



MAPUTO

GOPA **Infra**

Conselho Municipal de Maputo (Maputo Municipal Council)



Maputo Urban Transformation Project Reference No.: MZ-CMM/229289/CS/QCB

Maputo Sanitary Landfill
Access Road

Projeto de Execução

Infraestruturas Rodoviárias
Memória Descritiva e Justificativa

OUTUBRO / 2024



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Versão n.º	Data	Técnico Responsável	Descrição
C	Out 2024	Odete Barreto	Revisão de acordo com o parecer do Banco Mundial
B	Mai 2024	Odete Barreto	Revisão de acordo com o parecer do Banco Mundial
A	Jan 2024	Odete Barreto	Revisão Geral
0	ago 2023	Odete Barreto	Emissão inicial



ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	2
3	DESCRIÇÃO GERAL DO TRAÇADO	2
3.1	CONCEÇÃO DO TRAÇADO	6
3.2	PERFIL TRANSVERSAL TIPO.....	8
3.3	ESTUDO DE TRAJETÓRIAS.....	9
4	TERRAPLENAGENS	13
4.1	DECAPAGEM.....	13
4.2	ESCAVAÇÕES	13
4.3	ATERROS	14
4.4	ASPETOS CONSTRUTIVOS.....	14
4.5	VOLUMES DE TERRAPLENAGEM.....	16
5	PAVIMENTAÇÃO	16
5.1	DIMENSIONAMENTO.....	17
6	DRENAGEM PLUVIAL	21
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	21
6.2	OBJETIVOS DO PROJETO	21
6.3	ANÁLISE HIDROLÓGICA.....	22
6.4	DIMENSIONAMENTO – PASSAGENS HIDRÁULICAS	25
6.5	DIMENSIONAMENTO – DRENAGEM LONGITUDINAL	28
7	SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	29
7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	29
7.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	30
7.2.1	Introdução	30
7.2.2	Sinalização de código	30
7.2.3	Estruturas de suporte	31
7.3	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	31
7.3.1	Introdução	31
7.3.2	Marcas longitudinais.....	31
7.3.3	Marcas transversais	32
7.4	EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA	32
7.4.1	Considerações gerais.....	32
7.4.2	Sistemas de segurança de veículos	33
7.4.2.1	Barreiras de proteção	33



7.4.3 Níveis de desempenho.....	34
7.4.4 Dispositivos para proteção de motociclistas	35
ANEXOS.....	36

FIGURAS

Figura 1 – Traçado da estrada existente.....	2
Figura 2 – Secção transversal típica de estrada não revestida (Fonte: MOPHRH [2021])	3
Figura 3 – Plataforma viária existente (2023).	3
Figura 4 –Pormenor de umas das rodeiras visíveis na estrada existente (2023).....	4
Figura 5 – Perfil de elevação da estrada existente (Fonte: Google Earth, 2023).....	4
Figura 6 – Traçado proposto - Plano geral do layout.....	5
Figura 7 – Ponto de interseção entre o troço A e B.	6
Figura 8 – Rotunda 1 proposta.....	7
Figura 9 – Ponto de interseção entre o troço B e C.	7
Figura 10 – Rotunda 2 proposta.....	7
Figura 11 - Perfil transversal tipo (secção corrente).	8
Figura 12 - Perfil transversal tipo (rotundas).....	8
Figura 13 - Veículo de transporte tipo	9
Figura 14 - Características de viragem do veículo de transporte tipo.	10
Figura 15 - Dimensões dos veículos ligeiros.....	11
Figura 16 – Trajetórias geradas pelos veículos ligeiros (Rotunda 1).....	11
Figura 17 - Dimensões dos camiões semi-reboque.....	11
Figura 18 - Trajetórias geradas pelos camiões semi-reboque (Rotunda 2).....	12
Figura 19 - Dimensões dos autocarros.	12
Figura 20 - Trajetórias geradas pelos autocarros (Rotunda 2).	12
Figura 21 - Exemplo do faseamento construtivo de construção de aterro.....	15
Figura 22 – Classificação de estrada urbanas municipais de Moçambique (MOPHRH [2021]).	17
Figura 23 - Esquema de um rodado duplo do eixo padrão de 80kN.	17
Figura 24 – Localização esquemática das passagens hidráulicas previstas.....	22
Figura 25 – Esquema da bacia hidrográfica considerada.	23

TABELAS

Tabela 1 – Movimentação de terras.....	16
Tabela 2 – Valores de módulo de resiliência considerados.....	18
Tabela 3 – Verificação estrutural. Pavimento asfáltico.	19



Tabela 4 – Estrutura do pavimento	19
Tabela 5 – Quadro de determinação dos caudais	25
Tabela 6 – Quadro de verificação do funcionamento das passagens hidráulicas	26
Tabela 7 – Perfil Hidráulico	27

ANEXOS

Anexo 1 – Traçado. Listagem do Cálculo Geométrico em Planta e Perfil Longitudinal

Anexo 2 – Pavimentação. Dimensionamento das Estruturas de Pavimento

Anexo 3 – Drenagem. Dimensionamento da Drenagem Longitudinal

Anexo 4 – Medições Detalhadas

Anexo 5 – Estimativa de Custos

DESENHOS

Nº	Titulo do Desenho
001	Planta de Localização (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-001-01)
002	Traçado. Planta Geral. A -Km 0+000 – km 0+940.500 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-01)
003	Traçado. Planta Geral.B- Km 0+000 – km 1+400 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-02)
004	Traçado. Planta Geral. B Km 1+400 – km 2+800 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-03)
005	Traçado. Planta Geral- B Km 2+800 – km 4+200 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-04)
006	Traçado. Planta Geral. B Km 4+200 – km 5+600 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-05)
007	Traçado. Planta Geral. B Km 5+600 – km 7+000 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-06)
008	Traçado. Planta Geral. C - Km 0+000 – km 1+045.686 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-002-07)
009	Traçado. Planta e Perfil Longitudinal.A- Km 0+000 – km 0+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-01)
010	Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. A- Km 0+700 – Km 0+940 / Rotunda 1 -Km 0+000 – Km 0+138.230 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-02)
011	Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- Km 0+000 – km 0+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-03)
012	Traçado. Planta e Perfil Longitudinal.B- Km 0+700 – km 1+400 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-04)



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

- 013 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B - km 1+400 – km 2+100 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-05)
- 014 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 2+100 – km 2+800 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-06)
- 015 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 2+800 – km 3+500 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-07)
- 016 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 3+500 – km 4+200 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-08)
- 017 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 4+200 – km 4+900 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-09)
- 018 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 4+900 – km 5+600 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-10)
- 019 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 5+600 – km 6+300 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-11)
- 020 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 6+300 – km 7+000 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-12)
- 021 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. B- km 7+000 – km 7+059 / Rotunda 2 - km 0+000 – km 0+138.230 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-13)
- 022 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. C- km 0+000 – km 0+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-14)
- 023 Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. C- km 0+700 – km 1+045 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-003-15)
- 024 Traçado. Perfis Transversais Tipo. Pavimentação (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-004-01)
- 025 Traçado. Perfis Transversais. A- Km 0+000 – km 0+375 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-01)
- 026 Traçado. Perfis Transversais. A - Km 0+400 – km 0+775 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-02)
- 027 Traçado. Perfis Transversais. A - Km 0+800 – km 1+094 / B Km 0+000 – km 0+275 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-03)
- 028 Traçado. Perfis Transversais. B Km 0+300 – km 0+675 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-04)
- 029 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 0+700 – km 1+050 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-05)
- 030 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 1+100 – km 1+475 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-06)
- 031 Traçado. Perfis Transversais. B- km 1+500 – km 1+875 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-07)
- 032 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 1+900 – km 2+275 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-08)
- 033 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 2+300 – km 2+675 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-09)
- 034 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 2+700 – km 3+075 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-10)
- 035 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 3+100 – km 3+475 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-11)
- 036 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 2+500 – km 3+875 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-12)



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

- 037 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 3+900 – km 4+275 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-13)
- 038 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 4+300 – km 4+675 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-14)
- 039 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 4+700 – km 5+075 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-15)
- 040 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 5+100 – km 5+475 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-16)
- 041 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 5+500 – km 5+875 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-17)
- 042 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 5+900 – km 6+275 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-18)
- 043 Traçado. Perfis Transversais. B- Km 6+300 – km 6+775 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-19)
- 044 Traçado. Perfis Transversais. B Km 6+800 – km 7+059/ C Km 0+000 – km 0+300 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-20)
- 045 Traçado. Perfis Transversais. C Km 0+325 – km 0+800 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-21)
- 046 Traçado. Perfis Transversais. C Km 0+825 – km 1+045 / Rotunda 1 Km 0+000 – km 0+138 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-22)
- 047 Traçado. Perfis Transversais. Rotunda 2 Km 0+000 – km 0+138 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005-23)
- 048 Planta das Bacias (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-006-01)
- 049 Drenagem Pluvial. Planta. Km 0+00 – km 0+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-01)
- 050 Drenagem Pluvial. Planta. Km 0+700 – km 1+400 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-02)
- 051 Drenagem Pluvial. Planta. Km 1+400 – km 2+100 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-03)
- 052 Drenagem Pluvial. Planta. Km 2+100 – km 2+800 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-04)
- 053 Drenagem Pluvial. Planta. Km 2+800 – km 3+500 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-05)
- 054 Drenagem Pluvial. Planta. Km 3+500 – km 4+200 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-06)
- 055 Drenagem Pluvial. Planta. Km 4+200 – km 4+900 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-07)
- 056 Drenagem Pluvial. Planta. Km 4+900 – km 5+600 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-08)
- 057 Drenagem Pluvial. Planta. Km 5+600 – km 6+300 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-09)
- 058 Drenagem Pluvial. Planta. Km 6+300 – km 7+000 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-10)
- 059 Drenagem Pluvial. Planta. Km 7+000 – km 7+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-11)
- 060 Drenagem Pluvial. Planta. Km 7+700 – km 8+400 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-12)
- 061 Drenagem Pluvial. Planta Km 8+400 – km 9+037.671 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-007-13)
- 062 Drenagem Pluvial. Pormenores (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-008-01)
- 063 Drenagem Pluvial. Pormenores (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-008-02)
- 064 Sinalização. Planta. Km 0+00 – km 0+700 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-01)
- 065 Sinalização. Planta. Km 0+700 - km 0+940.500 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-02)
- 066 Sinalização. Planta. km 0+450 - km 1+150. (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-03)
- 067 Sinalização. Planta. km 1+150 - km 1+850 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-04)
- 068 Sinalização. Planta. Km 1+850 - km 2+550. (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-05)



