transporte dos materiais desde as zonas de empréstimo até ao aterro implica consumo significativo de combustíveis fósseis e emissão de gases com efeito de estufa, sendo este impacto proporcional às distâncias de transporte.

Gestão de Terras Sobrantes

Até à data, o projecto prevê a geração de terras sobrantes que devem ser enviadas para vazadouro, não sendo possível quantificar com precisão esta volumetria, uma vez que dependerá da gestão dos solos de cobertura de resíduos. Em caso de necessidade de deposição em vazadouro, existem obrigações específicas que o operador do aterro deverá cumprir, nomeadamente:

- Caracterização prévia dos solos sobrantes para verificação da ausência de contaminação
- Licenciamento adequado das operações de transporte e deposição
- Registo e reporte das quantidades de solos enviados para vazadouro
- Implementação de medidas de minimização do impacto ambiental durante o transporte e deposição

A análise do impacto das terras sobrantes provenientes do Aterro Sanitário de KaTembe revela que o seu destino e gestão podem constituir um impacto potencialmente positivo ou negativo, dependendo das opções técnicas, legais e ambientais adoptadas.

Impactos Positivos se:

Reutilização em Obras de Construção Civil - Quando as terras sobrantes são devidamente caracterizadas e apresentam propriedades geotécnicas adequadas, podem ser reutilizadas como materiais para aterros em infra-estruturas rodoviárias, ferroviárias, urbanizações ou como substrato para regularização de terrenos e espaços verdes. Esta prática permite:

- Redução do consumo de recursos naturais, minimizando a exploração de novas jazidas para materiais de empréstimo;
- Optimização dos custos das obras através da diminuição das despesas associadas à aquisição de materiais novos;
- Contribuição para a economia circular na construção civil, promovendo o reaproveitamento de materiais e reduzindo o volume de resíduos enviados a aterro licenciados.

Encerramento e Recuperação de Antigas Áreas de Empréstimo - A utilização de solos sobrantes para regularização, reabilitação e revegetação de antigas áreas de empréstimo ou pedreiras contribui para:

- Recuperação paisagística de superfícies degradadas e reforço do valor ecológico local;
- Redução da erosão, protecção dos recursos hídricos e restabelecimento de habitats através da reconstrução da estrutura e fertilidade do solo;
- Promoção da sustentabilidade ambiental regional, alinhando com política de conservação do solo e protecção da biodiversidade.

Recuperação Paisagística e Ambiental - A aplicação dos solos excedentes em projectos de recuperação ambiental, barreiras contra ruído ou estruturação de espaços verdes permite:

- Melhoria da estética urbanística e integração de infra-estruturas;
- Redução de processos erosivos, poluição hídrica e atmosférica;
- Constituição de zonas de protecção para comunidades locais e ecossistemas sensíveis.

Impactos Negativos se:

Destino Desadequado: Deposição em Áreas Não Licenciadas

O encaminhamento das terras sobrantes para locais não licenciados enquanto entulho, incluindo terrenos baldios, margens de rios, estradas ou áreas de lazer abandonadas, origina impactos ambientais e sociais significativos:

- Degradação paisagística e ambiental, com perturbação de redes de drenagem, poluição visual e diminuição do valor ecológico e turístico das áreas atingidas;
- Interdição parcial de espaços públicos e prejuízos ao tráfego, comprometendo infraestruturas urbanas e agrícolas;
- Aumento dos custos de remediação para os municípios e entidades públicas, que têm de intervir para remoção, tratamento e recuperação das áreas degradadas.

Além dos impactos ambientais, a deposição ilegal de terras e entulhos resulta em não conformidade com a legislação vigente, podendo levar a penalizações, perda de confiança da comunidade e dos financiadores multilaterais, e dificultar processos de certificação ambiental.

Não é permitido o recurso a vazadouros não licenciados / autorizados.

Medidas Mitigadoras

Atendendo ao facto de, nesta fase do projecto, não estarem ainda definidas as localizações específicas das áreas de empréstimo ou vazadouro a utilizar para a aquisição de solos de cobertura e materiais granulares ou deposição de terras sobrantes, bem como não se conhecerem as condições técnicas e legais associadas ao seu licenciamento e características ambientais locais, não é possível proceder à classificação quantitativa do impacto associado ao uso destas áreas no presente Estudo de Impacte Ambiental.

A classificação de impacto requer a análise de elementos como a sensibilidade ambiental da área de extracção/deposição, proximidade de linhas de água e comunidades, estado de cobertura vegetal e uso actual do solo, distâncias de transporte, e características geotécnicas dos materiais disponíveis, os quais só poderão ser determinados quando forem identificadas as áreas específicas a utilizar.

Medidas Mitigadoras para materiais de empréstimo

Maximização da reutilização de solos escavados:

- Todo o material escavado no próprio aterro será triado e reaproveitado na medida do possível pelo Empreiteiro, minimizando a necessidade de solos externos.
- O solo escavado será prioritariamente utilizado como material de recobrimento de resíduos e regularização de taludes, bermas e outras necessidades do aterro.

Legalidade e conformidade:

- As autoridades competentes (DNGA, INAMI, entidades locais) serão consultadas caso se identifique a necessidade de extracção externa de terras.
- Serão obtidas todas as licenças e autorizações pertinentes antes do início da exploração de áreas de empréstimo.

Prevenção de extracções ilegais:

- O uso de áreas de empréstimo será rigorosamente controlado para impedir extracções não autorizadas, incluindo por terceiros, em zonas não licenciadas.
- Reabilitação obrigatória das áreas de empréstimo:
- Todas as áreas de empréstimo utilizadas serão reabilitadas após a conclusão da extracção, garantindo estabilidade dos taludes, prevenção de erosão e reintegração paisagística, salvo se indicado em contrário pelas autoridades.

Considerando a previsibilidade de necessidade de materiais adicionais para cobertura de resíduos e construção de infra-estruturas ao longo da operação do aterro, e os potenciais riscos ambientais associados a actividades de extracção de inertes, foram estabelecidas e apresentadas neste EIA as "**Normas para a Gestão de Áreas de Empréstimo para Solos de Cobertura e Materiais Granulares**" incluídas no Plano de Gestão Ambiental (PGA).

Estas normas deverão ser aplicadas pelo Empreiteiro e fiscalizadas pelo Dono de Obra, assegurando que a selecção, exploração e reabilitação destas áreas seja realizada de forma

ambientalmente responsável, em conformidade com a legislação moçambicana e as Normas Ambientais e Sociais (NAS) do Banco Mundial.

Medidas Mitigadoras para materiais sobrantes

A gestão adequada das terras sobrantes deve seguir a hierarquia de gestão de resíduos, priorizando a prevenção da geração de excedentes, seguida da reutilização directa, valorização material e, apenas como última opção, a deposição em vazadouro. Esta abordagem alinha-se com os princípios da economia circular e com as Normas Ambientais e Sociais do Banco Mundial, nomeadamente o Padrão de Desempenho 3 sobre Eficiência de Recursos.

- **Caracterização Geotécnica Prévia das Terras Sobrantes** - Previamente à definição do destino final das terras sobrantes, deverá ser realizada caracterização geotécnica completa dos materiais, incluindo: Ensaios de identificação e classificação e Ensaios de compactação e capacidade de suporte-
- **Reutilização em Obras de Construção Civil** - Quando as características geotécnicas forem adequadas, as terras sobrantes deverão ser prioritariamente direccionadas para utilização em obras de construção civil, incluindo: obras rodoviárias; obras de edificação e obras de urbanização.
- **Contribuição para Encerramento e Recuperação de Antigas Áreas de Empréstimo** - As terras sobrantes com características adequadas deverão ser prioritariamente utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas por exploração de materiais de empréstimo, nomeadamente: Recuperação morfológica; preparação para a revegetação ou estabilização geotécnica
- **Melhoramento de Solos para Reutilização** - Para solos que não apresentem inicialmente características adequadas para reutilização, deverá ser avaliada a viabilidade de melhoramento através de estabilização química ou mistura com outros materiais.

Durante as operações de escavação e conformação das infra-estruturas do Aterro Sanitário de KaTembe, prevê-se a geração de volumes significativos de terras sobrantes. A gestão destes materiais assume relevância particular devido ao seu potencial impacto ambiental, que pode ser positivo — através da valorização e reutilização — ou negativo, quando mal gerido ou destinado a locais inadequados. Importa, por isso, estabelecer um conjunto claro de normas para a sua triagem, caracterização, destinos preferenciais e mecanismos de controlo, de modo a maximizar os benefícios ambientais e económicos e minimizar riscos de deposição descontrolada.

No PGA encontram-se “Normas para a Gestão de Terras Sobrantes” que incluem as medidas mitigadoras supra-indicadas devendo ser integrado no Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Contractado – Empreiteiro e Operador, e operacionalizado durante todo o período de construção e operação inicial do aterro.

1.4.6 Hidrologia

A avaliação dos impactos ambientais na componente hidrológica durante a fase de operação do Aterro Sanitário de KaTembe é essencial para assegurar a protecção dos recursos hídricos e dos ecossistemas associados ao rio Tembe. Neste contexto, destaca-se a importância da análise dos

efeitos potenciais decorrentes da descarga do efluente tratado proveniente da Estação de Tratamento de Lixiviados (ETL) projectada para o empreendimento.

Os lixiviados gerados em aterros sanitários apresentam características complexas, frequentemente com concentrações elevadas de poluentes orgânicos e inorgânicos, incluindo matéria orgânica biodegradável, nutrientes como nitrogénio (NH_4^+) e metais pesados. Reconhecendo esta complexidade, a solução técnica prevista para a ETL do Aterro de KaTembe incorpora uma fase adicional de tratamento através de zonas húmidas artificiais (wetlands), garantindo uma redução significativa das cargas poluentes antes da descarga final no rio Tembe.

A avaliação dos impactos na hidrologia na fase de operação centra-se, portanto, na análise técnica detalhada do impacto potencial sobre a qualidade da água do rio Tembe, considerando as características hidrodinâmicas locais, os padrões de dispersão do efluente tratado e a capacidade de diluição do meio receptor. Este enquadramento é fundamentado por estudos específicos de modelação hidrodinâmica, cujos resultados sustentam as conclusões relativas à magnitude e extensão dos impactos sobre a qualidade da água.

A escolha do local e a configuração do emissário submarino foram definidas para minimizar riscos ambientais. Ainda assim, o rio Tembe constitui um corpo hídrico sensível e de elevada relevância ecológica e socioeconómica, nomeadamente devido à proximidade de importantes ecossistemas de mangal, habitats que desempenham funções vitais na protecção costeira, biodiversidade e manutenção da qualidade ambiental geral.

A avaliação do impacto na qualidade da água do rio Tembe decorrente da descarga do efluente tratado da Estação de Tratamento de Lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe baseia-se fundamentalmente no estudo técnico intitulado "*Leachate Treatment Plant – Outfall Modelling Dispersion*", com referência 22114-LF-USW-MOD-001-0, elaborado em Março de 2025 pela equipa da TPF Consultores, em consórcio com a GOPA Infra GmbH e a TPF Moçambique, com a modelação especializada conduzida pela empresa HIDROMOD (Anexo IV). Esta referência é aqui utilizada como fonte principal e estruturante da análise apresentada, sendo os seus autores os responsáveis pela produção científica e técnica dos dados modelados e das conclusões hidrodinâmicas e de qualidade da água que servem de base à interpretação integrada no presente Estudo de Impacto Ambiental e Social.

Desta forma, apresenta-se uma análise dos impactos ambientais esperados, tendo por base cenários operacionais realistas e conservadores, com o objectivo de fornecer uma avaliação sólida e robusta que suporte as estratégias de gestão e monitorização a serem implementadas ao longo da fase operacional do aterro. Pretende-se, deste modo, assegurar que a qualidade ambiental dos recursos hídricos, em particular do rio Tembe e seus ecossistemas adjacentes, seja preservada e protegida, alinhando-se com os princípios de sustentabilidade ambiental e as directrizes do Banco Mundial e legislação ambiental moçambicana.

Impacto H1: Impacto na Qualidade da Água do Rio Tembe Decorrente da Descarga do Efluente Tratado - matéria orgânica (BOD₅) e compostos nitrogenados (NH₄⁺)

A descarga do efluente tratado da Estação de Tratamento de Lixiviados (ETL) do Aterro Sanitário de KaTembe no rio Tembe constitui um impacto directo e permanente sobre a qualidade da água do meio receptor durante toda a fase operacional do projecto. Este impacto manifesta-se através da introdução de cargas de matéria orgânica (BOD₅) e compostos nitrogenados (NH₄⁺) no sistema aquático, com concentrações superiores aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação moçambicana.

A natureza do impacto caracteriza-se pela descarga contínua de efluente com concentrações de poluentes - BOD₅ entre 98-500 mgO₂/L e amónio entre 20-200 mgN/L, dependendo do cenário operacional (Tabela 1.22) - em contraste com os limites legais de 5 mgO₂/L e 5 mgN/L, respectivamente, estabelecidos pelo Decreto 67/2010. A magnitude desta diferença requer uma avaliação rigorosa dos processos de dispersão e diluição no meio receptor para determinar a extensão espacial e temporal dos impactos na qualidade da água.

Metodologia e Procedimentos de Modelação

A avaliação do impacto foi conduzida através de modelação numérica tridimensional utilizando o sistema MOHID Water, desenvolvido pelo IST/MARETEC, que integra processos hidrodinâmicos e biogeoquímicos específicos para ambientes estuarinos. Esta abordagem metodológica alinha-se com as melhores práticas internacionais para avaliação de descargas de efluentes, similar aos estudos realizados noutros contextos fluviais que demonstram a importância da capacidade de assimilação dos rios para determinar os impactos de efluentes tratados.

O modelo utilizado considera dois regimes distintos de dispersão (Figura 1.22):

- O **campo próximo (MOHIDJet)**, caracterizado por alta turbulência e mistura rápida do efluente, ou seja, representa o jacto turbulento com flutuabilidade positiva responsável por simular o comportamento da pluma de descarga nos primeiros metros após a emissão do efluente. Este modelo resolve os processos dominados pela energia cinética do jacto e pela diferença de densidade entre o efluente (geralmente menos denso, por ser doce ou quente) e o corpo receptor (mais salino e denso). Visualmente, na imagem, vê-se uma mancha colorida (laranja-avermelhada) ascendente e divergente a partir do ponto de emissão à esquerda — simbolizando o processo de mistura intensa e diluição rápida na fase inicial da descarga.
- O **campo afastado (MOHID 3D)**, onde a dispersão é governada pela dinâmica das correntes do meio receptor. Representado por uma malha reticulada sobre a imagem da pluma, esta secção indica o domínio do modelo tridimensional de campo distante (far-field), que simula os processos de transporte e dispersão da pluma numa escala mais ampla. Nesta área, a dinâmica da pluma passa a ser controlada principalmente pelos movimentos hidrodinâmicos do corpo receptor, como correntes de maré, turbulência residual e estratificação. O modelo MOHID 3D permite capturar a evolução espacial e temporal da concentração dos poluentes ao longo do rio ou estuário, incorporando os resultados fornecidos pelo MOHID Jet como condição de fronteira inicial.

Esta diferenciação é fundamental pois estudos similares demonstram que a negligência da diluição inicial pode resultar em superestimação significativa dos impactos ambientais.

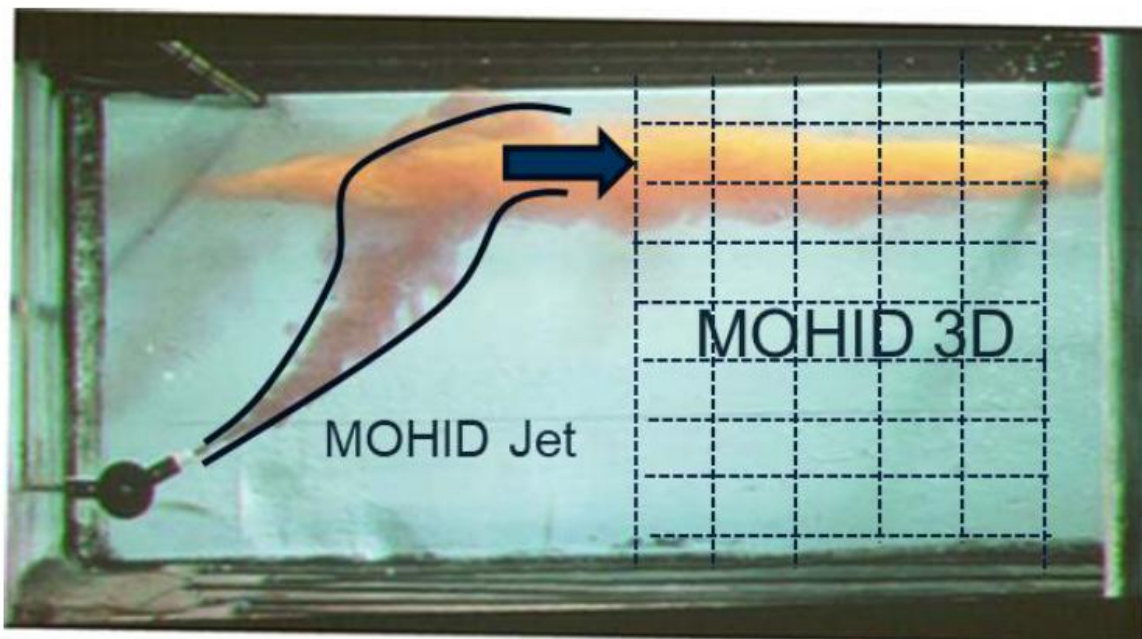


Figura 1.22 o sistema MOHID acopla, em tempo real, a dispersão de campo próximo (MOHIDJet) com a dispersão de campo distante (MOHID 3D).

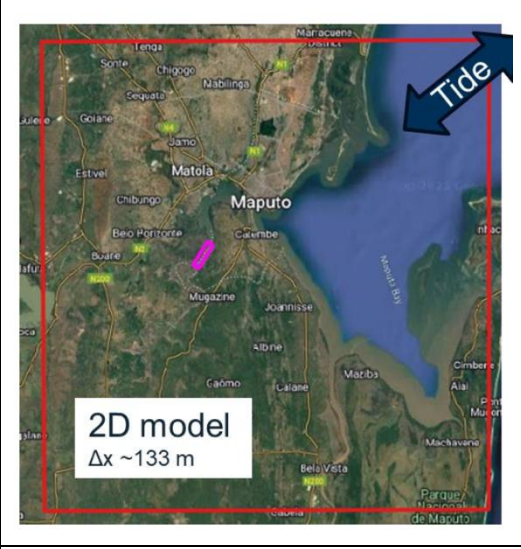
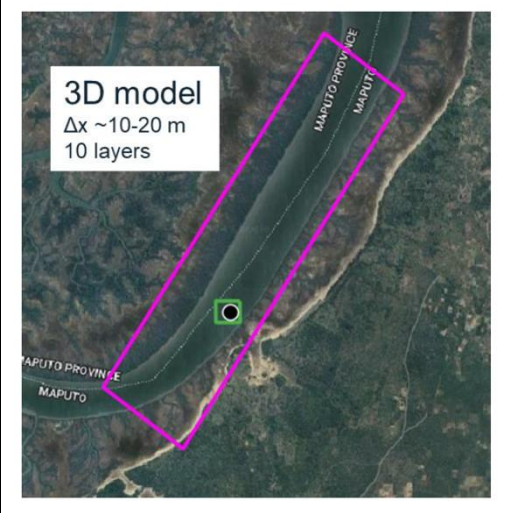

Outro aspecto de realçar é a utilização de uma bordagem integrada permitindo um realismo hidrodinâmico. A modelação progressiva garante que o comportamento do efluente é simulado em coerência com as forças físicas reais — como marés, densidade, estratificação térmica e salina — que afectam o sistema em múltiplas escalas. Cada nível ajusta-se à escala do fenómeno dominante (Tabela 1.21):

- Larga escala para marés;
- Escala média para dispersão;
- Escala fina para mistura turbulenta.

Efectivamente, ao evitar simplificações excessivas (por exemplo, usar um único modelo com baixa resolução), reduz-se significativamente o risco de subestimar ou sobrestimar o impacto ambiental. Esta abordagem fornece uma base científica sólida para definir zonas de influência da descarga, critérios de monitorização e medidas de mitigação localizadas.

Esta metodologia permite assim representar, com elevada resolução temporal e espacial, o comportamento da pluma de descarga desde a sua emissão até à sua diluição final no corpo hídrico.

Tabela 1.21 Níveis progressivos de modelação

	<p>Nível 1 – Larga Escala: Um modelo 2D cobrindo a Baía de Maputo e o Estuário do Espírito Santo com uma resolução horizontal de 133 m. Forçado apenas pelas marés astronómicas na fronteira oceânica, simula as condições hidrodinâmicas da estação seca (sem afluência de rios, apenas maré astronómica), níveis de água e correntes na zona do emissário.</p>
	<p>Nível 2 – Escala Média: Um modelo 3D com 10 camadas sigma, cobrindo 4 km do rio Tembe centrados na área de descarga, com resolução horizontal de 10–20 m. Foca-se na dispersão 3D da pluma, acoplando as dinâmicas de campo próximo e de campo distante.</p>
	<p>Nível 3 – Escala Fina: Um modelo 3D com 10 camadas e resolução horizontal de 2 m, implementado para minimizar a difusão numérica e, consequentemente, realçar os gradientes em escala muito local.</p>

Caracterização dos Cenários de Descarga Modelados

Com base no estudo de especialidade da modelação da dispersão referido, a composição química do efluente tratado da Estação de Tratamento de Lixiviados (ETL) apresenta concentrações específicas de poluentes que variam conforme o cenário de tratamento implementado (Tabela 1.22).

Tabela 1.22 Parâmetros Principais do Efluente Tratado

Cenário A - Com Wetlands (Zonas Húmidas)		
Parâmetro	Caudal Frequente (7 L/s)	Caudal Máximo (18 L/s)
BOD ₅	250 mgO ₂ /L	98 mgO ₂ /L
NH ₄ ⁺	50 mgN/L	20 mgN/L
Cenário B - Sem Wetlands		
Parâmetro	Caudal Frequente (7 L/s)	Caudal Máximo (18 L/s)
BOD ₅	500 mgO ₂ /L	196 mgO ₂ /L
NH ₄ ⁺	200 mgN/L	78 mgN/L

Cada um destes cenários foi modelado para as duas condições de caudal de descarga: caudal frequente (7 L/s) e caudal máximo (18 L/s), permitindo avaliar o desempenho da infra-estrutura sob diferentes condições operacionais. De notar que os valores de 7 L/s e 18 L/s não são arbitrários; derivam de estudos técnicos prévios realizados durante a fase de dimensionamento do sistema de tratamento e gestão de águas no aterro, conforme o relatório de concepção e dimensionamento:

- **7 L/s** corresponde ao caudal médio diário estimado para as condições médias anuais da fase operacional do aterro.
- **18 L/s** corresponde a um caudal de projecto para eventos de curta duração (por exemplo, precipitação intensa ou simultaneidade de drenagens internas), sendo o valor de capacidade máxima hidráulica prevista para o sistema.

Previsão Quantitativa de Concentrações no Meio Receptor

A metodologia de modelação integra, como referido, dois regimes de dispersão distintos - campo próximo (MOHIDJet) e campo afastado (MOHID 3D) - permitindo calcular com precisão as concentrações resultantes no rio Tembe após a descarga. O modelo utiliza a equação de diluição $CP = CR + (CD - CR)/D$, onde a concentração da pluma (CP) é inversamente proporcional à diluição (D), estabelecendo uma relação matemática rigorosa entre as características da descarga e a qualidade da água resultante.

Importa realçar que as simulações empregam uma abordagem estatística conservativa, calculando o percentil 5 da diluição mínima para estimar as condições mais desfavoráveis de mistura. Esta metodologia assegura que apenas 5% dos valores de diluição ficam abaixo do valor utilizado para determinar o percentil 95 das concentrações de poluentes, fornecendo uma base científica robusta para avaliar o cumprimento dos padrões ambientais nas condições mais adversas.

Esta abordagem justifica-se porque a diluição de uma pluma de efluente num corpo hídrico natural — como um rio ou estuário — não é constante no tempo nem no espaço. Ela varia consoante:

- A maré (enchente, vazante, estagnação);
- A velocidade e direcção da corrente;

- A estratificação da coluna de água;
- O caudal de descarga e a sua temperatura e densidade.

Para captar essa variabilidade, a modelação simula o comportamento da pluma ao longo de um período representativo (neste caso, um ciclo completo de maré entre sizígia e quadratura), gerando milhares de valores de diluição em diferentes pontos e momentos no domínio tridimensional.

A partir desse conjunto de dados, são calculados percentis estatísticos, entre os quais se destaca o uso do percentil 5 da diluição mínima — valor abaixo do qual apenas 5% dos resultados se situam. Em termos práticos, este valor representa uma diluição mínima típica em condições desfavoráveis, mas que ainda ocorrem com alguma frequência. É usado como base para avaliar cenários de maior risco ambiental, como os momentos de menor circulação hídrica (e.g., maré morta ou estagnação). Ao usar este valor na equação de cálculo da concentração de poluentes, obtém-se o percentil 95 da concentração resultante, ou seja, a pior concentração prevista em 95% do tempo. Por exemplo, se a concentração de amónio no efluente tratado for 20 mgN/L, e a diluição percentil 5 for de 100, a concentração estimada na água do rio seria:

$$\text{Concentração Rio Tembe} = \frac{CD}{D} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ mgN/L}$$

Neste exemplo, em 95% do tempo e espaço modelados, a concentração de amónio resultante da descarga será inferior a 0,2 mgN/L, valor significativamente abaixo do limite legal moçambicano (5 mgN/L).

Condições Hidrodinâmicas do Meio Receptor

O rio Tembe, na área de descarga, apresenta características hidrodinâmicas favoráveis à dispersão do efluente, com profundidades de 6-7 metros e correntes médias de 0,2-0,3 m/s, podendo atingir 0,7-1,0 m/s durante condições de maré viva. O caudal tidal médio de aproximadamente 550 m³/s representa uma capacidade de diluição 80.000 vezes superior ao caudal de descarga frequente (7 L/s), indicando elevada capacidade de assimilação do meio receptor.

