



FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM PROCESSO
CONSTRUTIVO E AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS EM
OBRAS DE ESTRADAS SEGUNDO A SÉRIE 3000 DO
SATCC**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Autor:

Mapsanganhe, Telurio Francisco

Supervisores:

Eng. Celso Nicol's (FE-UEM)

Eng. Adolfo Tembe(M&T)

Eng. Mario Lamugio(M&T)

Maputo, Março de 2022

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL
RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL
**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM PROCESSO
CONSTRUTIVO E AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS EM
OBRAS DE ESTRADAS SEGUNDO A SÉRIE 3000 DO
SATCC**



Autor:

Mapsanganhe, Telúrio Francisco

Maputo, Março de 2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus a quem desde o Exame de admissão me fortaleceu guardou-me e permitiu que esse dia se tornasse real.

Agradeço todos que de forma directa, ou indirecta, tornaram possível a elaboração deste Relatório de Estágio Profissional.

Às instituições que tornaram possível o meu aprendizado e desenvolvimento académico e profissional nomeadamente a Universidade Eduardo Mondlane e a M&T Empreendimentos.

Agradeço aos docentes da UEM em Especial ao do DECI por continuamente nos ensinarem a ser melhores versões de profissionais que o mundo precisa para seu crescimento seguro e sustentável, em Especial Supervisor Celso Nicol's, pela disponibilidade, orientação, correções e incentivo.

À Direcção da empresa M&T Empreendimento, Lda pelo acolhimento e oportunidade concebida de poder fazer o estágio profissional, pelos ensinamento e esclarecimento de dúvidas ao longo do estágio.

Aos supervisores: Engenheiro Mario Lamugio, Engenheiro Nelson, e em especial ao Engenheiro Adolfo Tembe.

Agradeço a todos colegas, amigos e grupos que acompanharam o meu percurso académico desde os momentos de alegria e tristeza.

A minha Família minha mãe Zuleca Raul Ngulele e pai Francisco Albino Mapsanganhe, aos meus irmãos, Osvaldo, Ailton, Carlitos, Amândia, aos meus primos Bernardo Lole, Melecina, Joana aos colegas da Faculdade em especial aos Civilizados e amigos eternos Auderílio, Félix Salomão, etc. que acreditaram em mim e nas minhas capacidades de algum dia poder ser um profissional formado pela Universidade Eduardo Mondlane.

RESUMO

O presente documento apresenta o relatório do estágio profissional realizado durante a supervisão da obra de construção de uma estrada. O estágio teve a duração de 16 semanas e, foi realizado como requisito para obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Civil pela UEM.

O estágio curricular foi realizado na Empresa M&T Empreendimentos, na cidade de Maputo e que teve como principal foco supervisão desenvolvimento das actividade para empreitada de uma estrada com uma extensão de 3 KM denominada como Fase 2, fase complementar da projecto pavimentação da rua da igreja, tendo a obra uma duração de 1 ano, iniciando em maio do ano 2021 a maio do 2022 tendo até então 05 de dezembro de 2021 um avanço de aproximadamente 67% de executado.

O presente relatório apresenta uma revisão bibliográfica e normas segundo SATCC, que confrontam os procedimentos usados para a construção da empreitada.

Fazendo uma exposição das actividades desenvolvidas nomeadamente Programação da Obra e trabalhos de Topografia, Terraplenagem, Testes Laboratoriais com a ANE Assentamento de pavês e lancis e a construção das Valas de Drenagem segundo as normas vigentes no SATCC.

INDICE GERAL

1.	INTRODUCAO.....	1
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2.	enquadramento científico.....	1
2.	OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	2
2.1.	Objectivo Geral.....	2
2.2.	Objectivo específico.....	2
3.	METODOLOGIA.....	2
4.	DESCRICAÇÃO GERAL da empresa.....	3
4.1.	Perfil da M&T EMPREENDIMENTOS, Lda	3
4.2.	Principais Objectivos e Desafios.....	3
4.2.1.	Política de Qualidade.....	4
5.	PLANO DE ESTAGIO	5
5.1.	ACTIVIDADES DESENVOLVIDA DURANTE O ESTAGIO	5
5.2.	LIMITAÇÕES NO ESTAGIO.....	6
5.2.1.	Actividades desenvolvidas.....	6
6.	CLASSIFICACAO DAS VIAS DE COMUNICACAO EM MOCAMBIQUE	7
6.1.	Quanto ao serviço	7
6.1.1.	Via Principais ou primarias	7
6.1.2.	Vias secundarias	7
6.1.3.	Vias terciarias	7
6.1.4.	Vias não classificadas	7
6.2.	Quanto ao tipo.....	7
6.2.1.	Vias revestidas;	7
6.2.2.	Vias não revestidas.....	8
7.	ELEMENTOS GEOMETRICOS DAS ESTRADA.....	8
7.1.	Elementos planimétricos da estrada.....	8
7.2.	Elementos altimetricos da estrada.....	8
7.2.1.	Perfil longitudinal do terreno.....	8
7.2.2.	Perfil transversal do terreno.....	8
8.	PAVIMENTOS RODOVIARIOS	8
8.1.	FUNCAO DO PAVIMENTO.....	9
8.2.	CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO	9
8.2.1.	Quanto ao tipo	9
8.2.2.	Pavimento Rígido.....	9