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

- 069 Sinalização. Planta. Km 2+550 - km 3+250 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-06)
- 070 Sinalização. Planta. Km 3+250 - km 3+950 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-07)
- 071 Sinalização. Planta. Km 3+950 - km 4+650 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-08)
- 072 Sinalização. Planta. Km 4+650 - km 5+350 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-09)
- 073 Sinalização. Planta. Km 5+350 - km 6+050 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-10)
- 074 Sinalização. Planta. Km 5+350 - km 6+050 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-11)
- 075 Sinalização. Planta. Km 6+750 - km 7+059.995 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-12)
- 076 Sinalização. Planta Km 0+350 - km 1+045.688 (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-009-13)
- 077 Sinalização. Pormenores (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-010-01)
- 078 Guardas de Segurança. Pormenores (22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-010-02)



1 INTRODUÇÃO

A Câmara Municipal de Maputo (CMM) adjudicou a empreitada **"PREPARATION OF PRELIMINARY AND DETAILED PLANS AND DESIGNS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MAPUTO SANITARY LANDFILL AND CLOSURE OF THE HULENE DUMP"** à TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A. ("TPF Consultores") de Portugal como consultor líder em associação com a GOPA Infra GmbH, da Alemanha e a TPF Moçambique - Consultores Lda, de Moçambique ("TPF Moçambique").

O presente documento refere-se à Memória Descritiva relativa ao Projeto de Execução da Via de Acesso ao Aterro Sanitário de Maputo, a situar no município de Katembe (também conhecida por Catembe).

O objetivo geral dos serviços de consultoria em que se inclui o estudo e projeto da via de acesso, é a elaboração de todos os estudos e projetos necessários à implantação do aterro sanitário de Maputo, bem como à reabilitação e encerramento da lixeira do Hulene e preparação da revisão parcial do Plano Diretor de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da Cidade de Maputo. Resumidamente, os objetivos globais dos serviços em que se insere o presente estudo dividem-se nas três partes seguintes:

- **Parte 1** - Revisão parcial do Plano Diretor de RSU final aprovado pela Câmara Municipal em dezembro de 2018. O objetivo desta parte do trabalho é a preparação da revisão parcial do Plano Diretor de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Maputo, com uma tendo em vista a incorporação das necessárias alterações ao plano de acolhimento do novo aterro e o previsto encerramento da lixeira do Hulene.
- **Parte 2** - Estudos Técnicos, Projetos de Engenharia, Documentos de Licitação e Manuais Operacionais para Implantação do Aterro Municipal e via de acesso. Pretende-se com esta parte da obra a elaboração de todos os estudos técnicos necessários à implementação do Aterro Sanitário de Maputo, incluindo estudos de engenharia e Projeto Básico, Documento de Concurso para DBOT e manuais operacionais. Para a via de acesso, os estudos, projeto detalhado e Documentos de Concurso serão elaborados separadamente para fins de lançamento do processo de concurso.
- **Parte 3** - Estudos Técnicos, Projetos de Engenharia, Documentos de Licitação e Manuais Operacionais para Recuperação Ambiental e Fecho da Lixeira Municipal Existente e estação de transferência de RSU (Resíduos Sólidos Municipais). O objetivo desta parte da obra é a elaboração de todos os estudos técnicos necessários à reabilitação e encerramento da lixeira e estação de transferência do Hulene, incluindo estudos de engenharia e Projeto de Pormenor, Documentos de Concurso e manuais operacionais.

Os estudos, projetos e editáveis relacionados à via de acesso estão incluídos na Parte 2.

O objetivo deste estudo é apresentado no Capítulo 2. O Capítulo 3 fornece uma descrição geral do projeto da geometria da via de acesso. O Capítulo 4 apresenta a descrição do movimento de terras, o Capítulo 5 refere-se ao tipo de pavimento a ser usado na construção da via e o Capítulo 6 apresenta a análise do sistema de drenagem de águas pluviais. A sinalização é apresentada no Capítulo 7.

2 OBJETIVO

O presente projeto tem por objetivo estabelecer a ligação ao aterro sanitário em Katembe através da beneficiação duma estrada existente.

3 DESCRIÇÃO GERAL DO TRAÇADO

Situação existente

Conforme referido anteriormente o traçado proposto desenvolve-se sobre a estrada existente, iniciando-se na zona onde está previsto o aterro sanitário a termina na rotunda de Katembe, que liga à EN1, e tem uma extensão prevista de cerca de 9km.

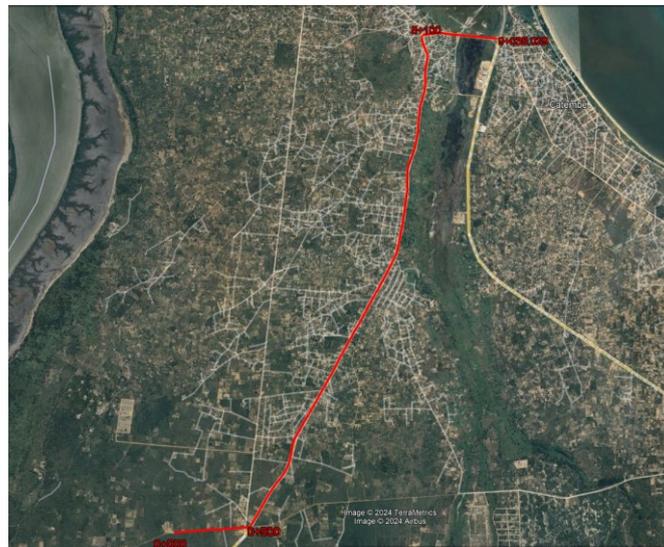


Figura 1 – Traçado da estrada existente.

As características da estrada existente enquadram-se na categoria de estrada de terra natural/estrada terraplenada (estradas não revestida), tendo a função de distribuição e acesso local. As estradas de terra natural são estradas com a camada de desgaste em solo local, resultando do melhoramento de caminhos, ou vias de acesso abertas por niveladoras. As estradas terraplenadas também apresentam camada de desgaste em solo natural, resultando normalmente do melhoramento de estradas de terra

natural ou executadas de raiz. As camadas de desgaste são normalmente estabilizadas mecanicamente, podendo haver importação de materiais (saibro etc.)

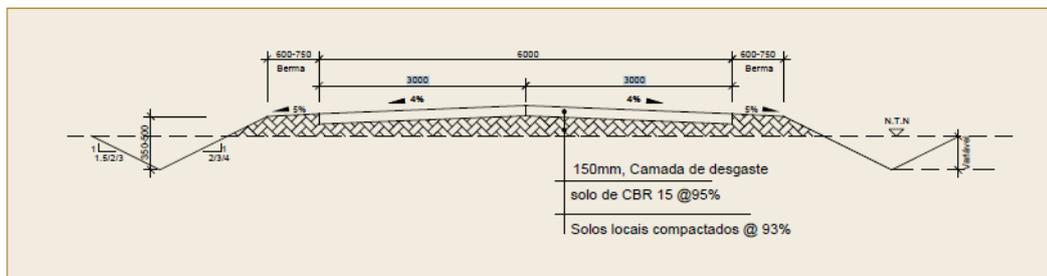


Figura 2 – Secção transversal típica de estrada não revestida (Fonte: MOPHRH [2021])

Do estudo documental e, analisada a informação obtida nas visitas de campo, conclui-se que a estrada existente não apresenta uma definição geométrica clara, com larguras de plataforma variáveis, podendo este facto resultar da conceção das mesmas ter sido efetuada sem ter por base um projeto específico ou, não sendo esse o caso, da ausência de manutenção e degradação da mesma por ação dos rodados dos veículos e dos agentes climáticos.



Figura 3 – Plataforma viária existente (2023).

A superfície da plataforma (solo natural) apresenta sinais de desgaste, em alguns pontos acentuado com a presença de rodeiras ao longo do traçado. Admite-se que as velocidades de circulação atinjam valores a rondar os 50 km/h nas secções em melhores estado, sendo a estrada maioritariamente utilizada por veículos ligeiros (tráfego diário estimado entre os 300 e 2000 veículos) e peões.



Figura 4 –Pormenor de umas das rodeiras visíveis na estrada existente (2023).

Da análise do perfil do terreno verifica-se que o mesmo apresenta um declive médio entre 1.0%/-1.3% (inclinação máxima em módulo de 7%). As altitudes variam entre os 4m e 42m.



Figura 5 – Perfil de elevação da estrada existente (Fonte: Google Earth, 2023).

A grande amplitude em termos de cotas e a variabilidade das mesmas revela uma orografia acidentada, o que representa um desafio no que diz respeito às distâncias de visibilidade.

A plataforma de circulação apresenta, portanto, ao longo da sua extensão características heterogéneas, com sinais de drenagem deficiente e sem uma clara marcação dos limites de via circulável, com larguras de plataforma inconstantes. Tendo em conta as condições de circulação é então proposta a beneficiação da estrada existente com as características indicadas de seguida.

Solução proposta

A solução proposta foi definida com base no levantamento cartográfico realizado em julho de 2023, posteriormente complementada com informação de levantamentos realizados em dezembro de 2023.



Figura 6 – Traçado proposto - Plano geral do layout

Na definição da solução procurou respeitar-se os seguintes pontos:

- O traçado proposto procurou seguir, tanto quanto possível, o alinhamento da estrada existente, propondo-se correções para adequar a nova estrada às condicionantes existentes, nomeadamente para o melhoramento das condições de drenagem da via, segurança de circulação etc;
- Minimização da desmatação das áreas envolventes;
- Minimização dos movimentos de terra;
- Mitigar tanto quanto possível os impactos nos acessos às parcelas/propriedades;
- Minimização dos impactos sobre as propriedades;
- Minimização dos impactos sobre e campos agrícolas e plantações ao longo da estrada;
- No geral, minimização dos impactos ambientais e sociais resultantes da construção/reabilitação da estrada.