A localização do emissário a 150 metros da margem direita, equipado com duas válvulas duckbill anguladas 45° para cima, otimiza a mistura inicial através da criação de jactos turbulentos que promovem a dispersão eficaz do efluente na coluna de água. Esta configuração resulta em diluições iniciais que variam entre 20 (condições de correntes mínimas) e 600 (condições de correntes máximas), com valores médios de 300 para o cenário de caudal frequente.

Resultados da Dispersão e Qualidade da Água - Comportamento Espacial dos Poluentes

A modelação revela que a pluma de dispersão apresenta comportamento tridimensional complexo, com concentrações mais elevadas próximas à superfície devido à flutuabilidade positiva do efluente (água doce em ambiente estuarino salino).

Para uma avaliação conservativa, utilizando, como referido, o percentil 5 da diluição mínima, os resultados demonstram que a diluição de 200 é atingida a aproximadamente 50 metros do emissário no cenário de caudal máximo (18 L/s) e a 10 metros no cenário de caudal frequente (7 L/s).

Amónio (NH_4^+)

Para o parâmetro amónio, mesmo no cenário mais restritivo (caso de não funcionamento das wetlands), a concentração do percentil 95 mantém-se consistentemente abaixo de 3 mgN/L, nunca excedendo o limite legal de 5 mgN/L. A redução das concentrações para valores inferiores a 1 mgN/L ocorre a aproximadamente 50 metros do ponto de descarga, demonstrando que o impacto na qualidade da água é espacialmente limitado e não compromete os usos do recurso hídrico no meio receptor.

Demanda Bioquímica de Oxigénio (BOD_5)

Para o BOD_5 , o impacto apresenta maior extensão espacial. No cenário mais restritivo (sem as wetlands, com concentração de referência de 3 mgO₂/L na água receptora), o limite legal de 5 mgO₂/L é excedido num raio de aproximadamente 30 metros em torno do emissário. Esta zona de impacto representa uma área limitada considerando a extensão do rio Tembe e não compromete a qualidade geral do meio receptor.

Comparação com Padrões Ambientais e Casos Similares

A avaliação dos impactos foi contextualizada através da comparação com estudos similares de descargas de efluentes tratados, que demonstram padrões semelhantes de impacto localizado.

No contexto do rio Tembe, as condições de referência estabelecidas através de amostragem em Fevereiro de 2025 revelaram concentrações de amónio de ~0,5 mgN/L e BOD_5 inferior a 5 mgO₂/L, indicando condições basais adequadas que facilitam a assimilação do efluente tratado sem comprometimento significativo da qualidade geral do meio receptor.

Impacto Directo

A elevada capacidade de assimilação do rio Tembe resulta numa zona de mistura espacialmente limitada, onde os impactos na qualidade hídrica são confinados a uma área reduzida nas proximidades do ponto de descarga. Esta característica é fundamental para assegurar que os usos do recurso hídrico a jusante não sejam comprometidos.

A capacidade natural de autodepuração do rio Tembe, evidenciada pela rápida redução das concentrações de poluentes com a distância do emissário, indica uma elevada resiliência do sistema aquático. Esta capacidade de recuperação é essencial para manter a qualidade hídrica a longo prazo e assegurar a sustentabilidade ambiental do projecto.

O impacto directo na qualidade da água é limitado em extensão espacial devido à eficácia dos processos de dispersão e diluição. A zona de influência directa estende-se por aproximadamente 50 metros do ponto de descarga, área onde ocorre o cumprimento dos padrões legais de qualidade da água.

Impacto Cumulativo

Considerando que o rio Tembe não recebe outras descargas industriais significativas na área de estudo, o impacto cumulativo é baixo. A capacidade de assimilação do meio receptor, evidenciada

pelo elevado caudal tidal e dinâmica de correntes, assegura que os impactos permanecem localizados sem efeitos sinérgicos significativos.

Impacto Temporal

O impacto apresenta variabilidade temporal relacionada com os ciclos de maré, sendo mais pronunciado durante períodos de correntes mínimas (marés mortas) e atenuado durante períodos de correntes máximas (marés vivas). Esta variabilidade natural contribui para a capacidade de recuperação do sistema aquático.

Medidas de Mitigação e Monitorização

A implementação e manutenção das wetlands construídas representa uma medida de projecto eficaz, reduzindo as concentrações de BOD₅ em aproximadamente 50% e de amónio em 60-75%, resultando numa diminuição significativa da zona de impacto.

O programa de monitorização da qualidade da água no Rio Tembe que se definiu para o presente projecto (PGA) inclui pontos de amostragem estrategicamente localizados a 25, 50 e 100 metros do emissário a montante e jusante, com frequência mensal durante o primeiro ano de operação e trimestral posteriormente, monitorizando os parâmetros BOD₅, amónio, oxigénio dissolvido, pH e condutividade eléctrica (entre outros).

Salienta-se por isso a complexidade das Wetlands construídas e a sua importância como tecnologia de tratamento terciário, assegurando polimento adicional do efluente e remoção de contaminantes recalcitrantes e metais através de múltiplos mecanismos sinérgicos: adsorção no substrato, fito-remediação, biofloculação, sedimentação e recirculação do efluente. Contudo, a manutenção eficaz destas unidades é altamente dependente de procedimentos rigorosos, incluindo monitoria frequente, controlos de carga hidráulica, inspecção das massas vegetais, prevenção de entupimentos, e formação técnica do pessoal operacional. A complexidade decorre da necessidade de assegurar continuidade nos processos biológicos e físico-químicos, evitar fenómenos de colmatação, declínio da biomassa ou desequilíbrio do ecossistema das wetlands, que comprometeriam a capacidade de remediação e aumentariam os riscos ambientais.

Riscos e Requisitos Operacionais

O desempenho insuficiente das wetlands representa um risco significativo, condicionado pela variabilidade da carga poluente e pelas exigências de operação e manutenção. Para mitigar estes riscos, é imprescindível garantir elevados níveis de formação técnica, monitorização rigorosa e supervisão operacional, com planos de contingência e reajuste adaptativo. A manutenção contínua das wetlands deve ser prevista como um elemento crítico no plano de gestão ambiental do aterro, condicionando a eficácia global do sistema de tratamento na área confinante ao ponto de descarga.

Neste sentido, exige-se que o operador do aterro elabore e implemente um Plano de Monitorização e Gestão específico para estas infra-estruturas (wetlands), garantindo a sua eficácia ambiental contínua e a conformidade legal ao longo do tempo.

Ações Principais a Incluir no Plano:

- Monitorização periódica e sistemática do efluente à entrada e à saída das wetlands, incluindo parâmetros físico-químicos, biológicos e presença de contaminantes complexos (compostos orgânicos refractários, metais, nutrientes, sólidos suspensos, pH e toxicidade).
- Inspeção regular das condições de vegetação, substrato e integridade hidráulica, identificando sinais precoces de colmatção, declínio da biomassa vegetal ou anomalias hidrodinâmicas.
- Manutenção preventiva e correctiva, contemplando a remoção de sedimentos excessivos, controlo de infestantes, substituição de macrófitas e desobstrução de canais ou zonas de reacumulação.
- Ajuste adaptativo dos tempos de residência hidráulica, caudais ou configuração operacional em função dos resultados obtidos nas campanhas de monitorização, assegurando a manutenção das taxas de remoção especificadas.
- Formação técnica contínua do pessoal operacional, incluindo capacitação em aspectos ecológicos, hidráulicos e métodos laboratoriais de análise ambiental.
- Implementação de protocolos de actuação em caso de falhas – por exemplo, desvios nos parâmetros legais, mortalidade vegetal maciça, paralisação hidráulica ou perda de eficiência, estabelecendo planos de contingência e comunicação imediata às entidades fiscalizadoras.
- Elaboração de relatórios periódicos de desempenho, incluindo tendências, ações corretivas, incidências e medidas implementadas para os principais intervenientes, nomeadamente autoridades ambientais e financiadores.

A exigência deste plano assenta na evidência científica de que as wetlands, apesar da sua eficácia comprovada para polimento final de efluentes, dependem fortemente da rigorosa manutenção, da adaptabilidade operacional e do conhecimento técnico dos operadores para evitar perdas de desempenho, declínio ecológico ou riscos crónicos e cumulativos para o meio receptor. O contexto legal nacional (Decreto 67/2010 e diplomas subsequentes) e as salvaguardas ambientais dos financiadores internacionais impõem o cumprimento rigoroso dos padrões de descarga e a prestação de contas quanto ao desempenho ambiental dos sistemas de tratamento.

O plano de monitorização e gestão constitui, assim, um instrumento indispensável para assegurar a continuidade da conformidade ambiental, prevenir riscos sistémicos e garantir a sustentabilidade dos resultados, devendo ser integrado no sistema de gestão ambiental do empreendimento e sujeito a aprovação e auditoria pelas autoridades competentes

Resumo da Avaliação de Impacto

A avaliação do impacto da descarga do efluente tratado do Aterro Sanitário de KaTembe no meio hídrico receptor — o estuário do rio Tembe — permitiu uma classificação global do impacto como Muito Baixo. Esta classificação resulta da análise combinada de critérios legais, de assimilação ambiental e de reversibilidade, integrando ainda os efeitos positivos associados à implementação de medidas de mitigação.

No que respeita ao cumprimento legal, os resultados demonstraram que, em todos os cenários modelados, a concentração de amónio (NH_4^+) no meio receptor permanece dentro dos limites legais

estabelecidos pelo Decreto 67/2010. Quanto à carga de matéria orgânica, avaliada através da Demanda Bioquímica de Oxigénio em cinco dias (BOD_5), os níveis de conformidade também se verificam, ainda que com a observação de que o cumprimento ocorre após a zona imediata de mistura, isto é, a mais de 30 metros do ponto de descarga.

A capacidade de assimilação natural do estuário foi considerada elevada, sustentada por uma razão caudal receptor/efluente da ordem de 80.000 vezes, correntes médias eficazes (entre 0,2 e 0,3 m/s) e uma diluição inicial muito significativa, que varia entre 20 e 600, com média próxima de 300. Esta capacidade elevada contribui decisivamente para uma rápida dispersão dos contaminantes e redução de concentrações, garantindo a atenuação dos impactos numa escala espacial restrita.

A análise do potencial de reversibilidade indica que os impactos esperados são totalmente reversíveis, sem evidência de efeitos cumulativos relevantes, graças à comprovada capacidade autodepurativa do sistema estuarino. Estes resultados reforçam a robustez ecológica do meio receptor, particularmente em condições de maré e elevada renovação hídrica.

Adicionalmente, a consideração das wetlands construídas — prevista no Cenário A do estudo de especialidade da qualidade da água referido — revela-se uma medida de mitigação eficaz, promovendo uma redução média de aproximadamente 50% da carga de BOD_5 e de 60 a 75% na concentração de NH_4^+ antes da descarga no meio natural. Esta solução de pré-tratamento contribui significativamente para a melhoria da qualidade do efluente final, reforçando a segurança ambiental da solução adoptada.

Impacto H1- Impacto na Qualidade da Água do Rio Tembe Decorrente da Descarga do Efluente Tratado - matéria orgânica (BOD_5) e compostos nitrogenados (NH_4^+)

Principais Medidas de Mitigação:

- A principal medida de mitigação é o próprio sistema de tratamento do lixiviado com a construção das wetlands – assegurar as boas condições do seu funcionamento
- Cumprimento do Plano de Monitorização do Efluente Tratado antes da descarga
- Cumprimento do Plano de Monitorização da Qualidade da Água no Rio Tembe

Exige-se que o operador do aterro elabore e implemente um Plano de Monitorização e Gestão específico para as Wetlands, garantindo a sua eficácia ambiental contínua e a conformidade legal ao longo do tempo. As principais acções que o Plano deve conter, encontram-se listadas no Plano de Gestão de Hidrologia no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Definitiva		Improvável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

H2 Impacto na Qualidade da Água do Rio Tembe Decorrente da Descarga do Efluente Tratado – parâmetros complementares

Caracterização Geral dos Parâmetros Complementares

O sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe foi concebido para minimizar os impactos sobre a qualidade da água do rio Tembe através de uma abordagem integrada que considera não apenas os parâmetros principais (BOD₅ e amónio), mas também um conjunto abrangente de parâmetros complementares que caracterizam a complexidade química dos lixiviados tratados.

O efluente da Estação de Tratamento de Lixiviados apresenta uma composição química diversificada, típica de lixiviados de aterros sanitários, contendo concentrações significativas de matéria orgânica, compostos nitrogenados, metais pesados, sais dissolvidos e diversos compostos orgânicos complexos que requerem avaliação específica quanto ao seu impacto no meio receptor.

Carência Química de Oxigénio (CQO)

A CQO representa a totalidade da matéria orgânica presente no efluente, incluindo compostos biodegradáveis e refractários. O sistema de tratamento implementado reduz significativamente a CQO através dos processos de oxidação biológica no sistema de lamas activadas, complementado pelo polimento nas wetlands construídas quando implementadas. A relação CQO/BOD₅ no efluente tratado indica a presença de matéria orgânica parcialmente biodegradável, sendo que a elevada capacidade de diluição do rio Tembe (caudal tidal médio de ~550 m³/s) assegura que as concentrações resultantes no meio receptor permanecem dentro de níveis ambientalmente aceitáveis.

Sólidos Suspensos Totais (SST)

A remoção de Sólidos Suspensos Totais (SST) no sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe assenta numa sequência integrada de três etapas complementares — sedimentação primária, clarificação secundária por lamas activadas e filtração natural em *wetlands* construídas — que, em conjunto, e na maior parte dos casos em sistemas semelhantes, asseguram uma eficiência superior a 90% na remoção destes contaminantes, com concentrações residuais no efluente final.

Na sedimentação primária, os mecanismos físicos de separação por gravidade permite a deposição de sólidos mais densos, como areias, siltes e detritos orgânicos grosseiros, no fundo da lagoa, enquanto óleos e graxas são removidos por flutuação. Com tempos de retenção hidráulica otimizados, esta fase alcança uma remoção inicial significativa dos SST, aliviando a carga para os processos subsequentes.

O sistema de clarificação secundária é parte integrante do tratamento biológico por lamas activadas previsto no projecto. Durante este processo, os microrganismos formam agregados biológicos que contribuem para a separação sólido-líquido através de mecanismos de sedimentação gravitacional e processos de floculação biológica. A configuração do sistema segue princípios estabelecidos de tratamento de efluentes, onde a biomassa desenvolvida no reactor biológico é separada do efluente tratado no clarificador secundário.

O projecto prevê ainda a construção de *wetlands*, representando uma tecnologia consolidada para tratamento terciário de efluentes. Estudos internacionais demonstram que estes sistemas proporcionam remoção adicional de contaminantes através de processos físicos, químicos e biológicos integrados. A literatura técnica indica que *wetlands* são eficazes na remoção de sólidos suspensos, matéria orgânica e nutrientes através de mecanismos como filtração no substrato, sedimentação em regime de baixa velocidade, absorção vegetal e processos microbiológicos na rizosfera.

Compostos Nitrogenados

A análise dos compostos nitrogenados no contexto do sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe deve ser estendida para além do amónio (NH_4^+), englobando outras formas de azoto como nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-) e azoto orgânico, todos eles identificados nos perfis típicos de lixiviados. Estes compostos são eficazmente processados ao longo do sistema através de ciclos microbiológicos de nitrificação e desnitrificação, inseridos nos processos de lamas activadas aeróbias e subsequente desnitrificação em ambiente anóxico, conforme recomendado na literatura e práticas consolidadas para sistemas de ETAL (Estações de Tratamento de Águas Lixiviadas).

A nitrificação envolve a conversão de amónio a nitrato, através da oxidação sucessiva por bactérias autotróficas (como *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*), enquanto a desnitrificação permite a redução do nitrato a azoto gasoso (N_2), removendo-o efectivamente do sistema aquático. Este ciclo não apenas reduz as concentrações dos compostos nitrogenados no efluente tratado, como também minimiza o risco de eutrofização nos corpos hídricos receptores.

O meio receptor do efluente, o estuário do rio Tembe, apresenta características que favorecem a assimilação adicional destas formas de azoto. A dinâmica hidrodinâmica da região, influenciada por marés semidiurnas com elevado fluxo e amplitudes significativas, cria condições para uma renovação constante da massa de água, favorecendo os processos biogeoquímicos naturais. Estes processos incluem a desnitrificação mediada por bactérias sedimentares, assimilação por macrófitas e fitoplâncton, e fixação biológica de azoto, os quais contribuem para o equilíbrio do ciclo do azoto.

Importa referir que o estuário do rio Tembe é um sistema de elevada produtividade e capacidade de autodepuração, como evidenciado pela sua integração na bacia hidrográfica da Baía de Maputo, onde ocorrem interações intensas entre água doce e água salgada. Esta mistura e a presença de zonas de mangal e sedimentos ricos em matéria orgânica proporcionam um ambiente propício à transformação e remoção natural de compostos azotados.

Dessa forma, tanto o sistema de tratamento como o meio receptor apresentam capacidades complementares e robustas para a gestão ambientalmente segura das diferentes formas de azoto presentes nos lixiviados, garantindo a manutenção da qualidade ecológica do rio Tembe.

Fósforo Total

A presença de fósforo total em lixiviados de aterros sanitários está bem documentada, com valores típicos que podem atingir até 30 mg/L, sendo maioritariamente constituído por ortofosfatos e formas

particuladas. Este nutriente, se não for adequadamente removido, pode contribuir para processos de eutrofização nos corpos hídricos receptores. O sistema de tratamento projectado contempla estratégias eficazes para a sua remoção, combinando processos físico-químicos e biológicos.

A primeira linha de controlo da carga de fósforo dá-se nas lagoas de tratamento, particularmente nas lagoas aeradas e de sedimentação, onde ocorre a remoção parcial por precipitação química e sedimentação de partículas associadas ao fósforo. A adição de agentes coagulantes e floculantes — como hidróxidos ou sais férricos — contribui para a formação de precipitados insolúveis de fósforo, que são subsequentemente removidos por sedimentação.

No entanto, é nas wetlands construídas que ocorre o maior polimento final do efluente, com destaque para os processos de adsorção no substrato (constituído por brita calcária e solo arável), assimilação pelas raízes das plantas macrófitas e imobilização por biofilmes microbianos presentes na rizosfera. A estrutura destas wetlands, com fluxo sub-superficial e longo tempo de retenção hidráulica, promove a remoção eficiente de fósforo, tanto dissolvido quanto particulado.

Quanto ao meio receptor, o rio Tembe, a sua elevada capacidade de assimilação e características estuarinas favorecem a atenuação de eventuais remanescentes de fósforo no efluente tratado. A presença de sedimentos finos, resultante da morfologia plana e dinâmica hidrodinâmica da zona, contribui para a deposição do fósforo particulado, reduzindo a sua biodisponibilidade na coluna de água. Além disso, os processos naturais de adsorção em partículas sedimentares e a incorporação por comunidades bentónicas ajudam a estabilizar o fósforo no sistema, mitigando riscos de eutrofização.

Em conjunto, o desenho técnico do sistema de tratamento e a resiliência ecológica do rio Tembe proporcionam um controlo eficaz da carga de fósforo, assegurando a conformidade ambiental e a protecção da integridade do ecossistema aquático..

Controlo de pH e Alcalinidade

A estabilidade do pH e a gestão da alcalinidade no sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe são asseguradas por uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos que actuam ao longo das diferentes etapas do tratamento. As lagoas de equalização cumprem um papel central ao homogeneizar o lixiviado e estabilizar os parâmetros físico-químicos, actuando como reservatórios tampão. Esta função é particularmente importante na regulação do pH, dada a variabilidade típica da acidez dos lixiviados nas fases iniciais de degradação dos resíduos.

O pH dos lixiviados pode variar entre 4,5 e 9,0, dependendo da fase de maturação do aterro, com valores mais ácidos durante a fase ácida inicial e mais alcalinos durante a fase metanogénica. Os processos biológicos, como os implementados nas lagoas aeradas e nas wetlands construídas, contribuem para a neutralização do pH através da degradação da matéria orgânica e das trocas iónicas entre os microrganismos e o meio. A estabilidade do pH é essencial para a eficiência dos microrganismos e para a remoção de poluentes, devendo ser monitorizada e controlada ao longo de todo o sistema de tratamento.

No meio receptor, o estuário do rio Tembe apresenta características ambientais que reforçam esta estabilidade. A sua natureza estuarina, marcada por interações entre águas doces e salinas, promove naturalmente uma elevada alcalinidade e capacidade tampão, típica de sistemas costeiros com sedimentos ricos em carbonatos. Os valores de pH observados nas águas subterrâneas da região variam entre 7,5 e 7,9, reflectindo um ambiente levemente alcalino e estável.

Em conjunto, estes factores asseguram que o pH do efluente tratado se mantenha dentro dos limites legais (entre 6,5 e 8,5), e que a descarga no rio Tembe ocorra sem causar alterações significativas no equilíbrio químico do meio aquático. Assim, tanto o sistema de tratamento como o meio receptor demonstram resiliência e capacidade para lidar com variações de pH e proteger a integridade ecológica do estuário.

Metais Pesados

A remoção de metais pesados no sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe é garantida por uma abordagem multietapas que integra processos físico-químicos, biológicos e naturais. Na primeira fase do tratamento, que inclui lagoas de equalização e aeradas, a correcção do pH desempenha um papel central na precipitação química dos metais sob a forma de hidróxidos, um mecanismo eficaz sobretudo para metais como Fe, Al, Cu e Zn, cujas solubilidades diminuem com o aumento do pH. Esta precipitação reduz significativamente a concentração de metais na fracção dissolvida, facilitando a sua remoção subsequente por sedimentação.

Adicionalmente, os processos biológicos nas lagoas aeradas e nos sistemas de lamas activadas permitem a adsorção de metais pesados na biomassa microbiana. Microrganismos presentes no licor misto podem capturar metais através de mecanismos de bioadsorção, quelação intracelular e fixação à matriz extracelular, contribuindo para a remoção de elementos como cádmio, chumbo e níquel.

As wetlands constituem a etapa final de polimento e são particularmente eficazes na retenção adicional de metais por três vias principais: adsorção no substrato (composto por brita calcária e solo arável), absorção radicular pelas plantas macrófitas, e complexação com substâncias húmicas produzidas na rizosfera. Estes mecanismos são potencializados pela recirculação do efluente, que prolonga o tempo de contacto com os componentes activos do sistema.

Em complemento ao tratamento, a modelação de dispersão realizada para o emissário de descarga indica que o efluente, ao entrar no rio Tembe, sofre diluições iniciais elevadas — da ordem de 300 a 600 vezes em condições de corrente máxima — o que assegura a redução das concentrações residuais de metais para níveis vestigiais. Esta elevada capacidade de diluição, associada à dinâmica estuarina do rio, à presença de sedimentos finos e à elevada carga de matéria orgânica, favorece processos naturais adicionais de sorção e sedimentação de metais, limitando significativamente a sua biodisponibilidade.

Deste modo, a conjugação do tratamento tecnicamente robusto com a capacidade de assimilação do meio receptor garante que os níveis de metais pesados no efluente final permaneçam muito abaixo dos limiares de toxicidade definidos pelas normas nacionais (Decreto 67/2010) e

internacionais (IFC EHS Guidelines), não representando risco para a biota aquática nem para a qualidade ecológica do estuário do rio Tembe.

Cloretos e Sulfatos

É esperada a presença de cloretos e sulfatos nos lixiviados com concentrações que podem atingir até 3000 mg/L para cloretos e 1500 mg/L para sulfatos, de acordo com valores típicos reportados para lixiviados de aterros sanitários em operação. Embora os cloretos sejam considerados compostos conservativos, ou seja, pouco sujeitos à degradação biológica ou à precipitação química, o sistema de tratamento proposto para KaTembe contempla mecanismos secundários que contribuem para a atenuação dos seus níveis.

Nas wetlands, os processos de adsorção em substratos porosos e a troca iónica com complexos coloidais do solo e biofilmes microbiológicos representam uma via complementar para a remoção parcial de cloretos. Estas interações ocorrem principalmente na interface rizosfera-substrato, onde a acumulação de matéria orgânica e a actividade biológica criam condições para a fixação de íons solúveis.

No caso dos sulfatos, o sistema de tratamento é particularmente eficaz na sua atenuação através da redução biológica sob condições anóxicas. Esta etapa ocorre tipicamente nas lagoas de equalização ou em microzonas redutoras das *wetlands*, onde bactérias redutoras de sulfato convertem o SO_4^{2-} em sulfureto (S^{2-}), que pode ser posteriormente precipitado como sulfureto metálico ou volatilizado como H_2S , consoante o ambiente químico presente.

A descarga final do efluente tratado no rio Tembe beneficia das características naturais deste ambiente estuarino, que apresenta salinidade variável e níveis de alcalinidade e condutividade elevados, conferindo-lhe uma elevada capacidade de assimilação de sais dissolvidos como cloretos e sulfatos. A influência das marés e a forte renovação hídrica do estuário proporcionam uma diluição rápida e eficiente dos efluentes, mantendo as concentrações destes íões bem abaixo dos limiares ecotóxicos para a biota aquática.

Assim, a conjugação entre os mecanismos internos do sistema de tratamento — incluindo adsorção, redução biológica e recirculação do efluente — e as condições fisicoquímicas do rio Tembe assegura que os cloretos e sulfatos presentes no lixiviado tratado sejam efectivamente diluídos ou removidos, sem provocar alterações significativas na qualidade ambiental do meio receptor.

Compostos Orgânicos Complexos

Os lixiviados produzidos em aterros sanitários contêm, além da matéria orgânica biodegradável, uma fracção significativa de compostos orgânicos complexos e refractários — como substâncias húmicas, fúlvicas e compostos sintéticos persistentes (pesticidas, solventes, hidrocarbonetos) — cuja remoção é particularmente desafiadora. Estes compostos estão frequentemente associados à fase metanogénica da evolução do aterro, caracterizada por baixa biodegradabilidade (rácio $\text{BOD}_5/\text{COD} < 0,1$) e predominância de moléculas orgânicas de elevado peso molecular, muitas das quais apresentam resistência à degradação convencional.

