



MUNICÍPIO DA CIDADE DE XAI-XAI CONSELHO MUNICIPAL

CONTRATAÇÃO DE EMPREITADA PARA A CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS NO MUNICÍPIO DE XAI-XAI

Empreitada Para a Construção de:

Lot 1: Construção de 800m da estrada de pavê, com extensão de 800 Metros, 11 Metros de Largura incluindo drenagem e passeios laterais, troço Mateus Sansão Muthemba/Vilanculos

Lot 2: Construção da estrada em pavê, com extensão de 1.2km e 10 Metros de largura incluindo drenagem e passeios laterais, no 3º Bairro do Posto Administrativo Patrice Lumumba

Concurso Nr. Lote 1: 90J000141/SBQP/04/2022

Lote 2: 90J000141/SBQP/05/2022

DOCUMENTO DE CONCURSO VOLUME 2 de 4 – LOT 1

Município De Xai-Xai

Endereço: Rua/Av: Samora Machel

Email: cmcxxugea@gmail.com

Província de Gaza

Moçambique

CONTRATO Nº 90J000141/SDQP/02/2022

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Referente aos

**Serviços de Consultoria para Elaboração de Estudos e Projecto
Executivo para Construção de 800m de Estrada em Pavê
Troco Mateus Sansão Mutemba/Vilanculo**

PREPARADO PARA

CONSELHO MUNICIPAL DA CIDADE DE XAI XAI

PREPARADO POR



Agosto de 2022



Serviços de Consultoria para Elaboração de Estudos e Projecto Executivo para Construção de 800m de Estrada em Pavê Troço Mateus Sansão Mutemba/Vilanculo

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA



Identificação do Consultor: TÉCNICA – Engenheiros Consultores, Lda.		Identificação e Fase do Projecto: <i>Projecto:</i> Serviços de Consultoria para Elaboração de Estudos e Projecto Executivo para Construção de 800m de Estrada em Pavê Troço Mateus Sansão Mutemba/Vilanculo <i>Fase :</i> Elaboração do Projecto de Execução	
Contrato Nº: P907		Data: Agosto de 2022	Identificação do Relatório: Memória Descritiva e Justificativa
Preparado Por: TÉCNICA – Engenheiros Consultores, Lda.		Preparado Para: Conselho Municipal da Cidade de Xai-Xai	
Contacto do Representante do Consultor: Carlos Quadros Email: cquadros@tec.co.mz Telemóvel: 823075710		Contacto do Representante do Cliente: Email: Telemóvel:	
Descrição do Relatório: Este relatório faz uma apresentação do objecto do projecto e descreve as soluções propostas e respectivas justificações para a sua a reabilitação e construção.			
Objectivo do Relatório: Apresentar e justificar as soluções propostas para o Projecto de Execução da estrada objecto da consultoria			
Autor:	José Walters Monteiro		
Verificado Por:	Ernesto Palave		
Aprovado Por:	José Walters Monteiro		
Certificação de Qualidade: NP 9001:2015 Sistemas de Gestão de Qualidade			



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	Historial.....	1
1.2	Descrição do Projecto.....	1
1.3	Enquadramento geográfico da estrada do projecto	1
1.4	Normas e regulamentos aplicáveis	2
2.	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO.....	3
2.1	Topografia.....	3
2.2	Geologia.....	3
2.3	Clima.....	3
3.	INVENTÁRIO DA ESTRADA	3
3.1	Inspecção visual da condição da estrada.....	3
3.2	Condição da drenagem e erosão.....	5
3.3	Avaliação preliminar da geometria.....	5
3.4	Levantamento dos serviços presentes.....	5
3.4.1	Rede de abastecimento de águas	5
3.4.2	Iluminação pública	6
3.5	Mapa de segmentos.....	7
3.5.1	Introdução ao conceito	7
3.5.2	Secção transversal da estrada	8
3.5.3	Condição da estrada.....	8
3.5.4	Tráfego.....	8
3.5.5	Gradiente vertical.....	9
3.5.6	Resistência do pavimento (capacidade de carga).....	9
3.5.7	Características de drenagem.....	9
3.5.8	Mapa de segmentos da estrada.....	10
4.	MARCOS DE APOIO TOPOGRÁFICOS.....	10
5.	DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A GEOMETRIA	11
5.1	Abordagem do estudo	11
5.2	Perfis transversais.....	12
5.2.1	Perfil transversal tipo - geral	12
5.2.2	Perfil Transversal na subida íngreme (PK 0+790 a 1+250).....	12
5.2.3	Perfil transversal tipo no cruzamento com a N1 (0+000 a 0+060).....	13
5.2.4	Perfil Transversal tipo ao longo da bacia de retenção 1	14
5.2.5	Perfil Transversal tipo ao longo da bacia de retenção 2	14
5.2.6	Perfil Transversal tipo nas rampas de acesso as propriedades.....	14
5.2.7	Paragens para transportes semi-colectivos	15
6.	DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO.....	16
6.1	Metodologia usada	16
6.2	Definição dos critérios de dimensionamento para o método de DCP.....	16
6.2.1	Período de retorno	16
6.2.2	Determinação da classe de tráfego.....	16



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

6.2.3	Definição do valor de DN de projecto.....	16
6.3	Conclusões sobre os materiais ensaiados.....	17
6.3.1	Solos vermelhos.....	17
6.3.2	Mistura de solos locais com 60% de pedra britada de granulometria extensa.....	17
6.3.3	Solo cimento a 3%	18
6.4	Estrutura dos pavimentos.....	18
6.4.1	Opção I – Base em solo cimento.....	18
6.4.2	Opção II – Base em mistura de solos vermelhos com 60% de pedra britada de granulometria extensa	19
6.4.3	Composição dos passeios	19
	Figura 6-4. Composição dos passeios	19
6.4.4	Vigas de travamento	19
6.4.5	Vigas de bordadura	20
7.	DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A DRENAGEM	21
8.	PROJECTO DE SINALIZAÇÃO	22
8.1	Velocidade operacional	22
8.2	Sinalização vertical.....	22
8.2.1	Sinais de proibição	22
8.2.2	Sinais de perigo	22
8.3	Sinalização horizontal.....	23
8.3.1	Marcas longitudinais	23
8.3.2	Marcas transversais	23
8.4	Lombas	23
9.	NOTAS SOBRE O PAISAGISMO	24
10.	BIBLIOGRAFIA.....	25



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Enquadramento geográfico do projecto	2
Figura 3-1. Condição do pavimento junto ao cruzamento com a EN1	4
Figura 3-2. Condição do pavimento na subida ingreme	4
Figura 3-3. Surgimento de rodeiras devido a fraca capacidade do pavimento	4
Figura 3-4. Surgimento de poças de agua na zona baixa cerca do km 0+140	4
Figura 3-5. Pormenor da estrada após chuva	5
Figura 3-6. Erosão na berma esquerda da estrada	5
Figura 3-7. Presença da adutora do FIPAG.....	6
Figura 3-8. Ligação domestica exposta	6
Figura 3-9. Pormenor de candeeiro instalado no poste da linha de baixa tensão, lado esquerdo.....	7
Figura 3-10. Os últimos vãos da linha de baixa tensão no lado esquerdo	7
Figura 3-11: Vista da linha de baixa tensão no lado direito da estrada.....	7
Figura 3-12: Vista de postes de linha de telecomunicações do lado direito e da linha de baixa tensão do lado esquerdo	7
Figura 3-13 Mapa de segmentos.....	10
Figura 5-1. Perfil Transversal Tipo Geral.....	12
Figura 5-2 Perfil Transversal tipo da plataforma na subida (0+790 a 1+250)	13
Figura 5-3 Perfil transversal tipo no cruzamento com a N1.....	13
Figura 5-4 Perfil transversal tipo ao longo da bacia de retenção 1	14
Figura 5-5 Perfil transversal tipo ao longo da bacia de retenção 2	14
Figura 5-6. Perfil transversal tipo de rampas de acesso.....	15
Figura 5-7. Pormenor da paragem a implantar do lado esquerdo do traçado	15
Figura 6-1. Localização dos ensaios de DCP	16
Figura 6-2. Estrutura do pavimento recomendada	18
Figura 6-3. Estrutura do pavimento alternativa	19
Figura 6-4. Composição dos passeios	19
Figura 6-5. Disposição de vigas de travamento segundo a CMA, SA.	20
Figura 8-1. Tipologia dos sinais de proibição previstos para o projecto.	22
Figura 8-2. Sinais de perigo previstos.....	22
Figura 8-3. Marcas longitudinais previstas	23
Figura 8-4. Marcas transversais previstas.....	23
Figura 9-1. Vista de um segmento da estrada no sentido Norte - Sul.....	24
Figura 9-2. Vista de um segmento da estrada no sentido Sul - Norte.....	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas dos marcos de apoio	11
Tabela 2. Catálogo DCP-DN para diferentes classes de tráfego, fonte: AFCAP	17