3.1 CONCEÇÃO DO TRAÇADO

O traçado foi dividido em três troços (Acesso A, B e C) contabilizando os três troços uma extensão total aproximada de 9050m, com curvas de raios a variar entre os 170m e os 5000m.

Em termos altimétricos a rasante inicia-se à cota existente 33,90 m. Não tendo grandes variações, altimétricas, as cotas mais baixas encontram-se na zona das linhas de água. Nesta zona, a partir do km 0+500 do acesso C, aproximadamente, procurou-se manter cotas a variar os 6 m e os 4 m, de modo a permitir a construção das passagens hidráulicas necessárias à reposição da passagem da linha de água, conforme explicado no capítulo da drenagem.

Longitudinalmente o traçado tem traineis a variar entre os 0.5% e os 7%.

As concordâncias côncavas variam entre o raio 800m e 6600m. Relativamente às concordâncias convexas variam entre o raio 900m e os 10460m, valores mínimos e máximos, respetivamente.

As interseções entre os três troços localizam-se em zonas de confluência de vias, tendo sido propostas para esta zonas duas rotundas. A solução das rotundas, para além de garantirem bons níveis de capacidades/serviço, funcionam também como uma medida de acalmia de tráfego, permitindo o controlo do comportamento dos condutores mediante a imposição de deflexões às trajetórias, incentivando, assim, a opção por velocidades de circulação moderadas. de modo a garantir todos os acessos e bons níveis de serviço. Adicionalmente, a implementação de rotundas permite ainda a diminuição significativa dos pontos de conflito e eliminação de conflitos secantes, contribuindo para o aumento dos níveis de segurança.



Figura 7 – Ponto de interseção entre o troço A e B.



Figura 8 – Rotunda 1 proposta.



Figura 9 – Ponto de interseção entre o troço B e C.



Figura 10 – Rotunda 2 proposta.

A implementação da Rotunda 2 implicará a ocupação parcial de parcelas contíguas, dada a proximidade das mesmas.

3.2 PERFIL TRANSVERSAL TIPO

O perfil transversal tipo em secção corrente será constituído por uma faixa de rodagem pavimentada com vias de circulação, uma em cada sentido, com largura de 3.50m. Em ambos os lados da estrada, haverá passeios de 1.50 m ladeados por lancil. Os passeios terão uma inclinação transversal de 2% em direção a faixa de rodagem no lado direito e uma inclinação para fora no lado esquerdo. Estes passeios irão melhorar a segurança dos pões e a acessibilidade, conforme apresentado na figura seguinte:

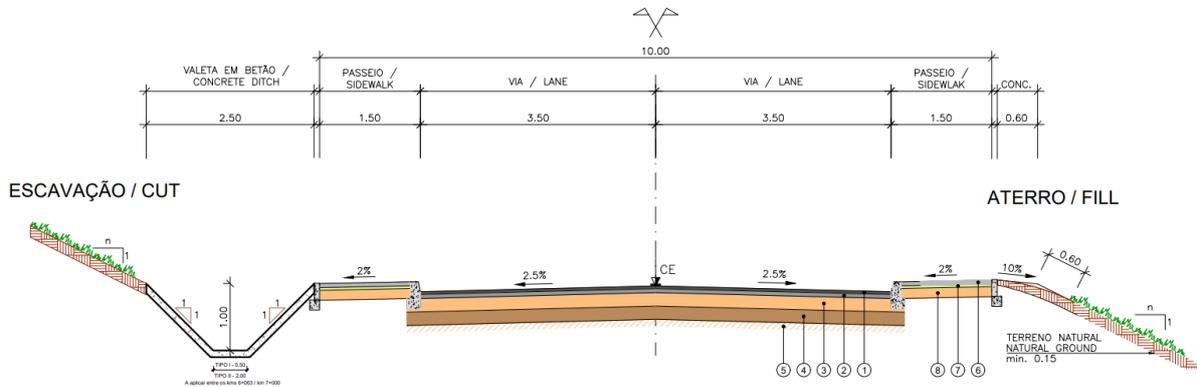


Figura 11 - Perfil transversal tipo (secção corrente).

O perfil transversal tipo nas rotundas será constituído por uma faixa de rodagem pavimentada com duas vias de circulação com largura de 5.50m, berma interior com 2m e berma exterior com 1.20m. As inclinações transversais serão variáveis entre os 0,50% e - 2%. O perfil transversal tipo das rotundas é apresentado na figura seguinte:

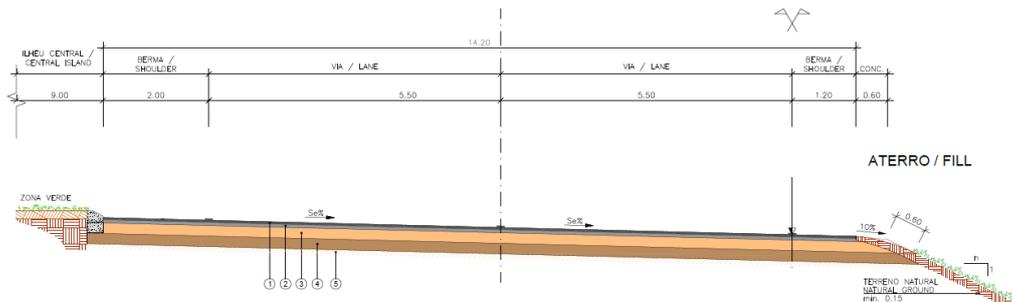


Figura 12 - Perfil transversal tipo (rotundas).

3.3 ESTUDO DE TRAJETÓRIAS

O traçado planimétrico e altimétrico adotado foi validado com recurso a um estudo de trajetórias.

O veículo tipo para as operações de transporte de RSU para o novo aterro de Katembe, serão do tipo camião semirreboque conforme o apresentado na Figura seguinte.

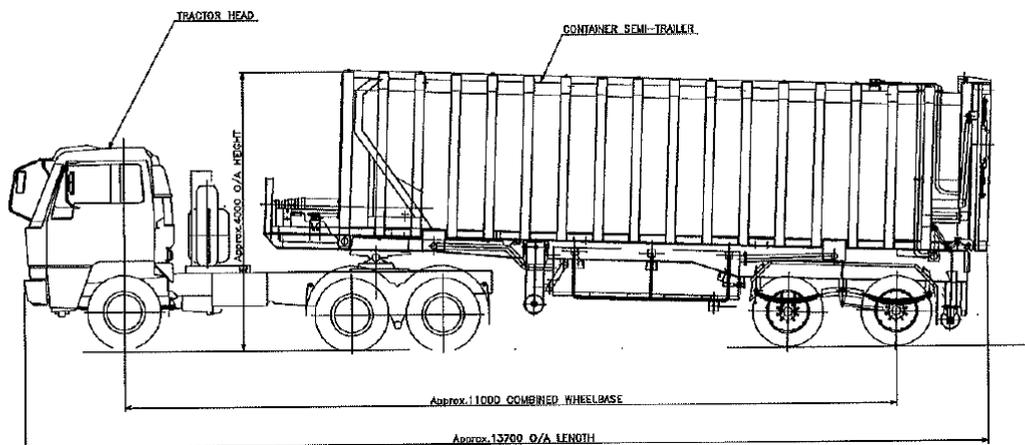


Figura 13 - Veículo de transporte tipo

Os camiões exigem características geométricas mais generosas em relação a outros veículos. Com efeito, os camiões são mais largos e têm distâncias entre eixos mais longas e maiores raios de viragem mínimos, que são as principais dimensões do veículo que afetam o alinhamento horizontal e a secção transversal.

O estudo de trajetórias foi efetuado com o software “Autodesk Vehicle Tracking”, tendo sido utilizado na análise um automóvel ligeiro de passageiros, um camião semi-reboque WB-12 (AASHTO), similar ao veículo tipo e um autocarro escolar (S-Bus-12).

A terminologia utilizada é definida de seguida:

- Raio de viragem da linha central (CTR) - O raio de viragem da linha central do eixo dianteiro de um veículo com as rodas de direção na posição de bloqueio da direção.
- Desvio (offtracking) - A diferença entre as trajetórias das rodas dianteiras e traseiras de um trator/semirreboque ao fazer uma curva. A trajetória dos pneus traseiros de um camião em curva não coincide com a dos pneus dianteiros.
- Largura da trajetória varrida (swept path width) - A largura da estrada que um camião cobre ao fazer uma curva e é igual à quantidade de desvios mais a largura da unidade de tração. A dimensão mais significativa que afeta a largura do percurso de varrimento de um

trator/semirreboque é a distância entre o cabeçote de engate e o eixo ou eixos traseiros do reboque. Quanto maior for esta distância, maior será a largura do percurso varrido.

- Ângulo de viragem (steering angle) - A média dos ângulos formados pelos volantes esquerdo e direito com o eixo longitudinal do veículo quando as rodas são rodadas até ao seu ângulo máximo. Este ângulo máximo controla o raio de viragem mínimo do veículo.
- Ângulo do trator/reboque (tractor/trailer angle) - Ângulo entre as unidades adjacentes de um trator/semirreboque quando a unidade combinada é colocada numa curva; este ângulo é medido entre os eixos longitudinais do trator e do reboque à medida que o veículo vira. O ângulo máximo do trator/reboque ocorre quando um veículo efetua uma curva de 180 graus com o raio de viragem mínimo; este ângulo é atingido ligeiramente após o ponto em que se atinge a largura máxima da trajetória varrida. Um veículo combinado com mais de uma peça articulada terá mais de um ângulo de articulação. Os ângulos de articulação são designados por AA1, AA2, etc., começando da frente para a extremidade do veículo.