As etapas iniciais do sistema de tratamento, como as lagoas de equalização e aeradas, promovem uma redução substancial da carga orgânica facilmente degradável (BOD e parte do COD), mas têm eficácia limitada na remoção dos compostos refractários. Para suprimir essa limitação, o sistema de tratamento foi concebido com *wetlands* construídas como etapa de polimento final, especificamente dimensionadas para lidar com os compostos orgânicos de difícil degradação.

As *wetlands* promovem múltiplos mecanismos sinérgicos de remoção desses compostos. O substrato filtrante (formado por brita calcária, brita grossa e solo arável) proporciona uma matriz com elevada área superficial para adsorção de moléculas orgânicas complexas. Simultaneamente, a presença de biofilmes microbianos na rizosfera das macrófitas facilita a degradação lenta de compostos recalcitrantes por microrganismos especializados, num processo gradual e contínuo de mineralização parcial.

Adicionalmente, a fitorremediação desempenha um papel importante neste contexto. As plantas aquáticas utilizadas nos leitos de macrófitas absorvem directamente parte dos compostos orgânicos, além de secretarem exsudados que estimulam a actividade enzimática microbiana, promovendo a degradação de moléculas complexas. A estrutura tridimensional proporcionada pelas raízes favorece também a retenção física e o prolongamento do tempo de residência, fundamentais para que ocorram os processos de transformação lenta.

Esta abordagem permite a remoção significativa de COD residual e reduz a presença de substâncias que contribuem para cor, odor e toxicidade crónica. Assim, as *wetlands* constituem uma solução robusta e sustentável para o controlo dos compostos orgânicos refractários no lixiviado, assegurando que o efluente final atenda aos padrões legais de qualidade para descarga no meio hídrico e que não comprometa a qualidade ecológica do rio Tembe.

Avaliação Integrada dos Impactos

A avaliação integrada dos impactos associados aos parâmetros complementares confirma que o sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de KaTembe apresenta um desempenho ambiental robusto, assegurando que a descarga final no rio Tembe ocorra dentro de um quadro de compatibilidade com os padrões legais e ecológicos aplicáveis. Os resultados da modelação hidrodinâmica e de dispersão, desenvolvida com base na ferramenta MOHID, demonstram que a zona de mistura inicial — onde se registam as maiores concentrações dos contaminantes — está espacialmente confinada a um raio de aproximadamente 50 metros a partir do emissário, mesmo em condições de caudal máximo (18 L/s). Esta zona é caracterizada por elevadas taxas de diluição inicial (média de ~300, com máximos próximos de 600), promovidas pela acção combinada da corrente estuarina e da geometria do difusor projectado.

A elevada capacidade de assimilação do estuário do rio Tembe, resultante da sua dinâmica de marés, profundidade média de 6 a 7 metros, e natureza salobra com elevado conteúdo de sólidos dissolvidos, contribui adicionalmente para a atenuação das concentrações residuais de compostos como metais pesados, nutrientes, sais e compostos orgânicos complexos. O sistema natural, ao apresentar processos de autodepuração bem estabelecidos — incluindo sedimentação, desnitrificação sedimentar, sorção iónica e reciclagem biogeoquímica (Quadro 1.12) — reforça a capacidade de controlo ambiental a jusante da zona de mistura.

Quadro 1.12 Processos naturais de autodepuração e assimilação

Sedimentação	É o processo físico pelo qual partículas em suspensão (incluindo fósforo particulado, metais ligados a sólidos, material orgânico particulado, entre outros) se depositam no fundo do estuário devido à acção da gravidade. No ambiente do rio Tembe, com zonas de baixa energia hidráulica durante a maré vazante ou na ausência de vento, este processo contribui significativamente para a remoção de poluentes da coluna de água.
Desnitrificação sedimentar	Trata-se de um processo microbiano anaeróbio no qual bactérias presentes nos sedimentos reduzem nitratos (NO_3^-) a azoto gasoso (N_2), que é posteriormente libertado para a atmosfera. Este mecanismo é essencial para remover de forma permanente o azoto reactivo do sistema aquático. No estuário do rio Tembe, onde há deposição de matéria orgânica e condições anóxicas nos sedimentos superficiais, a desnitrificação é favorecida.
Sorção iónica	É um processo de adsorção e troca iónica entre iões dissolvidos na água (como metais pesados, amónio, cloretos e fosfatos) e partículas minerais ou orgânicas presentes nos sedimentos ou na matéria em suspensão. Por exemplo, os óxidos de ferro e de alumínio nos sedimentos têm alta afinidade por fosfatos, enquanto a matéria orgânica pode reter metais pesados. Essa interacção reduz a concentração de poluentes na coluna de água e limita sua biodisponibilidade.
Reciclagem biogeoquímica	Refere-se à transformação e circulação de elementos químicos (como carbono, azoto, fósforo e enxofre) entre as diferentes compartimentos do ecossistema — água, sedimentos, organismos vivos. Neste processo, os compostos orgânicos e inorgânicos são continuamente assimilados, transformados, mineralizados ou imobilizados por processos biológicos (atividade microbiana e vegetal), físicos e químicos. Essa reciclagem permite que o ecossistema mantenha o equilíbrio químico e evite a acumulação de poluentes.

A introdução das wetlands no esquema de tratamento constitui uma componente crítica para o polimento final do efluente. Estas unidades promovem a remoção adicional de compostos refractários, sais, nutrientes e metais, através de mecanismos integrados de adsorção, fitorremediação, biofloculação e sedimentação em regime de baixa velocidade. A sua eficácia permite não só reduzir significativamente os níveis de BOD_5 e amónio — parâmetros regulamentados pelo Decreto 67/2010 —, mas também controlar substâncias não alvo da legislação específica, como compostos húmicos, sulfatos e cloretos, assegurando o cumprimento dos padrões gerais de qualidade da água e prevenindo riscos de toxicidade crónica ou eutrofização local.

Em síntese, a abordagem técnica adoptada — que integra dimensionamento hidráulico adequado, modelação avançada de dispersão e um sistema de tratamento em múltiplas etapas com wetlands — assegura que os impactos sobre o meio hídrico sejam limitados, reversíveis e espacialmente restritos. Esta configuração garante não apenas a conformidade legal, mas também a protecção funcional da integridade ecológica do estuário do rio Tembe.

Monitorização e Controlo Adaptativo

O programa de monitorização da qualidade da água deve incluir a avaliação regular dos parâmetros complementares, permitindo ajustes operacionais para otimizar a remoção de contaminantes específicos conforme necessário. Esta abordagem adaptativa assegura que o sistema mantém a sua eficácia ao longo do tempo, respondendo às variações na composição dos lixiviados e às condições ambientais do meio receptor.

A capacidade natural de autodepuração do rio Tembe, evidenciada pela rápida redução das concentrações de todos os parâmetros com a distância do emissário, constitui um factor fundamental na mitigação dos impactos, assegurando que o projecto é ambientalmente sustentável e compatível com a preservação dos recursos hídricos da região.

Conforme já referido na análise do impacto anterior, reafirma-se e salienta-se mais uma vez a complexidade das Wetlands construídas e a sua importância como tecnologia de tratamento terciário, assegurando polimento adicional do efluente e remoção de contaminantes recalcitrantes e metais através de múltiplos mecanismos sinérgicos: adsorção no substrato, fito-remediação, biofloculação, sedimentação e recirculação do efluente. Contudo, a manutenção eficaz destas unidades é altamente dependente de procedimentos rigorosos, incluindo monitoria frequente, controlos de carga hidráulica, inspecção das massas vegetais, prevenção de entupimentos, e formação técnica do pessoal operacional. A complexidade decorre da necessidade de assegurar continuidade nos processos biológicos e físico-químicos, evitar fenómenos de colmatação, declínio da biomassa ou desequilíbrio do ecossistema das wetlands, que comprometeriam a capacidade de remediação e aumentariam os riscos ambientais.

Riscos e Requisitos Operacionais

O desempenho insuficiente das wetlands representa um risco significativo, condicionado pela variabilidade da carga poluente e pelas exigências de operação e manutenção. Para mitigar estes riscos, é imprescindível garantir elevados níveis de formação técnica, monitorização rigorosa e supervisão operacional, com planos de contingência e reajuste adaptativo. A manutenção contínua das wetlands deve ser prevista como um elemento crítico no plano de gestão ambiental do aterro, condicionando a eficácia global do sistema de tratamento na área confinante ao ponto de descarga.

Neste sentido, exige-se que o operador do aterro elabore e implemente um Plano de Monitorização e Gestão específico para estas infra-estruturas (wetlands), garantindo a sua eficácia ambiental contínua e a conformidade legal ao longo do tempo.

Ações Principais a Incluir no Plano:

- Monitorização periódica e sistemática do efluente à entrada e à saída das wetlands, incluindo parâmetros físico-químicos, biológicos e presença de contaminantes complexos (compostos orgânicos refractários, metais, nutrientes, sólidos suspensos, pH e toxicidade).
- Inspecção regular das condições de vegetação, substrato e integridade hidráulica, identificando sinais precoces de colmatação, declínio da biomassa vegetal ou anomalias hidrodinâmicas.
- Manutenção preventiva e correctiva, contemplando a remoção de sedimentos excessivos, controlo de infestantes, substituição de macrófitas e desobstrução de canais ou zonas de reacumulação.
- Ajuste adaptativo dos tempos de residência hidráulica, caudais ou configuração operacional em função dos resultados obtidos nas campanhas de monitorização, assegurando a manutenção das taxas de remoção especificadas.
- Formação técnica contínua do pessoal operacional, incluindo capacitação em aspectos ecológicos, hidráulicos e métodos laboratoriais de análise ambiental.
- Implementação de protocolos de actuação em caso de falhas – por exemplo, desvios nos parâmetros legais, mortalidade vegetal maciça, paralisação hidráulica ou perda de eficiência, estabelecendo planos de contingência e comunicação imediata às entidades fiscalizadoras.

- Elaboração de relatórios periódicos de desempenho, incluindo tendências, ações corretivas, incidências e medidas implementadas para os principais intervenientes, nomeadamente autoridades ambientais e financiadores.

A exigência deste plano assenta na evidência científica de que as wetlands, apesar da sua eficácia comprovada para polimento final de efluentes, dependem fortemente da rigorosa manutenção, da adaptabilidade operacional e do conhecimento técnico dos operadores para evitar perdas de desempenho, declínio ecológico ou riscos crónicos e cumulativos para o meio receptor. O contexto legal nacional (Decreto 67/2010 e diplomas subsequentes) e as salvaguardas ambientais dos financiadores internacionais impõem o cumprimento rigoroso dos padrões de descarga e a prestação de contas quanto ao desempenho ambiental dos sistemas de tratamento.

O plano de monitorização e gestão constitui, assim, um instrumento indispensável para assegurar a continuidade da conformidade ambiental, prevenir riscos sistémicos e garantir a sustentabilidade dos resultados, devendo ser integrado no sistema de gestão ambiental do empreendimento e sujeito a aprovação e auditoria pelas autoridades competentes

H2: Impacto na Qualidade da Água do Rio Tembe Decorrente da Descarga do Efluente Tratado – parâmetros complementares

Principais Medidas de Mitigação:

A principal medida de mitigação é o próprio sistema de tratamento do lixiviado com a construção das wetlands – assegurar as boas condições do seu funcionamento, evitar fenómenos de colmatção, declínio da biomassa ou desequilíbrio do ecossistema das wetlands, que comprometeriam a capacidade de remediação e aumentariam os riscos ambientais.

- tempos de residência adequados (tipicamente 7-15 dias).
- Cumprimento do Plano de Monitorização do Efluente Tratado antes da descarga
- Cumprimento do Plano de Monitorização da Qualidade da Água no Rio Tembe

Exige-se que o operador do aterro elabore e implemente um Plano de Monitorização e Gestão específico para as Wetlands, garantindo a sua eficácia ambiental contínua e a conformidade legal ao longo do tempo. As principais acções que o Plano deve conter, encontram-se listadas no Plano de Gestão de Hidrologia no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Alta	5	Baixa	5
Probabilidade	Definitiva		Improvável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

H3 Impacto: Alteração da drenagem natural e fluxo superficial

Durante a fase de operação do Aterro Sanitário de KaTembe, o principal impacto relacionado à alteração da drenagem natural e do fluxo superficial decorre da presença permanente de infra-estruturas que modificam o padrão hidrológico original do local. O aterro, situado em terreno de declive reduzido e originalmente sem linhas de água relevantes, passa a dispor de uma vala periférica definitiva, concebida para captar e conduzir as águas pluviais provenientes tanto das áreas adjacentes como da superfície impermeabilizada do próprio aterro após o encerramento das células operacionais. Esta solução técnica visa evitar a concentração desordenada de escoamento

superficial e a consequente formação de zonas de acumulação ou erosão ao redor do perímetro do aterro.

Considerando o baixo declive da região, certos segmentos das valas poderão atingir profundidades entre 6 e 7 metros. Nesses locais mais profundos e críticos, serão utilizadas estruturas tipo box-culvert em betão armado, com dimensões variáveis entre 4,0 e 5,0 metros de largura por 3,0 metros de altura, construídas pelo método "cut and cover". Este método envolve a execução em troços não superiores a 25 metros e taludes de escavação com inclinação controlada, garantindo a estabilidade estrutural e minimizando o risco de erosão.

Fora da área operacional do aterro, as águas pluviais serão conduzidas por dois troços distintos: um primeiro segmento fechado por box-culvert até alcançar a cota da linha de água natural existente; e um segundo segmento em canal aberto, que acompanhará e ampliará a linha de água natural, assegurando a capacidade necessária para o escoamento das águas recolhidas.

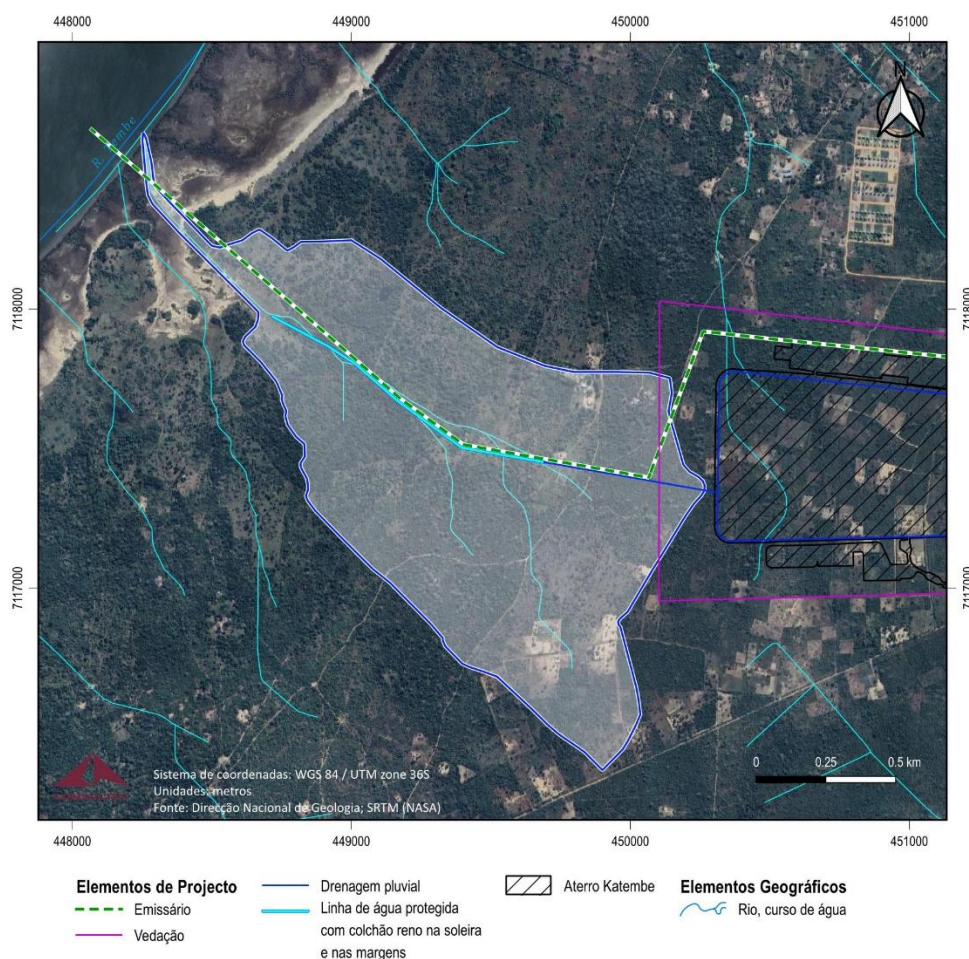


Figura 1.23 Descarga das águas pluviais numa pequena bacia de linha de água que será protegida contra o efeito erosivo do aumento de caudal

Para assegurar a integridade da linha de água e prevenir processos erosivos, tanto a soleira como as margens serão revestidas com colchões reno. Estes elementos estruturais, constituídos por gabiões de malha metálica preenchidos com pedra, dissipam a energia do fluxo, estabilizam o leito

e as margens e previnem a escavação e o desmoronamento, sendo particularmente indicados para solos arenosos e pouco coesos.

Adicionalmente, caso se revele necessário durante a execução, poderão ser implementados degraus de dissipação de energia ao longo do percurso da linha de água, actuando como estruturas de quebra de velocidade para reduzir a energia cinética do escoamento e limitar o potencial erosivo, principalmente durante eventos de precipitação intensa.

O sistema integra ainda bacias de amortecimento de caudais de pico em zonas baixas do terreno, que funcionam como áreas temporárias de retenção, reduzindo o caudal máximo que chega aos box-culverts e, conseqüentemente, a pressão sobre as infra-estruturas hidráulicas e o risco de erosão a jusante. Estas bacias permanecem secas fora dos períodos de precipitação, não constituindo focos de proliferação de vectores.

Com estas soluções de engenharia – vala periférica, box-culverts, colchões reno, degraus de dissipação e bacias de amortecimento – o impacto da alteração da drenagem natural e do fluxo superficial durante a operação do aterro é significativamente mitigado, garantindo a protecção do solo, a estabilidade das infra-estruturas e a manutenção da qualidade ambiental nas áreas adjacentes ao empreendimento. No entanto, a artificialização da linha de água, mediante o seu alargamento, regularização do perfil e revestimento integral com colchão reno na soleira e nas margens, representa uma modificação substancial das suas características naturais, resultando na perda de funções ecológicas associadas a linhas de água não canalizadas, como a heterogeneidade de habitats, a conectividade ecológica e a capacidade de auto-regeneração dos processos hidromorfológicos (ver impacto na secção de biodiversidade). Esta intervenção conduz à uniformização do leito, redução da rugosidade natural e limitação da dinâmica fluvial, podendo afectar negativamente a fauna e flora ripícola, bem como os processos de infiltração e recarga hídrica local.

Contudo, esta solução de engenharia é tecnicamente preferível à manutenção de uma linha de água não estabilizada em contexto de aterro, especialmente em solos arenosos e pouco coesos como os da Formação Congolote e sedimentos estuarinos (aluvionares), onde a ausência de protecção adequada resultaria inevitavelmente em processos acelerados de ravinamento e erosão linear. O ravinamento comprometeria não apenas a estabilidade das áreas adjacentes, mas também provocaria o transporte massivo de sedimentos a jusante, com impactos negativos sobre a qualidade da água, a capacidade de drenagem e a integridade dos ecossistemas aquáticos. Assim, a artificialização controlada da linha de água constitui uma medida de mitigação necessária e alinhada com as melhores práticas internacionais, assegurando a estabilidade estrutural, a protecção contra erosão e a segurança ambiental do empreendimento, mesmo reconhecendo a inevitável perda de naturalidade hidromorfológica.

H3 Impacto Alteração da drenagem natural e fluxo superficial

Principais Medidas de Mitigação já incluídas no Projecto:

- Construção de bacias de amortecimento para otimizar o escoamento pelas box-culvert
- Revestimento da linha de água por colchões reno e infra-estruturas de redução de velocidade de caudal na linha de água

Critério	Avaliação Pré-mitigação	Avaliação Pós-mitigação
----------	-------------------------	-------------------------

H3 Impacto Alteração da drenagem natural e fluxo superficial				
Natureza	-	Impacto Negativo		
Tipo	-	Directo		
Extensão	-	Local		1
Intensidade	-	Baixa		1
Duração	-	Longo prazo		3
Magnitude	-	Baixa		5
Probabilidade	-	Definitiva		
Significância	-	Baixa		
Confiança	-	Alta		

1.4.7 Meio Biótico

1.4.7.1 Ecologia Terrestre

Impacto MB1: Alteração da composição faunística e atracção de fauna cinantrópica

A alteração da composição faunística e a atracção de fauna cinantrópica durante a operação do aterro é um processo que decorre da disponibilidade contínua de recursos alimentares e refúgios artificiais criados pelo próprio funcionamento da instalação. Espécies oportunistas, como aves necrófagas, roedores e cães vadios, encontram no aterro condições favoráveis para se alimentar e reproduzir, o que leva a um aumento das suas populações. Em contrapartida, espécies nativas mais sensíveis, que dependem de habitats menos perturbados, tendem a afastar-se, resultando numa simplificação da comunidade faunística e numa perda de diversidade funcional.

Este fenómeno não se limita à área do aterro, pois a presença de fauna cinantrópica pode gerar efeitos indirectos nas zonas adjacentes, como a predação de ninhos, a competição por recursos e a disseminação de doenças zoonóticas. Embora a área de implantação seja periurbana e já antropizada, o impacto é relevante porque altera processos ecológicos e pode favorecer a propagação de espécies invasoras para ecossistemas próximos, incluindo zonas húmidas e mangais. A avaliação considera este impacto de baixa significância devido à baixa sensibilidade ecológica da área e à previsibilidade das alterações, mas a sua duração é longa e requer medidas de gestão contínua.

A mitigação eficaz passa por reduzir a atractividade do aterro, através da cobertura diária dos resíduos, do controlo de odores e da implementação de barreiras físicas, complementadas por programas de monitorização da fauna e gestão ética de pragas. Estas acções não eliminam totalmente a presença de fauna cinantrópica, mas reduzem a magnitude do impacto e previnem riscos secundários para a biodiversidade e para a saúde pública.

Considerando o descrito, este impacto é avaliado como *negativo, local, de baixa intensidade* (considerando que os habitats na AID se encontram humanizados e são de baixa relevância para a biodiversidade) e de *duração longa* (uma vez que se perpetuam para o tempo de vida útil do aterro), resultando numa significância *baixa*.

Impacto MB1: Alteração da composição faunística e atracção de fauna cinantrópica

Principais Medidas de Mitigação:

- **Cerca a área do aterro** - Instalar cercas perimetrais para limitar acesso de fauna e pessoas.
- **Gestão dos resíduos** – Implementar gestão de resíduos eficaz (cobertura diária, controlo de odores).
- **Gestão de Pragas** - Gestão integrada de pragas (roedores/aves) com métodos éticos, evitando rodenticidas de 2.^a geração.
- **Sensibilização das comunidades e trabalhadores** - Sensibilização para evitar abandono de animais e proibir a alimentação de animais abandonados.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Baixa	5	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB2: Dispersão de espécies exóticas invasoras nas áreas revegetadas

A dispersão de espécies exóticas invasoras nas áreas revegetadas é um impacto que decorre da abertura de nichos ecológicos após a remoção da vegetação original e da introdução de solos ou materiais de empréstimo. Mesmo quando se implementam programas de revegetação com espécies nativas, a presença de solos expostos, a movimentação de veículos e a proximidade de áreas já invadidas aumentam a probabilidade de colonização por espécies exóticas. Estas plantas, geralmente com elevada capacidade de adaptação e crescimento rápido, competem com as espécies nativas por luz, água e nutrientes, podendo alterar a estrutura e o funcionamento do ecossistema local.

O impacto não se limita à área revegetada, pois as espécies invasoras podem dispersar-se para habitats adjacentes, incluindo zonas húmidas e margens fluviais, comprometendo processos ecológicos e a regeneração natural. Embora a área do aterro seja periurbana e já antropizada, a introdução ou expansão de invasoras representa um risco cumulativo, uma vez que estas espécies são difíceis de erradicar e podem reduzir a diversidade florística e a disponibilidade de recursos para a fauna. Por isso, mesmo sendo classificado como de baixa significância, é um impacto de longa duração e que exige vigilância contínua.

A mitigação eficaz depende de uma abordagem preventiva e adaptativa: selecção rigorosa de materiais livres de sementes exóticas, revegetação imediata com espécies nativas para reduzir espaços disponíveis, manutenção periódica das zonas adjacentes e monitorização sistemática para detecção precoce de invasoras.

Este impacto é provável, tem uma extensão *local*, uma duração de *longo* prazo, *baixa* intensidade e magnitude *muito baixa*, o que resulta numa significância *muito baixa* antes da mitigação passando a *insignificante* após a aplicação das medidas de mitigação.

Impacto MB2: Dispersão de espécies vegetais exóticas invasoras nas áreas revegetadas				
Principais Medidas de Mitigação: <ul style="list-style-type: none"> – Plano de Recuperação paisagística - Implementar o Plano de Recuperação paisagística proposto no projecto. – Manutenção das áreas revegetadas - Manutenção das áreas revegetadas e remoção manual/mecânica de invasoras; – Monitorizar das áreas revegetadas - Acompanhar a evolução da cobertura vegetal e substituir plantas que não se desenvolvam, assegurando a eficácia da recuperação. <p><i>Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).</i></p>				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Baixa	5	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Baixa		Muito baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.4.7.2 Ecologia Fluvial e Estuarina

Impacto MB3: Alteração da qualidade da água e efeitos na biodiversidade aquática e ribeirinha

A alteração da qualidade da água e os seus efeitos na biodiversidade aquática e ribeirinha é um impacto que resulta da descarga contínua de efluente tratado no rio Tembe. Mesmo com um sistema de tratamento por macrófitas, existe sempre a possibilidade de variações na eficiência, sobretudo em períodos de maior carga hidráulica ou falhas operacionais. Estas descargas podem modificar parâmetros físico-químicos como oxigénio dissolvido, nutrientes (azoto e fósforo), sólidos suspensos e, em casos críticos, introduzir metais ou compostos tóxicos. Tais alterações afectam directamente a fauna aquática, reduzindo a disponibilidade de oxigénio, provocando stress fisiológico e, em situações extremas, mortalidade de espécies sensíveis. Além disso, a vegetação ribeirinha e os mangais podem sofrer com a acumulação de nutrientes, favorecendo processos de eutrofização que alteram a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas.