1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa refere-se ao projecto de execução para a pavimentação de um troço da rua Mateus Sansão Mutemba/Vilanculo, no Município de Xai Xai.

1.1 Historial

O Conselho Municipal da Cidade de Xai-Xai, com uma população de cerca de 141,963.00 habitantes (INE 2017) é beneficiário dos fundos das Subvenções de Desempenho Municipal (SDM) do Projecto de Desenvolvimento Urbano e Local - PDUL, com financiamento do Banco Mundial com o objectivo de fortalecer o desempenho institucional e prover melhores infra-estruturas e serviços às entidades locais participantes, com efectividade de Outubro de 2020. O Projecto tem a duração de 6 anos, com início em Outubro de 2020 e término previsto para 31 de Dezembro de 2025, beneficiando 22 Municípios das províncias de Gaza, Sofala, Zambézia e Niassa. Neste âmbito, este Município contratou, através da selecção por concurso publico, a empresa TÉCNICA Engenheiros Consultores, Lda, para desenvolver um projecto de engenharia para a pavimentação de um troço da Rua Mateus Sansão Mutemba /Vilanculos do qual faz parte esta memória descritiva e justificativa.

1.2 Descrição do Projecto

O projecto preconiza a pavimentação com blocos pré-fabricados de betão vulgo pavê, de um troço com cerca de 1300m da rua que inicia no cruzamento com a EN1, passando pela Escola Secundária Mateus Sansão Mutemba, prolongando-se por mais cerca de 400m para Sudeste. Contudo, a execução do revestimento em pavê em toda a extensão do projecto vai depender do resultado das ofertas dos concorrentes à empreitada, pois em principio apenas esta garantido o financiamento de cerca de 800m. Eventualmente, será dada prioridade para revestir os locais críticos do traçado, localizados entre a as progressivas 0+000 a 0+200 e entre 0+750 a 1+250.

1.3 Enquadramento geográfico da estrada do projecto

O mapa de enquadramento da estrada desta consultoria é apresentado na Figura 1-1.

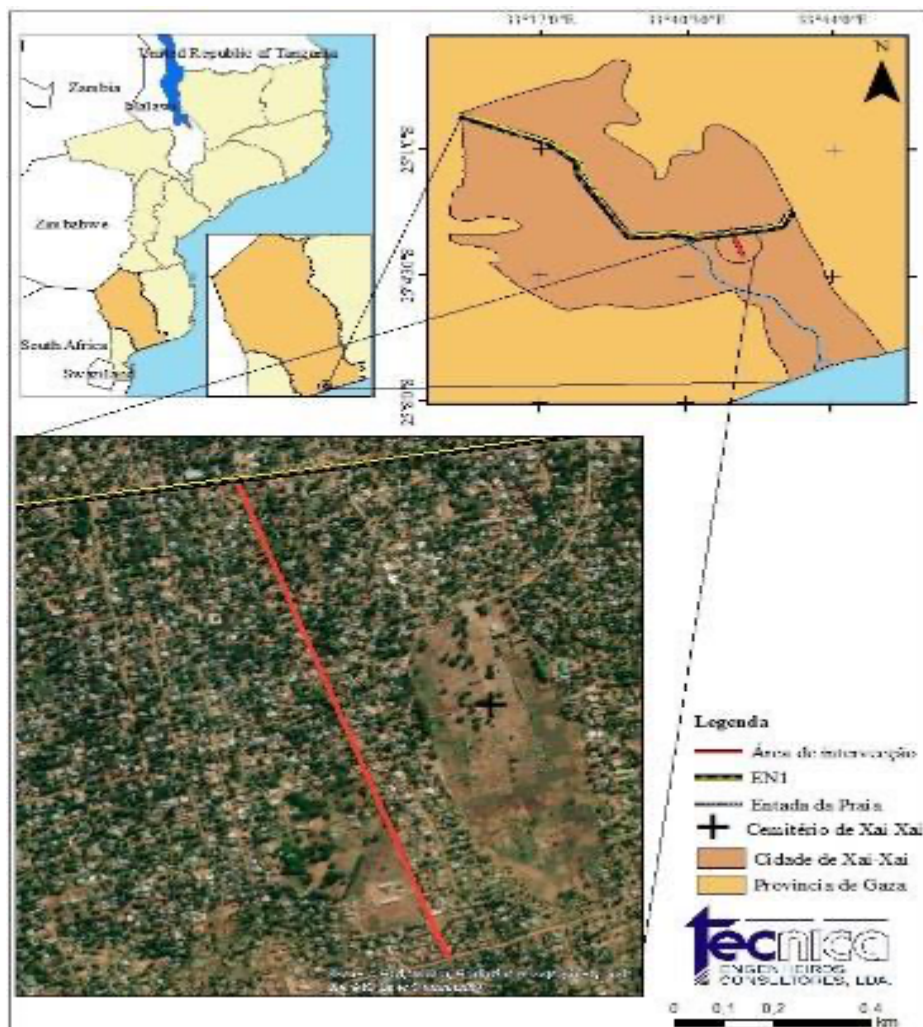


Figura 1-1. Enquadramento geográfico do projecto

1.4 Normas e regulamentos aplicáveis

O projecto foi elaborado na base do **Guião para Projectos de Estradas Urbanas Municipais**, produzido pelo PDUL. As especificações técnicas gerais aplicáveis para a construção serão as Normas da SATCC *“The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works, September 1998, (Reprinted July 2001)”*.

Todos os requisitos das Especificações Técnica Gerais - relacionados com materiais, qualidade, mão de obra, assim como os testes especificados devem ser cobertos pelas Normas da SATCC, excepto quando modificadas pelas Condições Especiais das Especificações Técnicas, como mencionadas nestas Especificações. O Anexo B do **Manual para Manutenção e Construção de Estradas Urbanas Municipais**, também



produzido pelo PDUL representa uma componente das Especificações Técnicas Especiais do Contrato.

2. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Topografia

A área de estudo é caracterizada por um relevo suave nos primeiros 800 metros, com pendentes compreendidas entre 1 a 5% no sentido Norte – Sul, e a estrada possui um trainel com cerca de 150 metros que ascende em uma duna, o que proporciona pendentes com mais de 15%, seguido de trainéis com pendentes entre os 3 a 10%.

2.2 Geologia

A formação geológica da área de estudo é caracterizada por areias eólicas do tipo duna interior.

2.3 Clima

A cidade de Xai-Xai está localizado a sul do trópico de Capricórnio, e apresenta um clima tropical seco, com temperatura média anual sendo 23 graus Celsius. O mês mais quente, em média, é o de Janeiro com uma média de 26.4 graus Celsius, e o mês mais frio é o de Julho, com uma temperatura média de 18.5 graus.

2.3.1 Temperatura

A temperatura máxima média varia entre os 24,9°C e 31,2°C e a mínima média entre 12,1°C e 21,9°C.