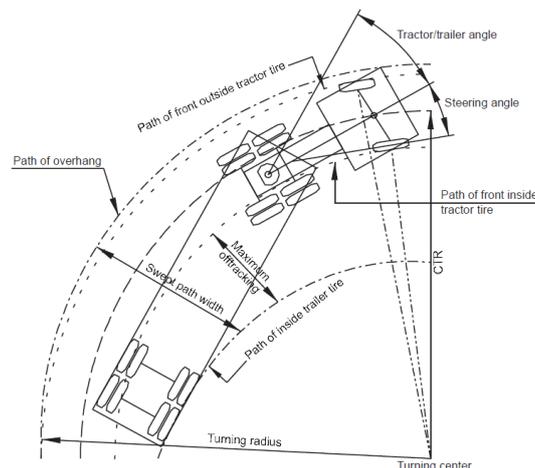
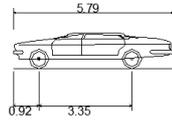


Figura 14 - Características de viragem do veículo de transporte tipo.

De seguida apresentam-se as dimensões dos veículos testados e as trajetórias geradas pelos diferentes veículos. Importa referir, que o estudo foi efetuado nas zonas consideradas críticas (Rotundas 1 e 2).

Veículos Ligeiros



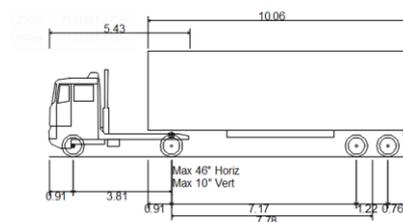
P - Automóvel Ligeiro de Passageiros	
Overall Length	5.790m
Overall Width	2.130m
Overall Body Height	1.300m
Min Body Ground Clearance	0.340m
Track Width	1.830m
Lock to lock time	4.00s
Max Steering Angle (Virtual)	31.60°

Figura 15 - Dimensões dos veículos ligeiros.



Figura 16 – Trajetórias geradas pelos veículos ligeiros (Rotunda 1).

Camião Semi-reboque



WB-12 - Semi reboque	
Overall Length	13.870m
Overall Width	2.440m
Overall Body Height	4.110m
Min Body Ground Clearance	0.322m
Track Width	2.440m
Lock to lock time	4.00s
Max Steering Angle (Virtual)	20.30°

Figura 17 - Dimensões dos camiões semi-reboque.

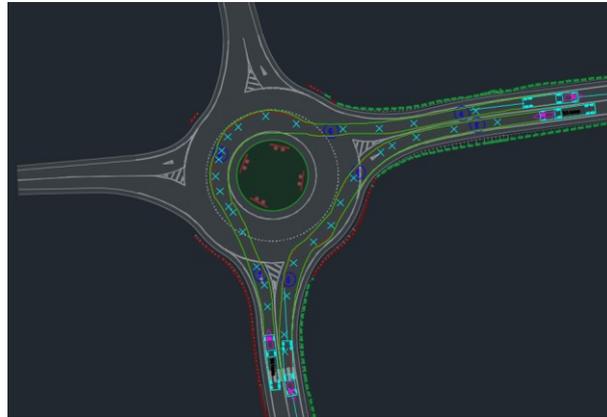
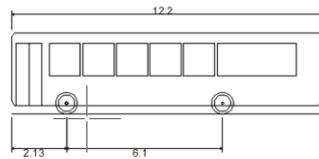


Figura 18 - Trajetórias geradas pelos camiões semi-reboque (Rotunda 2).

Autocarros



S-BUS-12 - Autocarro escolar (84 lugares)	
Overall Length	12.200m
Overall Width	2.440m
Overall Body Height	3.200m
Min Body Ground Clearance	0.326m
Track Width	2.440m
Lock to lock time	5.00s
Max Steering Angle (Virtual)	34.40°

Figura 19 - Dimensões dos autocarros.



Figura 20 - Trajetórias geradas pelos autocarros (Rotunda 2).



4 TERRAPLENAGENS

Neste capítulo descrevem-se as características e as medidas preconizadas para a execução dos aterros e das escavações.

Estas características foram definidas de acordo com as conclusões do Estudo Geológico e Geotécnico (22114-LF-DDA-GEO-GGS-001) elaborado no âmbito do Projeto de Execução.

Antes de iniciar os trabalhos de terraplenagem, há que proceder-se em geral com os trabalhos preparatórios, designadamente a desmatação e derrube de árvores. As superfícies de terrenos a escavar ou a aterrar devem ser previamente limpas de construções, pedra grossa, detritos e vegetação lenhosa (arbustos e árvores) conservando, todavia, a vegetação subarborescente e herbácea, a remover com a decapagem. A limpeza ou desmatação deve ser feita em toda a área abrangida pelo projeto, e inclui a remoção das raízes e do remanescente do corte de árvores.

O movimento de terras, da obra rodoviária, foi avaliado tendo por base os perfis transversais espaçados de 25 em 25 m, constantes dos Desenhos 22114-LF-DDA-REP-ROD-DRW-005, onde foram considerados os itens da decapagem, da escavação, do aterro e dos taludes correspondentes.

4.1 DECAPAGEM

Sempre que a decapagem seja possível de executar, deverá ser considerada uma espessura de 0.7 m nas zonas da saia de aterro que se encontrem fora dos aterros da estrada existente. Nas zonas de aterros existentes da estrada, será apenas necessário remover a camada superficial mais descomprimida numa espessura de 0,3 m. Nas zonas de aluvião, deverá proceder-se a um saneamento e substituição de material numa espessura de 1,0m.

4.2 ESCAVAÇÕES

A execução das escavações abrange as operações necessárias para:

- Escavar, transportar e colocar em obra ou em vazadouro os materiais situados acima da plataforma de apoio do pavimento;
- Regularizar a plataforma;
- Regularizar os taludes escavados;
- Executar o leito do pavimento.

Tendo em consideração as características geotécnicas dos materiais e em face dos pequenos taludes previstos, foi considerada uma geometria para os taludes de escavação de V/H = 1/2.

Estima-se que 65% do material escavado possa ser reutilizado para colocação em aterro.



Todos os materiais resultantes dos movimentos de terras ou de demolições que não venham a ser reutilizados deverão ser transportados e colocados em depósito certificado.

4.3 ATERROS

As características dos materiais a colocar em aterro e as técnicas construtivas devem ser tais que assegurem a estabilidade dos aterros, a capacidade de carga e durabilidade das camadas de suporte do pavimento.

O material a utilizar na construção dos aterros deverão cumprir as seguintes especificações:

- Os solos ou materiais a utilizar deverão estar isentos de ramos, folhas, troncos, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos;
- Os materiais a utilizar na construção da PIA (Parte Inferior dos Aterros) devem ser preferencialmente insensíveis à água, especialmente quando houver possibilidade de inundação e/ou de encharcamento dos terrenos adjacentes;
- Os solos a utilizar no corpo dos aterros serão as resultantes das escavações em empréstimos não se aceitando a colocação de solos de piores características geotécnicas em qualquer local do aterro;

O valor de CBR, para todos os casos, deverá ser comparado com o valor de 95% do valor de referência do Proctor Modificado.

De modo a satisfazer as exigências de estabilidade quase imediatas dos aterros, os materiais utilizáveis devem ter características geotécnicas que permitam atingir, logo após a sua colocação em obra, as resistências, em particular mecânicas, que garantam esta exigência. Assegurando os corretos espalhamento e compactação é importante garantir que a dimensão máxima ($d_{máx}$) do material permita o nivelamento das camadas e que a sua espessura seja compatível com a potência dos cilindros utilizados, e o teor em água (w_{nat}) do material seja adequado às condições de colocação em obra.

Tendo em consideração as características geotécnicas dos materiais a movimentar, a disponibilidade dos mesmos, os condicionamentos de ocupação do solo, a dimensão (altura) dos aterros, preconizou-se como regra geral para a geometria dos taludes de aterro, a inclinação de $V/H = 1/2$.

4.4 ASPETOS CONSTRUTIVOS

Os aterros devem ser cuidadosamente construídos. As camadas devem ser executadas simetricamente em relação à estrutura, e a sua espessura deve ser ajustada às características do aterro, da estrutura a envolver, das condições de execução e do material do aterro utilizado.

A espessura das camadas não deve ser superior a 0,20m, e cada camada deve ser compactada de tal forma que a compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja de 100% e o teor em água não deve variar mais que 10% em relação ao valor ótimo. Durante a construção deverão ser

verificadas as condições de compactação das camadas através do grau de compactação e do teor em água “in situ” (grau de compactação de 100%).

Na execução do aterro prevêem-se as seguintes etapas de execução:

- Lançamento do material pelo equipamento de transporte;
- Espalhamento em camadas, com espessura da camada inferior a 15cm;
- Compactação propriamente dita, por meios hidráulicos, de cada camada;
- Regularização final do talude de aterro.

1 - lançamento do material
2 - espalhamento e regularização
3 - compactação das camadas

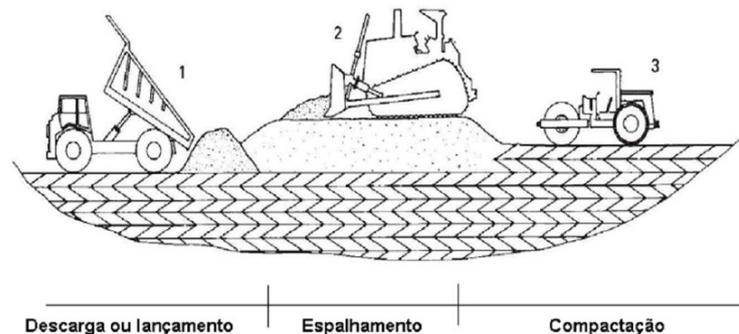


Figura 21 - Exemplo do faseamento construtivo de construção de aterro.

Nos locais de difícil acesso ou mesmo inacessíveis a qualquer dos meios de compactação, deverão ser colocados e espalhados materiais arenosos. Antes de se iniciar o seu espalhamento dever-se-á proceder à humedificação da superfície da camada subjacente. O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura depois da compactação seja a mencionada anteriormente. O espalhamento será de forma regular, não devendo ser de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso, de modo que, após compactação, se obtenha a geometria fixada.

Assim, o aterro preconizado, deverá ser construído em várias camadas, cada qual com uma espessura final igual ou inferior a 0,20m, que serão compactadas com um meio mecânico adequado à acessibilidade do local e à importância do volume de material a compactar, devendo atingir sempre o grau de compactação relativa especificado.

Não se devem empregar meios muito pesados de compactação vibrantes na proximidade de estruturas existentes.