Este impacto é particularmente relevante porque não se limita a efeitos imediatos na qualidade da água, mas desencadeia mudanças na composição das comunidades biológicas. Espécies tolerantes tendem a proliferar, enquanto espécies mais exigentes desaparecem, reduzindo a diversidade e comprometendo funções ecológicas como a ciclagem de nutrientes e a estabilidade das cadeias tróficas. A persistência de contaminantes nos sedimentos pode prolongar os efeitos por anos, mesmo após a correcção da fonte, o que reforça a necessidade de uma abordagem preventiva. Embora a área de influência seja local, a duração é longa e a magnitude pode ser significativa se não houver gestão adequada.

A mitigação passa por garantir a eficiência do sistema de tratamento, com manutenção preventiva e monitorização contínua não apenas de parâmetros físico-químicos, mas também de indicadores biológicos, como macroinvertebrados e ictiofauna, que reflectem a saúde ecológica do rio. A implementação de planos de contingência para falhas, a definição de limites internos mais restritivos para nutrientes e a adopção de medidas sazonais, como reforço do tratamento na época chuvosa, são essenciais para reduzir a probabilidade e a magnitude do impacto. Estas acções asseguram que a integridade ecológica do rio Tembe e dos habitats associados seja preservada a longo prazo.

Este impacto é avaliado como *negativo, local, de média intensidade* e de *duração longa*, resultando numa significância *média*, antes da implementação de medidas e *muito baixa* após mitigação.

Impacto MB3: Alteração da qualidade da água e efeitos na biodiversidade aquática e ribeirinha				
Principais Medidas de Mitigação: <ul style="list-style-type: none"> Monitorização contínua na bacia final de recepção do efluente tratado; Operar o sistema de macrófitas dentro da capacidade de carga; manutenção preventiva (lâminas, circulação, colheita de biomassa); Plano de contingência: recirculação para o aterro ou para o início do sistema de tratamento; Ajuste sazonal: reforçar controlo na época chuvosa e durante períodos de menor caudal. <p><i>Estas medidas foram incluídas no Projecto e encontram-se detalhadas na Descrição do Projecto (Volume II – ESIA; Tomo I – Descrição do Projecto) e são concretizadas no Plano de Gestão e Manutenção das Wetlands incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Monitorização da qualidade da água do rio Tembe; <p><i>Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).</i></p>				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Baixa	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto MB4: Eutrofização induzida e efeitos na estrutura das comunidades aquáticas (ictiofauna e macroinvertebrados)

A eutrofização induzida e os seus efeitos na estrutura das comunidades aquáticas representam um impacto que decorre do enriquecimento do meio com nutrientes, sobretudo azoto e fósforo, provenientes do efluente tratado descarregado no rio. Mesmo quando o tratamento é eficiente, pequenas concentrações adicionais podem alterar o equilíbrio natural, promovendo o crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas. Este processo reduz a penetração de luz, altera a dinâmica do oxigénio dissolvido e pode levar a episódios de hipoxia, especialmente durante a decomposição da biomassa algal. Estas condições afectam directamente a ictiofauna e os macroinvertebrados, eliminando espécies sensíveis e favorecendo organismos tolerantes, o que resulta numa simplificação da comunidade e numa perda de diversidade funcional.

A relevância deste impacto está no facto de não se tratar apenas de uma alteração físico-química, mas de uma mudança estrutural e funcional nos ecossistemas aquáticos. A redução da diversidade biológica compromete processos ecológicos essenciais, como a ciclagem de nutrientes e a estabilidade das cadeias tróficas, podendo também afectar serviços de ecossistema, como a pesca artesanal e a qualidade da água para usos humanos. Embora a área de influência seja local, a persistência do aporte de nutrientes e a possibilidade de acumulação nos sedimentos tornam este impacto de longa duração e potencialmente cumulativo, sobretudo em sistemas com baixa renovação hídrica.

A mitigação deve centrar-se na prevenção, garantindo que as concentrações de nutrientes no efluente se mantenham abaixo de limites ecologicamente seguros. Isso implica a adopção de metas internas mais restritivas para azoto e fósforo e a colheita periódica das macrófitas para exportação de nutrientes.

Este impacto é provável, tem uma extensão *local*, uma duração de *longo prazo*, *média* intensidade e magnitude *média*, o que resulta numa significância *média* antes da mitigação passando a *muito baixa* após a aplicação das medidas de mitigação.

Impacto MB4: Eutrofização induzida e efeitos na estrutura das comunidades aquáticas (ictiofauna e macroinvertebrados)				
Principais Medidas de Mitigação: <ul style="list-style-type: none"> Monitorização sistemática da qualidade do efluente à entrada e saída das Wetlands, incluindo parâmetros físico químicos, metais pesados nutrientes e compostos orgânicos complexos Colheita regular de macrófitas para exportação de nutrientes e prevenção de estado senescente; Resposta rápida a florescências (retirada de biomassa superficial onde exequível). <i>Estas medidas foram incluídas no Plano de Gestão e Manutenção das Wetlands incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).</i>				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo prazo	3	Longo prazo	3
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Muito baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.4.8 Meio Socioeconómico

A nível socioeconómico, a fase de operação é a que gera os maiores impactos positivos, destacando-se a criação de novas infra-estruturas e serviços públicos, que contribuirão para reduzir a acumulação e o tratamento inadequado de resíduos sólidos, promovendo, assim, a diminuição da proliferação de doenças e a um melhor saneamento do meio.

Impacto SE1: Benefícios socioeconómicos resultantes da melhoria da qualidade dos serviços urbanos - melhores condições de depósito e tratamento dos resíduos sólidos

A entrada em funcionamento do aterro sanitário em Incassane representa uma melhoria significativa na gestão de resíduos sólidos urbanos, em especial pela substituição da lixeira de Hulene, que apresenta riscos ambientais e sanitários relevantes. Esta mudança permitirá:

- Melhoria da saúde pública, ao eliminar focos de contaminação, odores e vectores associados à lixeira a céu aberto;
- Valorização urbanística das zonas adjacentes, tanto em Hulene como na Katembe;
- Fortalecimento da imagem institucional da cidade de Maputo, pela modernização da sua infraestrutura de saneamento.

O transporte dos resíduos pela ponte Maputo-Katembe cria inclusive um novo eixo logístico urbano, com potencial para dinamizar também outras actividades económicas entre as duas margens do estuário.

Este é um impacto *positivo*, avaliado como *directo*, de *duração de longo prazo* (ocorrerá durante todo o período de operação do aterro), de *abrangência regional* e de *alta intensidade*, resultando numa significância *alta*.

Apesar de já ser esperado um impacto positivo, podem ser desenvolvidas algumas medidas de potenciação para incrementar os benefícios resultantes da melhoria da qualidade do depósito e tratamento dos resíduos sólidos durante a fase de operação, nomeadamente:

- 1) Apoio a actividades de reciclagem e economia circular
 - Estimular cooperativas de catadores com acesso organizado ao pré-processamento dos resíduos recicláveis.
 - Criar incentivos para pequenas empresas ligadas à reciclagem e transformação de resíduos.
- 2) Requalificação da área da antiga lixeira de Hulene
 - Desenvolver um plano de reabilitação ambiental e futura utilização (zona verde, parque urbano, etc.).
 - Associar projectos de requalificação a programas de inclusão social e cultural.
- 3) Educação ambiental e sensibilização
 - Implementar campanhas de educação ambiental nas comunidades beneficiárias, com foco na separação e redução de resíduos.
 - Envolver escolas e associações locais em visitas ao aterro e acções de sensibilização.
- 4) Melhorar os serviços de recolha de resíduos sólidos urbanos nos bairros abrangidos pelo projecto.
- 5) Garantir a manutenção e limpeza adequada das infra-estruturas de drenagem;

As medidas de potenciação propostas aumentam a probabilidade de o impacto ocorrer, a classificação da significância residual irá aumentar para *baixa*.

Impacto SE1: Benefícios socioeconómicos resultantes da melhoria da qualidade dos serviços urbanos - melhores condições de depósito e tratamento dos resíduos sólidos
Principais Medidas de Mitigação:

- Garantir a manutenção e limpeza adequada das infra-estruturas de drenagem;
- Desenvolver acções de sensibilização ambiental para as comunidades circunvizinhas do aterro sanitário, especificamente focadas na questão dos resíduos sólidos urbanos;
- Melhorar os serviços de recolha de resíduos sólidos urbanos nos bairros abrangidos pelo projecto.
- Estimular cooperativas de catadores com acesso organizado ao pré-processamento dos resíduos recicláveis.
- Criar incentivos para pequenas empresas ligadas à reciclagem e transformação de resíduos.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Positivo		Impacto Positivo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Regional	2
Intensidade	Alta	3	Alta	3
Duração	Longa	3	Longa	3
Magnitude	Alta	7	Muito Alta	8
Probabilidade	Definitiva		Definitiva	
Significância	Alta		Muito Alta	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE 2 Criação de oportunidades de emprego na fase de operação

Na fase de operação, o aterro sanitário e as suas infraestruturas de apoio irão gerar oportunidades de emprego mais estáveis e de maior duração, beneficiando particularmente as comunidades locais. Estima-se que cerca de 35 postos de trabalho sejam criados para garantir o funcionamento do aterro, abrangendo funções como operação de equipamentos, controlo de acesso, manutenção, gestão administrativa e monitorização ambiental.

Ao contrário da fase de construção, que oferece empregos temporários e maioritariamente manuais, a operação do aterro exigirá um quadro de trabalhadores com competências diversas, incluindo técnicos de nível médio, operadores de maquinaria e pessoal de apoio, promovendo a formação e profissionalização local.

Dado o actual contexto de escassez de emprego na região, estes postos de trabalho representarão uma importante fonte de rendimento regular para as famílias, contribuindo para o fortalecimento da economia local e melhoria do bem-estar socioeconómico da população residente. Além disso, espera-se a criação de oportunidades indiretas, através de serviços de transporte, fornecimento de bens e manutenção contratada.

Este é um impacto *positivo*, de *extensão local*, de *baixa intensidade* (dado o relativamente baixo número de trabalhadores) e *duração de longo prazo* (durante toda a fase de operação), resultando numa significância *muito baixa*.

O Empreiteiro deverá desenvolver e implementar um Plano de Recrutamento Local e de Condições de Trabalho. Este plano deverá ter em conta o seguinte:

- 1) Prioridade à contratação local
 - Estabelecer critérios claros para priorizar a contratação de residentes locais (bairro de Incassane e zonas circundantes).

- Trabalhar em parceria com líderes comunitários e serviços distritais de emprego para divulgar vagas.
- 2) Programas de formação e capacitação
 - Promover formações práticas e técnicas (curto prazo) em áreas como:
 - o Operação e manutenção de equipamentos;
 - o Gestão de resíduos;
 - o Monitorização ambiental e segurança no trabalho.
 - Incentivar a formação contínua para garantir progressão profissional dos trabalhadores locais.
- 3) Estabilidade contratual e condições laborais
- 4) Promoção da igualdade de género
 - Criar oportunidades específicas para mulheres, com incentivos à sua contratação em áreas tradicionalmente masculinas.
 - Promover ambientes de trabalho seguros e inclusivos, livres de discriminação ou assédio.
- 5) Estímulo à economia local
 - Dar preferência a fornecedores e prestadores de serviços da região (ex: pequenas empresas de transporte, alimentação, limpeza).
 - Estimular o empreendedorismo local ligado à cadeia de valor da gestão de resíduos (ex: triagem, reciclagem, compostagem).

As medidas de potenciação propostas irão aumentar a significância residual do impacto, de *muito baixa para baixa*.

Classificação do Impacto e Medidas de Potenciação

Impacto SE2: Criação de Oportunidades de emprego na fase de operação

Principais Medidas de Mitigação:

- Sempre que possível, proceder ao recrutamento de trabalhadores não qualificados e qualificados no bairro de Incassane e distrito municipal da Katembe;
- As oportunidades de emprego deverão ser adequadamente publicitadas a fim de não limitar as oportunidades de candidatura;
- O processo de contratação de pessoal deverá ser transparente e seguir critérios pré-estabelecidos e aceites;
- Realizar capacitações nas comunidades locais para melhorar as capacidades da mão-de-obra local e para que as pessoas afectadas tenham melhores condições de concorrerem às vagas de emprego e oportunidades que surgirem durante a implementação do projecto;
- Envolver a liderança local na selecção de mão-de-obra local para contratação, a fim de garantir que o processo seja transparente e evite conflitos com a população;
- Ter em consideração as questões de género, assegurando iguais oportunidades para a contratação de mulheres;
- O processo de contratação deverá estar em cumprimento com a legislação aplicável. A contratação de mão-de-obra infantil é interdita. Assegurar contratos de trabalho válidos a todos os empregados da empreitada

CrITÉrio	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Positivo		Impacto Positivo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Baixa	1	Média	2
Duração	Médio	2	Médio	3
Magnitude	Baixa	4	Baixa	5
Probabilidade	Possível		Provável	
Significância	Muito Baixa		Baixa	

Confiança	Alta	Alta
-----------	------	------

Impacto SE3: Aumento dos riscos de acidentes rodoviários e atropelamentos para a população local devido ao aumento do tráfego nas estradas de acesso ao aterro, inclusive de camiões de semi-reboque de RSU

A fase de operação do aterro sanitário implicará um aumento significativo do tráfego de veículos pesados, nomeadamente camiões de semi-reboque para transporte de resíduos sólidos urbanos (RSU), ao longo da estrada de acesso ao aterro, situada nas imediações de zonas residenciais.

Este incremento do tráfego representa um risco adicional para a segurança rodoviária da população local, em especial para peões, crianças e ciclistas, que poderão partilhar trechos da via com veículos de grande porte. A probabilidade de acidentes pode ser agravada por fatores como visibilidade reduzida, ausência de passeios ou bermas, fraca sinalização ou deficiente manutenção da via.

Além do risco físico directo, este impacto pode gerar percepções de insegurança, afectando a mobilidade diária da população, o acesso a serviços e a tranquilidade das comunidades vizinhas ao aterro.

O impacto é classificado como *negativo*, de *extensão local*, *alta intensidade* e *duração de longo prazo*, resultando numa significância *elevada* antes da aplicação de medidas de mitigação.

As medidas de mitigação propostas aplicáveis, a fim de garantir a redução do risco de acidentes rodoviários causados pelos veículos de transporte de resíduos sólidos urbanos (RSU), são as seguintes particularmente relevantes para este impacto:

- 1) Manutenção e melhoria das infraestruturas rodoviárias
 - Garantir a manutenção regular da estrada de acesso ao aterro, com especial atenção a buracos, desníveis e escorrências que possam comprometer a segurança.
 - Implementar um plano de inspecção periódica das condições da via, com intervenções preventivas e corretivas rápidas.
- 2) Sinalização e iluminação
 - Instalar sistema de iluminação pública ao longo dos troços críticos, especialmente próximos de cruzamentos, zonas habitadas e do portão de entrada do aterro.
 - Assegurar a presença de sinalização vertical e horizontal clara, visível e conforme as normas, incluindo: limites de velocidade; sinais de trânsito específicos para veículos pesados; e zonas escolares e de peões.
- 3) Barreiras de segurança
 - Colocar barreiras de segurança semi-flexíveis em locais de risco elevado (curvas apertadas, declives acentuados, zonas de travessia).
 - Avaliar a instalação de redutores de velocidade (lombas físicas ou eletrónicas) nas áreas residenciais próximas à estrada.
- 4) Gestão do tráfego de veículos de RSU - Definir horários de circulação para os camiões de resíduos, preferencialmente fora dos períodos de maior movimento local (ex: entrada/saída de escolas).
- 5) Educação e sensibilização comunitária - Realizar campanhas de sensibilização nas comunidades locais sobre segurança rodoviária, com especial foco em crianças e jovens.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito *baixa*.

Impacto SE3: Aumento dos riscos de acidentes rodoviários e atropelamentos para a população local devido ao aumento do tráfego nas estradas de acesso ao aterro, inclusive de camiões semi-reboque RSU

Principais Medidas de Mitigação:

- Manutenção e melhoria das infraestruturas rodoviárias;
- Instalar sistema de iluminação pública ao longo dos troços críticos;
- Assegurar a presença de sinalização vertical e horizontal clara, visível e conforme as normas, incluindo: limites de velocidade; sinais de trânsito específicos para veículos pesados; e zonas escolares e de peões;
- Colocar barreiras de segurança semi-flexíveis em locais de risco elevado;
- Definir horários de circulação para os camiões de resíduos, preferencialmente fora dos períodos de maior tráfego;
- Realizar campanhas de sensibilização nas comunidades locais sobre segurança rodoviária, com especial foco crianças e jovens.
- Considera a inclusão de passeadeiras para peões ao longo desta via de acesso.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Baixa	1
Duração	Longo	3	Longo	3
Magnitude	Média	7	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Alta		Muito Baixa	
Confiança	Média		Média	

Impacto SE4: Percepção negativa dos pescadores e de outros intervenientes da cadeia de valor das pescas relativamente aos efeitos do emissário no rio Tembe sobre os recursos pesqueiros

Durante a fase de operação do aterro sanitário, prevê-se a descarga de efluentes tratados através de um emissário no rio Tembe. Este facto poderá gerar percepções negativas por parte dos pescadores locais e de todos os outros intervenientes da cadeia de valor das pescas (incluindo os vendedores de pescado e os consumidores), que temem possíveis impactos sobre os recursos pesqueiros dos quais dependem para subsistência e rendimento. Embora os efluentes descarregados estejam sujeitos a tratamento por lagunagem e cumpram padrões de qualidade, a desconfiança e a sensibilidade histórica da comunidade piscatória podem levar à resistência ao projecto, com potenciais repercussões sociais.

Para mitigar este impacto, será essencial promover uma comunicação transparente e contínua com os pescadores e outros intervenientes do sector, incluindo a partilha regular dos resultados de monitorização da qualidade da água e o envolvimento directo da comunidade nos processos de fiscalização ambiental. Estas acções, aliadas a uma vigilância activa dos efluentes descarregados, visam reforçar a confiança da população e prevenir conflitos relacionados com o uso dos recursos naturais da região. Também será importante estabelecer e operar um mecanismo de resposta a reclamações.

O impacto é classificado como *negativo*, de *abrangência local*, *média intensidade* e *duração de longo prazo* (a percepção negativa pode prevalecer durante toda a operação), resultando numa significância *Média*.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual *muito baixa*.

Impacto SE4 : Percepção negativa dos pescadores e de outros intervenientes da cadeia de valor das pescas relativamente aos efeitos do emissário no rio Tembe sobre os recursos pesqueiros

Principais Medidas de Mitigação:

- Realizar sessões comunitárias regulares com os pescadores e outros intervenientes do sector, explicando o funcionamento do sistema de tratamento e os padrões de qualidade dos efluentes descarregados.
- Disponibilizar relatórios acessíveis de monitorização da qualidade da água e dos efluentes tratados, com linguagem simples.
- Incluir representantes das comunidades piscatórias nos comités locais de monitorização ambiental.
- Realizar monitorização contínua da qualidade da água na zona de descarga e ao longo do rio Tembe, com pontos de amostragem definidos com base na actividade piscatória. Em caso de alteração nos padrões de qualidade da água, adoptar medidas correctivas imediatas.
- Avaliar a viabilidade de acções de apoio complementar à actividade pesqueira local, como formação em boas práticas ou apoio à conservação de recursos pesqueiros.
- Capacitar os técnicos locais do município e da comunidade para acompanhar e divulgar os dados ambientais e tranquilizar a população com base em evidências.
- Estabelecer e operar um Mecanismo de Resposta a Reclamações do operador

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Indirecto		Indirecto	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Baixa	2
Magnitude	Baixa	6	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

Impacto SE5: Aumento do risco de VBG/EAS/AS

Durante a fase de operação do Aterro Sanitário da KaTembe, a circulação contínua de trabalhadores, comerciantes, transportadores e clientes pode aumentar os riscos sociais, incluindo violência baseada no género (VBG), exploração e abuso sexual (EAS) e assédio sexual (AS),

Os principais factores que podem contribuir para esse impacto incluem:

- Interação diária entre diferentes grupos de trabalhadores e comerciantes, criando potenciais situações de vulnerabilidade, especialmente para mulheres e jovens.
- Possibilidade de exploração e assédio sexual em ambientes de trabalho e comércio informal dentro do mercado.

Este potencial aumento de risco de VBG/EAS/AS é um impacto *negativo*, avaliado como *directo*, de duração de *longo prazo*, de abrangência *local* e de intensidade *média*, resultando numa significância *média*.

Embora o risco de VBG/EAS/AS, não seja exclusivo da fase de operação, a continuidade das actividades ao longo do tempo exige estratégias de mitigação de longo prazo para proteger trabalhadores e a comunidade local. Dessa forma, a implementação de políticas eficazes e acções preventivas ajudará a minimizar impactos negativos e garantir um ambiente mais seguro e saudável para todos os envolvidos no mercado.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito *baixa*.

Impacto SE5: Aumento do risco de VBG /EAS/AS,				
Principais Medidas de Mitigação:				
<ul style="list-style-type: none"> Programas de sensibilização e formação para trabalhadores, comerciantes e gestores sobre VBG/EAS/AS e ISTs, promovendo um ambiente seguro e respeitoso. Políticas de tolerância zero para assédio e exploração e abuso sexual, incluindo canais de denúncia seguros e medidas de responsabilização. Aplicação de um Código de Conduta para o operador e seus trabalhadores Disponibilizar apoio psicológico e social às vítimas , com acompanhamento das denúncias até à resolução 				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Médio	2
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Média		Média	

Impacto SE6: Desvalorização Imobiliária na Envolvente do Aterro Sanitário da Katembe

A implantação do aterro sanitário no distrito da Katembe poderá induzir à desvalorização de parcelas de terreno situadas na sua envolvente, sobretudo aquelas com vocação habitacional. Este impacto decorre de factores como:

- Percepção negativa associada à presença de resíduos sólidos;
- Possíveis odores, mesmo com gestão adequada;
- Tráfego de veículos pesados e ruído durante as fases de construção e operação;
- Alterações na paisagem e visibilidade da infraestrutura; e
- Estigma social que pode afectar a atractividade da zona para fins residenciais ou turísticos.

Apesar da criação de uma faixa de amortecimento (buffer zone) de 200 metros de raio, onde são proibidas construções habitacionais, o impacto poderá estender-se para além desta zona, dependendo da topografia, direcção dos ventos e dinâmica do mercado imobiliário local.

As principais medidas de mitigação propostas são:

- **Planeamento e Zoneamento Territorial**
- Reforçar o cumprimento do plano de ordenamento territorial, assegurando que o aterro se mantenha afastado de zonas de expansão urbana e áreas com vocação habitacional; e

- Actualizar os instrumentos de ordenamento para reflectir a presença do aterro e evitar conflitos de uso do solo.

Consolidação da Faixa de Amortecimento ou Zona Tampão (Buffer Zone)

- Manter e fiscalizar a proibição de construções habitacionais na zona de 500 metros.
- Desenvolver a buffer zone como zona verde de protecção ambiental, com vegetação arbórea densa, para:
 - Reduzir a visibilidade do aterro;
 - Atenuar odores e ruídos; e
 - Melhorar a integração paisagística.

Gestão Ambiental do Aterro

- Implementar sistemas de controlo de odores, tal como a cobertura diária dos resíduos e Barreiras vegetais aromáticas.
- Garantir a impermeabilização adequada da célula de deposição e o tratamento de lixiviados.
- Controlar vectores (moscas, roedores) com medidas integradas de saneamento.
- Assegurar a manutenção regular das vias para minimizar poeiras e ruído.

Comunicação e Envolvimento Comunitário

- Estabelecer um plano de comunicação social com:
 - Sessões públicas de esclarecimento;
 - Divulgação de boas práticas de gestão do aterro;
 - Mecanismos de resposta a reclamações.
- Criar um comité local de acompanhamento com representantes da comunidade.

Medidas Compensatórias

- Avaliar a viabilidade de incentivos fiscais ou compensações para proprietários afectados, como:
 - Redução temporária de impostos sobre a propriedade (IPRA e taxa anual de DUAT);
 - Apoio à valorização de terrenos para usos alternativos (comércio, serviços, agricultura urbana).

Monitoria Imobiliária e Ambiental

- Implementar um programa de monitoria periódica dos valores de mercado das parcelas na envolvente; e
- Integrar os resultados no sistema de gestão ambiental do aterro, com possibilidade de revisão das medidas compensatórias.

Esta potencial desvalorização do parque imobiliário é um impacto *negativo*, avaliado como *directo*, de duração de *longo prazo*, de extensão *local* e de intensidade *média*, resultando numa significância *alta*.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual *baixa*.

Impacto SE6: Desvalorização imobiliária na envolvente do Aterro Sanitário da Katembe

Principais Medidas de Mitigação:

- Reforçar o cumprimento do plano de ordenamento territorial
- Manter e fiscalizar a proibição de construções habitacionais na zona tampão de 500 metros

Impacto SE6: Desvalorização imobiliária na envolvente do Aterro Sanitário da Katembe

- Desenvolver a zona tampão como zona verde de protecção ambiental
- Implementar sistemas de controlo de odores e de vectores
- Assegurar a manutenção regular das vias para minimizar poeiras e ruído.
- Estabelecer um plano de comunicação social com sessões de esclarecimento e mecanismo de reclamações
- Criar um comité local de acompanhamento com representantes da comunidade.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Alta	3	Média	2
Duração	Longo	3	Médio	2
Magnitude	Alta	7	Baixa	5
Probabilidade	Definitiva		Provável	
Significância	Alta		Baixa	

Impacto SE7: Aumento do risco de transmissão de HIV/SIDA

Durante a fase de operação do Aterro Sanitário da KaTembe, a circulação contínua de trabalhadores, comerciantes, transportadores e clientes pode aumentar o risco de transmissão de doenças sexualmente transmissíveis (DST), incluindo HIV/SIDA, bem como de outras doenças contagiosas. Embora o risco de violência baseada no género (VBG), exploração e abuso sexual (EAS) e assédio sexual (AS) tenha sido analisado separadamente, estes fatores podem indirectamente contribuir para a vulnerabilidade à transmissão de HIV/SIDA.