2.3.2 Precipitação

A precipitação média anual é de 1000mm. A época de maior precipitação regista-se entre Dezembro e Março.

3. INVENTÁRIO DA ESTRADA

3.1 Inspeção visual da condição da estrada

A estrada foi construída unicamente com solos locais sem uma camada de desgaste. Constatou-se igualmente que a estrada não dispõe de nenhum dispositivo de drenagem e que a água das chuvas circula livremente sobre ela, tendo danificado o



pavimento nas zonas mais íngremes do traçado longitudinal como resultado das velocidades de escoamento elevadas. Nestas zonas, a circulação é feita com dificuldade, obrigando a utilização de desvios, conforme ilustram as Figuras 3-1 e 3-2.



Figura 3-1. Condição do pavimento junto ao cruzamento com a EN1



Figura 3-2. Condição do pavimento na subida íngreme

No geral, as restantes secções da estrada estão em condições de transitabilidade razoáveis apesar do surgimento de rodeiras e de buracos como resultado da fraca capacidade de carga dos solos agravado pela saturação destes devido a queda de precipitação.



Figura 3-3. Surgimento de rodeiras devido a fraca capacidade do pavimento



Figura 3-4. Surgimento de poças de agua na zona baixa cerca do km 0+140



3.2 Condição da drenagem e erosão

A estrada não dispõe de qualquer infraestrutura de drenagem, fazendo com que nos pontos de inflexão do alinhamento vertical tenha iniciado a degradação da plataforma, tais como ilustram as figuras 3-1, 3-2 e 3-4 acima. São de destacar duas ocorrências na zona do traçado, o alagamento da plataforma a cerca do km 0+140 pelas águas provenientes da EN1 e a progressão da erosão no pé da subida íngreme ilustrada na Figura 3-2. O Consultor teve a oportunidade de percorrer a estrada logo após a ocorrência de chuvas para testemunhar os efeitos da falta de drenagem na estrada, ilustradas nas Figuras 3-5 e 3-6.



Figura 3-5. Pormenor da estrada após chuva



Figura 3-6. Erosão na berma esquerda da estrada

3.3 Avaliação preliminar da geometria

O traçado horizontal da estrada é quase rectilíneo com uma largura suficiente para acomodar a largura de 7,0m indicada nos TdR. Contudo, o estado precário da via em secções pontuais com que os utentes criem desvios ao alinhamento original tal como indica a Figura 3-2 acima. Do ponto de vista do alinhamento vertical, é visível à vista desarmada que a chamada subida da Escola Sansão Mutemba é íngreme. No que diz respeito ao perfil transversal, é notório que a estrada esta desprovida de uma pendente transversal adequada.

3.4 Levantamento dos serviços presentes

3.4.1 Rede de abastecimento de águas

Durante a vistoria preliminar à estrada não foi possível de detectar a presença de tubagens da rede de abastecimento de águas. Contudo, com a ocorrência de chuvas durante o mês de Maio, que aceleraram a degradação da estrada nas secções mais íngremes, a adutora foi parcialmente exposta estando disposta longitudinalmente ao



longo da estrada, porém não foi possível apurar a sua extensão total. A primeira impressão é de que esta adutora vai requerer a sua relocação para não interferir com os trabalhos de execução da estrutura do pavimento. Também é evidente que as ligações domésticas acarretarão uma dose de problemas ao projecto.



Figura 3-7. Presença da adutora do FIPAG



Figura 3-8. Ligação domestica exposta

3.4.2 Iluminação pública

Foram identificados candeeiros de iluminação pública instalados nos postes de energia eléctrica de baixa tensão de forma intercalada ou seja, poste sim poste não, ao longo da estrada. A linha de baixa tensão está disposta do lado esquerdo da plataforma da estrada até cerca da progressiva 0+900m, passando para o lado direito até ao final do troço em estudo, a cerca da progressiva 1+340. No geral, os vãos da linha não ultrapassam os 50m, estando portanto em conformidade com a Artigo 38 do Decreto no 67/2011, o que faz com que os candeeiros sucessivos estejam separados pouco acima de 80m, o que não deve conferir uma iluminação suficiente à estrada.

Constatou-se também a existência de postes de linha de telecomunicações do lado direito da estrada.



Figura 3-9. Pormenor de candeeiro instalado no poste da linha de baixa tensão, lado esquerdo



Figura 3-10. Os últimos vãos da linha de baixa tensão no lado esquerdo



Figura 3-11: Vista da linha de baixa tensão no lado direito da estrada



Figura 3-12: Vista de postes de linha de telecomunicações do lado direito e da linha de baixa tensão do lado esquerdo

3.5 Mapa de segmentos

3.5.1 Introdução ao conceito

Com a finalidade de providenciar uma imagem realista da estrada existente em termos dos factores chaves que afectam o projecto de uma estrada, é aconselhável a elaboração de um mapa de segmentos conhecido pela terminologia em Inglês “*Strip Map*”.



Os seguintes itens são normalmente considerados na elaboração do mapa de segmentos que agregam os respectivos critérios de avaliação, que foram adaptados do *Design Manual for Low Volume Sealed Roads Using DCP Method*.

3.5.2 Secção transversal da estrada

A secção transversal descreve o perfil da estrada relativo ao nível terreno natural nos termos do seguinte:

- Aterro
- Plano
- Depressão
- Corte

3.5.3 Condição da estrada

A condição de uma estrada não revestida existente geralmente reflecte uma série de factores que afectam o seu desempenho tais como qualidade do solo, capacidade de carga do pavimento, regime de humidade (saturação) e drenagem. Por exemplo, as secções muito danificadas de uma estrada são frequentemente localizadas em áreas onde a qualidade dos solos é fraca e/ou o nível da estrada seja baixo e/ou a drenagem é pobre. É obrigatório que as condições locais sejam apresentadas na realização do projecto.

Durante a inspecção visual a condição da estrada é avaliada de acordo com os quatro parâmetros seguintes:

Banda A:	Boa		- Poucos defeitos
Banda B:	Razoável		- Poucos defeitos com o grau de gravidade raramente severos
Banda C	Má		- Ocorrência geral de defeitos particulares com grau de severidade
Banda D	Muito má		- Muitos defeitos. O grau da maioria dos defeitos é severo e a existência é predominantemente geral a extensiva

3.5.4 Tráfego

A informação sobre o volume de tráfego vai influenciar ambos o dimensionamento do pavimento (tipo de revestimento, espessura e qualidade dos materiais do pavimento) e a definição da geometria (largura do pavimento e dos passeios) da estrada.

O tráfego motorizado deve ser categorizado e codificado em cores de acordo com as seguintes bandas:



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Banda A:	< 75 <u>vpd</u>	
Banda B:	76 - 150 <u>vpd</u>	
Banda C	151 – 300 <u>vpd</u>	
Banda D	>300 <u>vpd</u>	

3.5.5 Gradiente vertical

O gradiente vertical vai influenciar uma série de parâmetros de dimensionamento incluindo o tipo de revestimento e requisitos de drenagem. Os parâmetros podem ser classificados e codificados a cores nas seguintes bandas:

Banda A:	< 3% (Plano)	
Banda B:	3-7% (Moderado)	
Banda C	7-10% (Íngreme)	
Banda D	>10% (Muito íngreme)	

3.5.6 Resistência do pavimento (capacidade de carga)

A capacidade de carga do pavimento (DSN₈₀₀) oferece uma boa indicação da capacidade de carga da estrada existente ate a profundidade de 800mm obtida dos ensaios de DCP. Este parâmetro deve ser determinado para cada secção uniforme e codificada a cores de acordo com as seguintes bandas.