Nos restantes casos a compactação dos materiais previstos será efetuada após o seu espalhamento, utilizando cilindros vibradores de peso estático adequado, ou outros equipamentos que, sob proposta devidamente justificada.



Deverá ser efetuada a monitorização contínua e o controlo de qualidade durante a construção de modo a garantir o cumprimento destas especificações e o desempenho a longo prazo da infraestrutura rodoviária.

4.5 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

A terraplenagem dos acesso encontra-se calculada de acordo com o layout projetado e recorrendo ao modelo digital do terreno obtido a partir do levantamento topográfico.

O quadro resumo com os volumes de terraplenagem apresenta-se de seguida:

Tabela 1 – Movimentação de terras.

Volume de escavação (m ³)	Volume reutilizável (65%) (m ³)	Volume de aterro (m ³)	Balço (m ³)
24121	15679	29000	13322

Contabiliza-se um volume total de escavação da 15790,27 m³, dos quais 65% (10263,68 m³) são reutilizáveis para colocação em aterro na linha. Conclui-se que existe um défice de terras, sendo necessário ir buscar a empréstimo 13322 m³.

5 PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação é realizado tendo em conta as informações e conclusões de fases anteriores do estudo e o estipulado nas normas e manuais de dimensionamento vigentes em Portugal, nomeadamente o Manual de Conceção de Pavimentos.

A estrutura de pavimento proposta será do tipo flexível, constituídas por camadas de desgaste e de regularização em misturas betuminosas assentes sobre duas camadas em agregado britado de granulometria extensa:

Embora o acesso proposto se possa caracterizar, de acordo com o Guião para Projetos de Estradas Urbanas Municipais do (Figura 14), como pertencendo à categoria de via arterial (vias que ligam municípios, os principais portos, principais postos de fronteira, artérias principais, circulares, e semicirculares) ou via coletora (coletoras, rotas de autocarros, áreas de descarga de produtos, ruas de zonas industriais), com tráfegos totais diários entre os 300 veículos e os 10000 veículos, importa referir que para efeitos de dimensionamento da estrutura do pavimento apenas se considera o efeito do tráfego de veículos pesados.

Categoria da Estrada				
	CA	UB	UC	UD
Descrição geral	Arteriais	Colectoras	Acesso local	
Classe da estrada	A, B, C	C e D	D e E	E e F
Descrição da função	Vias que ligam municípios, os principais portos, principais postos de fronteira, arteriais principais, circulares, e semicirculares	Colectoras, rotas de autocarros, áreas de descarga de produtos, ruas de zonas industriais	Colectoras de acesso residencial, parques de estacionamento. Sem rotas de autocarros	Acessos locais a residências, becos sem saída, ruas particulares
Tráfego diário em análise	> 10.000 - 1.000	1.000 - 300	300 - 100	100 - <20

Figura 22 – Classificação de estrada urbanas municipais de Moçambique (MOPHRH [2021]).

Conforme referido em seções anteriores, o veículo tipo para as operações de transporte de RSU para o novo aterro de Katembe, será do tipo camião semirreboque. Durante o período de projeto prevê-se, por sentido, o tráfego diário médio de 50 a 150 camiões carregados.

Desta forma, para o dimensionamento do pavimento foram utilizadas as seguintes premissas:

- TDMAp igual a 150 camiões;
- Leito do pavimento com módulo de 60MPa;
- Estrutura de pavimento flexível.

De acordo com o Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional da Infraestruturas de Portugal o TMDAp definido enquadra-se na classe de tráfego T6 a que corresponde a utilização de um fator de agressividade de 2 para a conversão num número equivalente de passagens de um eixo padrão de 80 kN.

5.1 DIMENSIONAMENTO

O método utilizado para a verificação da estrutura dos pavimentos foi o método analítico, o qual se baseia na análise estrutural das camadas de pavimento e na respetiva fundação quando esta é solicitada pela passagem dos rodados dos eixos dos veículos pesados.

Admite-se para o eixo padrão um rodado duplo (Figura 15), com área de impressão dos pneus circular de 105 mm de raio para o eixo de 80kN, correspondendo a cada rodado duas cargas de 20 kN cada. Esta configuração resulta em uma pressão de contacto de 600 kPa. A distância entre os pontos de aplicação das cargas é de 315 mm para o eixo de 80kN.

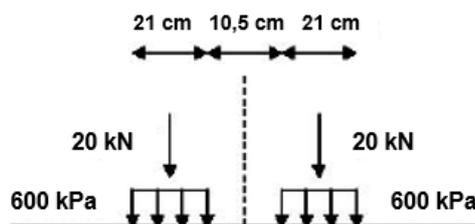


Figura 23 - Esquema de um rodado duplo do eixo padrão de 80kN.



Para efetuar o cálculo das tensões, extensões e deslocamentos induzidos no pavimento pelos rodados dos veículos torna-se necessário dispor de um modelo que simule o comportamento estrutural dos pavimentos. Para o efeito, são definidas as várias camadas do pavimento novo.

O modelo de comportamento adotado consiste em assimilar o pavimento a um conjunto de camadas sobrepostas assentes sobre a respetiva fundação, em que cada camada tem uma dada espessura constante e é considerada infinita no plano horizontal. A última camada, correspondente à fundação do pavimento, é considerada semi-infinita no plano vertical.

Admite-se que os materiais constituintes das camadas são homogéneos, têm um comportamento elástico e isotrópico e são caracterizados por um Módulo de elasticidade (E) e um Coeficiente de Poisson (ν). Para a atribuição de características mecânicas aos materiais betuminosos tem-se em consideração a prática corrente no que se refere às características dos materiais normalmente utilizados para a execução de viários. Em relação aos materiais granulares tomam-se em consideração as correlações usuais recomendadas pela *SHELL*.

Foram calculados os estados de tensão e deformação calculando os valores das extensões induzidas na estrutura modelo, quer a nível das diferentes interfaces (extensões radiais de tração), quer ainda ao nível do solo de fundação (extensões verticais de compressão).

O cálculo dos estados de tensão e de deformação na estrutura foi feito com recurso o programa de cálculo automático BISAR 3.0, desenvolvido pela *SHELL*, apresentando-se no Anexo 3 os respetivos resultados.

Os valores de módulo de resiliência utilizados no cálculo dos estados de tensão são apresentados no quadro a seguir:

Tabela 2 – Valores de módulo de resiliência considerados.

Camadas	E (MPa)
Camada de desgaste - Revestimento betuminoso – AC14	3.500
Base Macadame Betuminoso - AC20	4.500
Base Agregado Britado de Granulometria Extensa	350
Sub-base Agregado Britado de Granulometria Extensa	200
Leito	60

Após a determinação das tensões e deformações no pavimento, devem-se buscar comparar estes valores com os admissíveis, determinados pelos modelos de fadiga em função do tráfego utilizado. Os modelos de ruína utilizados foram:

- Deformação admissível de tração das camadas betuminosas de acordo com a Shell [3]



$$\varepsilon_{tadm} = (0,856.V_b + 1,08).E_m^{-0.36}.N_{80}^{-0.2}$$

- Onde:
- ε_{tadm} = deformação admissível de tração nas misturas betuminosas;
- V_b = percentagem volumétrica de betume no volume total, admitido 11%;
- E_m = módulo de resiliência da camada betuminosa (em Pa);
- N_{80} = número de eixos padrão de 80kN.
-
- Deformação admissível de compressão no topo do leito de acordo com a Shell [3]:

$$\varepsilon_{zadm} = 2,80.10^{-2}.N_{80}^{-0.25}$$

- Onde:
- ε_{zadm} = deformação admissível de compressão no topo do leito;
- N_{80} = número de eixos padrão de 80kN.

Foram obtidos os valores para a extensão máxima de tração que ocorre na última camada betuminosa (ε_t) e para a extensão máxima de compressão no topo da fundação (ε_z), correspondentes à aplicação, na estrutura de pavimento, de uma carga unitária na estrutura correspondente ao eixo padrão. A tabela a seguir apresenta a verificação estrutural da estrutura de pavimento e o consumo para cada modelo de fadiga para o eixo de 80kN.

Tabela 3 – Verificação estrutural. Pavimento asfáltico.

Eixo	Camada	Tipo extensão	Nproj	Extensão max admissível	Extensão calculada	N maximo adm	Consumo (%)
80 kN	Material betuminoso	$\varepsilon_{t,MB}$	2,00E+06	1,93E-04	1,68E-04	4,02E+06	49,77%
	Solo Fundação	$\varepsilon_{z,SF}$		7,45E-04	3,86E-04	2,76E+07	7,25%

Verifica-se que as extensões máximas calculadas são inferiores às extensões máximas admissíveis resultantes dos critérios de dimensionamento. Desta forma, a estrutura de pavimento a ser implantada é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 4 – Estrutura do pavimento

Camada	Material	Espessura (m)
Camada desgaste	Revestimento betuminoso - AC14	0.04
Base Betuminosa	Macadame Betuminoso – AC20	0.06
Base Granular	Agregado Britado de Granulometria Extensa	0.20



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Sub-base Granular	Agregado Britado de Granulometria Extensa	0.20
-------------------	---	------

Entre as camadas betuminosas deve ser aplicada pintura de ligação com taxa de aplicação de 0.5kg/m² e sobre a camada de base granular deve ser aplicada imprimação com taxa de aplicação de 1.0kg/m².



6 DRENAGEM PLUVIAL

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente capítulo refere-se à especialidade de drenagem pluvial que integra o conjunto de estudos necessários para a realização da infraestrutura viária prevista, realizado com base nos critérios usuais de projeto de sistemas de drenagem para este tipo de infraestruturas rodoviárias, adaptados às características da via em análise e à região onde se insere.

A água é relativamente abundante na maior parte do território moçambicano, com exceção das províncias do Sul. Uma estação chuvosa quente e húmida vai de novembro a março e é seguida por uma estação seca e relativamente fria entre abril e outubro. Como consequência, em média, cerca de 60% a 80% do escoamento anual ocorre em apenas três meses.

