



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

PROJECTO DE TRANSFORMAÇÃO URBANA DE MAPUTO

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

D8.2 – Projectos Executivos

Fase 1–Obras Prioritárias – Reformulação do Projecto do Pacote 9A

Sub-Projecto - Vias

Abril 2025



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Registo de Alterações

Versão	Data	Descrição
V0	19/05/2023	Versão Preliminar
V1	28/06/2023	Versão Final
V2	08/11/2023	Incorporação de comentários da versão final

Lista de Distribuição

Entidade	Número de cópias (papel)	Número de cópias (digital)

RESPONSÁVEL:

Eng ^o António Monteiro	Eng ^a Ana Teresa Silva
Arq. ^a Marilda Froes	Eng ^o André Lúcio
Arq. ^o Miguel Parente	Eng ^a Cristiana Vaz
Eng ^o Rui Mendes	Eng ^o Hugo Boavista
Eng ^a Lucia Brandão	Eng ^o Ibraimo Usta
Dr ^a Susana Baptista	Eng ^o José Iglézias
Dr ^o Rogério Chichambe	Eng ^o Ricardo Germano
Eng ^o Alberto Uelemo	Eng ^o Vinicius Pietrantónio



Índice

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objectivos e âmbito do trabalho	7
1.2 Objectivos específicos do sub-projecto de vias	11
1.3 Estrutura do relatório	13
2. PRESSUPOSTOS DO PROJECTO	14
2.1 VIAS DE ACESSO PEDONAIS – BAIRROS DA FASE 1	14
2.1.1 BAIRRO CHAMANCULO B	15
2.2 HORIZONTE DO PROJECTO	16
2.3 Características do tráfego	16
2.4 Características do revestimento da faixa de rodagem e drenagem	16
2.5 Especificações gerais e manuais de dimensionamento	17
2.6 Ferramentas de análise e dimensionamento	17
3. PROJECTO DE GEOMETRIA	18
3.1 Introdução	18
3.2 Normas de projecto geométrico aplicadas	18
3.3 Parâmetros do projecto	19
3.4 Veículo de projecto	20
3.5 Raios de Viragem	21
3.6 Velocidade do projecto	22
3.7 Traçado horizontal proposto	22
3.7.1 Traçado horizontal CHAMANCULO-B	23
3.7.2 Traçado horizontal CHAMANCULO-B	23
3.8 Traçado vertical proposto	24
3.8.1 Traçado Vertical Chamanculo B	24
3.9 Intersecções	24
3.10 Bermas medianas e passeios	25
3.11 Trabalhos suplementares da estrada	25
3.11.1 Sinal rodoviário	25
3.11.2 Marcas Rodoviárias	28
4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	29
4.1 Introdução	29
4.2 Estudo e análise do tráfego	29
4.3 Resistência do subsolo	31
4.3.1 Caracterização dos solos existentes	31
4.4 Estrutura de pavimento	33
4.5 Recomendações para a estrutura do pavimento	34
5. CONCLUSÃO	37
6. BIBLIOGRAFIA	38

Lista de Tabelas

TABELA 3-1: PADRÕES DE PROJECTO GEOMÉTRICO PARA ESTRADAS REVESTIDAS	19
--	-----------



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

TABELA 3-2: VEÍCULO CRÍTICO DE PROJECTO	21
TABELA 3-3: RAI0 MÍNIMO DE VIRAGEM	22
TABELA 3-7: DETALHES DO TRAÇADO HORIZONTAL RUA SANSÃO MUTHEMBA	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-8: DETALHES DO TRAÇADO HORIZONTAL PROLONGAMENTO DA RUA SANSÃO MUTHEMBA.....	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-9: DETALHES DO TRAÇADO HORIZONTAL PROLONGAMENTO DA RUA BAETA NEVES.....	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-10: DETALHES DO TRAÇADO HORIZONTAL PROLONGAMENTO DA RUA 2253	23
TABELA 3-11: DETALHES DO TRAÇADO VERTICAL DA RUA DA UFA	24
TABELA 3-14: DETALHES DO TRAÇADO VERTICAL RUA SANSÃO MUTHEMBA	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-15: DETALHES DO TRAÇADO VERTICAL RUA SANSÃO MUTHEMBA	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-16: DETALHES DO TRAÇADO VERTICAL COMANDANTE BAETA NEVES.....	ERRO! MARCADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 3-17: DETALHES DO TRAÇADO VERTICAL DA RUA 2253.....	24
TABELA 4-1: ANÁLISE DO TRÁFEGO USANDO VALORES DE CARGA EQUIVALENTE POR EIXO EM ESA'S CONFORME O MANUAL SATCC (TABELA 2.3) E TRH4 (TABELA 5 E 6)	30
TABELA 4-2: RESUMO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS LABORATORIAIS.....	32
TABELA 4-3: PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO	33
TABELA 4-4: DIMENSIONAMENTO CONFORME "UTG2"	33
TABELA 4-5: DIMENSIONAMENTO CONFORME ANÁLISE DE MÉTODOS MECANÍSTICOS (DESIGN PAVE).....	34
TABELA 4-6: ESTRUTURA DE PAVIMENTO RECOMENDADA.....	35

Lista de Figuras

FIGURA 1-1: ÁREA DE INTERVENÇÃO – DISTRITOS MUNICIPAIS E BAIROS ABRANGIDOS	8
FIGURA 1-2: ZONAS DE INTERVENÇÃO INCLÚIDAS NOS PACOTES 9A E 9B, DA FASE I.....	11
FIGURA 1-3: ZONAS DE INTERVENÇÃO INCLÚIDAS NA FASE I – OBRAS PRIORITÁRIAS P9A E P9B.....	12
FIGURA 3-1: LINHA CONTÍNUA	26
FIGURA 3-2. LINHA DESCONTÍNUA	26
FIGURA 3-3. SETAS DIRECCIONAIS	26
FIGURA 3-4. FAIXA PEDESTRE	27
FIGURA 3-5. SÍMBOLOS DE CADEIRANTES.....	27
FIGURA 3-6. PARAGEM OBRIGATÓRIA	28
FIGURA 3-7. PROIBIÇÃO DE VOLTAR	28
FIGURA 3-8. SENTIDO PROIBIDO	28
FIGURA 3-9. CICLISTAS	28
FIGURA 3-10. LOMBAS	28
FIGURA 4-1 SECÇÃO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO RECOMENDADA (VALA CENTRAL ENTERRADA)	35
FIGURA 4-2 SECÇÃO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO RECOMENDADA (COLECTORES/SUMIDOUROS)	36
FIGURA 4-3 SECÇÃO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO RECOMENDADA (VALA LATERAL RECTANGULAR)	36



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Lista de Desenhos

D8.2B_SC_PL_CB-700	CHAMANCULO B – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
D8.2B_SC_PP_CB-701	CHAMANCULO B – RUA DA UFA PLANTA E PERFIL
D8.2B_SC_PP_CB-702	CHAMANCULO B – RUA DA UFA PLANTA E PERFIL
D8.2B_SC_TS_CB-721	CHAMANCULO B – RUA DA UFA SECÇÕES TRANSVERSAIS TIPO
D8.2B_SC_ST_CB-730	CHAMANCULO B – RUA DA UFA SECÇÕES TRANSVERSAIS
D8.2B_SC_ST_CB-731	CHAMANCULO B – RUA DA UFA SECÇÕES TRANSVERSAIS
D8.2B_SC_ST_CB-732	CHAMANCULO B – RUA DA UFA SECÇÕES TRANSVERSAIS
D8.2B_SC_PL_CA_700	CHAMANCULO A – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
D8.2B_SC_PP_CA_701	CHAMANCULO A – RUA 2253 PLANTA E PERFIL
D8.2B_SC_TS_CA_720	CHAMANCULO A – RUA 2253 SECÇÕES TRANSVERSAIS TIPO
D8.2B_SC_ST_CA_740	CHAMANCULO A – RUA 2253 SECÇÕES TRANSVERSAIS
D8.2B_SC_RM_CA_750	CHAMANCULO A – RUA 2253 SINALIZAÇÃO
D8.2B_SC_RM_CA_751	CHAMANCULO A – RUA 2253 SINALIZAÇÃO

Lista de Anexos

Anexo A: Relatório do Traçado Horizontal – Curvas;

Anexo B: Relatório do Traçado Vertical – Curvas.



Acrónimos e Abreviaturas

ANE	Administração Nacional de Estradas
BM	Banco Mundial / <i>WorldBank</i>
CBR	<i>California Bearing Ratio (Índice de Suporte Califórnia)</i>
CMM	Concelho Municipal de Maputo
DPL	<i>Dynamic Probing Light (Penetrómetro Dinâmico Leve)</i>
IDA	Associação de Desenvolvimento Internacional
INE	Instituto Nacional de Estatística
MPa	Mega Pascal
PDM	Plano de Desenvolvimento Municipal
PTUM	Projecto de Transformação Urbana de Maputo
SATCC	Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas
TdR	Termos de Referência



PROJECTO DE TRANSFORMAÇÃO URBANA DE MAPUTO

Concepção de Planos, Estudos de Engenharia e Projecto Executivo de Infra-estruturas Integradas em Assentamentos Informais

D8.2 – Projectos Executivos – Fase 1

Fase 1–Obras Prioritárias – Reformulação do Projecto do Pacote 9A

Sub-projecto – Vias

1. INTRODUÇÃO

1.1 OBJECTIVOS E ÂMBITO DO TRABALHO

O Conselho Municipal de Maputo (CMM) preparou o **Projecto de Transformação Urbana de Maputo (PTUM)** em apoio à implementação das principais prioridades do Plano de Desenvolvimento Municipal (PDM2019-2023), que visa combater a pobreza e promover um crescimento inclusivo. O objectivo do projecto é *melhorar a infra-estrutura urbana e fortalecer a capacidade institucional para um desenvolvimento urbano sustentável da Cidade de Maputo*, a ser implementado por um período de 5 anos (Março de 2021 a Março de 2026), com financiamento do Banco Mundial/IDA (Associação de Desenvolvimento Internacional) (US\$ 100 milhões). O projecto inclui 5 componentes, nomeadamente, (i) Melhoria Integrada de assentamentos Informais, (ii) Revitalização da Baixa da Cidade, (iii) Crescimento Urbano Sustentável de KaTembe, (iv) Implementação de Projectos e Apoio Institucional, e (v) Resposta de Emergências de Contingência.