Os principais factores que podem contribuir para esse impacto incluem:

- Interação diária entre diferentes grupos de trabalhadores e comerciantes, criando potenciais situações de vulnerabilidade, especialmente para mulheres e jovens;
- Aumento do fluxo de pessoas na região, favorecendo actividades de risco, como sexo transaccional e relações sexuais não protegidas;
- Condições sanitárias inadequadas ou acesso limitado a serviços de saúde, prevenção e sensibilização sobre ISTs e HIV/SIDA.

Este aumento potencial de risco de transmissão de HIV/SIDA constitui um impacto *negativo*, avalado como *directo*, de duração de *longo prazo*, de abrangência *local* e de intensidade *média*, resultando numa significância *média*.

Embora este risco não seja exclusivo da fase de operação, a continuidade das actividades ao longo do tempo exige estratégias de mitigação de longo prazo para proteger os trabalhadores e a comunidade local. A implementação de políticas eficazes e ações preventivas contribuirá para reduzir impactos negativos e garantir um ambiente mais seguro e saudável.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito *baixa*.

Impacto SE7: Aumento do risco de transmissão de HIV/SIDA
Principais Medidas de Mitigação:

Impacto SE7: Aumento do risco de transmissão de HIV/SIDA

- Programas de sensibilização e formação para trabalhadores, comerciantes e gestores sobre ITSs como o HIV / SIDA , promovendo um ambiente seguro e respeitoso.
- Facilitação do acesso a serviços de saúde, incluindo distribuição de preservativos, campanhas de testagem e aconselhamento sobre HIV/SIDA e outras ITSs.
- Melhoria da infraestrutura sanitária e medidas de higiene para reduzir a propagação de doenças infecciosas.

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Médio	2
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	

Impacto SE8: Aumento do risco de doenças respiratórias e transmitidas por vectores, com especial incidência sobre grupos vulneráveis

Durante a fase de operação do Aterro Sanitário da KaTembe, poderão ocorrer riscos acrescidos para a saúde pública, nomeadamente o aumento de doenças respiratórias e transmitidas por vectores (como malária, diarreias ou outras infecções), em resultado da acumulação e decomposição de resíduos, libertação de gases e poeiras, e da possível proliferação de mosquitos, moscas e roedores. Estes factores poderão afectar tanto os trabalhadores do aterro como as comunidades vizinhas, especialmente as mais próximas da área de deposição de resíduos.

Os principais factores que podem contribuir para esse impacto incluem:

- Emissões de poeiras, gases e odores provenientes da deposição e manuseamento de resíduos;
- Geração de odores e libertação de bioaerossóis a partir da decomposição de resíduos orgânicos;
- Presença de águas estagnadas que favorecem a reprodução de vectores;
- Movimentação contínua de trabalhadores, transportadores e comerciantes, aumentando a exposição a agentes patogénicos;
- Acesso limitado a serviços de saúde e condições sanitárias precárias nas comunidades circundantes.

Para os trabalhadores da fase de operação do Aterro, a análise de risco para a saúde e segurança foi tratada no Capítulo 2 deste tomo, “Análise de Risco”, no ponto 2.6.2 – Avaliação do Risco do Projeto para a Fase de Operação. Tal como na fase de construção, esta avaliação foi desenvolvida separadamente da análise de impactos sociais, porque segue uma metodologia específica baseada em cenários de perigo, probabilidade e severidade, utilizando matrizes quantitativas para classificar riscos ocupacionais. Esta abordagem permite uma avaliação detalhada e técnica, alinhada com normas internacionais e nacionais de segurança ocupacional, garantindo que os riscos sejam geridos de forma sistemática.

Durante a operação do aterro, os riscos para os trabalhadores podem manifestar-se devido à exposição contínua aos factores identificados, bem como à operação de equipamentos pesados e veículos em movimento. Entre as atividades com maior potencial de risco estão a descarga e compactação de resíduos, manutenção de sistemas de drenagem e tratamento de lixiviados, gestão de gases, movimentação de veículos e controlo de pragas. Estes riscos podem resultar em acidentes graves, doenças ocupacionais ou lesões, caso as normas de saúde e segurança não sejam rigorosamente implementadas pelo operador. Por isso, a análise de risco inclui a definição de medidas preventivas, sistemas de gestão, planos de emergência e programas de formação contínua, assegurando conformidade com as directrizes internacionais.

Este potencial aumento de risco de doenças respiratórias e transmitidas por vectores constitui um impacto *negativo, directo*, de duração de *longo prazo*, de abrangência *local* e de intensidade *média*, resultando numa significância *média*.

Grupos vulneráveis e exposição diferencial ao impacto:

As populações vulneráveis que vivem nas imediações do aterro — incluindo famílias de baixos rendimentos, mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência — poderão ser mais afectadas, devido à sua maior exposição ambiental, à precariedade habitacional e ao acesso limitado a serviços de saúde e saneamento. Estes grupos deverão ser considerados prioritários nas acções de sensibilização e nos programas de monitoria sanitária comunitária, garantindo uma resposta inclusiva e equitativa.

Embora estes riscos não sejam exclusivos da fase de operação, a continuidade das actividades ao longo do tempo exige a implementação de estratégias de mitigação de carácter preventivo e permanente, visando proteger a saúde dos trabalhadores e das comunidades próximas ao aterro.

As principais medidas de mitigação propostas são:

- Implementar um plano de controlo de poeiras e odores, incluindo aspersão regular de vias, cobertura adequada dos resíduos e manutenção eficiente do sistema de captação de biogás.
- Garantir a cobertura diária dos resíduos sólidos com material inerte para reduzir a exposição e a proliferação de vectores.
- Realizar monitorização periódica da qualidade do ar e inspeções de controlo de vectores (moscas, mosquitos, roedores), adoptando medidas correctivas sempre que necessário.
- Promover campanhas de sensibilização e educação em saúde ambiental junto dos trabalhadores e comunidades vizinhas, abordando prevenção de doenças respiratórias e cuidados de higiene.
- Assegurar a limpeza e manutenção contínua das áreas operacionais, incluindo drenagem adequada das águas pluviais e eliminação de locais de reprodução de vectores.
- Garantir o acesso dos trabalhadores a equipamentos de protecção individual (máscaras, luvas, botas) e a exames médicos periódicos.

- Implementar ações de sensibilização e prevenção direcionadas a grupos vulneráveis, assegurando comunicação acessível e acompanhamento através das estruturas comunitárias e de saúde locais.

A síntese da avaliação do impacto é apresentada na tabela seguinte. As propostas de mitigação deverão diminuir a intensidade do impacto, resultando numa significância residual muito *baixa*.

Impacto SE8: Aumento do risco de doenças respiratórias e transmitidas por vectores, com especial incidência sobre grupos vulneráveis				
Principais Medidas de Mitigação:				
<ul style="list-style-type: none"> – Implementar um plano de controlo de poeiras e odores, incluindo aspersão regular de vias, cobertura adequada dos resíduos e manutenção eficiente do sistema de captação de biogás. – Garantir a cobertura diária dos resíduos sólidos com material inerte para reduzir a exposição e a proliferação de vectores. – Promover campanhas de sensibilização e educação em saúde ambiental junto dos trabalhadores e comunidades vizinhas, abordando prevenção de doenças respiratórias e cuidados de higiene. – Assegurar a limpeza e manutenção contínua das áreas operacionais, incluindo drenagem adequada das águas pluviais e eliminação de locais de reprodução de vectores. – Garantir o acesso dos trabalhadores a equipamentos de proteção individual (máscaras, luvas, botas) e a exames médicos periódicos. – Implementar ações de sensibilização e prevenção direcionadas a grupos vulneráveis, assegurando comunicação acessível e acompanhamento através das estruturas comunitárias e de saúde locais. 				
Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Médio	2
Magnitude	Média	6	Muito Baixa	4
Probabilidade	Provável		Provável	
Significância	Média		Muito Baixa	

Impacto SE9: Impactos sobre os Serviços de Ecossistema

A avaliação dos impactos sobre os serviços de ecossistema na fase de operação deve considerar as alterações na dinâmica ecológica e socioeconómica local. A conversão de áreas agrícolas ou de pastagem para a instalação do aterro implica uma perda directa de serviços de aprovisionamento, como produção de alimentos e fibras, e compromete serviços de regulação, como infiltração de água e sequestro de carbono, devido à impermeabilização do solo e à redução da cobertura vegetal. Esta alteração também afecta serviços culturais, ao modificar a paisagem e reduzir o valor estético e recreativo da área, sobretudo para comunidades que dependiam desses espaços para actividades tradicionais.

Este impacto tem uma extensão local, pois afecta directamente a área ocupada pelo projecto, mas não se propaga para além da sua zona de influência imediata. A intensidade é média, dado que elimina a capacidade produtiva dessas áreas, embora existam alternativas regionais para compensar parte dessa perda. A duração é longa, pois o aterro permanecerá activo por décadas, tornando a alteração praticamente irreversível no horizonte do projecto.

Os impactos sobre serviços culturais, como paisagem e identidade local, têm extensão local, intensidade média e duração longa, pois a alteração visual é permanente. A significância pode ser reduzida com integração paisagística e criação de zonas verdes.

A abertura da estrada para construção e manutenção do emissário introduz um impacto indirecto, mas significativo, ao aumentar a acessibilidade das comunidades às zonas ribeirinha e de mangal. Este acesso pode intensificar a exploração de recursos naturais, como madeira, carvão e fauna, comprometendo serviços de regulação, como protecção costeira e estabilização das margens, e serviços de suporte, como ciclagem de nutrientes e manutenção de habitats críticos para espécies aquáticas. A pressão antrópica adicional pode ainda reduzir serviços culturais associados à integridade do mangal, que desempenha um papel importante na identidade local e na protecção contra eventos extremos.

Este impacto é de extensão local, mas com efeitos indirectos sobre áreas sensíveis. A intensidade é média, pois aumenta a pressão antrópica sobre recursos naturais. A duração é longa, porque o acesso permanece enquanto a estrada existir. A significância pode ser reduzida com a implementação de medidas de mitigação como a sensibilização das comunidades.

Além destes factores, outros elementos da operação do aterro contribuem para impactos nos serviços de ecossistema. A alteração da hidrologia local, provocada pela compactação e impermeabilização do solo, reduz a recarga de aquíferos e aumenta o risco de erosão, afectando serviços de regulação hídrica. A emissão de gases e odores interfere com serviços de regulação climática e pode diminuir o valor cultural da paisagem. Por fim, o risco de contaminação do solo e da água, caso ocorram falhas no sistema de tratamento de lixiviados, compromete serviços de aprovisionamento e suporte, com efeitos prolongados na fertilidade do solo e na qualidade da água. Estes impactos, foram avaliados em outros descritores como a Hidrologia, Qualidade do Ar e Solos.

Impacto SE9: Impactos sobre os Serviços de Ecossistema

Principais Medidas de Mitigação:

- Implementar medidas de compensação da perda de actividades económicas.
- Estas medidas foram consideradas no Plano de Reassentamento da Área de Reserva da Katembe.
- Manutenção rigorosa do sistema de tratamento e monitorização contínua da qualidade da água.
- Estas medidas foram consideradas no Plano de Gestão e Manutenção das Wetlands incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).
- Captura e queima controlada do biogás, cobertura diária dos resíduos e plantação de cortinas arbóreas.
- Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Qualidade do Ar incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).
- Impermeabilização adequada, monitorização do solo e plano de resposta rápida a derrames.
- Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão do Solo incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).
- Integração paisagística do aterro com vegetação nativa
- Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Recuperação Paisagística incluso no Manual de Operação do Aterro anexo ao Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).
- Sensibilização comunitária, vigilância ambiental e inclusão do mangal em programas de conservação participativa.

Estas medidas encontram-se detalhadas no Plano de Gestão da Biodiversidade incluso no Plano de Gestão Ambiental e Social do EIAS (Volume IV PGAS).

Critério	Avaliação Pré-mitigação		Avaliação Pós-mitigação	
Natureza	Impacto Negativo		Impacto Negativo	
Tipo	Directo		Directo	
Extensão	Local	1	Local	1

Impacto SE9: Impactos sobre os Serviços de Ecossistema				
Intensidade	Média	2	Baixa	1
Duração	Longo	3	Longo	3
Magnitude	Média	6	Baixa	5
Probabilidade	Provável		Possível	
Significância	Média		Muito Baixa	
Confiança	Alta		Alta	

1.5 Impactos Cumulativos

1.5.1 Potenciais Impactos Cumulativos nas Componentes Ambientais Valorizadas

Os impactos cumulativos são aqueles que resultam dos efeitos sucessivos, incrementais e/ou combinados de uma acção, projecto ou actividade em combinação com outros efeitos futuros existentes, planeados e/ou razoavelmente antecipados.

De acordo com o IFC (2013), uma avaliação de impactos cumulativos (AIC) é o processo de:

- Analisar os potenciais impactos e riscos dos desenvolvimentos propostos no contexto dos potenciais efeitos de outras actividades humanas e dos factores de impactos ambientais e sociais externos naturais sobre as Componentes Ambientais Valorizadas (VEC¹) escolhidos ao longo do tempo; e
- Propor medidas concretas para evitar, reduzir ou mitigar, na medida do possível, tais impactos e riscos cumulativos.

Uma vez que é irrealista pensar que todas as componentes ambientais e sociais podem ser sujeitas a uma avaliação de impactos cumulativa, é uma boa prática concentrar-se nas VECs. As VECs são receptores de impactos sensíveis ou valiosos. Por outras palavras, são aspectos ambientais que são considerados importantes na avaliação dos riscos e podem incluir características físicas, biodiversidade (p. ex., habitats ou populações de vida selvagem), serviços de ecossistema, processos naturais (p. ex., ciclos de água e nutrientes, microclima), condições sociais (p. ex., saúde, economia), ou aspectos culturais (p. ex., cerimónias espirituais tradicionais).

A principal tarefa analítica é discernir como os impactos potenciais de um desenvolvimento proposto se podem combinar cumulativamente com os impactos potenciais de outros projectos, actuais ou futuros, dentro da área de influência do projecto. Em certa medida, poderá ser necessário ter em conta os impactos cumulativos com outras actividades humanas e outros factores de stress naturais, tais como secas ou fenómenos climáticos extremos. Outras actividades humanas de maior importância numa avaliação de impactos cumulativa são as que a) irão ocorrer no futuro ou, se já existirem, terão influência contínua sobre o ambiente no futuro, e b) poderão interagir com os mesmos VECs no futuro, tal como o desenvolvimento em análise.

A selecção das VECs a serem considerados nesta avaliação, baseou-se (i) na sua importância biofísica e/ou sócio-económica na AID do Projecto, ii) no grau de impactos sobre o VEC resultante

¹ VEC – Valued Environmental Components, nos termos da IFC

do projecto proposto e os desenvolvimentos esperados na região e iii) nos resultados das actividades de consulta pública da AIA realizadas até à data.

Como o objectivo é avaliar os impactos cumulativos, em princípio, apenas devem ser considerados os VECs que se espera serem significativamente afectados pelo projecto proposto. Isto significa que, em princípio, apenas os VEC para os quais se espera que o Projecto gere impactos residuais negativos ou positivos relevantes devem ser incluídos na avaliação (isto é, aspectos ambientais e sociais com impactos residuais de importância média ou superior). No entanto, tendo em conta o sector do projecto proposto e a sua estreita relação com outros projectos previstos no sector da energia na região, é concedida uma isenção aos impactos associados às emissões atmosféricas, incluindo os GEE, que foram considerados geralmente de importância residual baixa ou muito baixa, mas, mesmo assim, foram incluídos na análise devido às preocupações da comunidade quanto aos potenciais impactos cumulativos.

Foram seleccionados um total de 7 VECs para a avaliação. Estão listados abaixo, juntamente com os aspectos indicativos que serão considerados para a avaliação dos impactos cumulativos (os aspectos indicativos reflectem a forma como o Projecto impacta os VECs):

- Qualidade da Água (superficial e subterrânea): O aterro pode gerar lixiviados; os projectos do PTUM envolvem drenagem e esgotos. Risco elevado para aquíferos e corpos de água, especialmente em época chuvosa.
- Qualidade do Ar: Emissões de poeiras e odores do aterro; emissões relacionadas com construção urbana e aumento de tráfego.
- Saúde Pública, Segurança e Qualidade de Vida das Comunidades: O aterro e os projectos do PTUM afectam directamente populações vulneráveis. Risco de vectores (moscas, roedores), doenças respiratórias, stress social.
- Uso do Solo e Ocupação Urbana: Os diferentes projectos alteram significativamente o uso do solo; risco de conflito entre usos residenciais e industriais (aterro).
- Ecossistemas Terrestres e Biodiversidade: Áreas de expansão urbana e construção de infraestruturas podem afectar habitats remanescentes; o aterro pode fragmentar ecossistemas.
- Inclusão Socioeconómica dos Catadores: oportunidades de emprego; estímulo às actividades económicas; Desenvolvimento económico e social devido à valorização dos resíduos.
- Recursos Paisagísticos e Património Cultural: Transformações visuais significativas; presença de sítios históricos ou valor cultural (ex: zona costeira da KaTembe).

A avaliação de impactos cumulativos também exige que sejam estabelecidos, uma área realista e um período de tempo dentro do qual projectos actuais e futuros sejam identificados, ou seja, a definição de limites espaciais e de tempo, conforme a IFC (2013). Estes foram definidos da seguinte forma:

- Limite Espacial - A Área de Influência Indirecta do Projecto (All), ou seja, o Distrito de KaTembe e o Município de Maputo (ver uma descrição mais detalhada da All do Projecto).

Esta é a área mais ampla onde os impactos do Projecto serão prováveis e, portanto, onde a maioria dos impactos cumulativos com outros projectos pode ser esperada.

- Limite Temporal - foi seleccionado um período de 5 anos, uma vez que as previsões de novos projectos e desenvolvimentos para além desse período da calendarização são muito incertas. No entanto, a avaliação de impactos cumulativos (AIC) considerará a vida útil esperada do projecto, que é de, pelo menos, 30 anos.

No que diz respeito aos desenvolvimentos existentes, devem ser considerados os impactos cumulativos do Projecto com o desenvolvimento do Projecto de Transformação Urbana de Maputo (PTUM). O PTUM, financiado pelo Banco Mundial, estabelece um modelo sistémico para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), alinhando infra estruturas físicas, políticas públicas e inclusão social. Esta política integra cinco componentes interdependentes:

- Construção do Aterro Sanitário de KaTembe
- Encerramento da Lixeira de Hulene
- Construção da Via de Acesso ao Aterro
- Transferência da Estação de Triagem de Hulene para KaTembe
- Expansão da Colecta Selectiva e Reciclagem

O encerramento da lixeira de Hulene é um marco significativo nesta estratégia integrada, uma vez que elimina um importante foco de contaminação ambiental e risco sanitário, substituindo-o por um sistema controlado e monitorizado.

A recolha selectiva e a separação de resíduos recicláveis são pilares fundamentais da política de gestão de resíduos de Maputo. Com o intuito de reduzir significativamente a quantidade de resíduos destinados ao aterro, serão implementadas estações de transferência e unidades de triagem para reciclagem, com destaque para a transferência da estação de triagem inicialmente localizada na lixeira de Hulene para o novo aterro em KaTembe. Estas instalações irão facilitar a recuperação de materiais recicláveis, promover a economia circular e criar oportunidades económicas e de emprego locais.

O Aterro Sanitário de KaTembe incluirá ainda unidades de pré-tratamento mecânico e compostagem projectadas para separar e valorizar as fracções orgânicas e finas do lixo urbano. Estas unidades permitem a produção de composto orgânico, destinado à aplicação agrícola, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos e mitigando as emissões de gases de efeito estufa.

Outro aspecto fundamental desta política é a inclusão social e económica dos catadores informais. As sessões de consulta pública e mesas redondas realizadas com especialistas ambientais e ONGs sublinharam a importância de integrar estes trabalhadores em actividades formais ligadas à gestão de resíduos. Neste sentido, o Município de Maputo prevê o envolvimento dos catadores em centros de recolha e triagem, proporcionando-lhes condições dignas de trabalho e oportunidades de rendimento estável, contribuindo para a redução da pobreza e a melhoria das condições socioeconómicas desta população vulnerável. Existem dificuldade, incluindo de recenseamento e de segurança que estão a ser ultrapassadas para a necessária análise e integração dos Catadores.

Além destes Projecto, importa considerar o Plano Geral de Urbanização do Distrito Municipal de KaTembe (PGUDMK), que reflecte um esforço abrangente para garantir o crescimento sustentável e bem-estruturado da região, integrando aspectos ambientais, sociais e económicos de forma equilibrada. Este plano, elaborado à luz da construção da ponte Maputo-KaTembe e da estrada para a Ponta do Ouro, visa disciplinar a expansão urbana de Maputo I, com uma abordagem de planeamento que promove a organização espacial adequada e a preservação ambiental.

Nesta fase, não se conhecem outros desenvolvimentos importantes que possam gerar interacções relevantes com o Projecto proposto.

Em termos de vectores de desenvolvimento humano existentes, que podem ter impactos cumulativos com o projecto, estes incluem:

- A expansão contínua dos principais centros urbanos, tanto devido ao crescimento natural como do resultante da migração das zonas rurais.

1.5.1 Avaliação dos Impactos Cumulativos nos VECs

A avaliação dos efeitos cumulativos leva em consideração os impactos potenciais que poderiam ser gerados pelo Projecto do Aterro Sanitário da KaTembe e acrescenta os gerados pelos desenvolvimentos planeados e existentes identificados e vectores do desenvolvimento humano.

Tabela 1.23 – Avaliação dos Impactos Cumulativos.

VEC	Projectos/Actividades Contribuintes	Impacto Cumulativo	Magnitude	Duração	Tendência	Sinergia ou Interação
Qualidade da Água	<ul style="list-style-type: none"> – Aterro Sanitário da KaTembe – Via de acesso ao aterro – Estação de triagem e compostagem – Expansão urbana (PGUDMK) 	Possível contaminação de aquíferos e linhas de água por escorrência, lixiviados, compostagem mal gerida	Média a Alta	Longa	(-)	Aterro + expansão urbana + impermeabilização do solo aumentam riscos de infiltração
Qualidade do Ar	<ul style="list-style-type: none"> – Operação do aterro (CH₄, odores) – Compostagem e triagem de orgânicos – Trânsito intensificado na via de acesso – Queimas informais descontinuadas (Hulene) 	Emissões orgânicas, odores, partículas, mas com redução dos focos críticos de Hulene	Média	Longa	(-/+) (alguns positivos com o encerramento de Hulene)	Redução em Hulene + novas fontes na KaTembe criam redistribuição de cargas
Saúde Pública e Qualidade de Vida	<ul style="list-style-type: none"> – Encerramento da lixeira de Hulene – Operação do novo aterro – Inclusão dos catadores informais – Recolha selectiva e formalização 	Redução de riscos sanitários graves (Hulene); novas pressões na KaTembe; melhoria da inclusão e segurança	Alta	Longa	(+)	Melhorias sanitárias + inclusão de catadores = impacto estruturante positivo
Uso do Solo e Ocupação Urbana	<ul style="list-style-type: none"> – PGUDMK – Via de acesso ao aterro – Infraestruturas logísticas de resíduos – Ocupação residencial e comercial emergente 	Pressão sobre o ordenamento; riscos de ocupação informal descontrolada junto ao aterro	Alta	Longa	(-/+)	Planeamento urbano + pressão populacional podem entrar em conflito
Ecosistemas Terrestres e Biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> – Via de acesso – Ocupação urbana (PGUDMK) – Instalações industriais e de resíduos – Ampliação da mancha urbana 	Fragmentação de habitats, perda de cobertura vegetal e zonas de protecção ecológica	Média	Longa	(-)	Infraestruturas + urbanização simultânea ampliam pressão ecológica
Inclusão Socioeconómica dos Catadores	<ul style="list-style-type: none"> – Encerramento da lixeira de Hulene – Centros de triagem – Política de integração formal e capacitação 	Transição de informalidade para trabalho digno; riscos de exclusão se não implementado com sucesso	Alta	Média a Longa	(+)	Inclusão social + economia circular = benefícios intergeracionais
Património Cultural e Paisagem	<ul style="list-style-type: none"> – Infraestruturas visíveis (aterro, via, unidades de triagem) – Mudança no uso do solo Ocupação acelerada não controlada 	Perda visual e cultural se não integrada no planeamento e nos instrumentos do PGUDMK	Média	Longa	(-)	Alterações rápidas e simultâneas sem amortecimento paisagístico

A avaliação de impactos cumulativos considerou os efeitos directos do Aterro Sanitário da KaTembe, e as suas interações sinérgicas com um conjunto de projectos estruturantes actualmente em curso, designadamente o Projecto de Transformação Urbana de Maputo (PTUM) e o Plano Geral de Urbanização do Distrito Municipal de KaTembe (PGUDMK). O quadro seguinte apresenta, para cada VEC, os impactos cumulativos prioritários identificados, os objectivos de gestão, as medidas propostas, os principais responsáveis pela sua implementação e os indicadores de monitorização correspondentes, com destaque para a protecção da qualidade ambiental, a saúde pública e a inclusão social.

Tabela 1.24 – Medidas propostas para a gestão dos impactos cumulativos.