Banda A:	DSN ₈₀₀ = > 200 (muito elevado)	
Banda B:	DSN ₈₀₀ = 150-200 (elevado)	
Banda C	DSN ₈₀₀ = 101-150 (moderado)	
Banda D	DSN ₈₀₀ < 100 (baixo)	

3.5.7 Características de drenagem

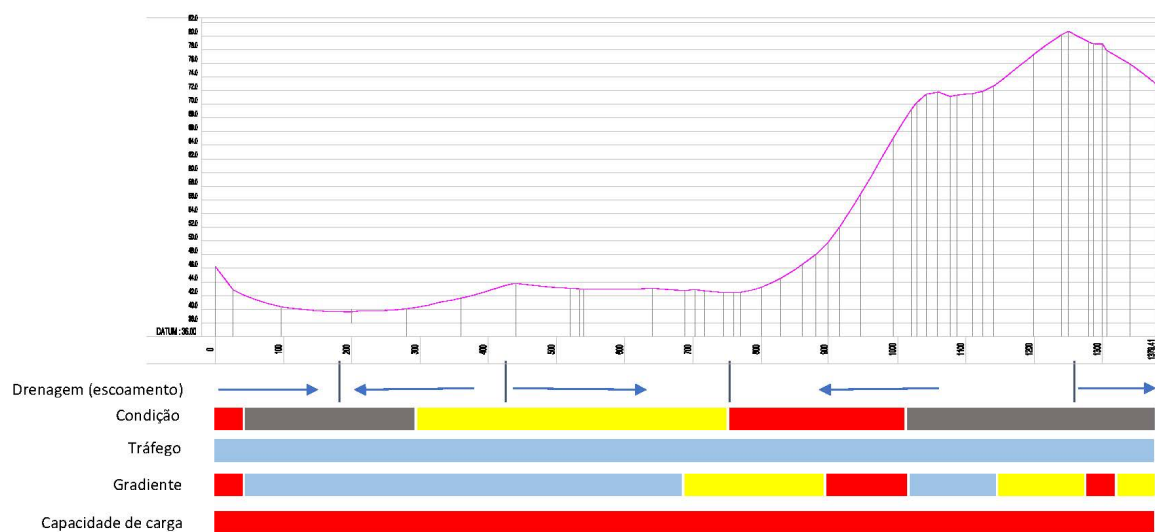
As seguintes características de drenagem devem ser apresentadas contra o perfil (da piquetagem) da estrada:

- Estruturas de drenagem
- Direcção e ângulo do escoamento
- Pontos elevados
- Pontos baixos
- Possibilidade de localização de dispositivos de drenagem



3.5.8 Mapa de segmentos da estrada

O mapa de segmentos produzido a partir da inspecção visual e dos ensaios de DCP conta da Figura 3.13.



Legenda:

Condição	Boa	Trafego	<75vpd	Gradiente	<3%	Capacidade de carga (DSN ₈₀₀)	<200
	Razoável		Razoável		3 - 7%		151 - 200
	Má		Má		7 - 10%		101 - 150
	Muito má		Muito má		>10%		<100

Figura 3-13 Mapa de segmentos

4. MARCOS DE APOIO TOPOGRÁFICOS

Foram implantados 5 marcos de betão na área de estudo conforme ilustra a Figura 4-1. As coordenadas de referencia para o levantamento foram obtidas de dois marcos topográficos implantados pelo consultor no âmbito do estudo de outras ruas na mesma zona. O sistema de Coordenadas utilizado foi o UTM MOZNET, WGS 84, zona 36S.



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

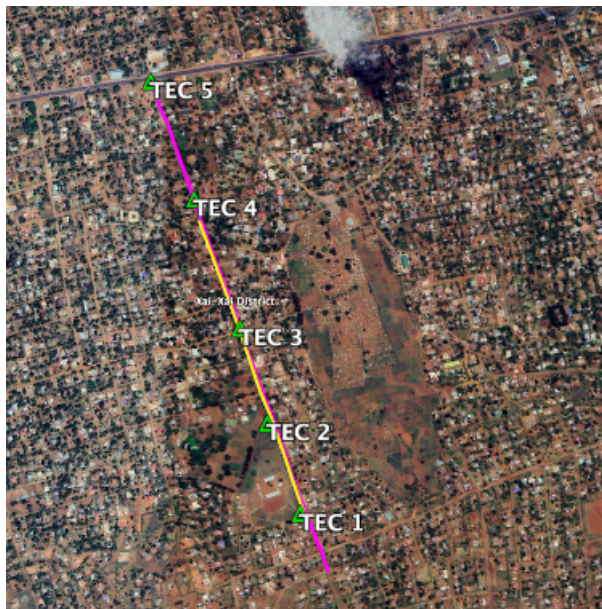


Figura 4-1. Localização dos marcos de apoio

As coordenadas dos marcos vêm apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas dos marcos de apoio

Marco	Este	Norte	Elevação (GPS)	Elevação (Niv-Trigonometrico)	Diferença
TEC 1	570347,659	7227623,075	78,346	78,346	0,000
TEC 2	570267,089	7227854,398	57,897	57,868	0,029
TEC 3	570199,515	7228101,127	43,217	43,199	0,018
TEC 4	570081,412	7228440,113	41,375	41,374	0,001
TEC 5	569983,542	7228749,037	45,145	45,137	0,008

5. DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A GEOMETRIA

5.1 Abordagem do estudo

O traçado geométrico da estrada vai seguir sua situação existente, do ponto de vista dos alinhamentos horizontal e vertical nos quais serão introduzidas apenas ligeiras melhorias com a finalidade de regularizar a superfície e definir a largura das ruas do projecto.. Do ponto de vista do alinhamento vertical da estrada sofreu algumas alterações com relação ao perfil existente para ajuste do gradiente. Para tal estão previstos aterros ligeiros nas zonas baixas e cortes nas zonas íngremes.



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

O alinhamento horizontal, praticamente rectilíneo, não vai sofrer alterações significativas com a excepção da zona com gradiente mais íngreme da estrada onde foi necessário desviá-lo ligeiramente para a direita a fim de permitir o rebaixamento das cotas por escavação sem interferir com as propriedades adjacentes.

5.2 Perfis transversais

Os perfis transversais aqui apresentados incluem a estrutura do pavimento da secção em referencia.

5.2.1 Perfil transversal tipo - geral

O perfil transversal tipo proposto apresentará 7,2 metros de largura, passeios de 1,5 metros de largura e canaletas de 0,40 metros de cada lado. Na zona da escola, foram incluídas paragens destinadas a autocarros.

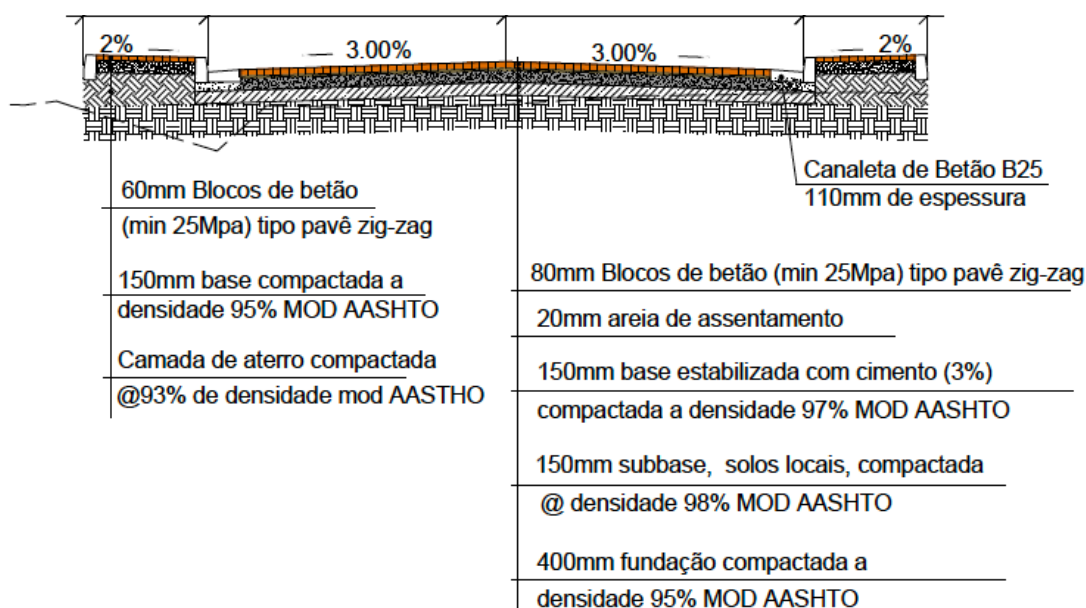


Figura 5-1. Perfil Transversal Tipo Geral

5.2.2 Perfil Transversal na subida íngreme (PK 0+790 a 1+250)

O perfil transversal proposto neste troço será apresentado de acordo com a figura a seguir. Importa salientar que a altura do muro de gabiões vai variar conforme altera a altura dos taludes.