Mas por outro lado, o território moçambicano é propenso a secas severas, também elas a justificarem a construção de obras de regularização de caudais, e ciclones igualmente destrutivos, e os riscos relacionados com o clima estão tendo um impacto cumulativo e devastador numa população que não está suficientemente preparada. Essa vulnerabilidade crónica provoca colapsos profundos e repentinos no crescimento económico, particularmente na agricultura, enquanto a pobreza é acentuada pelas perdas humanas e de capital. A economia do país depende de recursos naturais e por isso a proteção do meio ambiente é uma questão fundamental para garantir a sustentabilidade do crescimento económico.

O pano de fundo para a política nacional de água e estrutura institucional para o sector foi estabelecido pela Lei n.º 16/91, a Lei de Águas, e pela Resolução n.º 7/95 do Conselho de Ministros que aprovou a Política Nacional de Água (PNA). De acordo com a PNA, o desenvolvimento económico deve ser equilibrado com a redução da pobreza. Sob a PNA a saúde pública e a reabilitação e manutenção da irrigação, e as Infraestruturas de abastecimento de água urbana e de saneamento foram consideradas uma prioridade. Essa política de recursos hídricos foi revista recentemente, em 2016, tendo em vista os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

6.2 OBJETIVOS DO PROJETO

Para a definição das obras de drenagem a realizar indica-se, de acordo com a simbologia adotada, a localização dos elementos de drenagem transversal e longitudinal nas plantas do projeto.

Nesse sentido, na presente fase de projeto foram dimensionadas as seções necessárias para as passagens hidráulicas previstas no âmbito da drenagem transversal da via de acesso e relativamente à drenagem longitudinal da plataforma também foram verificadas as condições de funcionamento dos dispositivos previstos.

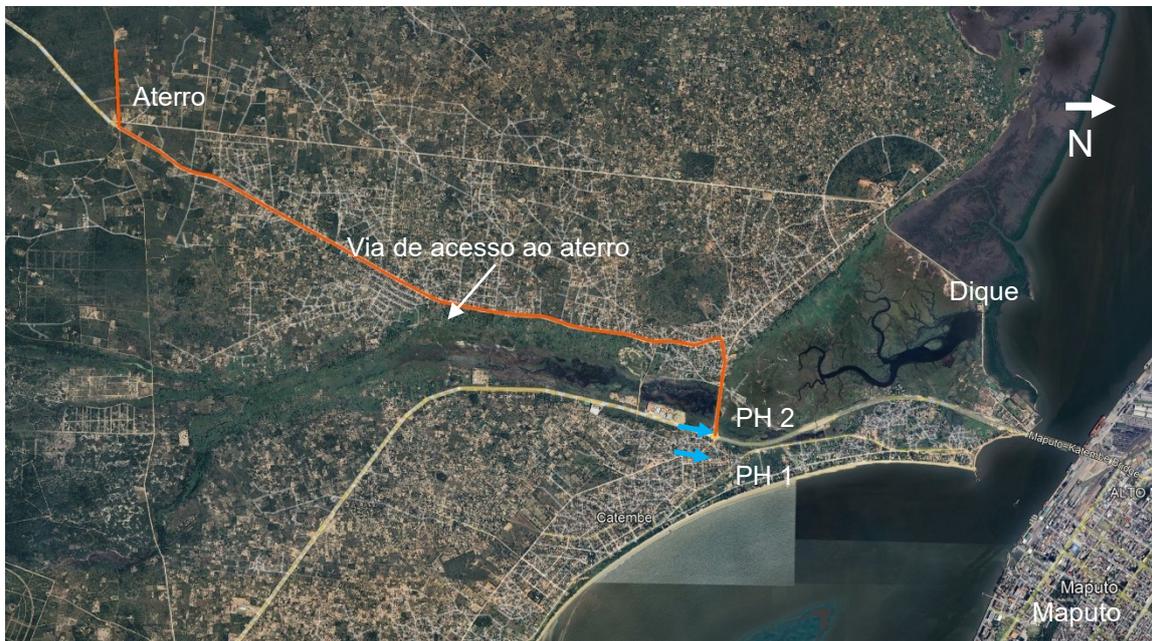


Figura 24 – Localização esquemática das passagens hidráulicas previstas.

6.3 ANÁLISE HIDROLÓGICA

Face ao exposto, analisou-se a bacia associada à linha de água em estudo e respetivas condições a jusante dos atravessamentos previstos sob a via. Nesse sentido, realizou-se uma análise às secções de vazão necessárias e os níveis de água a montante das secções previstas para um período de retorno de 100 anos e considerando o galgamento do dique a jusante da intervenção.

Os caudais de dimensionamento para a drenagem transversal foram calculados utilizando o método racional, onde o caudal afluente em cada secção é calculado a partir da seguinte expressão:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

na qual:

Q é o caudal de ponta de cheia, m³/s

C é o coeficiente de escoamento ponderado, adimensional;

I é a intensidade de precipitação, em mm/h;

A é a area da bacia de drenagem, em km².

O coeficiente de escoamento depende das características e condições de infiltração do solo o que condicionará consideravelmente a estimativa do caudal de cheia. A infiltração diminui à medida que a

chuvada decorre e é influenciada pelas condições de humidade do solo. Depende também da intensidade de precipitação, da proximidade do lençol freático, do grau de compactação do solo, da sua porosidade, do coberto vegetal, da tipologia de ocupação, do declive da bacia, do período de retorno, etc.

A escolha do coeficiente de escoamento deve ter em conta os efeitos integrados de todos os fatores referidos no parágrafo anterior e considerou-se o valor de 0.5.



Figura 25 – Esquema da bacia hidrográfica considerada.

Período de Retorno

O período de retorno associado à intensidade de precipitação deve ser escolhido em função do período de retorno da cheia de dimensionamento. No método Racional supõe-se que a intensidade de precipitação de um dado período de retorno, afetada de um coeficiente de escoamento adequado, produz um caudal de ponta de cheia com o mesmo período de retorno.

Assim para fixar as intensidades de precipitação máxima teve-se em atenção as consequências que poderão advir da acumulação de água a montante das passagens hidráulicas devido a uma capacidade vazão insuficiente ou de galgamento do dique a jusante.

De acordo com as recomendações mais recentes sobre o valor dos intervalos de recorrência a adotar neste tipo de projetos, deverá o mesmo ser de 100 anos, no entanto, foi também realizada uma verificação para 5, 10, 20 e 50 anos.



No que respeita à drenagem longitudinal e tendo em conta o significativo aglomerado de edifícios existente em grande parte da estrada, foi considerado um período de retorno de 5 anos visto estarmos perante um ambiente essencialmente urbano.

Tempo de Concentração

Após uma análise das expressões disponíveis para o cálculo do tempo de concentração de bacias hidrográficas, utilizou-se a fórmula de Témez. A sua expressão de cálculo é a seguinte:

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{0.25}} \right)^{0.76}$$

onde:

- t_c - tempo de concentração da bacia hidrográfica (h);
- L - comprimento da linha de água principal (km);
- J - declive médio da linha de água principal (m/m).

De referir que, para o cálculo do tempo de concentração de bacia hidrográficas, existe um número elevado de expressões de variados autores, estabelecidas com base em hidrogramas de cheia em bacias hidrográficas com indicação de caudais. A aplicação de diferentes equações a um mesmo caso resulta geralmente na obtenção de diferentes valores para o tempo de concentração, por vezes com diferenças muito significativas. O método selecionado é considerado adequado ao tipo de bacia em análise.

Embora não figure na equação do método Racional, o tempo de concentração está diretamente relacionado com a intensidade de precipitação tornando-se assim um fator determinante no valor do caudal de ponta. Os valores obtidos para o tempo de concentração foram devidamente apreciados e ponderados, tendo-se considerado um valor mínimo de 5 minutos.

Intensidade de Precipitação

O valor da intensidade de precipitação para um dado período de retorno, correspondente ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, foi determinado recorrendo a curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) para a zona da Cidade de Maputo. Estas curvas são do tipo exponencial e são dadas pela expressão seguinte:

$$I = at_c^b$$

onde:



- I - intensidade de precipitação para dada duração (mm/h);
- tc - duração da chuvada igual ao tempo de concentração (min);
- a, b- parâmetros que dependem da região em estudo e do período de retorno.

Os parâmetros a e b têm os seguintes valores para a região de Maputo:

- T =5 anos => a = 694.50 ; b = - 0.594
- T =10 anos => a = 797.38 ; b = - 0.587
- T =20 anos => a = 896.58 ; b = - 0.582
- T =50 anos => a = 1026.69 ; b = - 0.578
- T =100 anos => a = 1218.31 ; b = - 0.570

6.4 DIMENSIONAMENTO – PASSAGENS HIDRÁULICAS

Foi avaliado se as condições de escoamento a jusante poderiam determinar o funcionamento do aqueduto, e ainda, qual a altura máxima de água admissível a montante da passagem hidráulica, sem prejuízo das áreas envolventes.

A metodologia utilizada na verificação da secção de vazão é a aconselhada pelo U.S. Bureau of Public Roads para a verificação do funcionamento hidráulico dos aquedutos para o caudal de cálculo. O dimensionamento e verificação foram feitos realizados com base nos ábacos e tabelas seguintes:

- "Hydraulic Engineering" Circular n.º 5 publicada pelo Bureau of Public Roads;
- Altura crítica de secções rectangulares (Computation of Uniform and NonUniform Flow in Prismatic Conduits, US Dept. of Transportation, 1972, pg. 14).