A **Componente 1, Infra-estrutura Integrada de Assentamentos Informais**, objecto desta consultoria, tem como objectivo aumentar o alcance e sustentabilidade das intervenções integradas para o melhoramento dos assentamentos informais nos bairros mais vulneráveis da Cidade de Maputo. Isso inclui investimentos em infra-estrutura urbana nos bairros mais vulneráveis e assistência técnica associada a estes investimentos.

O **objectivo principal da presente consultoria** é a elaboração de estudos, projectos e planos de investimentos a serem financiados pela componente 1, visando promover a melhoria da qualidade de vida das populações residentes nos bairros estudados.

O Consultor é composto por um consórcio de três empresas com larga experiência de trabalho nos domínios nacional e internacional, nomeadamente: NIPPON KOEI MOZAMBIQUE, ENGIDRO – Engineering Solutions, AGRIPRO AMBIENTE Consultores, S.A.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

A **área de intervenção do projecto** abrange 20 bairros contíguos, com uma área de 15,6 km², com um total estimado de 264 054 beneficiários- população total de acordo com os Censos 2017 (INE, 2019). O conjunto de bairros está localizado maioritariamente a Norte e a Noroeste da zona da Baixa da Cidade de Maputo, são limítrofes e estão ligados entre eles.

A figura seguinte apresenta os bairros a intervir no âmbito do projecto, separados pelos distritos municipais da Cidade de Maputo.

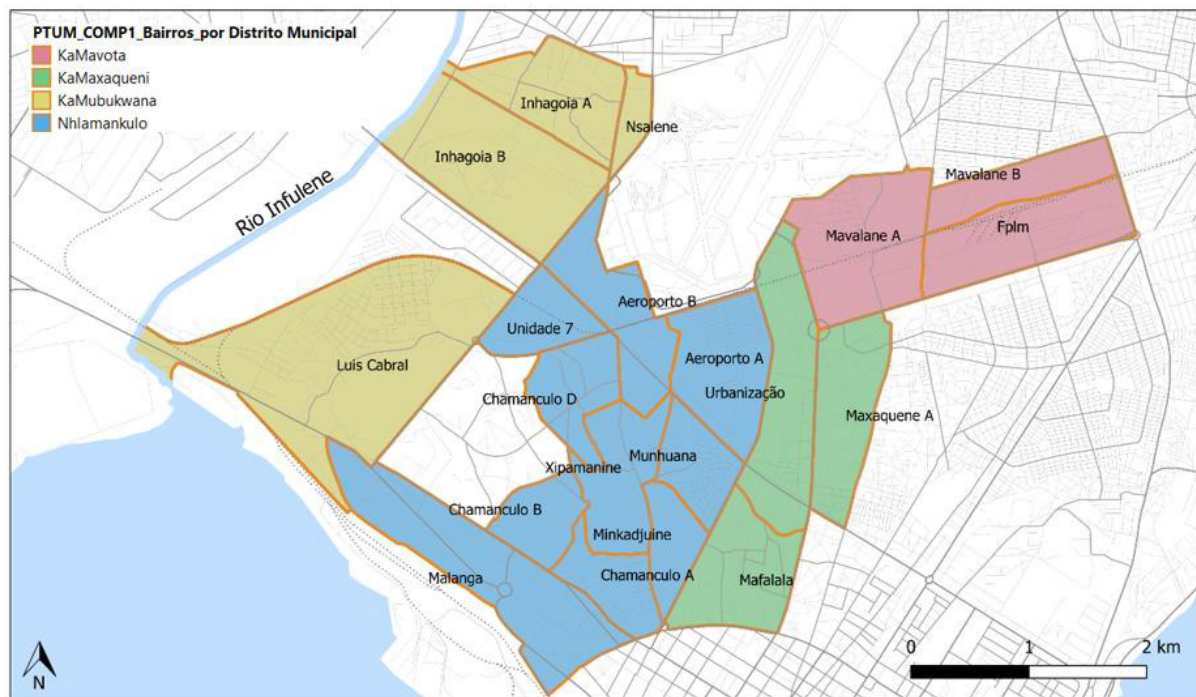


Figura 1-1: Área de intervenção – Distritos Municipais e Bairros abrangidos

Para a definição das soluções, os estudos abrangerão a área do projecto como um todo (20 bairros). No entanto, o detalhamento dos projectos executivos ficará restrito à área onde ocorrerão as intervenções integradas.

Dentro da Componente 1, o estudo se concentrará apenas nos projectos de infra-estrutura da **Subcomponente 1.1 e 1.2**, especificamente:

- Subcomponente 1.1:
 - Reabilitação de 20 espaços abertos, um em cada bairro, convertendo-os em espaços comunitários multifuncionais;
 - Reabilitação de 20 km de percursos pedestres locais, incluindo iluminação solar;
 - Inclusão de bandas de mobilidade activa.
- Subcomponente 1.2:
 - Melhoria do sistema de drenagem urbana (macro e microdrenagem);
 - Soluções de terraplanagem e contenção de erosão;
 - Avaliação de soluções de saneamento, incluindo módulos sanitários compartilhados e gestão das lamas fecais;



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

- Avaliação de soluções integrais de abastecimento de água, com foco em novas ligações domiciliárias;
- Definição das intervenções nos espaços e equipamentos públicos (localização, parâmetros e responsabilidades), incluindo iluminação pública;
- Equipamentos comunitários (de lazer, comércio informal, mobiliário urbano, ou ainda de apoio às redes de saneamento e de recolha de resíduos);
- Em caso de reassentamento, elaboração do projecto de demolição de infra-estruturas e das unidades habitacionais a remover, e do projecto para novos locais de residência ou *in situ*.

No âmbito da disciplina de Acessibilidade e Mobilidade, as análises e propostas se desdobram em duas dimensões do sistema viário: (i) vias de suporte ao transporte colectivo e (ii) caminhos pedonais.

Os caminhos pedonais consistem, essencialmente, de vias dedicadas à mobilidade activa, em que ciclistas e peões devem ter prioridade de circulação sobre os modos de transporte motorizado – mesmo na área destinada ao tráfego de viaturas. Seu papel essencial é promover a integração entre áreas no interior dos bairros e entre áreas de bairros adjacentes, além de servirem como caminhos de acesso a vias de maior relevância funcional e a vias atendidas por serviços de transporte colectivo oficial – permitindo, assim, a integração do interior dos bairros com a rede de transporte público e com a cidade formal.

Entretanto, em observância à precariedade da rede viária no interior dos bairros objecto do estudo, junto aos assentamentos informais, um objectivo complementar estabelecido como directriz para as propostas desta dimensão que os caminhos pedonais sirvam como alternativa (contingencial, ao menos) para acesso de serviços públicos (e.g., bombeiros, ambulâncias, colecta de resíduos) a áreas sem conectividade com a rede viária de maior capacidade de tráfego. Viaturas com destino a vivendas e estabelecimentos locais também poderão circular, se a largura das vias assim permitir, em atenção a este mesmo aspecto – desde que respeitando a priorização ao transporte não-motorizado nestes locais.

Por esta razão, como destacado na descrição da hierarquia viária proposta, a largura mínima para estes caminhos foi estabelecida em 2,0 metros, de modo a viabilizar o trânsito de peões e ciclistas, mas também permitindo acomodar o tráfego de xopelas e veículos similares. À medida que a largura disponível permita, ou que se estabeleça hierarquia funcional superior a um dado eixo viário, será adoptada uma secção transversal mínima que estabeleça um leito carroçável dedicado a acomodar o tráfego de veículos motorizados, além de largura mínima dedicada ao tráfego de peões e ciclistas. Novamente, reitera-se que mais detalhes da classificação funcional proposta para os caminhos pedonais são apresentados em anexo, tendo a hierarquização sido proposta com o intuito de promover uma ordenação mínima ao uso do sistema viário enquanto viabilizando a plenitude das funções previstas inicialmente para os caminhos pedonais no presente contexto.

Em termos de integração entre as duas dimensões do sistema viário em análise, os caminhos pedonais abrangidos pela proposta de intervenção visam conectar o interior dos bairros com as vias de suporte ao transporte público propostas, tendo como objectivo último a redução dos tempos e distâncias de caminhada para acesso às paragens do sistema de transporte colectivo oficial.

Já em termos de integração com as demais disciplinas do Plano Integrado de Intervenção, estabeleceu-se como directriz inserir na secção transversal proposta os elementos das demais redes de infra-estrutura (em especial os elementos de drenagem e de iluminação pública), dando prioridade a eixos de



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

intervenção que coincidisse com as intervenções propostas no âmbito das demais disciplinas, quando possível. Adicionalmente, estabeleceu-se como prioridade da proposta de Acessibilidade e Mobilidade vias que promovessem a conectividade aos Espaços Comunitários Multifuncionais a serem requalificados e estabelecidos no interior dos bairros, no âmbito do Plano Integrado de Intervenção. Adicionalmente, buscou-se identificar caminhos que viabilizassem o acesso a equipamentos públicos e espaços de interesse público, como escolas, hospitais, praças e mercados.

Conforme o estabelecido com a equipa do PTUM/ CMM, as intervenções prioritárias propostas foram organizadas em duas fases, dependendo do seu impacto, e da sua exequibilidade e facilidade de implementação, de acordo com o seguinte:

- **Fase I** – constituída por infra-estruturas de impacto rápido e fácil execução, incluindo apenas as soluções que podem ser implementadas a curto prazo (sem a necessidade de remoção de habitações);
- **Fase II** – constituída pelas demais infra-estruturas prioritárias, a seleccionar numa dada área de intervenção (em definição de acordo com a estratégia de intervenção).