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

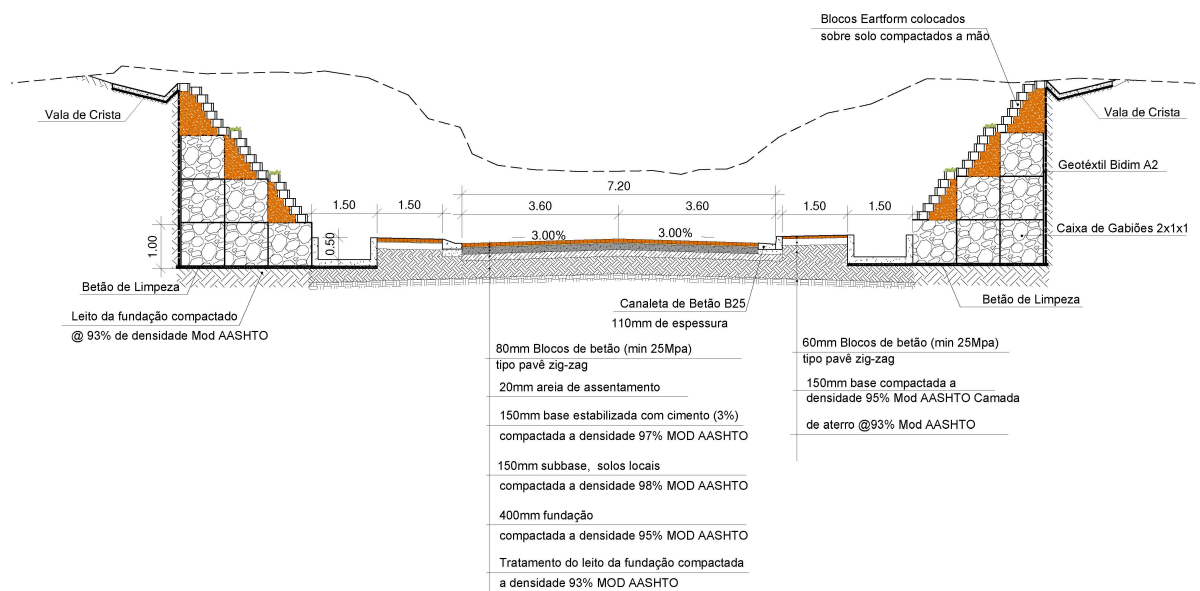


Figura 5-2 Perfil Transversal tipo da plataforma na subida (0+790 a 1+250)

5.2.3 Perfil transversal tipo no cruzamento com a N1 (0+000 a 0+060)

O perfil transversal proposto neste troço será apresentado de acordo com a figura a seguir.

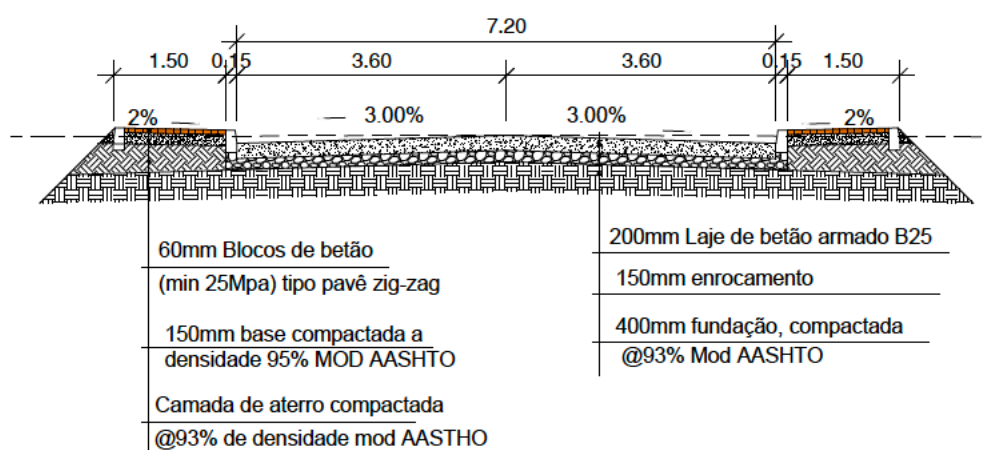


Figura 5-3 Perfil transversal tipo no cruzamento com a N1



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

5.2.4 Perfil Transversal tipo ao longo da bacia de retenção 1

O perfil transversal proposto neste troço será apresentado de acordo com a figura a seguir.

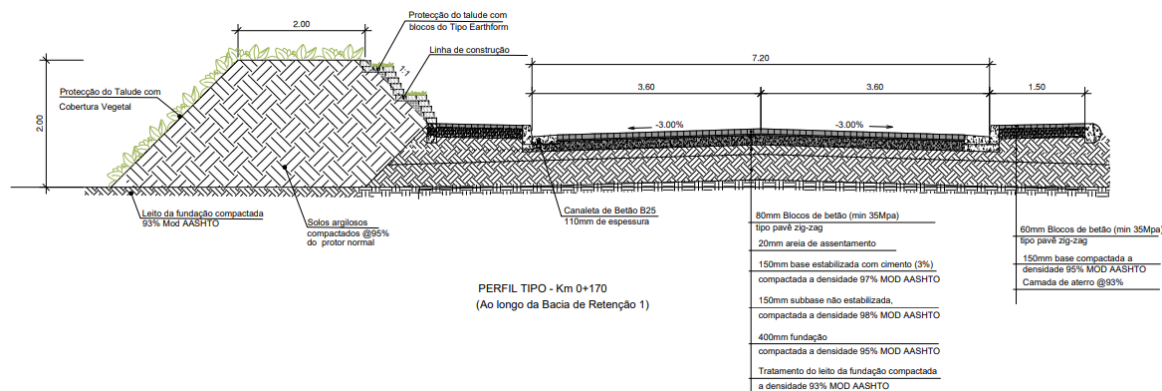


Figura 5-4 Perfil transversal tipo ao longo da bacia de retenção 1

5.2.5 Perfil Transversal tipo ao longo da bacia de retenção 2

O perfil transversal proposto neste troço será apresentado de acordo com a figura a seguir.