Caudais:

Tabela 5 – Quadro de determinação dos caudais

PH	Bacia Hidrográfica				Declive (m/m)	Coef. de Escoam.	Tempo de Concentração		Intensidade de Precipitação					Caudais de Cheia (m3/s)				
	HM (m)	HJ (m)	Extensão L.A. (m)	Área (km ²)			Horas	Minutos	I _{T5} (mm/h)	I _{T10} (mm/h)	I _{T20} (mm/h)	I _{T50} (mm/h)	I _{T100} (mm/h)	Q _{T5}	Q _{T10}	Q _{T20}	Q _{T50}	Q _{T100}
PH 1	31	2	4507	5,230	0,006	0,50	2,46	147,44	35,80	42,55	49,04	57,42	70,70	26,01	30,91	35,62	41,71	51,36
PH 2	45	2	13900	33,230	0,003	0,50	6,65	398,82	19,83	23,73	27,48	32,32	40,09	91,51	109,51	126,83	149,17	185,03



Verificação do funcionamento:

Tabela 6 – Quadro de verificação do funcionamento das passagens hidráulicas

T=5 Anos

PH	N.º Seções	Tipo	Q _{dim} (m ³ /s)	Secção		Z _e	Z _s	L	i	hc	Am	Pm	RH	h	v	h/D
			Q _{T5}	B (m)	h (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
PH 1	1	Retangular	26,01	4,00	2,00	2,63	2,42	15,64	0,013	1,63	4,00	6,00	0,67	1,00	6,50	0,50
PH 2	3	Retangular	30,50	4,00	2,00	1,35	1,09	14,30	0,018	1,81	3,96	5,98	0,66	0,99	7,70	0,50

T=10 Anos

PH	N.º Seções	Tipo	Q _{dim} (m ³ /s)	Secção		Z _e	Z _s	L	i	hc	Am	Pm	RH	h	v	h/D
			Q _{T10}	B (m)	h (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
PH 1	1	Retangular	30,91	4,00	2,00	2,63	2,42	15,64	0,013	1,83	4,52	6,26	0,72	1,13	6,84	0,57
PH 2	3	Retangular	36,50	4,00	2,00	1,35	1,09	14,30	0,018	2,04	4,52	6,26	0,72	1,13	6,26	0,57

T=20 Anos

PH	N.º Seções	Tipo	Q _{dim} (m ³ /s)	Secção		Z _e	Z _s	L	i	hc	Am	Pm	RH	h	v	h/D
			Q _{T20}	B (m)	h (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
PH 1	1	Retangular	35,62	4,00	2,00	2,63	2,42	15,64	0,013	2,01	4,96	6,48	0,77	1,24	7,18	0,62
PH 2	3	Retangular	42,28	4,00	2,00	1,35	1,09	14,30	0,018	2,25	5,00	6,50	0,77	1,25	8,46	0,63

T=50 Anos

PH	N.º Seções	Tipo	Q _{dim} (m ³ /s)	Secção		Z _e	Z _s	L	i	hc	Am	Pm	RH	h	v	h/D
			Q _{T50}	B (m)	h (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
PH 1	1	Retangular	41,71	4,00	2,00	2,63	2,42	15,64	0,013	2,23	5,56	6,78	0,82	1,39	7,50	0,70
PH 2	3	Retangular	49,72	4,00	2,00	1,35	1,09	14,30	0,018	2,51	5,64	6,82	0,83	1,41	8,82	0,71

T=100 Anos

PH	N.º Seções	Tipo	Q _{dim} (m ³ /s)	Secção		Z _e	Z _s	L	i	hc	Am	Pm	RH	h	v	h/D
			Q _{T100}	B (m)	h (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
PH 1	1	Retangular	51,36	4,00	2,00	2,63	2,42	15,64	0,013	2,56	6,48	7,24	0,90	1,62	7,93	0,81
PH 2	3	Retangular	61,68	4,00	2,00	1,35	1,09	14,30	0,018	2,89	6,56	7,28	0,90	1,64	9,40	0,82

Perfil Hidráulico considerando o galgamento do dique a jusante:

O objetivo desta análise será o de determinar a cota a montante das passagens hidráulicas agora previstas, considerando uma situação extrema de galgamento do dique a jusante dos atravessamentos agora projetados e desta forma prever a adequada proteção dos aterros da via a executar e garantia de proteção da estrutura do pavimento.



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Tabela 7 – Perfil Hidráulico

Parâmetros	Unidades	Caudal
Caudal para T=100 anos	m ³ /h	0,066
	m ³ /s	236,390
1) Nível do líquido sobre o dique		
Parâmetros	Unidades	
Q para T=100 anos	m ³ /s	236,390
Número de passagens	Unidades	1
Q em cada passagem	m ³ /s	236,390
Largura da passagem	m	1800
Cálculo da altura crítica sobre o dique (hc)	m	0,12
Cota do dique	m	3,53
Cota da lâmina líquida sobre o dique (hc)	m	3,65
2) Cota de água a montante das passagens hidráulicas previstas		
Parâmetros	Unidades	
Perda de carga na passagem hidráulica		
Escoamento		Seção Cheia
Material		Betão
Caudal total	m ³ /s	236,390
Número de linhas		4
Caudal	m ³ /s	59,098
DN = DE	mm	4000
Diametro interno	m	4
peso específico da água	N/m ³	10000
comprimento do colector	m	15
Ks	m ^{1/3} /s	75
velocidade	m/s	4,70
perda de carga unitaria	m/m	0,0039
Perda de carga contínua	m	0,0590
Perda de carga na entrada:		
Ke		0,20
Perda de carga	m	0,226
Perda de carga na saída:		
Ke		0,20
Perda de carga	m	0,226
Perdas de carga localizadas	m	0,4514
Perda de carga total	m	0,510
Cota de lâmina líquida a montante das passagens hidráulicas	m	4,16

Tendo em conta a cota anterior para esta situação extrema estimada, propõe-se a proteção dos taludes de aterro a partir do km 8+450 até ao final através de revestimento em pedra até à cota 4,20 m.



6.5 DIMENSIONAMENTO – DRENAGEM LONGITUDINAL

No presente projeto foram adotados os seguintes critérios gerais de concepção e dimensionamento da drenagem longitudinal:

- Transporte das águas em superfície livre;
- Tendo em conta as águas de escorrência provenientes de oeste, foi contemplada uma vala trapezoidal em quase toda a extensão da via rodoviária, de modo a proteger a mesma. Nesse sentido, procurou-se distribuir os caudais de forma uniforme para o lado este através de tubagens transversais e dissipadores em pedra;
- Em alguns locais devido à acentuada quantidade de edifícios aumentou-se a capacidade da vala trapezoidal para colocação da respetiva descarga mais afastada dos edifícios;
- Foram contempladas travessias sob serventias nas interceções rodoviárias com maior relevância;
- Está prevista a implantação de valas de plataforma triangulares para drenagem da plataforma em locais de escavação;
- Com a implantação dos passeios laterais foi necessário prever a implantação de evacuações da plataforma rodoviária, tendo sido verificado o seu devido espaçamento;
- O projeto prevê a execução de uma faixa de vegetação local para filtrar as areias que possam ser arrastadas pelas águas e assorear rapidamente os dispositivos de drenagem;
- Todos os dispositivos de descarga apresentam dissipadores com pedra de modo reduzir as velocidades à saída;
- Adoção de soluções adequadas às características locais, minimizando os impactes negativos, quer ao nível das populações, quer ao nível ambiental.

A determinação da capacidade de transporte dos dispositivos foi feita usando a equação de Manning:

$$Q = K_s S R_h^{2/3} i^{1/2}$$

onde:



- Q - Caudal (m^3/s);
- Ks - Coeficiente de rugosidade de Strickler;
- R_h - Raio hidráulico da secção molhada (m);
- i - Inclinação do dispositivo de condução (m/m);
- S - Secção molhada (m^2).

O coeficiente de rugosidade de Strickler adoptado foi de $Ks=75 m^{1/3}/s$ para betão e o quadro de dimensionamento dos diversos dispositivos encontra-se em anexo.

7 SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na definição da sinalização e do equipamento de segurança a instalar, procurou-se obter uma solução simples, de fácil e rápida compreensão e que permitisse uma orientação clara dos utentes e garantisse simultaneamente a sua segurança e comodidade, com especial atenção para:

- Localização dos sinais de forma a torná-los bem visíveis sem reduzir a visibilidade geral da via;
- Simplicidade dos sinais para que a sua leitura seja rápida e de fácil compreensão;
- Garantia de circulação com o máximo de fluidez e segurança;
- Uniformização da sinalização e dos equipamentos a instalar conforme enquadramento na rede viária nacional;
- Durabilidade na construção dos sinais, bem como o aspeto estético no desenho dos mesmos;
- Adequação da sinalização e dos equipamentos a instalar no carácter específico das vias em estudo;
- Durabilidade dos equipamentos a instalar e respetiva manutenção exigida, de modo que esta seja simplificada e menos espaçada no tempo.

Prevê-se assim, a utilização de elementos de sinalização, constituídos por:

- Sinalização Vertical: Sinais diversos, constantes do Regulamento do Código da Estrada;
- Sinalização Horizontal: Traços e outras inscrições sobre os pavimentos, designadas genericamente por marcas rodoviárias.

Por sua vez, o equipamento de segurança compreende os seguintes dispositivos:



- Barreiras de Segurança: guardas metálicas com dispositivo de proteção a motociclistas e respetivos terminais.

Para além da sinalização permanente, deverá ser implementada pela entidade executante sinalização temporária aquando dos trabalhos de execução, de modo a limitar/delinear as zonas de construção, promover acalmia de tráfego nas zonas de trabalho, garantindo, assim, a segurança dos utentes e trabalhadores.

Findo os trabalhos de construção, deverá ser garantida pelas autoridades a limpeza da vegetação para garantir que a visibilidade dos sinais não é comprometida, a prevenção de atos de vandalismo, evitando a remoção dos sinais e outros elementos da sinalização e a execução de trabalhos de manutenção periódicos de modo a garantir o bom estado quer da sinalização vertical, quer da sinalização horizontal.

7.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

7.2.1 Introdução

A sinalização vertical que se prevê instalar visa garantir, em conjunto com as marcas rodoviárias, um correto controlo e fácil escoamento do tráfego que circula na via.

Basicamente esta sinalização é constituída por sinalização de código.

7.2.2 Sinalização de código

Esta sinalização vertical compreende os sinais constantes do regulamento do código da estrada e envolve sinais de perigo, proibição, obrigação e informação.

Os sinais a instalar, serão triangulares, circulares e quadrados em chapa de ferro polido e refletorizados com as dimensões praticadas em meio urbano e a sua colocação será feita em perfil metálico tubular circular ou retangular implantado em maciços de betão.

O afastamento lateral e a altura relativamente ao solo dos sinais deverá estar de acordo com os indicados nas peças desenhadas. O afastamento lateral deverá ser no mínimo a largura da berma (1,20m). Na presença de guardas de segurança, o afastamento lateral deverá ser ajustado em conformidade com as indicações do fabricante. A altura relativamente ao solo deverá variar entre 1,50m (zonas sem presença de peões) e 2,2m (zonas com a presença de peões).