A **Fase I** caracteriza-se por integrar dois pacotes de intervenções, o Pacote 9A e o Pacote 9B, que se distinguem pelas suas áreas de abrangência, que se listam de seguida, e que se descrevem na figura seguinte:

- **Pacote 9A** - incide sobre três zonas de intervenção: Chamanculo A; Chamanculo B/D/Xipamanime e Malanga-Macro.
- **Pacote 9B** - integra duas zonas de intervenção: Chamanculo B e Malanga.

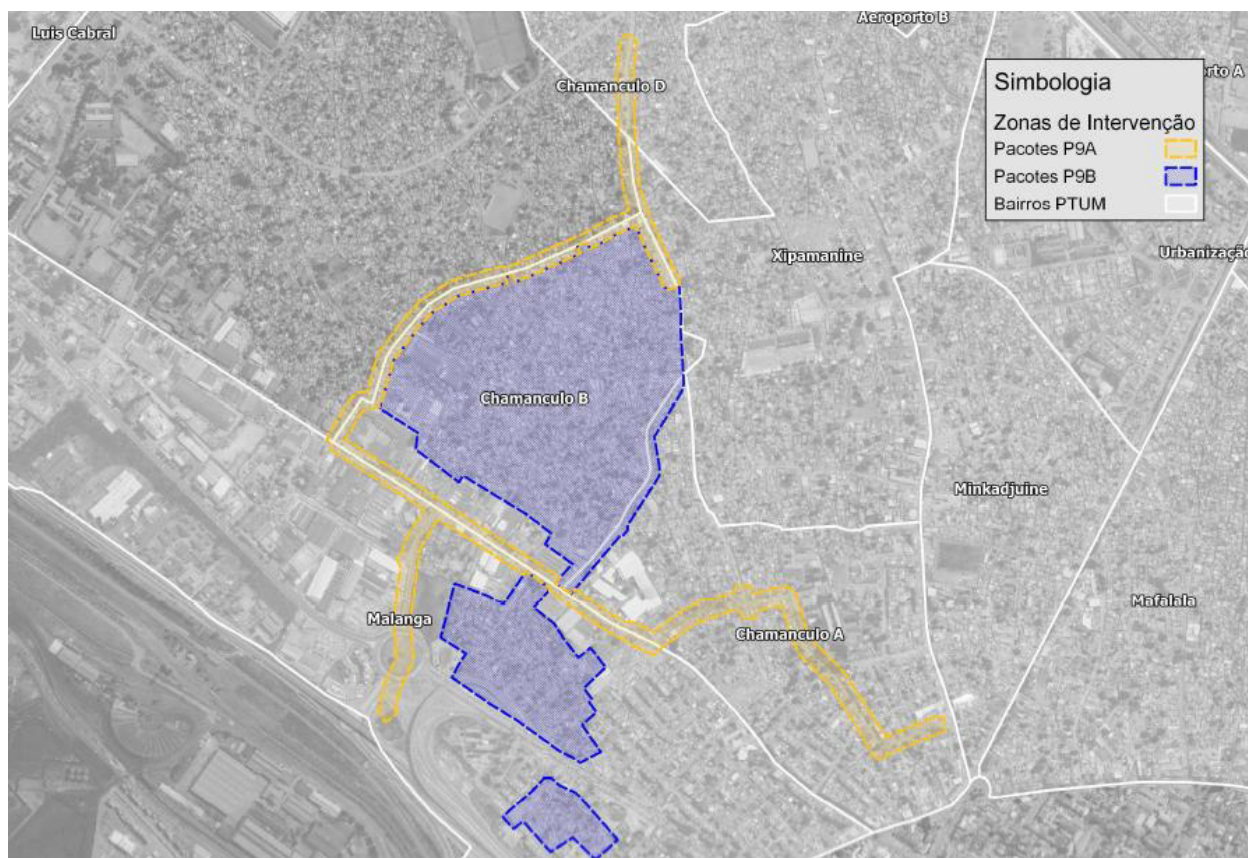


Figura 1-2: Zonas de intervenção incluídas nos Pacotes 9A da Fase I.

O presente documento, corresponde à Fase 8.2 de Reformulação do Projecto de Execução, do Sub-projecto de Drenagem e controlo da erosão, do Pacote 9A da Fase I.

1.2 OBJECTIVOS ESPECÍFICOS DO SUB-PROJECTO DE VIAS

Conforme indicado anteriormente, o presente relatório enquadra-se na Etapa IV - Projecto Executivo, e corresponde ao Projecto Executivo do Pacote 9A da Fase 1, no âmbito de sub-projecto de vias (acessibilidade e mobilidade), e inclui a definição das obras estabelecidas como prioritárias e de rápida implementação pelos serviços do CMM, designadamente:

- Bairro de Chamanculo B – Rua da UFA;
- Bairro de Chamanculo A – Rua 2253;

Nas figuras seguintes representa, a localização das áreas de intervenção pertencentes ao pacotes 9A, incluídas no presente Projecto de Executivo. Nestes bairros, nomeadamente nas ruas referidas acima, pretende-se realizar as actividades seguintes: melhoria no sistema de drenagem, abastecimento de água, saneamento do meio, espaços públicos multifuncionais e reabilitação de vias e iluminação pública. Para além das intervenções nas ruas referidas acima, ainda se prevê a ligação para abastecimento dos blocos sanitários e equipamentos públicos a instalar na área de intervenção.

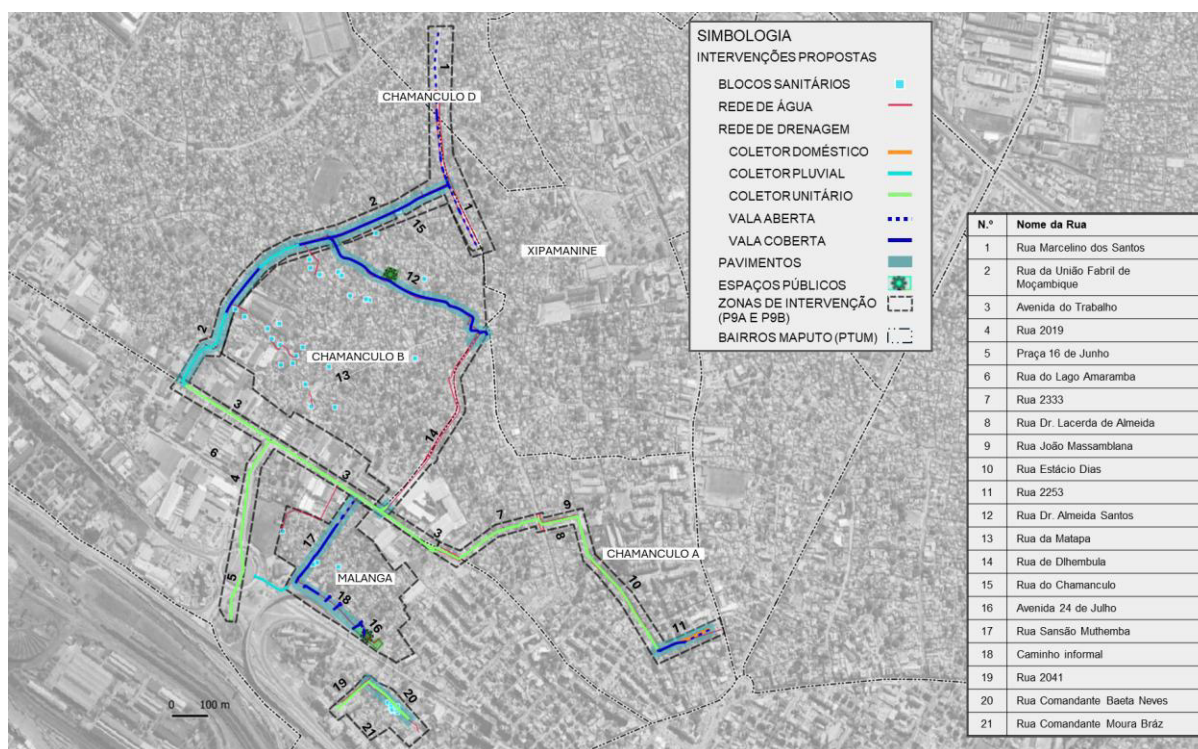


Figura 1-3: Zonas de intervenção incluídas na Fase I – Obras prioritárias P9A

As intervenções de acessibilidades e mobilidades preconizadas para os diferentes bairros tiveram como ponto de partida o diagnóstico da situação existente e tiveram em conta a compatibilização com as restantes intervenções da drenagem, abastecimento de água, espaços públicos e saneamento.

Ademais, o objectivo é apresentar os elementos necessários e suficientes à execução de trabalhos de obras mobilidade e acessibilidade urbana de vias seleccionadas, neste caso para o bairro de Chamanculo B temos a Rua da UFA e para o bairro da Chamanculo A temos a Rua 2253.

Os objectivos específicos do presente relatório são agrupados como segue:

- Fornecer projecto de engenharia incluindo documentos de concurso, nomeadamente:
 - Desenho geométrico;
 - Projecto de Intersecções e acessos;
 - Projecto de Terraplanagem;
 - Projecto de pavimentação;
 - Projecto de obras de arte especial;
 - Projecto de sinalização
 - Projecto de obras complementares.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este documento encontra-se organizado em 5 capítulos, sendo o primeiro constituído por esta introdução.

O Capítulo 2 corresponde a uma descrição geral dos pressupostos considerados na elaboração do projecto executivo

No Capítulo 3 é apresentada a elaboração do projecto geométrico.

O Capítulo 4 apresenta O dimensionamento do pavimento.

No Capítulo 5 apresenta-se as conclusões e recomendações para o traçado geométrico e estrutura de pavimento a ser considerada.

Complementa-se o presente relatório com um conjunto de anexos e desenhos, listados no Capítulo 6.

Apresenta-se a bibliografia, listando os vários documentos entretanto recolhidos, no Capítulo 7.



2. PRESSUPOSTOS DO PROJECTO

2.1 VIAS DE ACESSO PEDONAIS – BAIROS DA FASE 1

Na selecção dos traçados das vias pedonais a serem requalificadas foram considerados, por bairro, todos os caminhos naturais existentes, resultantes da ocupação irregular observada nos assentamentos informais.