VEC	Impacto Cumulativo	Objectivo da Gestão	Medidas Propostas	Responsável	KPI
Qualidade da Água	Risco de contaminação dos aquíferos e linhas de água	Proteger os recursos hídricos da região de KaTembe	<ul style="list-style-type: none"> – Instalar sistema completo de impermeabilização e drenagem no aterro – Monitorizar furos comunitários e poços – Implementar zonas tampão vegetadas e filtros biológicos – Controlar escorrência superficial da via de acesso 	CMM, ARA Sul, empreiteiros	<ul style="list-style-type: none"> – Parâmetros de qualidade da água (coliformes, nitratos) – Incidentes de derrames – Reclamações de comunidades
Qualidade do Ar	Emissão de partículas e odores; aumento do tráfego	Minimizar emissões prejudiciais e impactos sobre as comunidades	<ul style="list-style-type: none"> – Captura e queima controlada de biogás – Rega de vias e controlo de poeiras durante obras – Barreiras vegetais – Planeamento de rotas de tráfego de camiões 	CMM, empreiteiros, operadores logísticos	<ul style="list-style-type: none"> – PM10 e H₂S – Ocorrência de queixas sobre odores – Frequência de monitorização
Saúde Pública e Qualidade de Vida	Mudança de exposição da população a novos riscos; encerramento da lixeira de Hulene	Garantir que a transição melhora efectivamente a saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> – Encerramento técnico seguro da Lixeira de Hulene – Ações de saúde preventiva em zonas adjacentes ao novo aterro – Educação ambiental e sanitária nas comunidades afectadas 	CMM (Salubridade), ONGs locais	<ul style="list-style-type: none"> – Taxas de doenças respiratórias e gastrointestinais – Casos de acidentes sanitários – Participação em campanhas de saúde
Uso do Solo e Ocupação Urbana	Pressão urbana desordenada e conflito de uso junto ao aterro	Assegurar ordenamento e compatibilidade de usos do solo	<ul style="list-style-type: none"> – Aplicar PGUDMK com delimitação clara de zonas proibidas 	CMM (Urbanismo), Ministério da Planificação e Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> – N° de ocupações regulares vs. Informais

VEC	Impacto Cumulativo	Objectivo da Gestão	Medidas Propostas	Responsável	KPI
			<ul style="list-style-type: none"> Fiscalização de construções ilegais Realocação planeada de ocupações informais Criação de buffer zone (área de protecção em torno do aterro) 		<ul style="list-style-type: none"> Mapas actualizados de uso do solo Intervenções urbanísticas realizadas
Ecosistemas e Biodiversidade	Fragmentação de habitats e desmatamento associado à urbanização e vias	Preservar os recursos naturais e minimizar a perda de biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> Zoneamento ecológico no PGUDMK Reflorestamento com espécies nativas nas zonas de compensação Monitorização de fauna e flora sensível Minimizar footprint da via de acesso 	MAAP, CMM, ONGs ambientais	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal remanescente Nº de espécies-chave avistadas Áreas restauradas
Inclusão dos Catadores Informais	Risco de exclusão socioeconómica e perda de rendimento	Promover a formalização, segurança e dignidade no trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Programa de registo, capacitação e integração dos catadores Criação de cooperativas de triagem Inclusão em unidades de reciclagem e compostagem Acesso a segurança social e equipamentos de protecção 	CMM (Salubridade e Acção Social), IFP, parceiros privados	<ul style="list-style-type: none"> Nº de catadores integrados formalmente Rendimento médio mensal Condições de trabalho (EPI, instalações)
Património Cultural e Paisagem	Degradação visual e risco sobre elementos culturais locais	Preservar a paisagem e a identidade cultural da zona	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação de impacto visual nas infraestruturas Integração paisagística (barreiras, arborização) Consulta às comunidades sobre valores culturais locais Protecção de sítios identificados 	CMM (Cultura e Urbanismo), universidades, líderes comunitários	<ul style="list-style-type: none"> Nº de sítios preservados Avaliação da paisagem (fotomontagens comparativas) Participação comunitária em decisões

A avaliação dos impactos cumulativos requer a compreensão da situação de base e das tendências futuras dos VECs (Componentes Ambientais Valorizadas), com e sem a implementação do projecto. No contexto do Aterro Sanitário da KaTembe, observa-se que os recursos hídricos subterrâneos da zona apresentam vulnerabilidade moderada à contaminação devido à permeabilidade dos solos e à

proximidade de poços de uso doméstico. A qualidade do ar tem sido negativamente afectada por práticas informais de queima de resíduos, especialmente na Lixeira de Hulene. A biodiversidade da KaTembe, embora já pressionada pela expansão urbana informal, ainda apresenta remanescentes de vegetação nativa e áreas de conectividade ecológica relevantes. A tendência geral, sem intervenção ordenada, aponta para uma degradação ambiental progressiva. A introdução do novo aterro e das medidas associadas poderá reverter parte destas tendências, desde que complementada por um sistema eficaz de gestão integrada e monitorização contínua.

Além das interações com projectos antrópicos, a avaliação cumulativa deve considerar factores de stress ambientais externos, como as alterações climáticas. Na região da KaTembe, prevê-se um aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, nomeadamente chuvas intensas e períodos de seca prolongada. Tais eventos podem intensificar o risco de escorrência superficial e infiltração de lixiviados, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas e superficiais, sobretudo em caso de falha nos sistemas de contenção do aterro. A ausência de cobertura vegetal também poderá agravar a erosão e a perda de solo fértil. Por conseguinte, as medidas de mitigação devem ser desenhadas de forma adaptativa e resiliente ao clima, incorporando projecções hidrometeorológicas actualizadas e soluções baseadas na natureza, como bacias de retenção e zonas tampão vegetadas.

A definição dos VECs considerados prioritários nesta avaliação reflectiu não apenas critérios técnicos e biofísicos, mas também as preocupações manifestadas pelas partes interessadas durante as sessões de consulta pública e entrevistas com representantes comunitários, ONGs e especialistas ambientais. Entre os temas mais frequentemente levantados destacam-se: o receio da contaminação das águas usadas para consumo doméstico; os impactos sobre a saúde das comunidades vizinhas; as oportunidades de emprego; e a protecção das zonas de valor cultural e ambiental da KaTembe. A incorporação destas preocupações na selecção dos VECs demonstra o compromisso do projecto com uma abordagem participativa e responsiva, conforme recomendado pelo IFC (2013). A avaliação dos impactos cumulativos evidencia que, apesar de o Aterro Sanitário da KaTembe representar uma melhoria substancial face ao passivo ambiental da antiga lixeira de Hulene, a sua implementação num contexto de transformação urbana acelerada impõe desafios relevantes de planeamento, coordenação interinstitucional e monitorização contínua.

A articulação entre os diferentes projectos previstos — especialmente no domínio dos resíduos sólidos, do ordenamento do território e da inclusão socioeconómica — será determinante para garantir que os efeitos sinérgicos são positivos e sustentáveis a médio e longo prazo. A eficácia das medidas propostas dependerá da sua integração em políticas públicas coerentes e da capacidade dos actores locais para garantir a sua implementação e fiscalização. Reforça-se, assim, a importância de uma abordagem preventiva, adaptativa e participativa na gestão ambiental e social do território de KaTembe.

2 Análise de Risco

2.1 Introdução

De acordo com o Regulamento de AIA (Decreto n.º 54/2015), a AIA deve incluir uma avaliação de risco, com o objectivo de identificar, descrever e avaliar os riscos potenciais resultantes da construção e operação do projecto. Este Capítulo apresenta a avaliação de risco para o Projecto. Os principais objectivos dessa avaliação de risco são identificar os riscos gerados pela implementação do projecto no estágio inicial e abordar as medidas de engenharia e/ou administrativas apropriadas durante a fase de projecto, construção e operação, comunicar os perigos e riscos às entidades relevantes, e monitorar e melhorar continuamente as medidas. Adopta-se as seguintes fases:

- Identificação de actividades do projecto que possam apresentar perigos e gerar riscos de segurança, saúde ocupacional e ambientais²;
- Identificação, para cada uma dessas actividades, dos eventos que possam resultar numa consequência perigosa, da probabilidade de ocorrência desses eventos, da determinação da gravidade dos eventos e da mitigação ou protecção já existentes no projecto para a ocorrência desse evento; e
- Definição de medidas de mitigação adicionais se os riscos residuais não estiverem ao nível "tão baixo quanto razoavelmente praticável (ALARP³)".

A avaliação de riscos do projecto baseia-se assim nos perigos identificados e avaliados – para os cenários importantes que podem resultar em consequências ambientais ou na saúde e segurança dos trabalhadores e comunidade.

O risco é então descrito utilizando uma matriz baseada na gravidade do risco e na probabilidade de ocorrência do evento. A mitigação, sob a forma de recomendações, será sugerida para os riscos seleccionados e consequências identificadas.

A abordagem adoptada para avaliar os potenciais riscos está de acordo com as metodologias da melhor prática internacional tais como a ISO 31000: 2018 Gestão do Risco – Princípios e Directivas.

2.2 Melhor prática internacional

A ISO 31000: 2018 fornece a base segundo a qual todos os riscos podem ser avaliados; no entanto a presente avaliação foi elaborada tendo como referência outros padrões pertinentes da melhor prática internacional, nomeadamente:

ISO 31010: 2018 - Técnicas de Avaliação de Risco

ISO 45001: 2018 Sistemas de Gestão de Saúde Ocupacional; e

² Um perigo é definido como uma ou mais condições perigosas, físicas ou químicas, com potencial para prejudicar pessoas, propriedade, ambiente ou uma combinação destas.

³ Razoavelmente praticável - envolve pesar um risco de encontro ao problema, ao tempo e ao dinheiro necessários para o controlar. Assim, a ALARP descreve o nível ao qual esperamos ver os riscos no local de trabalho controlados (HSE UK).

ISO 14001: 2015 Sistemas de Gestão Ambiental.

A abordagem de redução proactiva do risco está em conformidade com a melhor prática internacional que, em última análise, se destina a reduzir o risco ao longo do tempo.

2.3 Principais Componentes do Projecto

Como apresentado na descrição do projecto, os principais componentes e actividades do projecto que foram considerados na avaliação de risco são os seguintes:

2.3.1 Fase de Construção

Preparação do Terreno

- Mobilização de máquinas escavadoras, compactação, equipamentos vários e estruturas auxiliares;
- Movimentação de terras;
- Desmatação

Construção da Base Aterro, Sistema de Drenagem de Lixiviados, Sistema de Drenagem de Águas Pluviais e Sistema de Drenagem de Biogás

- Mobilização de máquinas e equipamentos vários
- Assentamento de tubagens, drenos, poços, colectores, válvulas e caixas de alvenaria;
- Movimentação de terras e escavação de valas, canais e bacias

Construção de Infraestruturas de Apoio e Acessos

- Obras de construção e compactação de estradas e acessos
- Obras de construção de edifícios e estruturas.

Construção do Emissário

- Mobilização de máquinas escavadoras, compactação, equipamentos vários e estruturas auxiliares;
- Movimentação de terras e escavação de valas, canais e bacias
- Assentamento de tubagens, válvulas e caixas;

Desmobilização

- Limpeza de todos os locais, a remoção dos painéis de sinalização e remoção de todos os equipamentos e instalações temporárias;
- Restauração de todos os locais utilizados, adoptando todas as medidas necessárias e adequadas.

2.3.2 Fase de Operação

Recepção e Controle dos Resíduos

- Pesagem
- Registo (origem, tipo, quantidade).
- Inspeção visual para identificar materiais proibidos (ex: resíduos perigosos).

- Triagem manual (em alguns casos) para separar resíduos recicláveis ou inertes.

Deposição Controlada dos Resíduos

- Distribuição dos resíduos em células previamente preparadas.
- Compactação mecânica com tratores ou rolos para reduzir volume e aumentar estabilidade.
- Cobertura diária com solo ou materiais alternativos (ex: geossintéticos, cinzas, resíduos inertes).

Gestão de Sistemas de Controlo (Lixiviados, Biogás e Águas Pluviais)

- Colecta
- Captação
- Tratamento
- Monitorização

Operações de Manutenção

- Manutenção de estruturas, equipamentos e acessos.
- Reposição e reparação de coberturas.
- Controle de vegetação.

As componentes do projecto são descritas extensivamente no Capítulo 4 (Descrição do Projecto), e como tal não são descritos aqui. Durante a construção e operação, verifica-se um aumento do tráfego rodoviário, devido à circulação de veículos do projecto e aos constrangimentos impostos à circulação rodoviária na área do projecto. Os potenciais impactos associados ao aumento e constrangimento da circulação rodoviária são abordados na secção 7 e, por conseguinte, excluídos do âmbito desta avaliação de riscos.

2.4 Metodologia

A gestão de riscos abrange as fases de construção e operação do projecto. Durante o ciclo de vida do projecto, diferentes métodos podem ser usados, muitas vezes com iteração, à medida que informações detalhadas se tornam disponíveis ou devido a mudanças no processo ou ambiente. A profundidade da investigação para identificar sistematicamente os riscos é determinada pelo risco potencial apresentado pelo projecto e varia de acordo com a fase do projecto e as informações disponíveis.

A metodologia de avaliação de riscos aplicada foi diferenciada para as fases de Construção e Operação, e as metodologias aplicadas para cada uma dessas fases estão descritas na secção a seguir.

2.4.1 Fase de Construção

A fase de construção caracteriza-se por um conjunto de processos e tarefas de curto prazo bem conhecidos. Estes foram avaliados neste estudo com base nos critérios estabelecidos pela IFC do Grupo Banco Mundial no documento "Directrizes de Ambiente, Saúde e Segurança".

A natureza a curto prazo desta fase permite uma metodologia mais simples de avaliação de riscos, baseada na:

- Identificação das actividades e processos de construção que possam gerar riscos, com base na descrição do projecto;
- Identificação dos perigos associados a tais actividades e processos; e
- Definição de medidas preventivas e de mitigação.

2.4.2 Fase de Operação

É importante compreender a diferença entre perigo e risco. Um perigo é qualquer coisa que tenha o potencial de causar danos à vida, propriedade e ambiente. Além disso, é um parâmetro constante (como gasolina, cloro, amoníaco, etc.), que representa o mesmo perigo onde quer que estejam presentes. O risco, por outro lado, é a probabilidade de que um perigo possa realmente causar danos e a gravidade desse dano. O risco é, portanto, a probabilidade de que um perigo se manifeste. Por exemplo, o risco de um acidente/derrame químico depende da quantidade presente, do processo em que é utilizado, das características de concepção e segurança do seu recipiente, das exposições e das condições ambientais e meteorológicas prevalentes, etc. Assim, a avaliação de riscos compreende uma avaliação da probabilidade baseada nas condições locais e nas taxas de falhas genéricas, bem como a gravidade das consequências com base nas melhores informações tecnológicas disponíveis.

A análise de perigo é de natureza qualitativa e consiste nos seguintes passos:

2.4.2.1 Identificar Actividade/Área do Projecto

O primeiro passo é determinar:

- As actividades do projecto;
- Localização física das actividades; e
- Instalações e infra-estruturas em causa.

Como o projecto está localizado numa única área geográfica, as várias instalações e infra-estrutura foram analisadas para a fase de construção e de operação do projecto.

2.4.2.2 Identificação de Perigos

Existem muitas causas para perigos, mas podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Os perigos naturais** incluem tudo o que é causado por um processo natural e podem incluir perigos óbvios desde inundações e terremotos a perigos de escala mais reduzida, como pedras soltas numa encosta;
- **Os perigos criados pelo homem** são criados por seres humanos, quer a longo prazo (como o aquecimento global), quer imediatos (como os perigos presentes num local de construção ou numa fábrica em operação). Estes incluem:
 - Perigos relacionados com o homem;
 - Máquinas/equipamento; e
 - Ambiental.
- **A força ou retribuição mortal** é aquele perigo que envolve qualquer ameaça de dano ou punição protectora e de resposta-pronta que se torna activa no caso de uma violação de

segurança ou violação de um limite ou barreira, como guerras ou conflitos. Os perigos que envolvem força mortal foram excluídos deste estudo.

2.4.2.3 Análise de Riscos

A análise de riscos descreve a causa, consequência e protecção ou mitigação para cada perigo identificado.

A causa do perigo deve-se normalmente a um evento natural, falha de um componente ou erro humano, por exemplo, a causa de uma falha nos parâmetros de capacidade para os quais o sistema é dimensionado (erro humano), um sismo (evento natural) ou uma falha concreta (falha de componente).

As consequências são mensuráveis e podem ser extensivas a riscos sociais, riscos dos trabalhadores, impactos ambientais, perdas de negócio e consequências de reputação, por exemplo, fatalidades únicas ou múltiplas, perdas financeiras, perda de autorização de funcionamento, etc. A Análise de Riscos descreve, em seguida, a consequência potencial para cada causa. Note-se que pode haver mais do que uma consequência, como por exemplo, fatalidade, perda financeira, danos ambientais, etc.

As medidas de mitigação são controlos de engenharia ou organizacionais que estão em vigor para reduzir ou remover a causa ou consequência de um perigo. A frequência de ocorrência de um evento é reduzida para cada medida nova e independente introduzida.

2.4.2.4 Determinar e Avaliar o Risco

A metodologia sistemática adoptada para identificação e avaliação dos perigos do Projecto foi baseada na metodologia genérica de avaliação do risco descrita na ISO 31010: 2018 - Técnicas de Avaliação de Risco. Esta metodologia é estruturada para identificar *a priori* os perigos e avaliar os riscos decorrentes da instalação e operação de empreendimentos, incluindo-se aqueles em processo de licenciamento ambiental.

O passo inicial abrange a identificação e listagem das actividades, processo e serviços antecipados para o Projecto. Em seguida, as actividades identificadas são avaliadas considerando cada um dos eventos perigosos (aspectos ambientais potenciais) identificados, as suas causas, os impactos (efeitos) sobre o meio ambiente, trabalhadores e sociedade. Depois são classificadas de acordo com a frequência (riscos operacionais), a probabilidade (cenários acidentais) e a gravidade. Os valores atribuídos são somados para chegar a um total e é atribuída a esse total uma classificação de significância.

A partir do cenário acidental identificado (evento perigoso+causas+efeitos) é realizada uma avaliação qualitativa do risco através de uma Matriz de Risco. Além disto, são recomendadas acções de controlo que se traduzem em acções preventivas sobre os eventos perigosos e/ou mitigadoras dos impactos ambientais decorrentes da materialização dos eventos perigosos identificados, a fim de eliminar as causas ou reduzir as consequências dos cenários de acidentes identificados.

Os resultados desta avaliação são apresentados em forma de tabelas que consistem, basicamente, de uma lista de perigos, causas e efeitos, além da classificação dos riscos associados. As tabelas destacam, também, medidas mitigadoras, já previstas no projecto, e recomendações propostas visando a redução de riscos.

Os cenários acidentais por classificação de risco para cada processo foram mapeados e estão descritos a seguir.

Quadro 2.1 Categorias de Frequência dos Cenários Acidentais

Classificação	Denominação	Frequência	Descrição
2	Remota	$x < 1/100$ anos	Ocorrência não esperada ao longo da vida útil da instalação.
3	Pouco Provável	$1/10 \text{ anos} > x > 1/100 \text{ anos}$	01 (uma) ocorrência ao longo da vida útil da instalação.
5	Ocasional	$1/\text{ano} > x > 1/10 \text{ anos}$	No máximo 01 (uma) ocorrência a cada dez anos de operação.
8	Provável	$1/\text{ano}$	01 (uma) ocorrência ao longo de um ano de operação.
13	Frequente	$x > 1/\text{ano}$	Mais de uma ocorrência ao longo de um ano de operação.

Quadro 2.2 Gravidade das Consequências dos Cenários

Categoria	Classificação	Saúde Ocupacional	Segurança	Meio Ambiente	Reputacional	Social	Operacional
Leve	2	Desconfortos sem transtornos à saúde.	Acidentes requerem somente primeiros socorros.	Impacto ambiental não significativo.	<u>Repercussão limitada:</u> Situações de baixo impacto nas quais há o conhecimento público, mas não existe interesse público. Geralmente, essas ocorrências não ultrapassam os limites internos da empresa e / ou das suas unidades, mas não se deve descartar a possibilidade de evoluírem para a categoria moderada.	Impacto pontual (uma casa, uma família).	Até 10 mil USD
Moderada	4	Doenças ocupacionais sem afastamento (com restrição, com tratamento médico).	Acidentes sem afastamento (com restrição, com tratamento médico).	Dano ambiental restrito à área do empreendimento afectando ecossistemas comuns.	<u>Repercussão local:</u> Envolve algum interesse público local; alguma atenção política local e / ou media local; com aspectos adversos em potencial para as operações. Caso haja agravamento, poderá evoluir para a categoria grave.	Impacto local (bairro, condomínio).	Acima de 10 mil USD até 100 mil USD
Grave	8	Doenças ocupacionais com afastamento.	Acidentes com afastamento.	Dano ambiental restrito à área do empreendimento, afectando ecossistemas comuns que abrigam espécie raras e/ou ameaçadas ou afectando ecossistemas raros e/ou ameaçados.	<u>Repercussão regional:</u> Situação de médio impacto com risco iminente de envolvimento dos média e autoridades regionais. É comum existir interesse público regional; ampla repercussão na média regional; alguma cobertura da média nacional; e atenção política regional. Pode envolver instância adversa de grupos de acção e/ou governo local. Caso haja agravamento da situação, poderá evoluir para a categoria crítica.	Impacto regional, ou seja, na área de influência directa (município, distrito).	Acima de 100 mil USD até 1 milhão USD
Crítica	16	Doenças ocupacionais incapacitantes permanentes ou que gerem 01 (uma) fatalidade.	Acidentes incapacitantes permanentes ou 01 (uma) fatalidade.	Dano ambiental que alcança áreas externas à instalação, afectando ecossistemas comuns.	<u>Repercussão Nacional:</u> Situação de alto impacto por envolver interesse público nacional; cobertura na média nacional; repercussão junto a autoridades e representantes governamentais nos níveis nacional e/ou regional; com medidas restritivas ao negócio do HCB. Também costuma haver mobilização de grupos de acção. Caso haja agravamento da situação, pode evoluir para a categoria catastrófica.	Impacto em áreas de influência directa e indirecta.	Acima de 1 milhão USD até 10 milhões USD.
Catastrófica	32	Doenças ocupacionais que gerem mais de 01 (uma) fatalidade) decorrente de situação aguda ou crónica.	Acidente resultando em mais de 01 (uma) fatalidade	Dano ambiental que alcança áreas externas à instalação, afectando ecossistemas comuns que abrigam espécies raras e/ou ameaçadas ou afectando ecossistemas raros e / ou ameaçados.	<u>Repercussão Internacional/nacional:</u> Situação gravíssima em que o negócio e a imagem do HCB estão seriamente ameaçados nacional e/ou internacionalmente, e há grande probabilidade de expressivo prejuízo financeiro, social e de imagem para a empresa. Envolve: atenção pública nacional e/ou internacional; cobertura da média nacional/internacional; repercussão junto a autoridades e representantes governamentais nos níveis nacionais e/ou internacional.	Impacto que extrapola as áreas de influência directa e indirecta.	Acima de 10 milhões USD.

Quadro 2.3 Matriz de Classificação e Valoração de Risco

Gravidade		Frequência				
		Remota	Pouco Provável	Ocasional	Provável	Frequente
		2	3	5	8	13
Catastrófica	32	64	96	160	256	416
Crítica	16	32	48	80	128	208
Grave	8	16	24	40	64	104
Moderada	4	8	12	20	32	52
Leve	2	4	6	10	16	26

Quadro 2.4 Tipo de acção a implementar em função do Risco

Risco	Descrição	Acção a implementar
Muito Alto > 160	Os riscos nesta categoria devem ser eliminados. As recomendações são consideradas obrigatórias e da responsabilidade do director da área de negócio ou do empreendimento.	Implementação imediata.
Alto 80-128	Os riscos nesta categoria devem ser minimizados. As recomendações são consideradas obrigatórias e da responsabilidade da gerência geral da área do negócio ou empreendimento.	Implementação com prazo máximo de 1 (um) ano.
Médio 26-64	Pode-se viver com cenários neste nível de risco, mas este deve ser reduzido no longo prazo. As recomendações são consideradas imperativas e da responsabilidade da gerência da área.	Implementação com prazo máximo de 3 (três) anos.
Baixo 10-24	Cenários com um nível de risco considerado tolerável, mas que pode ser reduzido em caso de medidas com baixo investimento. As sugestões não são consideradas imperativas. A avaliação da implementação é da responsabilidade da gerência da área.	Implementação, caso o custo seja de baixo esforço.
Muito Baixo 4-8	Cenários com nível de risco tolerável e não há necessidade de medidas para o reduzir. A avaliação da implementação é da responsabilidade da gerência da área.	Não há obrigatoriedade, independentemente do custo.

Todos os riscos classificados como Médio, Alto e Muito Alto são considerados significativos e, portanto, requerem medidas para reduzir os riscos até níveis de risco aceitáveis/toleráveis.

2.4.2.5 Riscos ocupacionais

Os trabalhadores envolvidos na gestão de resíduos estão expostos, no seu processo de trabalho, a seis tipos diferentes de riscos ocupacionais, sendo eles:

- Físicos: ruído, vibração, calor, frio, humidade;
- Químicos: gases, névoa, neblina, poeira, substâncias químicas tóxicas;
- Mecânicos: atropelamento, queda, esmagamento, fractura;
- Ergonómicos: sobrecarga da função osteomuscular e da coluna vertebral, com consequente comprometimento patológico e adopção de posturas forçadas incómodas;
- Biológicos: contacto com agentes biológicos patogénicos (bactérias, fungos, parasitas, vírus), principalmente através de materiais perfuro-cortantes e a microrganismos patogénicos presentes nos resíduos;
- Sociais: falta de treinamento e condições adequadas de trabalho.

AGENTES FÍSICOS

O odor emanado dos resíduos pode causar mal-estar, cefaleias e náuseas em trabalhadores e pessoas que se encontrem na proximidade dos equipamentos de recolha ou de sistemas de manuseamento, transporte e destino final.

O ruído excessivo, durante as operações de gestão dos resíduos, pode promover a perda parcial ou permanente da audição, cefaleias, tensão nervosa, stress ou hipertensão arterial.

Um agente comum nas actividades com resíduos é a poeira, que pode ser responsável por desconforto e perda momentânea da visão ou por problemas respiratórios e pulmonares.

Em algumas circunstâncias, a vibração dos equipamentos (na recolha, por exemplo) pode provocar lombalgias e dores no corpo, além de stress.

Os objectos perfurantes e cortantes, responsáveis por ferimentos e cortes, são apontados entre os principais agentes de risco na gestão de resíduos sólidos.

AGENTES QUÍMICOS

Nos resíduos sólidos pode ser encontrada uma variedade muito grande de resíduos químicos, de entre os quais se destacam pela presença mais constante: pilhas e baterias; óleos e graxas; solventes; tintas; produtos de limpeza; medicamentos, e aerossóis.

Uma significativa parcela destes resíduos é classificada como perigosa e pode ter efeitos graves na saúde humana e no meio ambiente.

AGENTES BIOLÓGICOS

Os agentes biológicos presentes nos resíduos sólidos podem ser responsáveis pela transmissão directa e indirecta de doenças.