7.2.3 Estruturas de suporte

As estruturas de suporte dos sinais verticais, em geral, são constituídas por elementos metálicos verticais fixos em fundação de betão.

Relativamente à sinalização vertical de código, os elementos metálicos são constituídos por um prumo tubular retangular (RHS) ou poste tubular circular associados a uma fundação de betão simples.

Embora estes perfis, sendo cumpridos os comprimentos laterais, não sejam considerados obstáculos que exijam a consideração de barreiras de segurança por si, deverá avaliar-se a possibilidade de adotar postes colapsáveis (disponibilidade no mercado, custos associados, mão de obra especializada para a instalação entre outros) visto que permitirão mitigar o impacto de potenciais acidentes.

7.3 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

7.3.1 Introdução

As Marcas Rodoviárias inscritas no pavimento, são constituídas por marcas longitudinais (linhas e guias contínuas e descontínuas) e marcas transversais (passadeiras para peões).

As marcas serão pintadas no pavimento com tinta de características refletoras de cor branca aplicada a quente por processo mecânico (spray) ou manual (moldagem).

Dadas as características geométricas do traçado, bem como as dimensões do perfil transversal tipo, definiram-se distâncias de visibilidade, larguras de traço e espaçamentos compatíveis com as velocidades a praticar em áreas urbanas.

7.3.2 Marcas longitudinais

Serão utilizadas guias contínuas (O1) com 0.15 m de espessura e em cor branca em delimitação da faixa de rodagem e linha axial com 0.10 m de espessura e em cor branca na definição do eixo da via para a separação absoluta de sentidos.

Serão previstas linhas longitudinais descontínuas (O3) com o objetivo de desempenharem as seguintes funções:

- 1 Linhas tracejada com 0.10 m de largura e relação traço/espço (2/4) e em cor branca, utilizada em cruzamentos e que servem para delimitar a faixa de rodagem principal.;
- 2 Linhas tracejada com 0.15 m de largura e relação traço/espço (4/8) e em cor branca, ao eixo da via. Esta linha significa para o conduto o dever de se manter na via de trânsito que ela delimita, só podendo ser pisada ou transposta para efetuar manobras.



- 3 Linhas tracejada com 0.1 m de largura e relação traço/espço (1.5/3) e em cor branca, utilizada para delimitar as vias de circulação nas rotundas.
- 4 Linhas tracejada com 0.2 m de largura e relação traço/espço (0.6/0.3) e em cor branca, utilizada para indicar o local de eventual paragem. Esta linha é normalmente reforçada pela marca no pavimento do símbolo constituído por um triângulo com a base paralela à mesma.

Serão ainda previstas linhas mistas (O4), constituída por uma linha contínua (O1) adjacente a outra descontínua (O3). Esta linha tem o significado da linha contínua ou da linha tracejada, consoante a linha que estiver mais próxima do condutor.

7.3.3 Marcas transversais

As marcas transversais utilizadas serão passadeiras para peões com a largura de 3m e com linhas de 0,6m. Nas peças desenhadas estão indicadas as localizações das implantações das passadeiras para peões na secção corrente.

7.4 EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA

7.4.1 Considerações gerais

De forma a melhorar e manter a segurança rodoviária, a conceção de estradas mais seguras requer a instalação, em certos troços de estradas e em localizações específicas, de dispositivos de segurança que impeçam a entrada de veículos e peões em zonas ou áreas perigosas.

Os sistemas de segurança rodoviária são concebidos para especificar níveis de desempenho de contenção e para redirecionar veículos descontrolados e facultar orientações para peões e outros utilizadores das estradas.

Para a elaboração do projeto, e à falta de normalização nacional moçambicana sobre esta matéria, os critérios definidos tiveram em consideração a norma sul africana SANS 51317 (2009) - Road Restraint Systems, que tem por base a norma europeia de sistemas de segurança rodoviária (EN 1317: 2000):

- Parte 1: Terminologia e critérios gerais para métodos de ensaio
- Parte 2: Classes de desempenho, critérios de aceitação do ensaio de colisão e métodos de ensaio para barreiras de segurança
- Parte 3: Amortecedor de choque, classes de desempenho, critérios de aceitação do ensaio de choque e métodos de ensaio
- Parte 4: Classes de desempenho, critérios de aceitação dos ensaios de choque e métodos de ensaio para terminais e transições de barreiras de segurança.
- Parte 5 - Requisitos do produto e avaliação da conformidade para sistemas de retenção de veículos



Adicionalmente foram considerados dispositivos de proteção para motociclistas a implantar nos prumos das guardas de segurança flexíveis, de acordo com a lei portuguesa nº 33/2004, de 28 de Julho e Decreto Regulamentar nº 3/2005, de 10 de Maio.

7.4.2 Sistemas de segurança de veículos

Sistemas instalados na estrada que garantem um nível de contenção para um veículo descontrolado.

7.4.2.1 Barreiras de proteção

Trata-se dum sistema de segurança rodoviária instalado ao lado da estrada (ou no separador central).

A implantação das barreiras de proteção, para além de ter em atenção os critérios emergentes do respetivo ábaco para a determinação do índice de necessidade da sua colocação, obedeceu igualmente a critérios técnicos que se prendem com as características do traçado, quer em planta, quer em perfil longitudinal, à especificidade da obra, à geometria e altura dos taludes de aterro, às inclinações do terreno natural e a condições de ordem climatérica da zona interessada.

Em geral, serão instaladas em locais que se considere que ofereçam perigo, com o objetivo de restringir e redirecionar com segurança veículos em movimento, em benefício dos seus ocupantes e de outros utentes das vias em estudo, ou seja, em zonas com aterros e para proteção contra obstáculos fixos situados a menos de 3.5 m da faixa de rodagem.

Nas peças desenhadas estão indicados os locais onde deverão ser implantadas as barreiras de segurança da secção corrente com indicação da extensão total.

A localização prevista para as barreiras de segurança poderá ter de sofrer pequenos ajustes aquando da construção, caso se verifiquem algumas discrepâncias no local.

As barreiras de proteção deverão respeitar, nomeadamente no que diz respeito a níveis de desempenho (nível de contenção, nível de gravidade e deformação expressa pela largura útil) a NP EN 1317-1, 2, 3 e 4.

Todos aqueles fatores conjugados vieram a conduzir à opção em termos genéricos, de implantar barreiras de segurança nos limites da plataforma na dependência da existência de obstáculos fixos.

No presente projeto optou-se por barreiras de proteção deformável, i.e., barreiras de proteção que se deformam durante a colisão de um veículo e que podem sofrer deformação permanente.

Estas barreiras são de face única, concebidas que são para suportar colisões apenas de um lado.

Tendo em atenção que deve ser mantido livre todo o perfil transversal das vias entre arestas exteriores das bermas previu-se a implantação das barreiras de segurança no limite exterior das bermas.



Guardas de segurança semi-flexíveis

As barreiras de proteção deformável de face única são compostas por um elemento horizontal, resultante do acoplamento de tramos em chapa de aço macio com perfil especial-viga, fixado através de um dispositivo, amortecedor, a um elemento de aço vertical perfilado-prumo (ver peças desenhadas).

- Os prumos são cravados diretamente no solo ou, em casos excecionais, por encastramento em maciços de betão;
- Os tramos estão ligados entre si com sobreposições de forma a suportarem grandes esforços de tração (os pormenores de ligação apresentam-se em peças desenhadas);
- O eixo horizontal da viga deverá situar-se à altura mínima de 0.55m a partir do solo, admitindo-se um erro de 0.05m para mais;
- A distância entre dois prumos consecutivos será de 4.0 m, devendo este espaçamento baixar para 2.0 m quando os obstáculos a proteger se situem a uma distância inferior a 1.60 m.

O comprimento da guarda de segurança deverá ser definido pelo fabricante da mesma, de acordo com os requisitos de ensaio, no documento de homologação, em conformidade com a EN 1317-2. Nas peças de projeto o comprimento das guardas de segurança proposta teve por base as características dos obstáculos a proteger, a dimensão dos mesmos e a tipologia da via em questão.

As dimensões, materiais e pormenores de instalação de equipamentos homologados segundo a NP EN1317, serão os definidos pelo respetivo fabricante.

7.4.3 Níveis de desempenho

As guardas de segurança semi-flexíveis a utilizar no projeto devem respeitar o nível de contenção N2, nível de gravidade de colisão A e níveis de largura útil (1) W4, de acordo com a NP EN 1317-2.

As transições, junção de duas barreiras de segurança de diferentes secções transversais ou de diferente rigidez lateral, para que a retenção seja contínua, têm como objetivo o de providenciar uma mudança gradual da primeira para a segunda barreira, de forma a prevenir os perigos de uma variação abrupta. As transições devem respeitar o nível de desempenho das barreiras de segurança.



Relativamente aos terminais, tratamento das extremidades de uma barreira de segurança, o seu comprimento deve obedecer ao disposto na especificação de projeto e ser instalado num comprimento suficiente da barreira de segurança de forma a demonstrar o desempenho do terminal.

Os terminais a utilizar no projeto devem respeitar a classe de desempenho P2, de acordo com a NP ENV 1317-4.

7.4.4 Dispositivos para proteção de motociclistas

Por forma a proteger os condutores e passageiros de veículos de duas rodas a motor, na ocorrência de despiste e/ou colisão direta com as barreiras de proteção, nomeadamente, contra os prumos, foi considerada a montagem de “dispositivo de proteção tipo saia metálica”.

Esta viga adicional de proteção constituída por elementos de comprimento idêntico ao da viga da guarda de segurança, aparafusados entre si, será interposta entre o solo e a viga da guarda de segurança.

O dispositivo mencionado deve ser instalado em todos os locais onde foram consideradas as barreiras de proteção.

A viga contínua inferior deve respeitar, no que diz respeito à qualidade dos materiais e ao seu fabrico, as mesmas normas, especificações e prescrições definidas para a viga superior.



**MAPUTO URBAN TRANSFORMATION PROJECT
MAPUTO SANITARY LANDFILL
ACCESS ROAD
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

ANEXOS