O critério base para a selecção do traçado considera que o mesmo deve atender aos desejos de deslocamentos dos habitantes da área de intervenção com destinos aos principais equipamentos urbanos, incluindo escolas, hospitais, edificações comerciais, como mercados, ou de serviços, e aos espaços públicos definidos dentro do PTUM.

Ainda nesse sentido, a selecção buscou os caminhos naturais com maior capacidade de tráfego, ou seja, os tramos que apresentam maiores larguras.

O procedimento para elaboração do projecto executivo das vias pedonais, além da definição dos traçados vertical e horizontal, incluiu:

- (i) A determinação do alinhamento predial, caracterizado pela sequência, por sentido de tráfego, das linhas limítrofes frontais de cada lote ou da soleira de cada vivenda em ambos sentidos, para cada tramo da via pedonal projectada;
- (ii) A determinação da largura disponível por tramo;
- (iii) A identificação da hierarquia funcional da via;
- (iv) A determinação do alinhamento viário, segundo sua hierarquia, considerando a solução de drenagem definida por tramo; e
- (v) A integração da totalidade dos elementos de Infra-estruturas – drenagem, iluminação, sinalização – no espaço viário disponível.

Foram elaboradas seções-tipo integrando as classes de vias pedonais com soluções-tipo de drenagem. As seções-tipo adoptadas em cada projecto executivo são apresentadas para as vias do Bairro Chamanculo B nos desenhos D8.2B_SC_TS_CB_720 e para as vias do Bairro Chamanculo A nos desenhos D8.2B_SC_TS_CA_720. As classes, ou hierarquia funcional, das vias pedonais são as já descritas, ao passo que as soluções-tipo de drenagem junto às vias são listadas no que segue. (Para mais detalhes, deve-se recorrer à seção do texto que versa sobre os projectos executivos da referida componente).

- Caleira lateral;
- Vala lateral aberta – rectangular;



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

- Vala enterrada.

A extensão das vias pedonais tem como meta 20 km para toda a área de intervenção, e deve percorrer todos os bairros abrangidos pelo PTUM, de modo a integra-los entre si e à rede viária da cidade formal. A seguir são apresentadas as proposições de requalificação de caminhos para cada um dos bairros abrangidos pela Fase 1 da intervenção integrada.

2.1.1 BAIRRO CHAMANCULO A

A intervenção projectada para o Bairro Chamanculo A abrange a Rua 2253, que conecta importantes vias da cidade formal. Do lado oeste, liga-se à Rua Estácio Dias, e do lado leste, ao prolongamento da Rua dos Irmãos Roby.

No âmbito da intervenção integrada, a Rua 2253 será provida de pavimentação, além de receber sinalização viária vertical e horizontal, iluminação pública e drenagem. Sua função inicial é de via de acesso local (Nível V), podendo futuramente consolidar-se como uma via estruturante de bairro (Nível IV), com baixa capacidade de escoamento.

Do ponto de vista funcional, a Rua 2253 será caracterizada como via de mobilidade compartilhada, com variação na largura dos tramos:

Em alguns trechos: 2,90 m, com faixas para peões entre 0,60 m e 0,80 m (onde possível);

Em outros trechos: 4,4 m, com faixas para peões entre 0,60 m e 1,00 m em média.

Essas características visam garantir a segurança de peões e condutores, promovendo o uso compartilhado da via em um ambiente urbano mais acessível e seguro.

2.1.2 BAIRRO CHAMANCULO B

A intervenção projectada para a Rua da UFA, que se conectam a duas importantes vias da cidade formal (Nível II e III).

No âmbito da intervenção integrada, estas vias serão providas de pavimentação e, em conjunto com outras vias, de sinalização, iluminação e drenagem. A função dos caminhos qualificados se caracteriza, em um primeiro momento, como vias de acesso local (correspondente a Nível V), podendo ser elevada a função de via de Nível IV, como estruturante de bairro, porém com baixa capacidade de escoamento.

Sua hierarquia funcional é básica, como via pedonal, refere-se à de mobilidade compartilhada e acessibilidade, sendo que a Rua UFA apresenta largura reduzida (4.45 m, mais faixas para peões variando entre 0,60 e 0,80 m onde possível), sendo projectada sinalização viária vertical e horizontal adequada para cada tramo, no sentido de prover segurança aos peões e condutores em geral.

No âmbito do projecto viário para este bairro, buscando segurança e conforto aos usuários de mobilidade activa, mas também para aqueles de viaturas, foram propostos bolsões de ultrapassagem de veículos entremeando os tramos das vias de mobilidade compartilhada e acessibilidade (caracterizados pela largura de via trafegável igual a 2,5 m), para garantir a passagem simultânea de veículos em ambos os



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

sentidos. E em alguns casos sendo gerados refúgios para peões entre os dois sentidos de tráfego projectados.

Foram propostas intervenções, para acalmia de trânsito e consequente segurança dos peões, nas intersecções de vias pedonais com vias formais de Maputo de Nível II, nomeadamente na intersecção com a Av. do Trabalho.

Essas intervenções em engenharia de tráfego (sinalização viária horizontal e vertical) referem-se à instalação de ilha de refúgio e faixas de travessia destinadas aos peões, sobre a via de mais alta hierarquia, que se pretende atravessar, de modo a separar a passagem dos peões em duas etapas, permitindo-lhe a sua protecção enquanto sobre a ilha de refúgio projectada, Também com essa intervenção promover-se-á a redução da largura a ser atravessada pelos peões por sentido de tráfego, e em especial acarretará a diminuição da velocidade de circulação naquelas proximidades, através da redução da largura da faixa de tráfego por sentido, e da presença da sinalização viária como um todo.

2.2 HORIZONTE DO PROJECTO

O horizonte do projecto é de 10 anos.

2.3 CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO

As vias pedonais foram projectadas para permitir que sejam usadas por peões e veículos ligeiros de uso particular no geral.

2.4 CARACTERÍSTICAS DO REVESTIMENTO DA FAIXA DE RODAGEM E DRENAGEM

O revestimento da faixa de rodagem será em blocos modulares de betão (pavês), em toda a extensão das vias incluindo os passeios com largura variável de acordo com a disponibilidade de espaço e o tráfego expectável em cada via, incluindo o sistema de drenagem superficial, escoamento longitudinal de largura variável com valetas implantadas em apenas um dos lados, que serão conectadas a poços absorventes e colectores que vão receber as águas pluviais com dimensões indicadas no projecto de drenagem e nas peças desenhadas do projecto de mobilidade e acessibilidade.

As principais características desse tipo de pavimento são (i) superfície antiderrapante - o betão proporciona segurança aos pedestres, mesmo em condições de piso molhado; (ii) conforto térmico - a utilização de peças de concreto com pigmentação clara proporciona menor absorção de calor, melhorando o conforto térmico nas faixas exclusivas de peões; (iii) a liberação ao tráfego de imediato, após finalização do serviço de pavimentação; (iv) resistência e durabilidade elevada; (v) produto ecológico - produtos à base de cimento podem ser totalmente reciclados e reutilizados na produção de novos materiais.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

O pavimento inter-travado com peças de concreto apresenta grandes possibilidades de ordem estética, uma vez que as variações de forma e cor das peças assim o permitem. Constituído por formas rectangulares, apresenta facilidade de produção e colocação em obra, além de facilitar a construção de detalhes nos pavimentos. As suas dimensões são de 200 mm de comprimento por 100 mm de largura e as suas faces laterais são rectas.

2.5 ESPECIFICAÇÕES GERAIS E MANUAIS DE DIMENSIONAMENTO

- Manual das Normas de Execução de Estradas da Administração Nacional de Estradas, publicadas em Julho de 2014;
- SATCC Especificações Técnicas para Obras de Estradas e Pontes Setembro de 1998 (Reimpresso em Julho de 2001, Esboço de tradução de 2010)
- SATCC - Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas Rurais (Inter-urbanas), Setembro de 1998 (Reimpressão: Julho de 2001)
- *RedBook, Guidelines for Human Settlement Planning and Design* (Directrizes para planeamento e desenho dos assentamentos humanos).

2.6 FERRAMENTAS DE ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO

A ferramenta utilizada para o projecto geométrico foi o programa *AutoCAD CIVIL 3D*.

Para o projecto de pavimentos as ferramentas utilizadas foram Catálogos e LockPave.



3. PROJECTO DE GEOMETRIA

3.1 INTRODUÇÃO

O projecto geométrico é antecedido por uma revisão dos requisitos do traçado. Para o efeito, foram realizadas várias visitas de campo, complementadas por uma revisão das provisões e requisitos aplicáveis ao traçado geométrico, segurança rodoviária e requisitos ambientais. No geral, por se tratar de vias essencialmente pedonais, foram descorados alguns preceitos geométricos como é o caso de raios de curvas reduzidos a raios de viragem, pois a maioria das curvas horizontais traduzem-se em mudança de direcção. Relativamente ao traçado vertical observa-se que as vias obedecem aos requisitos tradicionalmente aceite havendo necessidade de proceder a alguma regularização do terreno e tapamento de buracos para posterior construção da estrutura de pavimento considerada.

3.2 NORMAS DE PROJECTO GEOMÉTRICO APLICADAS

Embora o projecto vise essencialmente a circulação de pedestres, o veículo de passageiro, com características apresentado na Tabela 3.2, foi usado como base para elaboração do traçado, portanto, as vias são consideradas como de baixo tráfego. Conforme expresso nas directrizes de projecto geométrico da Agência Nacional de Estradas da África do Sul, “*O projecto de uma estrada é do tipo de estrutura tridimensional que deve ser idealmente segura, eficiente, funcional e económica para as operações de tráfego, e que também deve ser esteticamente agradável em sua forma acabada*”. No entanto, para o projecto, não basta identificar os valores físicos de uma via, pois uma via é limitada por diversos factores como as características dos veículos, o desempenho do motorista, características ambientais, que devem ser consideradas para se alcançar um bom projecto de uma estrada.