Microrganismos patogénicos podem estar presentes nos resíduos sólidos em lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiénico, absorventes, agulhas e seringas descartáveis e preservativos, com origem nos trabalhadores; nos resíduos das instalações médicas e, na maioria dos casos, nos resíduos bio-médicos misturados nos resíduos domésticos.

Alguns agentes que podem ser destacados são: os agentes responsáveis por doenças do trato intestinal (*Ascaris lumbricoides*; *Entamoeba coli*; *Schistosoma mansoni*) ou o vírus causador da hepatite (principalmente do tipo B), pela sua capacidade de resistir em meios adversos

Além desses, devem também ser referidos os microrganismos responsáveis por dermatites. A transmissão indirecta dá-se principalmente por resíduos perfuro-cortantes.

As micoses são comuns, aparecendo mais frequentemente (mas não exclusivamente) nas mãos e pés, onde as luvas e calçados estabelecem condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos.

Em todas as operações, a exposição a poeiras orgânicas e microrganismos pode ser causadora de doenças do trato respiratório.

2.4.2.6 Tipos de acidentes frequentes

Os acidentes mais frequentes entre os trabalhadores que manuseiam directamente os resíduos são:

CORTES COM VIDROS

Caracterizam o acidente mais comum entre trabalhadores da recolha e separação de resíduos. As estatísticas deste tipo de acidente são subnotificadas, uma vez que os cortes de pequena gravidade não são, na maioria das vezes, informados pelos trabalhadores, que não os consideram acidentes de trabalho.

A utilização de luvas pelo trabalhador atenua, mas não impede a maior parte dos acidentes, que não atingem apenas as mãos, mas também braços e pernas.

CORTES E PERFURAÇÕES COM OUTROS OBJECTOS PONTIAGUDOS

Espinhos, pregos, agulhas de seringas e espetos são responsáveis por estes acidentes envolvendo trabalhadores.

QUEDA DO VEÍCULO

A natureza dos trabalhos acaba por obrigar o transporte dos trabalhadores nos mesmos veículos utilizados para a recolha e transporte dos resíduos. Isso faz com que as quedas de veículos seja um risco comum.

ATROPELAMENTOS

Além dos riscos inerentes à actividade, que contribuem para os atropelamentos, a sobrecarga e a velocidade de trabalho a que estão sujeitos os trabalhadores, bem como o desrespeito pelos limites e regras estabelecidas para o trânsito e a ausência de equipamentos adequados (roupas visíveis, sapatos resistentes e antiderrapantes) são um factor de agravamento dos riscos de atropelamento.

OUTROS

Ferimentos e perdas de membros por prensagem em equipamentos e máquinas, mordidas de animais (cães, ratos) e picadas de formigas também fazem parte da relação de acidentes associados à gestão de resíduos.

2.5 Avaliação do Risco do Projecto

2.5.1 Fase de Construção

2.5.1.1 Identificação de Tarefas e Processos

Com base na descrição do projecto (ver **Capítulo 4**), as principais actividades e processos da Fase de Construção que podem gerar perigos são os seguintes:

- Mobilização de máquinas escavadoras, compactação, equipamentos vários e estruturas auxiliares;
- Desmatção e movimentação de terras, incluindo abertura de valas e acessos;
- Assentamento de tubagens, drenos, poços, colectores, válvulas e caixas de alvenaria;

- Construção de Infraestruturas de Apoio e Acessos
- Desmobilização, que incluirá a limpeza de todos os locais, a remoção dos painéis de sinalização e remoção de todos os equipamentos e instalações temporárias
- Restauração de todos os locais utilizados, adoptando todas as medidas necessárias e adequadas

2.5.1.2 Identificação de Riscos e Medidas Preventivas e de Mitigação

O quadro seguinte mostra os riscos identificados para as actividades e processos acima mencionados e as medidas preventivas e de mitigação que devem ser aplicadas para reduzir o risco de cenários acidentais.

Quadro 2.5 Identificação de perigos e medidas preventivas e de mitigação para a fase de construção

Mobilização de máquinas escavadoras, compactação, equipamentos vários e estruturas auxiliares	
Identificação de perigo	Medidas preventivas e de mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Ferimentos devido ao movimento de pessoas ao longo da faixa de construção, etc.; - Cortes e hematomas resultantes da utilização inadequada de ferramentas; - Acidentes rodoviários; e - Exposição a calor excessivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação sobre os procedimentos de segurança; - Utilização de cintos de segurança/formação de condução defensiva para condutores; - Disponibilidade de veículos de resposta de emergência perto do local de trabalho; - Planeamento e disponibilidade de apoio médico; - Sinalização da zona de acordo com o planeamento de segurança (velocidade, direcções, proibições, etc.); - Promover a utilização adequada de equipamento de protecção individual (EPP) de acordo com cada tarefa; e - Ter provisões médicas prontamente disponíveis e formar as pessoas para tratar adequadamente lesões menores, como hematomas e cortes.
Desmatação e Movimentação de terras, incluindo abertura de valas e acessos	
Identificação de perigo	Medidas preventivas e de mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Colisão, impactos e quedas durante o movimento de equipamento pesado, como tractores de rastros, motoniveladoras "raspadoras", escavadora hidráulica, camião basculante, rolo (pé de ovelha e liso), entre outros; - Deslizamento e/ou ruptura de aterros; - Enterramento de pessoas e equipamentos; - Cortes e hematomas resultantes da utilização inadequada de ferramentas; - Exposição a ruído excessivo; e - Exposição a calor excessivo durante actividades ao ar livre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação do pessoal envolvido nos procedimentos de segurança nos trabalhos de construção; - Utilização de cintos de segurança/formação de condução defensiva para condutores; - Apoiar veículos próximos do local de trabalho; - Planeamento e disponibilidade de apoio médico; - Preparação de taludes e valas específicas do projecto com apoio técnico responsável e inspecções regulares para verificar a conformidade com as especificações (escoramento, ângulos, etc.); - Marcação da área como necessidade decorrente do planeamento de segurança (velocidades, direcções, proibições, etc.); e - Utilização de EPI adequados às tarefas a desenvolver.

Assentamento de tubagens, drenos, poços, colectores, válvulas e caixas de alvenaria	
Identificação de perigo	Medidas preventivas e de mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Colisão, impactos e quedas durante o manuseamento da carga; - Esmagamento e impactos; - Deslizamentos; - Cortes e contusões no manuseamento de ferramentas, equipamentos e materiais de construção; - Acidentes resultantes de contacto inadequado ou inalação/ingestão de produtos químicos (tintas, solventes, etc.); - Incêndio; - Choque eléctrico; e - Vazamento de combustíveis inflamáveis e óleos lubrificantes usados no abastecimento de equipamentos de transporte. - Interferência com as infra-estruturas enterradas 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparação de procedimentos e formação para o pessoal que trabalha com directrizes de segurança no funcionamento de máquinas, incluindo EPI; - Agendar a inspecção periódica dos equipamentos e dispositivos de manuseio de materiais (máquinas, cabos, etc.); - Elaboração de regras básicas de movimentação e formação de pessoal de carga; - Disponibilidade de extintores de incêndio nas frentes de trabalho; - Sinalização de produtos químicos, com diagrama Hommel, tendo em conta a toxicidade, inflamabilidade, reactividade e corrosividade dos mesmos; - Planeamento de formação para o manuseio e uso adequados dos recursos disponíveis para o combate a incêndios e produtos derramados; - Realização de inspecções de rotina para verificar e corrigir a utilização de EPI, as condições de trabalho e as normas de segurança; - Marcação da área como necessidade decorrente do planeamento de segurança (velocidades, direcções, proibições, etc.); - Utilização de cintos de segurança/formação de condução defensiva para condutores. - Conhecimento do Cadastro
Construção de Infraestruturas de Apoio e Acessos	
Identificação de Riscos	Medidas de Prevenção e Mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Colisão, pancada e queda durante o manuseamento da carga; - Esmagamento e impacto; - Deslizamentos de terras; - Cortes e contusões no manuseamento de ferramentas, equipamento e materiais de construção; - Acidentes resultantes de contacto indevido ou inalação / ingestão de produtos químicos (tintas, solventes, etc.); - Fuga de combustíveis inflamáveis e óleos lubrificantes utilizados no fornecimento de equipamento de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparação de procedimentos e formação para o pessoal que trabalha com directrizes de segurança no funcionamento das máquinas, incluindo EPI; - Programar inspecções periódicas do equipamento e dos dispositivos de manipulação de material (máquinas, cabos, etc.); - Preparação de regras básicas para a movimentação de carga e formação de pessoal; - Sinalização de produtos químicos, com diagrama Hommel tendo em conta a toxicidade, inflamabilidade, reactividade e corrosividade dos mesmos; - Planeamento de formação para o correcto manuseamento e utilização dos recursos disponíveis para o combate a incêndios e produtos derramados; - Realização de inspecções de rotina para verificar e corrigir a utilização de EPI, condições de trabalho e normas de segurança; - Marcação da área como necessidades decorrentes do planeamento de segurança (velocidades, direcções, proibições, etc.); - Utilização de cintos de segurança / formação de condução defensiva para condutores e manobreadores.
Desmobilização, que incluirá a limpeza de todos os locais, a remoção dos painéis de sinalização e remoção de todos os equipamentos e instalações temporárias	
Identificação de Riscos	Medidas de Prevenção e Mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Lesões devidas à circulação de pessoas nas proximidades dos locais a intervencionar (queda, atropelamento, etc.); - Quedas devido a piso irregular; 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação sobre procedimentos de segurança; - Utilização de cintos de segurança / formação de condução defensiva para os condutores/manobreadores de veículos e máquinas;

<ul style="list-style-type: none"> - Cortes e contusões resultantes da utilização inadequada de ferramentas; - Acidentes viários; - Exposição ao ruído e vibrações; e - Exposição a calor excessivo ou outros cenários climáticos extremos com origem nas chuvas e no vento, por exemplo; - Fuga de combustíveis inflamáveis e óleos lubrificantes utilizados no fornecimento de equipamento de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de veículos de resposta de emergência perto do local de trabalho; - Planeamento e disponibilidade de apoio médico; - Sinalização da área de acordo com o planeamento de segurança (velocidade, direcções, proibições, etc.); - Promover a utilização adequada do Equipamento de Protecção Individual (EPI) de acordo com cada tarefa; - Dispor de material médico prontamente disponível e treinar as pessoas para tratar adequadamente lesões menores, tais como hematomas e cortes.
Restauração de todos os locais utilizados, adoptando todas as medidas necessárias e adequadas	
Identificação de Riscos	Medidas de Prevenção e Mitigação
<ul style="list-style-type: none"> - Lesões devidas à circulação de pessoas nas proximidades dos locais a intervir (queda, atropelamento, etc.); - Quedas devido a piso irregular; - Cortes e contusões resultantes da utilização inadequada de ferramentas; - Acidentes viários; - Exposição ao ruído e vibrações; e - Exposição a condições meteorológicas adversas durante actividades ao ar livre; - Fuga de combustíveis inflamáveis e óleos lubrificantes utilizados no fornecimento de equipamento de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formação sobre procedimentos de segurança; - Utilização de cintos de segurança / formação de condução defensiva para os condutores/manobreadores de veículos e máquinas; - Disponibilidade de veículos de resposta de emergência perto do local de trabalho; - Planeamento e disponibilidade de apoio médico; - Sinalização da área de acordo com o planeamento de segurança (velocidade, direcções, proibições, etc.); - Promover a utilização adequada do Equipamento de Protecção Individual (EPI) de acordo com cada tarefa; - Dispor de material médico prontamente disponível e treinar as pessoas para tratar adequadamente lesões menores, tais como hematomas e cortes.

2.5.2 Fase de Operação

2.5.2.1 Identificação de Tarefas e Processos

De acordo com a descrição do Projecto apresentada no **Capítulo 4**, as principais actividades na fase de operação são:

- Recepção e Controlo dos Resíduos
- Deposição Controlada dos Resíduos
- Gestão de Sistemas de Controlo (Lixiviados, Biogás e Águas Pluviais)
- Operações de Manutenção

A subsecção seguinte apresenta a identificação do risco, a estimativa e avaliação do risco e as medidas de mitigação recomendadas que devem ser adoptadas para reduzir a significância do risco.

2.5.3 Avaliação de Riscos

Recepção e Controlo de Resíduos

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
1	Atropelamento de pessoas	Ausência de sinalização sonora e luminosa nos veículos Excesso de velocidade Visibilidade comprometida (neblina, poeira, sol, etc.) Falta de sinalização Falta de treinamentos dos operadores Imprudência dos pedestres	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo atropelamento)	Provável (8)	Critica (16)	Alto (128)	Realizar formação e consciencialização dos motoristas; Utilizar coletes reflectores; Informar os trabalhadores sobre os outros perigos relacionados com esta operação.	Visual	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
2	Colisão / abalroamento	Ausência de sinalização Condições meteorológicas adversas (chuva, neblina, poeira, luz solar) Excesso de carga Excesso de velocidade Falha humana Falha mecânica ou eléctrica	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pela colisão / abalroamento) Impacto sobre o Meio Ambiente: Contaminação	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Prender/travar os contentores, principalmente nos locais mais inclinados; Sinalizar todos os locais onde estão colocados contentores; Informar os trabalhadores sobre os outros perigos relacionados com esta operação;	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico, Extintores de Incêndio) Plano de Gestão de Resíduos (kit de derrames)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
		Falta de manutenção dos equipamentos Falta de sinalização nos veículos Falta de iluminação nocturna Falta/insuficiência de formação e monitorização	do solo (por ocorrência de derrames), degradação da qualidade do ar pelo fumo gerado				Usar coletes reflectores.					
3	Queda de pessoas	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improvisado Piso escorregadio Falta de iluminação	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local causados pela queda	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Conduzir a viatura com velocidade moderada e consciencializar os condutores a estarem sempre atentos durante a condução; Utilizar botas impermeáveis com biqueira de aço; Informar os trabalhadores sobre os riscos que advêm do ritmo de trabalho e sobre as posturas mais apropriadas na recolha de contentores; Proporcionar formação e informação ao pessoal em caso de suspeita de estados de não sobriedade	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
							de algum colaborador, participando de imediato ao encarregado responsável.					
4	Exposição a agentes biológicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/ formação aos trabalhadores Criar processos de trabalho e medidas técnicas de controlo de modo a impedir ou minorar a propagação de agentes biológicos; Proibir a ingestão de alimentos ou bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Exigir a todos os colaboradores uma boa higiene pessoal; Vigilância da saúde dos colaboradores.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										
		Falta/insuficiência de formação e monitorização										
5	Exposição a agentes químicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/ formação aos trabalhadores; Proibir a ingestão de alimentos ou	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
			presentes no local				bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Vigilância da saúde dos colaboradores.		Ambulância, Serviço Médico)			
6	Exposição a odores	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improviso Falta/insuficiência de formação e monitorização	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Leve (2)	Baixo (16)	Promover acções de (in)formação aos trabalhadores e disponibilização de máscaras descartáveis	Visual, Inspeções		Pouco Provável (3)	Leve (2)	Muito Baixo (6)
7	Exposição ao ruído	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improviso Falta/insuficiência de formação e monitorização Falta de inspecção/manutenção	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Avaliações periódicas; Exames audiométricos anuais; Usar protectores auriculares de acordo com o espectro do ruído produzido; Proceder com frequência a uma manutenção apropriada das viaturas.	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
8	Exposição a vibrações	Erro do operador Falta/insuficiência de formação e monitorização	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Veículo com cadeira para condutor assente	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
		Falta de inspecção /manutenção	presentes no local				num sistema óleo pneumático.					
9	Movimentação incorrecta de cargas	<div>Erro do operador</div> <div>Falta/insuficiência de formação e monitorização</div>	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Utilizar o quanto possível equipamentos mecânicos de modo a evitar a movimentação manual de cargas pelos assistentes operacionais; Formação aquando da movimentação manual de cargas, informações relativas às posições e formas mais correctas na elevação, transporte e descarga de objectos.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
10	Queda de materiais (contentor)	<div>Falha mecânica do equipamento</div> <div>Realização de manobras indevidas/incorrectas</div> <div>Falta de manutenção</div>	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local Impacto sobre o Meio Ambiente: Contaminação do solo por derrames	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Verificar periodicamente as pinças do macaco hidráulico e o bordo superior dos baldes; Verificar correctamente o encaixe do contentor ou balde; Reduzir do número de batimentos aquando do despejo dos	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico) Plano de Gestão de Resíduos (kit de derrames)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
							resíduos ainda alojados no contentor. Proibir a permanência por debaixo do contentor aquando da manipulação da alavanca; Utilização de óculos/viseiras, luvas anti corte, botas impermeáveis com biqueira de aço e vestuário de protecção de alta visibilidade.					
11	Corte com vidros ou objectos perfurantes	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improviso Falta/insuficiência de formação e monitorização	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Utilizar luvas anti corte e de calçado de protecção com biqueira e palmilha de aço; Evitar o contacto com o vidro aquando da descarga para a caixa de carga; Intensificar os cuidados no manuseamento de sacos de lixo recolhidos.	Visual	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

Deposição Controlada de Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
12	Queda de carga durante a movimentação e transporte	Imperícia/imprudência dos operadores	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pela queda de material movimentado)	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Formação dos operadores e sinalização Realizar inspeção e manutenção nos equipamentos; Formação e sensibilização dos operadores.	Visual e inspeção	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Falha mecânica										
		Falha mecânica do equipamento (abertura indevida da caixa basculante, ruptura de cabos, etc.)										
		Realização de manobras indevidas/incorrectas										
		Falta de manutenção do piso (presença de irregularidades)										
13	Atropelamento de pessoas (empilhador, retroescavadora)	Imperícia/imprudência dos operadores ou pedestres	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo atropelamento)	Provável (8)	Crítica (16)	Alto (128)	Colocar sinalização que indique a movimentação de veículos	Visual e inspeção	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Falha mecânica										
		Visibilidade obstruída										
14	Ataque de animais	Falta de controle da vigilância sanitária	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Disponibilizar no local kit mínimo de primeiros socorros Melhorar os meios de comunicação do local.	Visual e inspeção	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Cerca danificada										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
			físicos causados pelos ataques)						Ambulância, Serviço Médico)			
15	Queda de equipamentos móveis	Acessos estreitos	Impactos sobre a Segurança: Danos materiais e possibilidade de lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Realizar compactação das áreas de acesso. Obedecer as normas de operação e condução de veículos. Realizar inspecção e manutenção nos equipamentos Formação e sensibilização dos operadores	Visual, inspecções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Excesso de velocidade										
		Excesso de carga										
		Posicionamento inadequado de carga										
		Condições da área para atolamento	Impacto sobre o Meio Ambiente: Contaminação do solo Degradação da qualidade do ar pelo fumo gerado pelo incêndio Degradação da qualidade da água (rios, lagos, mananciais)									
		Falha humana										
		Falha mecânica do equipamento										
		Falta de manutenção dos veículos										
		Operador com visibilidade reduzida (sol, chuva, névoa, poeira, etc.)										
		Piso escorregadio										
		Realização de manobras indevidas/incorrectas										
16	Explosão da célula do aterro sanitário	Falta de dreno	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no	Provável (8)	Critica (16)	Alto (128)	Manutenção e instalação de tubos para escape dos gases (efeito chaminé)	Visual e inspecção	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Drenagem inadequada										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
			local (traumas físicos causados pelos efeitos de explosão)						Ambulância, Serviço Médico)			
		Falta de compactação	Impacto sobre o Meio Ambiente: Contaminação do solo									
17	Deslizamento de talude	Condições climáticas adversas (chuvas em excesso)	Impacto sobre a Segurança: Danos materiais e/ou lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo deslizamento)	Provável (8)	Crítica (16)	Alto (128)	Realizar monitorização dos taludes do aterro; Realizar inspeção e manutenção periódica das drenagens	Visual, inspeções de campo e testes	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Condições geológicas adversas										
		Falta de manutenção dos taludes										
		Inclinação acentuada do talude										
18	Queda de material sobre pessoas/ equipamentos durante movimentação / transporte e carregamento	Falha humana (realização de manobra de carregamento incorrecta)	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Crítica (16)	Alto (128)	Realizar inspeção e manutenção nos equipamentos; Formação e sensibilização dos operadores.	Visual	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Falha mecânica (rompimento de cabo, abertura da caixa basculante, etc.)										
		Rompimento do talude										

Gestão de Sistemas de Controlo (Lixiviados, Biogás e Águas Pluviais)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
19	Queda de pessoas	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local causados pela queda	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Conduzir a viatura com velocidade moderada e consciencializar os condutores a estarem sempre atentos durante a condução; Utilizar botas impermeáveis com biqueira de aço; Informar os trabalhadores sobre os riscos que advêm do ritmo de trabalho e sobre as posturas mais apropriadas na recolha de contentores; Proporcionar formação e informação ao pessoal em caso de suspeita de estados de não sobriedade de algum colaborador, participando de imediato ao encarregado responsável.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										
		Piso escorregadio										
		Falta de iluminação										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
20	Exposição a agentes biológicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/ formação aos trabalhadores Criar processos de trabalho e medidas técnicas de controlo de modo a impedir ou minorar a propagação de agentes biológicos; Proibir a ingestão de alimentos ou bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Exigir a todos os colaboradores uma boa higiene pessoal; Vigilância da saúde dos colaboradores.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										
		Falta/insuficiência de formação e monitorização										
21	Exposição a agentes químicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/ formação aos trabalhadores; Proibir a ingestão de alimentos ou bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Vigilância da saúde dos colaboradores.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
22	Exposição a odores	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improviso Falta/insuficiência de formação e monitorização	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Leve (2)	Baixo (16)	Promover acções de (in)formação aos trabalhadores e disponibilização de máscaras descartáveis	Visual, Inspeções		Pouco Provável (3)	Leve (2)	Muito Baixo (6)
23	Exposição ao ruído	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improviso Falta/insuficiência de formação e monitorização Falta de inspecção/manutenção	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Avaliações periódicas; Exames audiométricos anuais; Usar protectores auriculares de acordo com o espectro do ruído produzido; Proceder com frequência a uma manutenção apropriada das viaturas.	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
24	Exposição a vibrações	Erro do operador Falta/insuficiência de formação e monitorização Falta de inspecção /manutenção	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Veículo com cadeira para condutor assente num sistema óleo pneumático.	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
25		Erro do operador		Provável (8)	Grave (8)	Média (64)		Visual		Ocasional (5)		Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
	Corte, perfuração ou esmagamento com ferramentas	Não utilização dos EPIs	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local				Utilizar luvas anti corte e de calçado de protecção com biqueira e palmilha de aço; Evitar o contacto com o vidro aquando da descarga para a caixa de carga; Intensificar os cuidados no manuseamento de sacos de lixo recolhidos.		Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)		Moderada (4)	
		Utilização de improvisado										
		Falta/insuficiência de formação e monitorização										

Operações de Manutenção

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
26	Queda de pessoas	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local causados pela queda	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Conduzir a viatura com velocidade moderada e consciencializar os condutores a estarem sempre atentos durante a condução; Utilizar botas impermeáveis com biqueira de aço; Informar os trabalhadores sobre os riscos que advêm do ritmo de trabalho e sobre as	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisado										
		Piso escorregadio										
		Falta de iluminação										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
							posturas mais apropriadas na recolha de contentores; Proporcionar formação e informação ao pessoal em caso de suspeita de estados de não sobriedade de algum colaborador, participando de imediato ao encarregado responsável.					
27	Atropelamento	Imperícia/imprudência dos operadores ou pedestres	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local (traumas físicos causados pelo atropelamento)	Provável (8)	Crítica (16)	Alto (128)	Colocar sinalização que indique a movimentação de veículos	Visual e inspeção	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Falha mecânica										
		Visibilidade obstruída										
28	Queda de material ou equipamentos	Acessos estreitos	Impactos sobre a Segurança: Danos materiais e possibilidade	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Realizar compactação das áreas de acesso. Obedecer as normas de operação e	Visual, inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Excesso de velocidade										

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
		Excesso de carga	de lesões às pessoas presentes no local				condução de veículos. Realizar inspecção e manutenção nos equipamentos Formação e sensibilização dos operadores		Ambulância, Serviço Médico)			
		Posicionamento inadequado de carga										
		Condições da área para atolamento	Impacto sobre o Meio Ambiente: Contaminação do solo Degradação da qualidade do ar pelo fumo gerado pelo incêndio Degradação da qualidade da água (rios, lagos, mananciais)									
		Falha humana										
		Falha mecânica do equipamento										
		Falta de manutenção dos veículos										
		Operador com visibilidade reduzida (sol, chuva, névoa, poeira, etc.)										
		Piso escorregadio										
		Realização de manobras indevidas/incorrectas										
29	Exposição a agentes biológicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança:	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
		Não utilização dos EPIs	Lesões às pessoas presentes no local				formação aos trabalhadores Criar processos de trabalho e medidas técnicas de controlo de modo a impedir ou minorar a propagação de agentes biológicos; Proibir a ingestão de alimentos ou bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Exigir a todos os colaboradores uma boa higiene pessoal; Vigilância da saúde dos colaboradores.		(Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)			
		Utilização de improvisos										
		Falta/insuficiência de formação e monitorização										
30	Exposição a agentes químicos	Erro do operador	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Promover acções de informação/ formação aos trabalhadores; Proibir a ingestão de alimentos ou bebidas nos locais de trabalho onde haja perigo de contaminação; Vigilância da saúde dos colaboradores.	Visual, Inspeções	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
		Não utilização dos EPIs										
		Utilização de improvisos										
31		Erro do operador		Provável (8)	Leve (2)	Baixo (16)					Leve (2)	Muito Baixo (6)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
	Exposição a odores	Não utilização dos EPIs Utilização de improvisado Falta/insuficiência de formação e monitorização	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local				Promover acções de (in)formação aos trabalhadores e disponibilização de máscaras descartáveis	Visual, Inspeções		Pouco Provável (3)		
32	Exposição ao ruído	Erro do operador Não utilização dos EPIs Utilização de improvisado Falta/insuficiência de formação e monitorização Falta de inspecção/manutenção	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Avaliações periódicas; Exames audiométricos anuais; Usar protectores auriculares de acordo com o espectro do ruído produzido; Proceder com frequência a uma manutenção apropriada das viaturas.	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
33	Exposição a vibrações	Erro do operador Falta/insuficiência de formação e monitorização Falta de inspecção /manutenção	Impactos sobre a Segurança: Lesões às pessoas presentes no local	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Veículo com cadeira para condutor assente num sistema óleo pneumático.	Visual, Inspeções		Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)
34	Corte, perfuração ou esmagamento	Erro do operador Não utilização dos EPIs	Impactos sobre a Segurança: Lesões às	Provável (8)	Grave (8)	Média (64)	Utilizar luvas anti corte e de calçado de protecção com	Visual	Plano de Resposta de Emergência (Corpo de	Ocasional (5)	Moderada (4)	Baixo (20)

No.	Cenário de Acidente	Perigo / Incidente Potencial	Impacto	Probabilidade	Gravidade	Classificação Inicial	Medida de Prevenção	Monitorização	Resposta de Emergência	Probabilidade	Gravidade	Classificação do Risco
	com ferramentas	Utilização de improvisado	peessoas presentes no local				biqueira e palmilha de aço; Evitar o contacto com o vidro aquando da descarga para a caixa de carga; Intensificar os cuidados no manuseamento de sacos de lixo recolhidos.		Bombeiros, Serviços de Ambulância, Serviço Médico)			
		Falta/insuficiência de formação e monitorização										

2.6 Gestão de Risco

A maior parte dos riscos ou impactos são de natureza contínua ou repetitiva, e esses riscos ou impactos devem ser controlados através de uma gestão eficaz. As acções para uma gestão eficaz incluirão a implementação de procedimentos, manutenção programada, inspecções, monitorização, formação, etc., e deverão também fazer parte do plano de acção ou projecto.