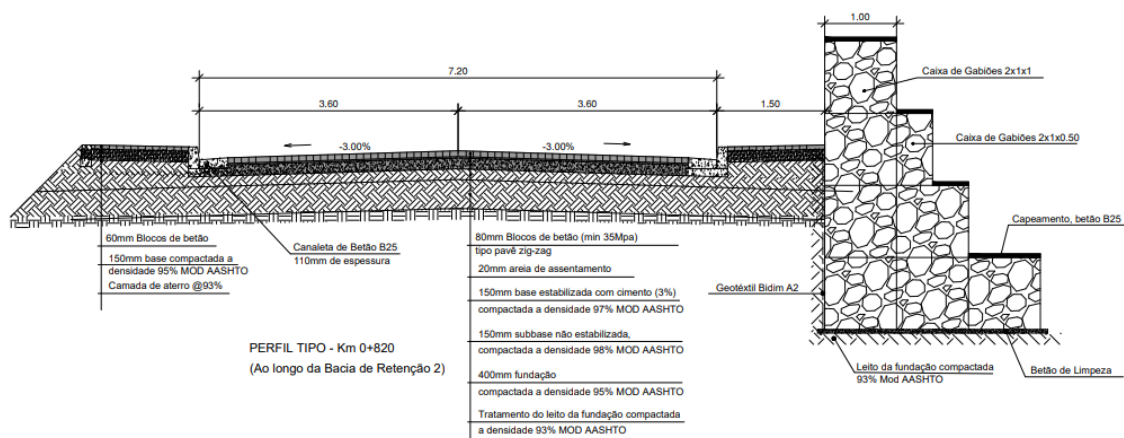


Figura 5-5 Perfil transversal tipo ao longo da bacia de retenção 2

5.2.6 Perfil Transversal tipo nas rampas de acesso as propriedades

No troço da subida ingreme, existem acessos às propriedades e um cruzamento que serão afectados pelos trabalhos de terraplenagem, pelo que esta prevista a construção de rampas como ilustra a figura 5-6.



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

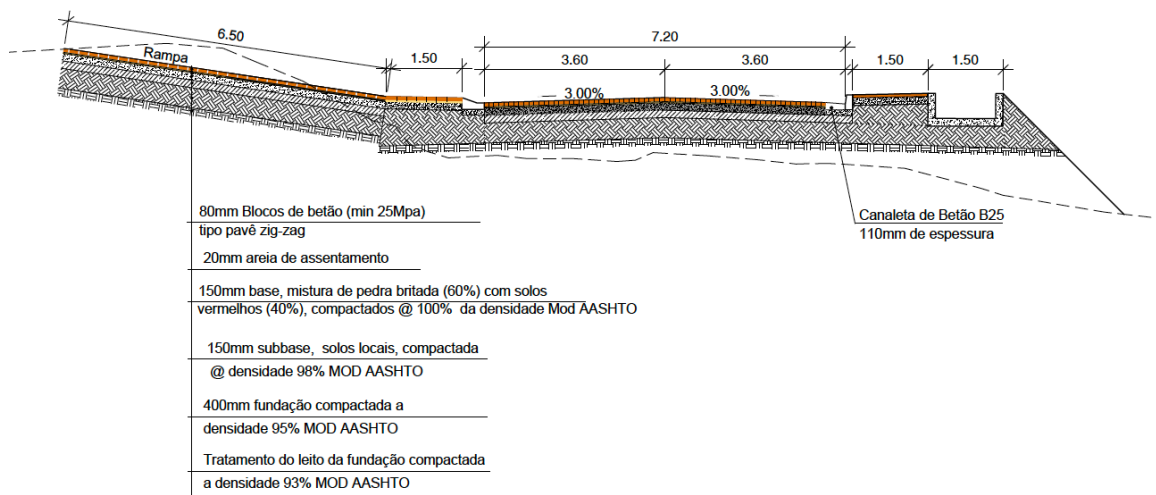


Figura 5-6. Perfil transversal tipo de rampas de acesso

5.2.7 Paragens para transportes semi-colectivos

Tratando-se de uma zona essencialmente residencial com um baixo volume de tráfego, não se afigura justificável a inclusão de paragens para transportes semi-colectivos tanto mais que, grande parte do alinhamento não dispõe de espaços livres para esta abordagem. Contudo, foram consideradas duas paragens para viaturas do tipo minibus, com o propósito principal de servir a Escola Secundaria .

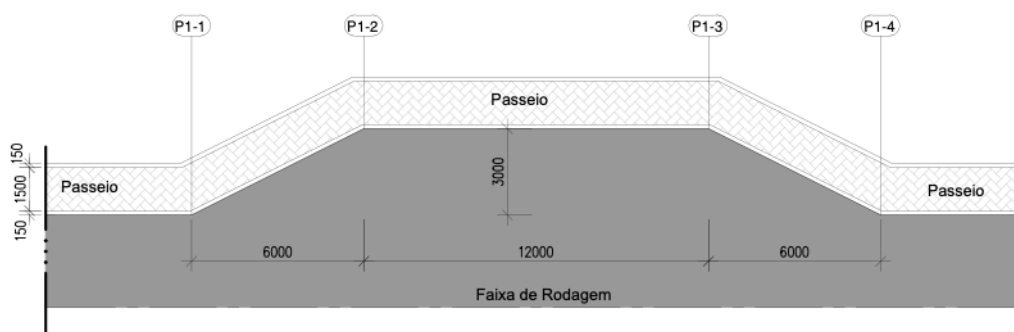


Figura 5-7. Pormenor da paragem a implantar do lado esquerdo do traçado



6. DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO

6.1 Metodologia usada

A estrutura dos pavimentos foi dimensionada usando o método de DCP. Os locais ensaiados estão ilustrados na figura 6-1.

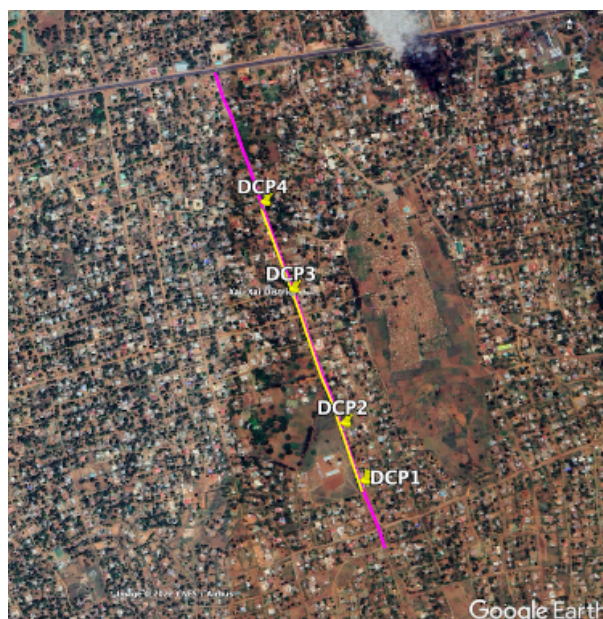


Figura 6-1. Localização dos ensaios de DCP

O método de DCP (Cone de Penetração Dinâmica), ao contrário dos tradicionalmente conhecidos, toma como referência a penetração do DCP no solo, como o principal parâmetro de dimensionamento, facilitando o uso dos solos locais e deste modo tornando menos onerosos os pavimentos de baixo volume de tráfego.

A análise dos resultados dos ensaios de DCP foi efectuada usando o *software WinDCP*.

6.2 Definição dos critérios de dimensionamento para o método de DCP

6.2.1 Período de retorno

Foi considerada uma vida útil de 10 anos.

6.2.2 Determinação da classe de tráfego

Segundo as designações da classe do tráfego do método DCP, para baixo volume de tráfego, teríamos a Classe LE 0.01.

6.2.3 Definição do valor de DN de projecto



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

A definição do valor de DN de projecto é feita através do catálogo de dimensionamento DCP-DN (penetração nominal) para diferentes classes de tráfego, como ilustra a Tabela 2. Os valores constantes do catálogo resultaram de análises feitas a varias Estradas de Baixo Volume na Região da Africa Austral.