Neste sentido, a concepção deste projecto procura satisfazer os seguintes critérios:

- As expectativas do condutor são reconhecidas, e situações de projecto ou operacionais inesperadas, incomuns ou inconsistentes são evitadas ou minimizadas;
- O comportamento previsível é encorajado através da familiaridade e do hábito;
- A consistência do design e do comportamento do motorista é mantida de elemento para elemento;
- As informações fornecidas devem diminuir a incerteza do motorista, não a aumentar;
- Linhas de visão claras e distâncias de visão adequadas são fornecidas para permitir tempo para a tomada de decisões e, sempre que possível, são permitidas margens para erros e recuperação.

As metodologias utilizadas no projecto de pavimentos, terraplenagem, drenagem e estruturas devem estar de acordo com as técnicas mais recentes garantindo o uso dos materiais de construção disponíveis. Em todos os momentos, um equilíbrio deve ser feito entre os custos de construção (investimento inicial) e de manutenção.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Para o efeito, foram considerados os regulamentos:

- Manual das Normas de Execução de Estradas da Administração Nacional de Estradas, publicadas em Julho de 2014;
- SATCC - Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas Rurais (Inter-urbanas), Setembro de 1998 (Reimpressão: Julho de 2001).

3.3 PARÂMETROS DO PROJECTO

De acordo com o Manual da ANE para Estradas de Baixo Volume, as vias pedonais dos Bairros Chamanculo A, Chamnculo B seriam classificadas como Estrada de baixo volume de tráfego -LVR 1. O Manual da ANE para estradas de Baixo Volume descreve os requisitos de projecto necessários para uma estrada de classe LVR 1. Esses requisitos de projecto geométricos foram complementados pelas especificações do SATCC: Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas.

A tabela apresentada de seguida resume os padrões de projecto que foram usados para o projecto geométrico da Estrada nos Bairros Chamanculo A, Chamnculo B, Malanga, Mavalane A e Xipamanine.

Tabela 3-1: Padrões de projecto geométrico para estradas revestidas

	Descrição	Referência	Código
1	Geral		
1.1	Classe da via	ANE	LVR 1 (<0.3M ESAs)
1.2	Velocidade do projecto	ANE	30 km/h (Flat)
2.	Secção Transversal Tipo		
2.1	Largura das vias de acessibilidade	N/A	3.1 m (Total)
	Largura das vias de mobilidade compartilhada	N/A	4.4m a 5.0 m (Total)
2.2	Largura das vias de mobilidade compartilhada e acessibilidade	N/A	2.5m a 3.6 m (Total)
3.	Traçado Horizontal		
3.1	Raio mínimo	ANE	110 m
3.2	Abaulamento	ANE	2% Vertical grade <0.5% 3% Vertical grade >=0.5%
3.3	Sobrelevação Máxima	ANE	6%
3.5	Cumprimento Mínimo da Curva	SATCC	300 m (Absoluto min 150 m)
3.6	Cumprimento Máximo da Curva	SATCC	1000 m
4.	Distância de Visibilidade		
4.1	Distância Mínima de Paragem em curva descendente	ANE	g=-3%: 90 m g=-4%: 92 m g=-5%: 94 m g=-6%: 95m g=-7%: 100 m g=-8%: 105 m



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

5.	Traçado Vertical		
5.1	Inclinação Máxima dos Traineis	ANE	6% Recomendado 8% Absoluto
5.2	Inclinação Mínima dos Traineis	ANE	0.5% 0.3% (Terrenos muito planos)
5.3	Mínimo valor K		
5.3.1	Curva Côncava	ANE	6
5.3.2	Curva Convexa	ANE	8
5.4	Cumprimento mínimo de Curva Vertical	SATCC	100 m

3.4 VEÍCULO DE PROJECTO

Nos regulamentos da SATCC, os veículos são classificados em três categorias: carros de passageiros, caminhões e autocarros. A classe de automóveis de passageiros inclui compactos e sub-compactos, veículos recreativos e todos os veículos ligeiros e camiões de entrega. A classe de caminhões inclui camiões de um eixo, combinações de caminhões de um eixo + reboque (SU+T) e camiões de dois eixos com reboque (WB-15).

Os veículos definidos na Lei de Trânsito Rodoviário incluem:

- Automóveis de passageiros e *minibuses*
- Autocarros monobloco;
- Autocarros articulados;
- Camiões de dois eixos, com e sem reboque;
- Veículos de três e quatro eixos;
- Camiões articulados de três, quatro e cinco eixos
- Camiões articulados de cinco e seis eixos, e
- Combinações de vários veículos.

De acordo com as inspeções de campo realizadas, foi determinado que o veículo de projecto será veículo de passageiros (P), conforme apresentado na tabela abaixo.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Tabela 3-2: Veículo crítico de projecto

Veículos	Distância entre eixos	Consola Dianteira	Consola Traseira	Largura
Veículo de Passageiros (P)	3.1	0.7	1.0	1.8
Veículo pesado com um eixo (SU)	6.1	1.2	1.8	2.5
Veículo pesado de um eixo + reboque (SU+T)	6.7+3.4*+6.1	1.2	1.8	2.5
Autocarro monobloco (BUS)	7.6	2.1	2.6	2.6
Veículo pesado de dois eixos com reboque (WB-15)	6.1+9.4	0.9	0.6	2.5

* Distância entre as rodas traseiras do SU e as rodas frontais do trailer

Fonte: SATCC - Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas Rurais (Inter-urbanas)

3.5 RAIOS DE VIRAGEM

Em situações restritas, onde os modelos não são apropriados, as capacidades do veículo de projecto tornam-se críticas. Os raios de viragem mínimos para o lado externo do veículo são fornecidos na tabela seguinte. As directrizes de projecto indicam que todos os veículos devem ser capazes de descrever um raio de viragem mínimo não superior a 6,8m.

Para o veículo do projecto corrente temos um raio mínimo de viragem de 6.8 m, a tabela abaixo apresenta os raios mínimos de viragem para os variados tipos de veículos.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Tabela 3-3: Raio Mínimo de Viragem

Veículo	Raio (m)
Veículo de Passageiro (P)	6.8
Camião monobloco (SU)	10.0
Autocarro (BUS)	11.5
Veículo Articulado (ARCTIC)	11.0

Fonte: SATCC - Código de Boas Práticas Para o Projecto Geométrico de Estradas Rurais (Inter-urbanas)

3.6 VELOCIDADE DO PROJECTO

O factor mais importante no projecto geométrico é a velocidade do projecto. Esta pode ser definida como a velocidade contínua mais alta na qual os veículos podem circular em segurança na estrada quando as condições climáticas são favoráveis, os volumes de tráfego são baixos e as características do projecto da estrada são a condição governante para a segurança. A definição simplesmente afirma que a velocidade de projecto é a velocidade seleccionada como base para o estabelecimento de elementos geométricos apropriados para um trecho de estrada. Esses elementos incluem alinhamento horizontal e vertical, superelevação e distância de visibilidade. Outros elementos, como largura da faixa de rodagem, largura das bermas e distância de obstáculos, estão indirectamente relacionados à velocidade do projecto.

Nos TdR não é indicado que a velocidade de projecto, no entanto, de acordo com o código de estradas e as normas da ANE para estradas revestidas a velocidade de projecto é de 60Km/h, no entanto, este parâmetro foi reduzido a 30km devido a existência de aglomerado de residência e ao facto de estarmos perante vias com curvas sucessivas, este parâmetro será utilizado para calcular os elementos do projecto, como superelevação, raio de curvatura, etc.

3.7 TRAÇADO HORIZONTAL PROPOSTO

Para efeito de execução do traçado horizontal, foram carregados dados e modelo digital do terreno na ferramenta de dimensionamento (*AutoCAD Civil 3D*), e procedeu-se a execução do alinhamento horizontal de acordo com as normas acima mencionadas.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

3.7.1 Traçado horizontal CHAMANCULO-B

A Tabela 3-4 apresenta detalhes do traçado horizontal da via a ser intervencionada no bairro Chamanculo B.

- Estrada CHMB-WE que contempla a Rua da UFA com extensão total de 950.867 m.

Tabela 3-4: Detalhes do Traçado Horizontal Rua da UFA

No.	Tipo	Cumprimento	Raio	Direcção	Estação Inicial	Estação Final
1	Line	58.861m		65° 38' 00"	0.000m	58.861m
2	Curve	20.262m	1777.731m		58.861m	79.123m
3	Line	15.777m		64° 58' 50"	79.123m	94.900m
4	Curve	2.837m	18.583m		94.900m	97.737m
5	Line	10.918m		56° 13' 50"	97.737m	108.655m
6	Curve	18.801m	158.419m		108.655m	127.457m
7	Line	0.172m		63° 01' 50"	127.457m	127.628m
8	Curve	106.331m	1510.329m		127.628m	233.960m
9	Line	79.751m		67° 04' 00"	233.960m	313.711m
10	Curve	22.231m	124.350m		313.711m	335.942m
11	Line	37.461m		77° 18' 30"	335.942m	373.403m
12	Curve	11.360m	623.813m		373.403m	384.762m
13	Line	52.876m		76° 16' 00"	384.762m	437.638m
14	Curve	65.388m	218.639m		437.638m	503.027m
15	Line	7.087m		59° 07' 50"	503.027m	510.113m
16	Curve	56.170m	175.117m		510.113m	566.283m
17	Line	30.473m		40° 45' 10"	566.283m	596.756m
18	Curve	17.187m	421.883m		596.756m	613.943m
19	Line	56.373m		38° 25' 00"	613.943m	670.316m
20	Curve	60.243m	160.366m		670.316m	730.558m
21	Line	74.258m		16° 53' 40"	730.558m	804.816m
22	Curve	23.951m	13.362m		804.816m	828.767m
23	Line	1.776m		119° 35' 40"	828.767m	830.543m
24	Curve	13.088m	9.454m		830.543m	843.631m
25	Line	15.534m		40° 16' 40"	843.631m	859.165m
26	Curve	32.996m	193.937m		859.165m	892.161m
27	Line	58.706m		30° 31' 40"	892.161m	950.867m

3.7.2 Traçado horizontal CHAMANCULO-A

As tabelas 3-10, apresenta detalhes do traçado horizontal da via a ser intervencionada no bairro Chamanculo A.