As seguintes estratégias podem ser consideradas para gerir riscos:

- Eliminação de qualquer risco registado;
- Controlar os riscos na fonte; e
- Minimizar o risco.

Se o risco se mantiver:

- Providenciar Equipamento de Protecção Individual; e
- Criar um programa para monitorizar o risco a que os funcionários, equipamentos ou o ambiente possam estar expostos.

Para que as medidas de gestão de riscos, incluindo as recomendadas nesta Avaliação de Riscos, sejam implementadas na fase de operação, sugere-se que sejam desenvolvidas durante a fase de projecto detalhada, com base nos padrões corporativos do CMM. Estas normas prevêm procedimentos para a implementação de uma metodologia eficaz para reduzir os riscos ambientais.

Testes e inspecções iniciais e periódicas, bem como programas de manutenção preventiva e correctiva, devem ser desenvolvidos para promover um ambiente de trabalho mais seguro, tanto para os funcionários quanto para o meio ambiente, minimizando assim as consequências e/ou frequência de ocorrências indesejadas.

Quando ocorrer um acidente, ele será registado e investigado seguindo os procedimentos estabelecidos no Plano de Resposta a Emergências, de modo que a causa da falha que deu origem à ocorrência seja identificada e sejam tomadas acções para evitar a recorrência.

2.7 Conclusões

Na sequência da avaliação de riscos realizada para o Projecto, os riscos potenciais identificados para as actividades operacionais foram, em geral, considerados baixos a muito baixos e, com a implementação das medidas de mitigação propostas, podem ser considerados controlados. Em caso de cenários acidentais, olhando para a análise das consequências, os efeitos podem resultar em impactos sobre as comunidades circundantes.

Os riscos identificados, no entanto, são adequadamente controlados pelos procedimentos de manutenção e inspecção e pelas medidas de mitigação propostas neste documento. Essas medidas de mitigação devem ser integradas num Programa de Gestão de Riscos e num Programa de Resposta a Emergências, que precisarão ser desenvolvidos e implementados como parte do Sistema de Gestão Ambiental e Social do projecto.

3 Considerações Finais

O Estudo de Impacto Ambiental e Social (EIAS) do Aterro Sanitário de KaTembe demonstra, de forma fundamentada e com base em dados técnicos e científicos robustos, que o Projecto apresenta-se como a solução mais adequada e sustentável para a gestão dos resíduos sólidos urbanos gerados na Cidade de Maputo, respondendo à necessidade crítica de encerrar a lixeira a céu aberto de Hulene e substituir práticas informais por um sistema ambientalmente seguro e controlado.

A localização escolhida para o aterro, na zona do bairro de Incassane, Distrito Municipal da KaTembe, resulta de um processo de selecção que considerou factores de ordem ambiental, técnica, social e económica, incluindo critérios de compatibilidade de uso do solo, distância de zonas urbanas sensíveis, minimização de riscos para recursos hídricos superficiais e subterrâneos, acessibilidade, topografia e viabilidade de implementação das infra-estruturas de suporte. O sítio identificado apresenta características geomorfológicas favoráveis, designadamente a implantação sobre uma cumeada planáltica e solos arenosos com permeabilidade controlada por barreira geossintética e compactação, assegurando a necessária protecção dos recursos hídricos e do solo subjacente.

O Projecto incorpora soluções de engenharia e gestão operacional em consonância com as melhores práticas da indústria para aterros sanitários, incluindo sistemas de impermeabilização basal com geossintéticos e geocompósitos bentoníticos, redes independentes de drenagem de lixiviados e águas pluviais, sistemas de tratamento lagunar para o lixiviado, emissário com descarga subaquática modelada numericamente, captação e queima/valorização energética de biogás, monitorização ambiental contínua, barreiras físicas e de vegetação, e um Plano de Gestão Ambiental e Social (PGAS) robusto. Estas soluções asseguram a minimização dos impactos negativos sobre o meio físico (solos, águas superficiais e subterrâneas, ar, clima, ruído), o meio biótico (habitats, fauna, flora) e o meio socioeconómico, ao mesmo tempo que promovem a valorização de impactos positivos relevantes, como a melhoria das condições de salubridade urbana, criação de emprego e reforço institucional da gestão de resíduos.

A avaliação dos impactos ambientais, realizada com base em metodologias reconhecidas e em conformidade com as Normas do Banco Mundial e o Regulamento de Avaliação de Impacto Ambiental de Moçambique, concluiu que os impactos negativos identificados – nomeadamente riscos de contaminação de águas, emissões atmosféricas, ruído, alteração da paisagem e potenciais efeitos sociais – são maioritariamente de magnitude moderada a baixa (impacto residual, após a consideração das medidas mitigadoras), temporários ou reversíveis, podendo ser eficazmente mitigados pelas medidas propostas no Projecto. Os impactos residuais são assim considerados aceitáveis no contexto das normas nacionais e internacionais, e a implementação do PGAS garantirá o acompanhamento e a gestão adaptativa ao longo de todas as fases do ciclo de vida do aterro.

Destaca-se a modelação hidrodinâmica e de dispersão do emissário do efluente tratado, que confirmou a elevada eficiência de diluição e dispersão dos parâmetros críticos (amónio, DBO5), cumprindo os limites de descarga legalmente exigidos e protegendo a qualidade ambiental do rio Tembe e do estuário do Espírito Santo. A concepção das infra-estruturas de drenagem superficial,

incluindo sistemas de atenuação de caudais e regularização hidráulica da linha de água receptora, minimiza os riscos de erosão, ravinamento e impactes geomorfológicos.

O Projecto observa rigorosamente o quadro legislativo nacional e as directivas internacionais, nomeadamente o Decreto n.º 94/2014 sobre a gestão de resíduos sólidos, o Decreto n.º 67/2010 sobre padrões de emissão, e as Normas Ambientais e Sociais do Banco Mundial e as directrizes de Ambiente, Saúde e Segurança do IFC, assegurando, assim, a sua elegibilidade para financiamento internacional e a sua aceitação pelas autoridades reguladoras moçambicanas.

Em termos sociais, o Projecto foi antecedido por um processo transparente de envolvimento das partes interessadas, incluindo consultas públicas, e foi articulado com um Plano de Acção de Reassentamento (PAR) que assegura a ausência de populações residentes ou actividades económicas na área directamente afectada, prevenindo conflitos fundiários e riscos de injustiça social. Este processo foi realizado anteriormente ao Projecto do Aterro Sanitário que actualmente será implementado numa área de Reserva Municipal. Em Outubro de 2025, data da conclusão dos estudos especializados do EIAS o Processo de Reassentamento associado à Reserva Municipal ainda se encontrava em curso. No entanto, a construção do Aterro, apenas terá início após a conclusão integral da implementação do PAR.

Por fim, conclui-se que o Aterro Sanitário de KaTembe constitui uma infraestrutura essencial para a sustentabilidade urbana e ambiental de Maputo, alinhada com os princípios de economia circular, protecção ambiental e desenvolvimento socialmente inclusivo. Recomenda-se, pois, a aprovação do Projecto nos termos aqui apresentados, a implementação rigorosa das medidas de mitigação propostas, a operacionalização dos planos de monitorização e contingência, e a manutenção de canais abertos de diálogo com a comunidade e as autoridades competentes, garantindo uma gestão transparente, eficaz e adaptativa dos resíduos sólidos urbanos de Maputo ao longo das próximas décadas.

Salienta-se, contudo, que a vigilância e monitorização ambiental e social, continuarão a ser elementos-chave para avaliar a qualidade das medidas prescritas, a sua eficácia e para detectar impactos imprevistos. É crucial enfatizar que o PGAS e as medidas de mitigação propostas neste EIAS representam um compromisso sólido do Conselho Municipal de Maputo com todas as partes interessadas envolvidas, incluindo as autoridades e as comunidades locais. A implementação eficaz dessas medidas ao longo de todas as fases de execução do projecto garantirá a conformidade ambiental e social, contribuindo assim para um desenvolvimento sustentável e responsável da Província da Cidade de Maputo.

O Conselho Municipal de Maputo fica ainda comprometido em comunicar à Autoridade de Impacto Ambiental qualquer alteração nas componentes do Projecto propostas no presente EIA para avaliação e tomada de decisão

Recomendações para as etapas subsequentes:

1. Implementação Rigorosa do PGAS: Assegurar que todas as medidas de mitigação, monitorização e gestão adaptativa descritas no PGAS sejam implementadas desde a fase de construção até ao encerramento e pós-encerramento do aterro, com especial atenção ao controlo de lixiviados, emissões gasosas e ruído.

2. **Reforço da Monitorização Ambiental:** Reforçar a capacidade institucional para monitorização ambiental, nomeadamente quanto à qualidade da água superficial e subterrânea, emissões atmosféricas (incluindo biogás), qualidade do efluente tratado, ruído ambiental e evolução da vegetação de barreira.
3. **Gestão de Riscos e Planos de Contingência:** Desenvolver e testar planos de contingência para incidentes ambientais, como falhas no sistema de impermeabilização, fugas de lixiviados ou eventos meteorológicos extremos, com procedimentos claros de resposta e comunicação com autoridades e comunidades.
4. **Participação Pública e Transparência:** Manter canais abertos de comunicação com as partes interessadas e comunidades locais, promovendo a participação activa durante toda a vida útil do Projecto e assegurando respostas rápidas e adequadas a eventuais reclamações ou preocupações.
5. **Revisão e Actualização Periódica:** Promover a revisão periódica dos instrumentos de gestão ambiental e social, à luz dos resultados de monitorização e da evolução tecnológica, integrando inovações relevantes e adaptando as práticas de gestão a novas evidências e exigências regulatórias.
6. **Capacitação e Formação:** Investir em capacitação técnica e formação contínua das equipas operacionais, de monitorização e de gestão do aterro, promovendo a adopção de práticas inovadoras, seguras e ambientalmente responsáveis.
7. **Preparação para Encerramento e Reabilitação:** Iniciar atempadamente o planeamento do encerramento e reabilitação paisagística do aterro, integrando critérios de reutilização do espaço, conservação da biodiversidade e valorização ambiental, de acordo com o estabelecido no Projecto e nas melhores práticas internacionais.

4 Referências Bibliográficas

- AEA Technology, 1994. Odour Measurement and Control – An Update, M. Woodfield and D. Hall (Eds).
- AFONSO, R.S.; MARQUES, J.M.; FERRARA, M. 1998. A Evolução Geológica de Moçambique. Instituto de Investigação Científica Tropical – Lisboa; Direcção Nacional de Geologia – Maputo.
- AP42, Section 13.2.3.3 - USEPA Compilation of Air Pollutant Emission Factors of the USEPA AP-42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources.
- Boers D., Geelen L., Erbrink H., Smit L.A.M., Heederik D., Hooiveld M., Yzermans C.J., Huijbregts M. e Wouters I.M. (2016). 'A relação entre a exposição modelada a odores da pecuária e o incómodo por odores entre os residentes vizinhos. Arquivos Internacionais de Saúde Ocupacional e Ambiental'.
- Burgess, J.E., Parsons, S.A., Stuetz, R.M., 2001. Developments in odour and waste gas treatment biotechnology: a review. *Biotechnology Advances* 19, 35–63. Vincent and Hobson, 1998.
- Capaina, N. (2021a). Macroeconomia das Pescas em Moçambique. Maputo: OMR – Observatório CAMS, 2024 Copernicus Atmosphere Monitoring Service.
- do Meio Rural nº105. Capelli L., Sironi S. e Del Rosso R. (2013). 'Amostragem de odores: técnicas e estratégias para a estimativa de taxas de emissão de odores de diferentes tipos de fontes'.
- CCKP/WB, 2022. East Anglia University/WB). Climate Research Unit. CRUTS Database v.4.5.
- CCP (2025). Entrevista realizada a um Técnico e Representante do Conselho Comunitário de Pesca (CCP) do Distrito Municipal da KaTembe.
- Chicombo, 2022. Construção da Ponte Maputo-KaTembe e a dinâmica de ocupação das Terras no Distrito Municipal de KaTembe – Moçambique- sociedade e natureza.
- CIWEM, <https://www.ciwem.org/> (visitado em Fevereiro 2024).
- CMM, 2022. Conselho Municipal de Maputo. Projecto de Transformação Urbana de Maputo. Componente 3: Crescimento Urbano Sustentável – katembe. Diagnostico Integrado.
- Conselho Municipal de Maputo. (2023). Metodologia e Planeamento da Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos em Maputo: Nota Técnica. Referência: 22114-MP-SWM-TNO. Maputo Urban Transformation Project, Revisão Parcial do Plano Diretor de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Maputo. Outubro 2023.
- Conselho Municipal de Maputo. (2024). KaTembe Sanitary Landfill Feasibility Study Report. Referência: 22114-LF-FES-USW-COD-001-0. Maputo Urban Transformation Project. Maio 2024.
- Conselho Municipal de Maputo. (2024). KaTembe Sanitary Landfill Feasibility Study – Valorisation Options Report. Referência: 22114-LF-FES-USW-VAL-001-A. Maputo Urban Transformation Project. Agosto 2024.

Conselho Municipal de Maputo. (2024). Katembe Landfill Preliminary Design Report. Referência: 22114-LF-PDL-USW-COD-001-A. Maputo Urban Transformation Project. 2024.

Concelho Municipal de Maputo (2024). Plano Geral de Urbanização do Distrito Municipal de KaTembe (PGUDMK). Maputo, Mozambique.

Copernicus Monitoring Service <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4> WHO, (2021). WHO Air quality guidelines – 2021 global update.

Consultec, 2024, EAS do projecto da Via de Acesso ao Aterro de KaTembe

CRU, 2024. East Anglia University(WB). Climate Research Unit. CRUTS Database v.4.5.

Czepiel, P.M., Shorter, J.H., Mosher, B., Allwine, E., McManus, J.B., Harriss, R.C., Kolb, C.E., Lamb, B.K. 2003. The influence of atmospheric pressure on landfill methane emissions. Waste Management 23 (2003) pp593-598.

Datakustic, GmH, 2023.'CADNA A - Manual de utilização'.

Decreto n.º 18/2004, 2 Junho, Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes, República de Moçambique, 2004.

Decreto nº 18/2004, do Governo de Moçambique.

Decreto nº 67/2010, do Governo de Moçambique.

Diploma Ministerial nº 31/2018, do Governo de Moçambique.

DGF (2025). Discussão de Grupos Focais nos Centros de Pesca do Distrito Municipal da Katembe,

Decreto No. 18/2004. Regulamento sobre Padrões de Qualidade Ambiental e Emissões de Efluentes), emendado pelo Decreto No. 67/2010, de 31 Dezembro.

Diretiva sobre a Implementação e Operação de Aterros Sanitários em Moçambique (Decreto nº 13/2006). Governo de Moçambique.

East Anglia University, 2021. Climate Research Unit. CRUTS Database v.4.5. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>.

EPA, 2003. Environmental Protection Agency 2003. Landfill Manuals: Landfill Monitoring. 2nd Edition.

FHWA, 2006. 'Construction Noise Handbook'.

FIPAG. (2016). FIPAG

- Áreas de Actuação. Obtido de Fundo de Investimento e Património de Abastecimento de Água - FIPAG: <https://www.fipag.co.mz/index.php/pt/areas-de-actuacao/maputo-matola-e-boane>.

FTA, 2006. 'Transit Noise and Vibration Impact Assessment' Federal Transit Administration.

GCM (2017). Governo da Cidade de Maputo. Plano de Acção Agrária e Pesqueira.

Golder Associates, 2012. Odour impact assessment of the Hanson landfill, Victoria.

GTK Consortium. 2006. Map Explanation; Volume 1. Ministério dos Recursos Minerais, Direcção Nacional de Geologia, Maputo.

Hangartner, 2000 - CH2M Beca Ltd, 2000 “Analysis of Options For Odour Evaluation For Industrial & Trade Processes” Prepared for Auckland Regional Council IEM/ASOS, 2025. Iowa State University <https://mesonet.agron.iastate.edu/ASOS/>

Harris, I., Osborn, T.J., Jones, P. & Lister, D.H. Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. Sci Data 7, 109 (2020). <https://rdcu.be/b3nUI>

IAQM, 2018. Guidance on assessment of odour for planning.

IFC, 2007. ‘Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines’. General EHS Guidelines: Construction and Decommissioning. <http://documents.worldbank.org/curated/en/787161468178468723>

INAM, (2024). Dados meteorológicos da Região de Maputo. Instituto Nacional de Meteorologia. Maputo, Moçambique.

INE (2024a). Instituto Nacional de Estatística. Folheto da Cidade de Maputo 2023.

INE (2024b). Instituto Nacional de Estatística. Inquérito Demográfico e de Saúde 2022/2023.

INE (2024c). Instituto Nacional de Estatística. Anuário Estatístico de Moçambique 2023.

INE (2023a). Instituto Nacional de Estatística. Anuário Estatístico da Cidade de Maputo 2022.

INE (2023b). Instituto Nacional de Estatística. Anuário Estatístico de Moçambique 2022.

INE (2023c). Instituto Nacional de Estatística. Inquérito sobre o Orçamento Familiar 2022.

INE (2023d). Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas dos Distritos da Cidade de Maputo 2018 – 2022.

INE (2023e). Instituto Nacional de Estatística. Folheto da Cidade de Maputo 2022.

INE (2022a). Instituto Nacional de Estatística. Inquérito ao Sector Informal 2021.

INE (2022b). Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas dos Distritos da Cidade de Maputo 2017 – 2021.

INE (2022c). Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas do Turismo 2021.

INE (2021a). Instituto Nacional de Estatística. Anuário Estatístico da Cidade de Maputo 2021.

INE (2021b). Instituto Nacional de Estatística. Inquérito sobre o Orçamento Familiar 2019/20.

INE (2018). Instituto Nacional de Estatística. Resultados Definitivos do IV Recenseamento Geral da População e Habitação (RGPH).

INE (2008). Instituto Nacional de Estatística. Resultados Definitivos do III Recenseamento Geral da População e Habitação (RGPH).

INE (1998). Instituto Nacional de Estatística. Resultados Definitivos do II Recenseamento Geral da População e Habitação (RGPH).

Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC) (2009). Synthesis report. INGC Climate Change Report: Study on the impact of climate change on disaster risk in Mozambique, van Logchem B and Brito R (eds). INGC, Mozambique.

- INIA/DTA, 1995. Legenda da Carta Nacional de Solos, Escala 1:1 000 000. Com. 73, Sér. Terra e Água, Maputo
- INIA/UEM, 1995. Manual de Descrição do Solo e Codificação para o Banco de Dados (SDB). Comunicação n° 74. Maputo.
- International Organization for Standardization, 2003. 'ISO 1996-1:2003.'Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures', Geneva (Swiss).
- Kristanto, G. & Koven, W., (2019). Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia. Elsevier City and Environmental Interactions. Vol 4 December 2019
- Longhurst, 2007. Principles of Landfill Odour Emission and Control Understanding, prioritizing and controlling emissions. AWE International 10th Edition.
- MADER (2023). Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Direcção Nacional de Desenvolvimento Pecuário. Boletim de Estatísticas Pecuárias 2012 – 2022.
- MAE (2002). Ministério da Administração Estatal. Direcção Nacional do Desenvolvimento Autárquico. Folheto Informativo dos Municípios II.
- McDonald et al., 2009. Development of a Wastewater Treatment Plant Odour Emissions Database and its Application for Process Improvements. Kassel University Press.
- McKendry et al., 2002. Managing Odour Risk at Landfill Sites: Main Report. Viridis.
- MEP/EEA, 2019. Air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020.
- Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA) (2007). *Programa de Acção Nacional para a Adaptação Às Mudanças Climáticas (NAPA)*. Maputo.
- MICOA, (2010). Directiva Técnica para a Implantação e Operação de Aterro Sanitários em Moçambique.
- MICOA, (2012). National Strategy on Climate Change report (2013-2025),
- MIMAIP (2018). Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas. Relatório de Actualização de Informação da Actividade da Pesca Artesanal na Cidade e Província de Maputo.
- MIMAIP (2020). Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas. Plano de Gestão da Pescaria de Peixes Demersais de Fundos Rochosos - 2021 - 2025. Maputo.
- MIMAIP (2024). Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas. Relatório Final do Censo de Pesca Artesanal e Aquacultura (CEPPA 2022).
- NZWWA, 1999. New Zeland Wastewater Association. Manual for Wastewater Odour Management, First Edition.
- Odotech, 2001. Atmospheric emissions characterization and odour impact assessment of Argenteuil Deux Montagnes landfill area. Montreal, Canada, Odotech Inc.

- Ove Arup & Partners, 2009. West New Territories (WENT) Landfill Extensions, Feasibility Study
- Peel MC et al., 2007. "Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification"
- PTUM (2022). Projecto de Transformação urbana de Maputo (PTUM P171449). Componente 3: Crescimento Urbano Sustentável KaTembe. Diagnóstico integrado
- Simms, K.L., Wilkinson, S. and Bethan, S. (1999). Odour Nuisance and Dispersion Modelling: An Objective Approach to a Very Subjective Problem. Proceedings of IAWQ/CIWEM International Conference on the Control and Prevention of Odours in the Water Industry, London, 22-24 September 1999.
- Stretch et al., 2001. Odour trails from landfill sites. Sardinia 2001, Cagliari, Italy.
- Tadross, M., Jack, C., and B. Hewitson. 2005. On RCM-based projections of change in Southern African summer climate. Geophysical Research Letters 32. 15 December 2005.
- TPF (2024). Feasibility Study Report for KaTembe Sanitary Landfill. 22114-LF-FES-USW-PRE-001-0.
- TPF (2024). Bill of Quantities for KaTembe Sanitary Landfill Project. 22114-LF-FES-USW-BOQ-001-0.
- TPF (2024). Construction Schedule and Estimated Investment Costs for KaTembe Sanitary Landfill. 22114-LF-FES-USW-CET-001-0.
- TPF, GOPA. Infra, (2024). KaTembe Sanitary Landfill. Feasibility Study. Conception and Drawings – Landfill Report.
- TPF, GOPA. Infra, (2024). KaTembe Sanitary Landfill. Feasibility Study. Use of Biogas.
- TPF, GOPA. Infra, (2024). KaTembe Sanitary Landfill. Preliminary Design. Conception and Drawings – Landfill Report.
- TPF, GOPA. Infra, (2023). Maputo Sanitary Landfill. Access Road. Projecto de execução-Infraestruturas Rodoviárias.
- UKWIR, 2001. Odour Control in Wastewater Treatment – A Technical Reference Document. Ref 01/WW/13/3.
- UNDP, 2016. McSweeney, C., New, M. & Lizcano, G. 2010. UNDP Climate Change Country Profiles: Mozambique. Van Wyk, A.E. & Smith, G.F. (2001). *Regions of Floristic Endemism in Southern Africa*. A Review with Emphasis on Succulents. Umdaus Press, Pretoria.
- USEPA, 1998. AP-42 - Chapter 4.3 – Evaporation Loss sources.
- USEPA, 2008. AP-42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 2.4 Emission factors for solid waste disposal. Municipal Solid Waste Landfill.
- USEPA, 2021. Visitado em <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>.
- USEPA, 2023. Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide. USGC, 2013. Alder, and JR SW Hostetler, 2013. USGS National Climate Change Viewer. US Geological Survey.

Van Wyk, A.E. (1996). *Biodiversity of the Maputaland Centre*. In: van der Maesen, L.J.G. et al. (eds.), *The Biodiversity of African Plants*: 198-207.

Van Wyk, A.E. 1994. *Maputaland-Pondoland Region*. In: S.D. Davis, V.H. Heywood & A.C. Hamilton (eds.),

White, F., (1983). *The Vegetation of Africa*. Natural Resources Research 20, UNESCO, Paris.

WHO, 2021 Air pollution Guidelines Global update. <https://www.who.int>

Anexo I – Parecer EPDA

Anexo II – TdR para o EIAS aprovados pelo MAAP

Anexo III – Registo de Consultor Ambiental no MAAP

 República de Moçambique MINISTÉRIO DA TERRA E AMBIENTE	CERTIFICADO DE CONSULTOR AMBIENTAL
Nº. <u>47</u> / <u>2022</u>	
O Ministério da Terra e Ambiente, ao abrigo do Regulamento sobre o Processo de Avaliação do Impacto Ambiental, aprovado pelo Decreto nº 54/2015, de 31 de Dezembro, certifica que o (a) sr (a) _____	
_____ <i>Consultec – Consultores Associados, Limitada</i> _____	
está devidamente credenciado (a) a exercer funções de Consultor Ambiental em Moçambique.	
Maputo, aos <u>31</u> / <u>08</u> / <u>2022</u>	Validade até <u>31</u> / <u>08</u> / <u>2025</u>
	<u>Tete Joaquim Haibaz</u> A Ministra