Tabela 2. Catálogo DCP-DN para diferentes classes de tráfego, fonte: AFCAP

Traffic Class E80 x 10 ⁶	LE 0.01 0.003 - 0.010	LE 0.03 0.010 - 0.030	LE 0.1 0.030 - 0.100	LE 0.3 0.100 - 0.300	LE 0.7 0.300 - 0.700	LE 1.0 0.700 - 1.0
0- 150 mm Base > 98% Mod. AASHTO	DN ≤ 8	DN ≤ 5.9	DN ≤ 4	DN ≤ 3.2	DN ≤ 2.6	DN ≤ 2.5
150-300 mm Subbase ≥ 95% Mod. AASHTO	DN ≤ 19	DN ≤ 14	DN ≤ 9	DN ≤ 6	DN ≤ 4.6	DN ≤ 4.0
300-450 mm subgrade ≥ 95% Mod. AASHTO	DN ≤ 33	DN ≤ 25	DN ≤ 19	DN ≤ 12	DN ≤ 8	DN ≤ 6
450-600 mm In situ material	DN ≤ 40	DN ≤ 33	DN ≤ 25	DN ≤ 19	DN ≤ 14	DN ≤ 13
600-800 mm In situ material	DN ≤ 50	DN ≤ 40	DN ≤ 39	DN ≤ 25	DN ≤ 24	DN ≤ 23
DSN 800 (blows)	≥ 39	≥ 52	≥ 73	≥ 100	≥ 128	≥ 143

6.3 Conclusões sobre os matérias ensaiados

6.3.1 Solos vermelhos

Os resultados dos ensaios de DCP do laboratório usando amostras do empréstimo forneceu resultados pouco encorajadores no que diz respeito a aptidão destes solos para serem usados na camada de subbase. Por outro lado, os resultados dos ensaios de DCP na estrada embora com algumas condicionantes indicam que os solos locais possuem aptidão para servir como base, desde que, como já nos referimos, sejam muito bem compactados e a estrada tenha uma drenagem eficiente. Para que se consigam compactações satisfatórias dos solos locais na base, de densidade equivalente a 98% do Proctor modificado AASHTO, é necessário que a camada da fundação seja também adequadamente compactada. Os gráficos dos resultados de DCP na estrada sugerem que pelo menos 400mm da camada de fundação sejam compactados. No que diz respeito a drenagem, para além dos dispositivos de recolha é necessário estabelecer um gradiente mínimo longitudinal superior a 0,5% e atribuir-se uma adequada inclinação transversal.

6.3.2 Mistura de solos locais com 60% de pedra britada de granulometria extensa

A proposta da mistura de 40% de solos vermelhos locais com 60% de pedra britada de granulometria extensa (*Toutvenant*) forneceu resultados no limite, tanto para positivo como para negativo, no que respeita a sua aptidão para uso na camada de



base. Considerando as características dos solos locais não seria de recomendar o uso deste material na base, para um horizonte de 10 de vida útil. Contudo, esta mistura podia ser utilizada em caso de construção faseada devido a uma eventual insuficiência de fundos para revestir os cerca de 1250m da área de estudo.

6.3.3 Solo cimento a 3%

Os resultados dos ensaios de DCP nas amostras de solo cimento compactados a 95% de densidade Mod AASHTO, deram resultados bastante positivos o que confere a este material uma posição cimeira nas opções para a camada de base do projecto.

6.4 Estrutura dos pavimentos

Ficou patente que os solos vermelhos locais não têm aptidão para servirem como base dos pavimentos para as classes de tráfego do projecto, embora ambas na classificação de Estradas de Baixo Volume (EBV). Ficou igualmente claro que estes solos para terem um desempenho durável a longo prazo na camada da subbase, devem ser compactados no mínimo a 98% de densidade Mod AASHTO. Isto requer também a estabilização mecânica da camada inferior para que se consiga atingir a compactação máxima da camada de superior

Como resultado da análise ponderada dos resultados obtidos são de propôr as seguintes soluções para a estrutura do pavimento.

6.4.1 Opção I – Base em solo cimento

Esta seria a opção ideal para o projecto.



Figura 6-2. Estrutura do pavimento recomendada

Na subida pronunciada, entre os traneis km 0+800 e 1+100 os blocos de pavê deverão ser da classe 35 Mpa, aplicando-se também para a opção II descrita a seguir.



6.4.2 Opção II – Base em mistura de solos vermelhos com 60% de pedra britada de granulometria extensa

Esta opção é funcional para o caso de execução da estrada por fases, em que parte dela não seria revestida na fase inicial da construção. Esta solução será igualmente empregue nas entradas para veículos, bem como nos trechos adjacentes a estrada nos entroncamentos.

OPCAO II - BASE EM MISTURA DE SOLOS COM 60% DE TOUTVENANT		
80mm		Blocos Pave de 25 Mpa
20mm		Leito de areia
150mm		Base de mistura de Solos locais (40%) com pedra britada de granulometria extensa (60%), compactada a 100% Mod
150mm		Sub base em solos locais, compactada a 98% Mod AASHTO
400mm		Fundação em solos locais, compactada a 95% Mod AASHTO, executada em duas camadas de 200mm

Figura 6-3. Estrutura do pavimento alternativa

6.4.3 Composição dos passeios

No geral a composição do pavimento dos passeios será a ilustrada na Figura 6-4. Contudo, o passeio do lado esquerdo na subida ingreme, levará pavê de 80mm e a estrutura do pavimento será a mesma que a das faixas de rodagem.

60mm		Blocos Pave de 25 Mpa
20mm		Leito de areia
150mm		Base em solos locais, escarificados e compactados a 95% Mod AASHTO
Variavel		Eventualmente, aterro com solos locais compactados a 93% Mod AASHTO

Figura 6-4. Composição dos passeios

6.4.4 Vigas de travamento

Igualmente na subida pronunciada deverão ser executadas vigas de travamento espaçadas a 30m em conformidade com as recomendações da CMA como ilustra a Figura 6-4.

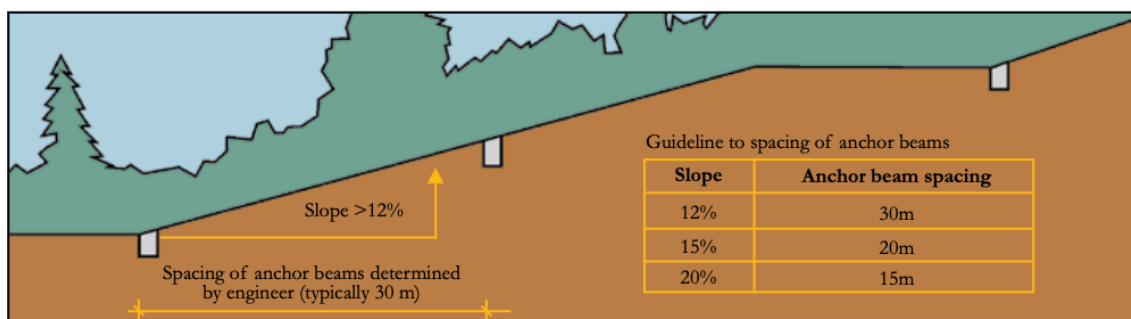


Figura 6-5. Disposição de vigas de travamento segundo a CMA, SA.

6.4.5 Vigas de bordadura

Em todas as bordas das extensões do pavimento que delimitam áreas não revestidas, nos cruzamentos e entroncamentos, serão executadas vigas de bordadura em conformidade com os desenhos.



7. DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA A DRENAGEM

As soluções propostas para a drenagem de águas pluviais podem ser visualizadas nos perfis transversais indicados na Secção 5, Traçado Geométrico, nos desenhos respectivos de drenagem assim como no relatório do estudo da drenagem, as quais incluem também o seguinte:

- Construção de dispositivos de recepção das águas provenientes da EN1 através de valas triangulares e câmaras de recepção;
- Construção de um aqueduto para transição das águas do lado direito para o lado esquerdo no início do traçado;
- Construção de uma vala rectangular do lado esquerdo desde o início do traçado até cerca do trainel km 0+170;
- Construção de canaletas em V, ao longo de todo o traçado da estrada;
- Construção de uma passagem molhada com 2,0m de largura no trainel km 0+170 para transição das águas da canaleta do lado direito para o esquerdo da estrada, incluindo a passagem sob o passeio em peças pré-fabricadas de betão, como indicam os desenhos;
- Construção de uma bacia de retenção nº 1, entre os traneis km 0+160 e km 0+190 materializada por meio de diques;
- Construção de uma bacia de retenção nº 2, entre os traneis km 0+810 e km 0+860 materializada por meio de muros de gabiões;
- Construção de valas rectangulares em ambos os lados da estrada entre os traneis km 0+840 a 1+060 (esquerdo) e km 0+880 a 1+250 (direito);
- Construção de um aqueduto rectangular, com grelha veicular, a cerca do trainel km 0+880, com a função de transitar as águas da vala lateral, do lado esquerdo, para o lado direito e de captar as águas superficiais excedentes na zona da descida pronunciada;
- Construção de caixas de recepção nas entradas e saídas dos aquedutos;
- Construção de tampas de betão 1,60 x 1,0m para atravessamentos sobre as valas rectangulares;
- Construção de uma vala de crista triangular ao longo do muro de vedação da Escola Secundária, na parte interior do terreno;
- Construção de uma vala de crista triangular do lado esquerdo ao longo do muro de gabiões;
- Construção de cascatas de queda, para conduzir as águas das valas de crista à valas rectangulares;
- Proposta de construção de uma caixa receptora circular no cruzamento do fim do traçado, cerca do km 1+300 para amortecer as águas à jusante do projecto.



8. PROJECTO DE SINALIZAÇÃO

De acordo com o Guião, um projecto de sinalização compreende a definição dos dispositivos apropriados a serem utilizados ao longo da via, dentro dos padrões de forma, cor, dimensão e localização. Em Moçambique, a sinalização rodoviária deve obedecer às disposições do Decreto-Lei n.º 1/2011, de 23 de Março, que aprova o Código da Estrada, e às disposições do Decreto-Lei n.º 51/2009, de 29 de Setembro, que aprova o Regulamento de Sinais de Trânsito. Os sinais verticais e horizontais constantes do Regulamento estão em Harmonia com as Normas da SATCC respectivamente o SADC Traffic Signs Manual, variando apenas na simbologia. Neste projecto, por uma questão de facilitação na aquisição dos sinais pelo potencial empreiteiro ou de consulta de preços pelos concorrentes, na lista de quantidades será adoptada a simbologia da SATCC para os sinais verticais. Contudo, nos desenhos será indicada a simbologia do Regulamento de Sinais de Trânsito e entre parênteses será indicada a simbologia da SATCC.

8.1 Velocidade operacional

A velocidade operacional do projecto é de 60 Km/h.

8.2 Sinalização vertical

8.2.1 Sinais de proibição

Está prevista a colocação de sinais de proibição de acordo com a tipologia indicada na Figura 8-1 e com a planta de sinalização.



Figura 8-1. Tipologia dos sinais de proibição previstos para o projecto.

8.2.2 Sinais de perigo

Está prevista a colocação de sinais de perigo de acordo com a tipologia indicada na Figura 8-2, e com a planta de sinalização.



Figura 8-2. Sinas de perigo previstos



8.3 Sinalização horizontal

8.3.1 Marcas longitudinais

As marcas longitudinais a considerar neste projecto são as indicadas na Figura 8-3 e de acordo com a planta de sinalização.

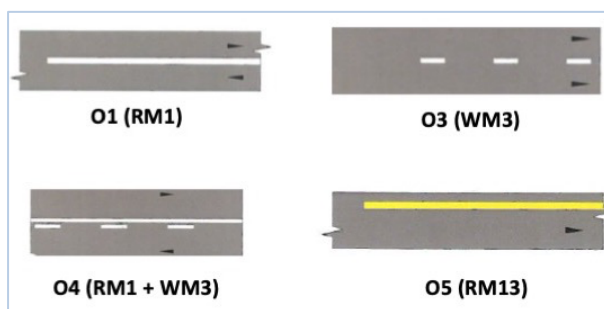


Figura 8-3. Marcas longitudinais previstas

8.3.2 Marcas transversais

As marcas transversais a considerar neste projecto são as indicadas na Figura 8-4 de acordo com a planta de sinalização.

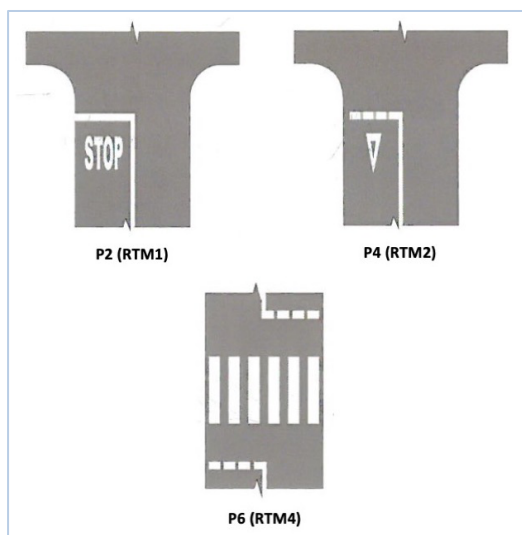


Figura 8-4. Marcas transversais previstas

8.4 Lombas

Está prevista colocação de duas lombas como forma a garantir a redução de velocidade na zona da escola mas, a sua implantação foi condicionada a questões de segurança dos automobilistas na subida íngreme.



9. NOTAS SOBRE O PAISAGISMO

Para estrada em estudo, por se tratar de uma via colectora residencial, foi considerada uma largura de 7,2m divididas em duas faixas de rodagem de 3,60m e passeios laterais com 1,5m de largura, respeitando assim as expectativas do Município. A plataforma da estrada já esta de certa forma implantada, limitada pelos terrenos concessionados ao longo do traçado, não havendo reservas entre os limites dos terrenos e o passeio para efeitos de arborização e a colocação de outros elementos paisagísticos. Contudo, a zona habitacional esta devidamente arborizada conferindo à estrada um ambiente paisagístico bastante agradável como ilustram as figuras 9-1e 9-2.



Figura 9-1. Vista de um segmento da estrada no sentido Norte - Sul



Figura 9-2. Vista de um segmento da estrada no sentido Sul - Norte

As soluções para o controle da erosão e das bacias de retenção, que incluem o uso de blocos pré-fabricados do tipo Earthform, vão contribuir para a preservação do ambiente verde que caracteriza a zona de estudo.



10. BIBLIOGRAFIA

Pinard, M/ AFCAP *Design Manual for Low Volume Sealed Roads Using DCP Method*, Ministério dos Transportes e Obras Públicas do Malawi, 2013.

ASCE/T&DI/ICPI Standard 53-16 *Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Municipal Streets and Roadways*, American Society of Civil Engineers, 2016

SATCC Daft Standard Specifications for Roads and Bridge Works Edição de 1998, re-editadas em 2001.

SATCC Code of Practice for the Design of Road Pavements, Edição de 1998, re-editadas em 2001.

SATCC Code of Practice for the Rehabilitation of Road Pavements, Edição de 1998, re-editadas em 2001.

SATCC Road Traffic Signs

Terzaghi, K; Peck R B & Mesri G. (1996). *Soil Mechanics Engineering Practice*, 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc New York.

W.F. Chen and J.Y. Richard Liew. *The Civil Engineering Handbook*, Second Edition, CRC Press.

Roy E. Hunt. *Geotechnical Engineering Investigation Handbook*, second edition, CRC Taylor & Francis.

Dan S. Brock & Lystrel Sutcliffe Jr. *Field Inspection Handbook*, McGraw Hill

Minnesota Road Research (MnRoad), *User Guide to the Dynamic Cone Penetrometer*, Minnesota Department of Transportation.

Professor Stephen Emery, DCP testing and analysis, <http://www.geocities.com/profemery/>

Kessler Soil Engineering Products, *KS DCP User's Manual*, 2010, www.kesslerdcp.com

Montana Department of Transportation, *Road Design Manual*, June 2006

Transportation Research Board, *Sensitivity Analyses for Flexible Pavement Design with the Mechanistic – Empirical Pavement Design Guide*.