- Estrada CHMA-WE que contempla a Rua 2253 com extensão total de 180.049 m.

Tabela 3-4: Detalhes do Traçado Horizontal prolongamento da Rua 2253

No.	Tipo	Cumprimento	Raio	Direcção	Estação Inicial	Estação Final
1	Line	102.039m		63° 27' 50"	0.000m	102.039m
2	Curve	6.534m	20.918m		102.039m	108.572m



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

No.	Tipo	Cumprimento	Raio	Direção	Estação Inicial	Estação Final
3	Line	6.984m		81° 21' 40"	108.572m	115.556m
4	Curve	18.235m	67.995m		115.556m	133.791m
5	Line	46.257m		65° 59' 40"	133.791m	180.049m

3.8 TRAÇADO VERTICAL PROPOSTO

3.8.1 Traçado Vertical Chamanculo B

O alinhamento vertical para a Rua da UFA é detalhado na tabela abaixo apresentadas.

Os requisitos de traçado vertical que foram alcançados para este alinhamento são os seguintes:

Tabela 3-5: Detalhes do Traçado Vertical da Rua da UFA

No.	PK do PVI	Cota do PVI	Incl. a Entrada	Incl. a saída	Mudanças de inclín	Tipo de curvas	Comp. da curva	Valor K	Raio da curva
1	0.003m	48.393m		0.22%					
2	89.338m	48.589m	0.22%	-0.97%	1.19%	Crest	9.502m	8	800.000m
3	208.310m	47.437m	-0.97%	-1.15%	0.18%	Crest	24.111m	133.26	13326.032m
4	360.284m	45.690m	-1.15%	0.15%	1.30%	Sag	10.390m	8	800.000m
5	551.323m	45.975m	0.15%	-1.00%	1.15%	Crest	155.312m	135.557	13555.674m
6	697.179m	44.522m	-1.00%	0.37%	1.37%	Sag	10.948m	8	800.000m
7	917.173m	45.340m	0.37%	-3.57%	3.94%	Crest	31.552m	7.999	799.942m
8	950.843m	44.138m	-3.57%						

As tabelas dos resultados dos cálculos analíticos do traçado geral são apresentadas, bem com as peças desenhadas.

Tabela 3-6: Detalhes do Traçado Vertical da Rua 2253

No.	PK do PVI	cota do PVI	Incl. a Entrada	Incl. a saída	Mudanças de inclín	Tipo de curvas	Comp. da curva	Valor K	Raio da curva
1	0.071	60.685		-3.57%					
2	98.060	57.184	-3.57%	0.20%	3.78%	Sag	100.000	26.472	2647.154
3	175.987	57.343	0.20%	-0.92%	1.12%				
4	179.980	57.306	-0.92%						

3.9 INTERSECÇÕES

As intersecções foram elaboradas por forma a manter uma boa visibilidade na entrada das vias de acesso interligadas pela rua 2253. Portanto, a via contempla entroncamentos ordinários com um raio de curvatura de 6.8 m, tanto à entrada, como à saída; e ângulos próximos de 90° que permitem a manobra confortável de diversos tipos de veículos de passageiros e que a visibilidade da estrada principal seja adequada aos regulamentos vigentes.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

3.10 BERMAS MEDIANAS E PASSEIOS

Bermas são as áreas utilizáveis imediatamente adjacentes à via de circulação e são um elemento crítico da seção transversal da via. Elas providenciam sobre tudo espaço para paragem de emergência sendo que sua largura não pode ser utilizada para providenciar a montagem de vigas metálicas flexíveis para protecção de guardas de segurança, drenos nas bordas entre outras,

Tratando de vias pedonais, a área de circulação de viaturas é confinada na zona central, sendo que esta não é provida de bermas. Os outros modos de transporte, por exemplo, ciclistas e pedestres usam a mesma via sendo que sempre que necessário recorrem aos passeios para cedência de passagem.

3.11 TRABALHOS SUPLEMENTARES DA ESTRADA

A provisão de elementos de segurança consiste em provisão de elementos de segurança, sinalização vertical, marcação da estrada, arranjos paisagísticos e colocação de plantas, acabamentos da estrada, pinturas, etc.

A utilização da sinalização e marcação rodoviária está bem definida nos manuais e legislação de trânsito. A sinalização típica para o projecto identificará intersecções, limites de velocidade, declives íngremes e outros perigos dentro do meio urbano em que o projecto está localizado ao longo do alinhamento.

3.11.1 Sinal rodoviário

O tipo, tamanho e localização dos sinais de trânsito e marcações para a estrada reabilitada são baseados nas disposições do Manual de Sinais de Trânsito Rodoviário da SADC (SADCRTSM). O tamanho dos sinais de trânsito é de 600 mm e tem em conta a velocidade de projecto e do grau de risco potencial.

Os sinais de trânsito e a marcação de linha serão fornecidos de acordo com o Manual de Sinais de Trânsito e Estrada da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADCRTSM).

Todos os sinais terão bordas e fundos reflexivos da classe I-retrô, enquanto os símbolos serão pretos semi-foscos.

A sinalização desempenha papéis cruciais na garantia da segurança nas estradas. A segurança rodoviária refere-se a um conjunto de medidas e práticas destinadas a proteger os usuários das vias, incluindo motoristas, passageiros, ciclistas e pedestres.

a) SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização horizontal nas estradas consiste nas marcações e pinturas feitas directamente no pavimento das vias, e desempenha um papel fundamental na orientação e segurança do tráfego. Os principais tipos de sinalização horizontal utilizados nas estradas em causa são:

- Linhas centrais

A linha central é uma faixa pintada no centro da pista para separar o fluxo de tráfego que se desloca em direcções opostas. É uma branca contínua, indicando que não é permitido ultrapassar em locais onde a visibilidade é restrita.



Figura 3-1: Linha Contínua

- Marcações de ultrapassagem

Essas marcações são usadas para indicar áreas onde é permitido ou proibido ultrapassar outros veículos. Em algumas rodovias, podem ser encontradas linhas brancas tracejadas, permitindo que os motoristas ultrapassem com segurança quando as condições permitirem.



Figura 3-2. Linha descontinua

- Setas direccionais

Setas pintadas no pavimento indicam a direcção que os motoristas devem seguir em determinados cruzamentos, rotatórias ou rampas de saída.

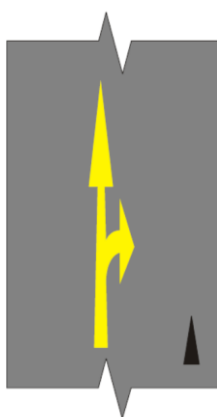


Figura 3-3. Setas direccionais

- Faixas de pedestres

Nas proximidades de áreas urbanas, são comuns as faixas de pedestres pintadas no pavimento. Elas ajudam a indicar os locais seguros para a travessia de pedestres e alertam os motoristas para a presença de pessoas a pé.



Figura 3-4. Faixa pedestre

- Símbolos e pictogramas

Além das linhas e setas, existem vários símbolos e pictogramas pintados no pavimento para fornecer informações adicionais aos motoristas. Por exemplo, símbolos de bicicleta indicam a presença de vias compartilhadas com ciclistas, enquanto pictogramas de animais alertam para áreas onde há risco de animais na pista.



Figura 3-5. Símbolos de cadeirantes

É importante ressaltar que a sinalização horizontal deve ser mantida em boas condições para ser eficaz. O desgaste natural, o acúmulo de sujeira ou a falta de manutenção podem prejudicar a visibilidade e a clareza das marcações, comprometendo a segurança rodoviária. Portanto, é responsabilidade dos órgãos de trânsito realizar inspeções regulares e realizar a manutenção adequada da sinalização horizontal nas rodovias.

b) SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical nas estradas consiste nas placas e sinais colocados ao longo das vias, geralmente instalados em postes, suportes ou estruturas verticais. Essa forma de sinalização desempenha um papel fundamental na orientação, informação e advertência aos motoristas. Aqui estão alguns dos principais tipos de sinalização vertical utilizados nas rodovias:

- Placas de regulamentação

Essas placas têm a função de transmitir regras e regulamentos de trânsito aos motoristas. Elas incluem sinais de limite de velocidade, placas de parada obrigatória, placas de sentido proibido, placas de sentido

único, entre outras. Essas placas fornecem informações claras sobre as restrições e obrigações de tráfego em determinadas áreas.



Figura 3-6. Paragem obrigatória



Figura 3-7. Proibição de voltar



Figura 3-8. Sentido Proibido

- Placas de perigos

Essas placas são usadas para alertar os motoristas sobre condições perigosas ou situações especiais na estrada. Elas podem indicar curvas perigosas, aclives ou declives acentuados, cruzamentos, áreas de animais silvestres, áreas de neblina, entre outros. As placas de advertência ajudam os motoristas a se prepararem antecipadamente para possíveis perigos à frente.



Figura 3-9. Ciclistas



Figura 3-10. Lombas

É importante que a sinalização vertical esteja bem visível, clara e adequadamente posicionada para garantir que os motoristas recebam as informações de forma eficiente. Além disso, a manutenção regular das placas é essencial para garantir que elas permaneçam legíveis e em boas condições.

3.11.2 Marcas Rodoviárias

As marcações rodoviárias promovem uma utilização óptima e correcta de toda a largura da via. Para a melhoria da estrada, uma linha branca contínua, com 100 mm de largura, deve ser colocada ao longo de todo o comprimento da estrada. Esta deve ser uma linha contínua (sólida) onde a ultrapassagem não é permitida em uma ou ambas as direcções de tráfego.



4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

4.1 INTRODUÇÃO

Efectuaram-se várias visitas ao local previsto para construção da estrada de acesso, tendo-se feito uma avaliação visual das condições existentes, bem como a observação do comportamento do tráfego.

4.2 ESTUDO E ANÁLISE DO TRÁFEGO

As estradas em análise, encontram-se em zona habitacionais, com densidade ocupacional alta, havendo escolas e outras infra-estruturas de interesse públicos que certamente irão gerar considerável tráfego. Importa referir que as secções das vias têm o potencial de servir como via alternativa para ligar a estrada principais.

O tráfego observado durante o estudo compõe-se maioritariamente de veículos ligeiros de passageiros.

Pode-se concluir que o tráfego principal é o doméstico. Não excluindo o potencial de atracção para ligação entre as ruas Irmãos Robby e Rua Estácio Dias.

Pode-se notar que a classe de tráfego predominante é a T1 para o horizonte de projecto de 10 anos. Para referência, veja-se o especificado na tabela 2.5 do manual SATCC.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Tabela 4-1: Análise do tráfego usando valores de carga equivalente por eixo em ESA's conforme o manual SATCC (tabela 2.3) e TRH4 (tabela 5 e 6)

CENARIO	Tipo de Veículo	ADTT 2020	ESAs/Veículo Pesado	ESAs/Dia/Faixa	Taxa de Crescimento %	Acumulado ESAs/ Horizonte de Projecto			Classe de Pavimento SATCC (@10 anos)
						5	10	15	
Trafego Baixo Estimado	Classe A&B - Veículos ligeiros simples e pickups	75	0.3	20	2	42,939.6	81,831.4	129,240.2	T1
	Classe C - Veículos ligeiros de passageiros com capacidade inferior a 20 passageiros	30	0.45		4	49,247.9	89,726.1	149,643.8	T1
	Classe E - Veículo pesado de mercadoria com 2 eixos e rodado duplo no eixo traseiro	5	0.99		6	56,376.9	98,505.0	173,950.1	T1
Trafego Medio Estimado	Classe A&B - Veículos ligeiros simples e pickups	150	0.3	47	2	98,147.7	187,043.1	295,406.1	T1
	Classe C - Veículos ligeiros de passageiros com capacidade inferior a 20 passageiros	75	0.45		4	112,566.7	205,088.3	342,042.9	T1
	Classe E - Veículo pesado de mercadoria com 2 eixos e rodado duplo no eixo traseiro	15	0.99		6	56,376.9	225,154.3	397,600.1	T1
Trafego Alto Estimado	Classe A&B - Veículos ligeiros simples e pickups	200	0.3	62	2	130,863.6	249,390.8	393,874.9	T1
	Classe C - Veículos ligeiros de passageiros com capacidade inferior a 20 passageiros	100	0.45		4	150,088.9	273,451.1	456,057.2	T1
	Classe E - Veículo pesado de mercadoria com 2 eixos e rodado duplo no eixo traseiro	20	0.99		6	171,815.4	300,205.8	530,133.5	T2



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

4.3 RESISTÊNCIA DO SUBSOLO

4.3.1 Caracterização dos solos existentes

Foram efectuados cinco (5) Poços de ensaios para efeitos de caracterização dos solos existentes no Bairro. Da boca do furo até a profundidade de 0,25 a 0.4 metros, verifica-se a presença de solos constituídos por solos misturados com material orgânico castanho escuro (*topsoil*). Dos 0,25 metros até à profundidade de 5 a 7 metros, profundidade onde termina a segunda camada, verifica-se a presença de solos constituídos por areias médias a finas, mal graduadas siltosas, de cor castanha avermelhada.

Durante a abertura dos poços, foi detectada a presença de humidade até à profundidade de 2.65 com nível freático variando de 2.65m a 5m.

Os perfis (log) das formações atravessadas pelos poços realizados, são apresentados no relatório do estudo geotécnico.

Os resultados dos ensaios laboratoriais das amostras representativas colhidas (limites de Atterberg, granulometria, CBR e MDD para caracterização dos solos), indicam a presença de material não plástico, com média capacidade de carga (CBR's abaixo de 20%), sendo material siltoso de baixa granulometria passando a 100% no peneiro de 2.00mm. Abaixo, apresenta-se a tabela resumo dos resultados obtidos.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

Tabela 4-2: Resumo e análise dos resultados dos ensaios laboratoriais

Geocontrolo Genética e Estudos de Fundação Lda Moçambique		NIPPON KOEI MOZAMBIQUE		SUMMARY TABLE (Laboratory Test Results)										Job / Project : TRANSFORMAÇÃO URBANA DE MAPUTO																
														Job N. : 31022 - lot 2																
Sample information				Identification tests						Compaction tests					Mechanical tests					Chemical tests										
Sample Nº	Trial Pit / Borehole Nº	Depth (m)	Sample description following ASTM D2487	Classif.		Moist. Cont. (%)	Atterberg Limits		Sieve Analysis			Sand Equiv. SE	Specific Gravity (g/cm ³)	Compaction		CBR			Direct Shear		Triaxial Compression Test			Permeabil. Ry K m.s ⁻¹	pH	Soluble Salts EC mmol cm ⁻¹	Sulphate Content as SO ₃ (%)	Chloride Content (%)		
				ASTM D1487 - Unified	RSA COLTID		LL (%)	LS (%)	<4.75 mm (%)	<0.425 mm (%)	<0.075 mm (%)			<0.004 mm (%)	γ _{max} (kg/m ³)	Wopt (%)	Relative Compac. (%)	Penetration 2.54 mm / 5.08 mm	Swell (%)	C (Kpa) (°)	C' (Kpa) (°)	QU (Kpa)	σ ₃ (Kpa)						σ ₁ (Kpa)	C (Kpa) (°)
17766	P-03	0.30-1.00	Poorly graded SAND with silt	SP-SM	G6	4,7	N/P	-	100,0	93,3	-	-	1809	10,0	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				A-3 (0)	N/P	-	99,9	6,5	-	-	-	-	93	17	16	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17767	P-06	0.70-1.00	Silty SAND	SM	G7	6,7	N/P	-	100,0	93,8	-	44	1928	9,5	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				A-2-4 (0)	N/P	-	100,0	14,3	-	-	-	93	17	19	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17768	P-08	1.20-3.00	Poorly graded SAND with silt	SP-SM	-	4,6	N/P	-	100,0	95,8	-	-	1827	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				A-3 (0)	N/P	-	100,0	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17769	P-17	0.20-3.00	Poorly graded SAND with silt	SP-SM	-	11,7	N/P	-	99,4	85,3	-	-	1870	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				A-2-4 (0)	N/P	-	98,7	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17770	P-20	0.20-3.00	Poorly graded SAND with silt	SP-SM	G7	23,8	N/P	-	97,3	83,1	-	-	1775	30,7	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				A-3 (0)	N/P	-	95,4	6,3	-	-	-	-	-	-	-	93	22	20	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verified by :				Date : 20/10/2022				Remarks :																						



Os baixos resultados de CBR obtidos dos ensaios DPL, são confirmados com o tipo de solos identificado nos Poços de ensaios, sendo que nos primeiros 250mm verifica-se a presença de solos constituídos por areias siltosas de cor castanha avermelhada escura com material orgânico (*topsoil*), e a restante profundidade até os 1000mm composto por areia média a fina mal graduada siltosa, de cor castanha avermelhada.

4.4 ESTRUTURA DE PAVIMENTO

Conforme os resultados da análise de tráfego, avaliação visual, ensaios de DPL e a qualidade prevista do subleito (*subgrade*), sobre a qual a estrada será construída, pode-se antecipar uma estrutura de pavimento que inclua camadas de base/sub-base e camadas seleccionadas, capazes de absorver e distribuir de forma eficiente as cargas transmitidas na superfície. Veja-se abaixo os pressupostos de dimensionamento da estrutura de pavimento:

Tabela 4-3: Pressupostos de dimensionamento

Tráfego:	T1 (<0.3milhões de ESAs) - SATCC Tabela 2.5
Clima:	Wet
Categoria da Estrada	UB (UTG2 Figura 2)
Classe do Subleito:	S4 (8-14% CBR) - SATCC Tabela 3.1
Horizonte do Projecto:	10 anos

As seguintes opções para a estrutura de pavimento são apresentadas:

- **OPÇÃO 1** - Com base nos catálogos do manual de dimensionamento "UTG2", pode-se recomendar a estrutura de pavimento indicado na Tabela abaixo:

Tabela 4-4: Dimensionamento conforme "UTG2"

Revestimento	80 mm, Blocos modulares de betão (pavê)
	20 mm, Almofada de areia
Base/Subbase	150 mm Sub-base material importado compactado G5, com CBR > 45% @ 95% Mod. AASHTO OU



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

	150 mm Sub-base em material estabilizado com cimento C4, com UCS: 0.75-1.5 MPa @ 100% Mod. AASHTO
Camada de aterro, onde necessário	Aterro compactado, com CBR mínimo de 15% @ 93% Mod. AASHTO, compactado em camadas de 150mm de espessura
Camada selecionada	150 mm Sub-base material importado compactado G7, com CBR mínimo de 15% @ 93% Mod. AASHTO
Leito	Regularização do subleito (remoção de vegetação e material orgânico, regularização e recompactação)

- **OPÇÃO 2** – Usando métodos de dimensionamento mecânicos (tendo os elementos acima mencionados como dados de entrada), confirma-se o pavimento proposto pelo catálogo, apresentando resultados mais conservadores o que permite melhor durabilidade da infra-estrutura.

Tabela 4-5: Dimensionamento conforme análise de métodos mecânicos (Design Pavé)

Pavement layers	Espessura (mm)	Material modulus (MPa)	Material Poisson ratio
Revestimento	80	3200	0.30
Almofada de areia	20	200	0.35
Base	195	350	0.35
Leito	--	80	0.40

O material da base com o módulo de 350 MPa equivale ao material G4, que possui CBR de 80% mínimo. Estes resultados são conservadores, procurando cobrir o pior cenário, que é substancialmente afectado pela qualidade do leito existente. Detalhes da análise encontram-se anexo a este relatório.

4.5 RECOMENDAÇÕES PARA A ESTRUTURA DO PAVIMENTO

Após análise dos resultados obtidos nos diferentes métodos de dimensionamento, recomenda-se a adopção da opção abaixo (veja-se tabela 4.8 e figura 3.1), que permite introduzir uma camada que vai melhorar/substituir as condições do fraco subleito existente.

Esta opção também adopta uma camada de base/sub-base em material estabilizado, visto a quase inexistência de material granular na região do projecto.

Por fim, a espessura a adoptar para os blocos modulares (Pavê) é de 80mm o que permite maior durabilidade em termos de capacidade de carga e de resistência ao desgaste.

Os blocos modulares "pavês" deverão ser de alta qualidade, testados em laboratório certificado, com adequada resistência a ao esforço de compressão e ao deslizamento.

As camadas de aterro seleccionadas deverão ser com material importado de qualidade acima do existente no subleito.

Tabela 4-6: Estrutura de Pavimento Recomendada

Revestimento	80 mm, Blocos modulares de betão (pavê)
	20 mm, Almofada de areia
Base/Subbase	150 mm Sub-base em material estabilizado com cimento C4, com UCS: 0.75-1.5 MPa @ 100% Mod. AASHTO
Camada de aterro, onde necessário	Aterro compactado, com CBR mínimo de 15% @ 93% Mod. AASHTO, compactado em camadas de 150mm de espessura
Camada seleccionada	150 mm Camada Seleccionada em material importado compactado G7, com CBR mínimo de 15% @ 93% Mod. AASHTO
Leito	Regularização do subleito (remoção de vegetação e material orgânico, regularização e recompactação)

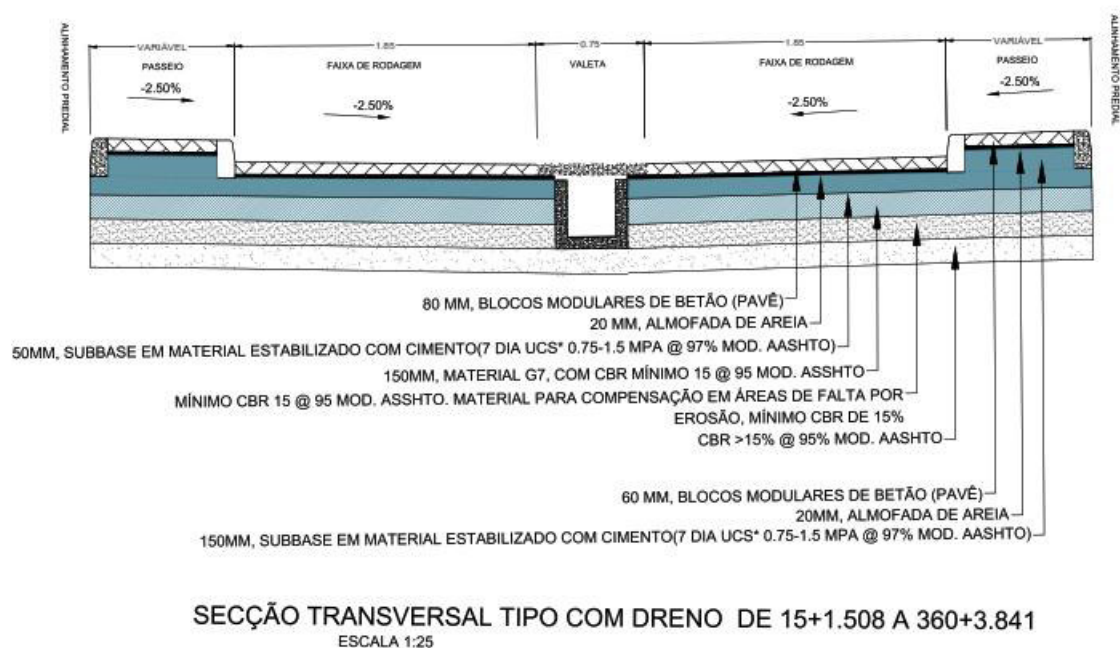


Figura 4-1 Secção da estrutura de pavimento recomendada (Vala Central Enterrada)

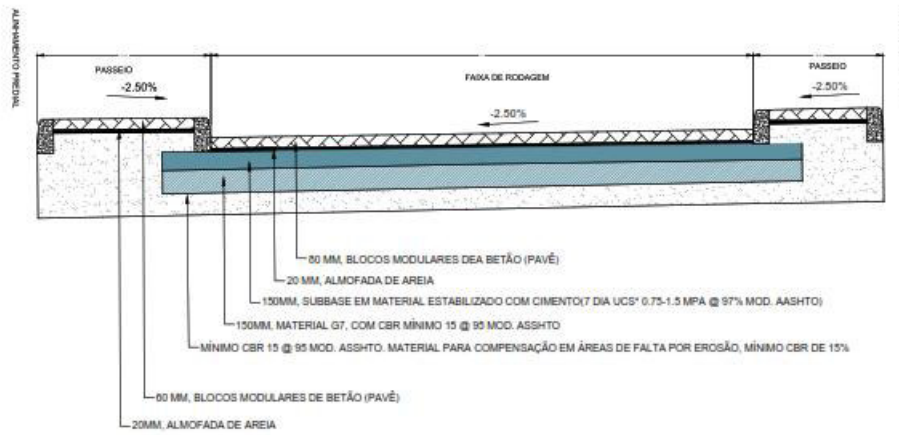


Figura 4-2 Secção da estrutura de pavimento recomendada (Colectores/Sumidouros)

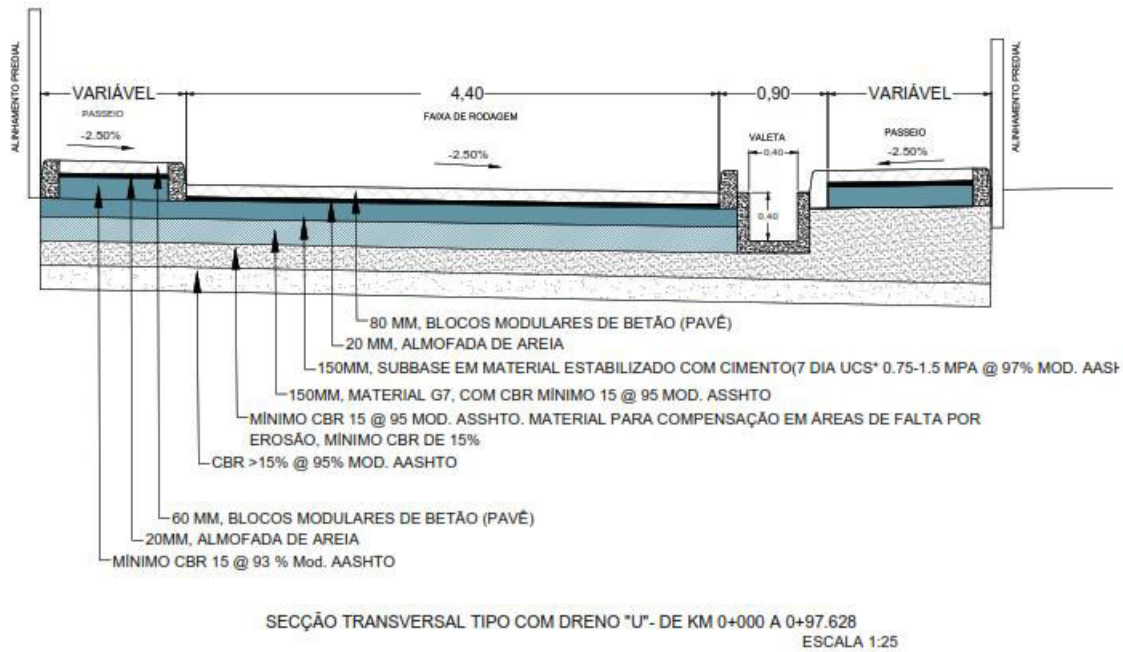


Figura 4-3 Secção da estrutura de pavimento recomendada (Vala Lateral Rectangular)



5. CONCLUSÃO

Com a informação estudada e apresentada neste relatório, conclui-se o seguinte:

- a) O caminho actual permite uma velocidade média superior à velocidade de 85% assumida como projecto, possibilitando melhorar a geometria da estrada com relativamente poucas alterações.
- b) O traçado em perfil é materializado com recurso a aterro, devolvendo a via à sua cota original, perdida com o tempo em resultado da erosão que foi ocorrendo com o tempo.
- c) Foi projectado um entroncamento e várias entradas a ruas adjacentes e propriedades privadas
- d) De acordo com a Análise de Tráfego, o veículo mais utilizado é o tipo p, portanto foi utilizado para o cálculo dos parâmetros da seção transversal.
- e) A largura da via foi analisada, tanto por questões sociais quanto ambientais, podendo haver trechos com diferentes configurações de largura e inclusão de passeios incluindo diferentes tipologias de drenagem longitudinal.



CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO

6. BIBLIOGRAFIA

- CMM (2014). Projecto Executivo Para Pavimentação Da Av. Amaral Matos e reconstrução da vala de drenagem no bairro Chamanculo C. Projecto "Apoio À Requalificação Do Bairro Chamanculo C". Conselho Municipal de Maputo (CMM) - UGP/DMI-DE. Maputo. CMM (2021a). Projecto de Transformação Urbana de Maputo - PTUM - Componente 1: Infra-estrutura Integrada dos Assentamentos Informais – Diagnóstico Integrado (incluindo Anexos – Mapas Diagnóstico e Fichas Técnicas dos Espaços Públicos), Conselho Municipal de Maputo (CMM).
- CMM (2021b). Projecto de Transformação Urbana de Maputo - PTUM - Componente 2: Revitalização do Centro da Cidade de Maputo– Diagnóstico Integrado, Conselho Municipal de Maputo (CMM).
- Magaia, N.I. (s/data). Avaliação das Emissões dos Transportes Rodoviários na Cidade de Maputo. Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane
- TÉCNICA (2020). Serviços de consultoria para a elaboração do projecto de engenharia e fiscalização da construção das ruas de Camões e Heróis de Angola – Fase 1: Projecto de Execução – Relatório do Projecto de Engenharia Draft, Maio 2020.
- World Bank – IDA (2020). Maputo Urban Transformation Project – PTUM – The World Bank – International Development Association.
- World Bank – IEG (2020). PROMAPUTO, Maputo Municipal Development Program (MMDP I and II).