8.2.3.	Pavimento flexível	9
8.3.	Características das camadas do pavimento flexível	10
8.3.1.	Camada de desgaste.....	10
8.3.2.	Base	10
8.3.3.	Sub-base	10
8.3.4.	Reforço de Subleito.....	11
8.3.5.	Subleito do Pavimento.....	11
9.	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAIS DE PAVIMENTOS RODOVIARIOS	11
9.1.	Método Impirico	11
9.2.	Métodos Empírico-Mecanísticos	11
10.	ESTABILIZAÇÃO DO SOLO DO PAVIMENTO	12
10.1.	Estabilização Mecânica.....	12
10.2.	Estabilização Granulométrica	13
10.3.	Estabilização Química.....	13
11.	ENSAIOS LABORATORIAS.....	13
11.1.	limites DE ATTERBERG.....	13
11.1.1.	Limite de liquidez (LL).....	13
11.1.2.	Limite de Plasticidade (LP)	13
11.2.	Ensaio granulométrico	14
11.3.	Ensaio Proctor Modificado (Modified AASHTO).....	14
11.4.	Ensaio CBR (California Bearing Ratio).....	14
12.	Ensaio In-situ	15
12.1.	Métodos de determinação do peso específico de compactação no campo.....	15
12.1.1.	Método do Frasco de Areia (ASTM Designation D-1556)	15
12.1.2.	Método do Balão de Borracha (ASTM Designation D-2167)	16
12.1.3.	Método Nuclear	16
12.1.4.	Princípios de operação dos densímetros Nucleares TROXLER modos para medição da densidade	16
12.1.5.	Transmissão directa.....	17
12.1.6.	Humidade	17
13.	Especificações Técnicas para construção de estrada segundo SATCC	18
13.1.	SÉRIE 3000: MOVIMENTO DE TERRAS E CAMADAS DE PAVIMENTO EM CASALHO (MATERIAL GRANULAR NATURAL) E EM AGREGADO BRITADO	19
13.1.1.	Secção: 3500: Estabilização	19
13.1.1.1.	3502 Materiais	19

13.1.1.2.	3503 Estabilização Química	19
13.2.	SECÇÃO 3600: BASE E SUB-BASE EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA.....	22
13.2.1.1.	3602 Materiais	22
13.2.1.2.	3604 Construção	23
14.	localização obra e Descrição do projecto.....	25
14.1.	Localização da obra	25
14.1.1.	Localização do estaleiro.....	25
14.2.	Descrição do projecto.....	26
14.3.	Características Geometricas da vala de drenagem	26
14.4.	CARATERIZAÇÃO GEOMETRICA DA ESTRADA.....	27
14.4.1.	Traçado em planta	27
14.4.2.	Perfil longitudinal	27
14.4.3.	Perfil transversal.....	28
14.4.4.	Plataforma de Rodagem	28
14.5.	CARACTERISTICAS da ESTRUTURA DE PAVIMENTO	29
15.	ALTERAÇÕES AO PROJECTO	30
16.	PROCESSO CONSTRUTIVO DA ESTRADA	31
16.1.	Limpeza.....	31
16.2.	Escarificação	31
16.3.	Terraplenagem	31
17.	CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO FLEXIVEL.....	32
18.	CONSTITUIÇÃO E PROCESSO DE EXECUÇÃO	32
18.1.	Demarcação dos pk (perfil quilometral)	32
18.2.	SUBLEITO PAVIMENTO.....	33
18.2.1.	Preparação e regularização do Subleito.....	33
18.2.2.	Procedimento de Execução.....	33
18.2.3.	Testes de in situ	33
18.2.4.	Fornecimento de material para sub-base.....	34
18.3.	SUB-BASE DO PAVIMENTO	35
18.3.1.	Preparação e regularização do Sub-Base	35
18.3.2.	Procedimento de Execução da Sub-base	35
18.3.3.	Testes de in situ	36
18.3.4.	Fornecimento de material para sub-base.....	36
18.4.	BASE DO PAVIMENTO	37
18.4.1.	Quantificação do material da base:.....	37

18.5.	Preparação e regularização do Base.....	38
18.6.	ESPALHAMENTO DO TOUNT VENANT.....	38
18.7.	DISTRIBUIÇÃO DOS SACOS DE CIMENTO	38
18.8.	ESPALHAMENTO DE FORMA MANUAL.....	39
18.9.	ESCARIFICAÇÃO E MISTURA DO MATERIAL	39
18.10.	COMPACTAÇÃO E TESTE DE COMPACTAÇÃO.....	40
18.11.	REVESTIMENTO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO EM PAVE E LANCIL.....	41
18.11.1.	Assentamento de lancil	41
18.11.2.	Assentamento de pavês.....	42
18.11.3.	Preparação da base para Assentamento de pavê Intertravado	42
19.	ANALISE DE PROBLEMAS	43
20.	CONCLUSÃO	44
21.	RECOMENDAÇÕES	45
22.	BIBLIOGRAFIA.....	46
23.	ANEXOS.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma da Empresa M&T Empreendimento, Lda.	4
Figura 2: Estrutura de Pavimento Flexível(conferencia 1.1)	10
Figura 3 : Localização da Fase 2 da construção da estrada Rua da Igreja;	25
Figura 4: Planta de estaleiro da Rua da Igreja;.....	26
Figura 5: Secção Transversal da Vala de drenagem sem e com Armadura 1,0X1,0	26
Figura 6: Perfil Transversal da faixa de Rodagem no troco de PK=1+220 à 2+2750;.....	29
Figura 7: Estrutura de Pavimento da faixa de Rodagem e passeio;.....	29
Figura 8: Perfil das camadas Estruturais do Pavimento;	32
Figura 9: Perfil Quilometro	32
Figura 10: Escarificação do Subleito Figura 11: Regularização Figura 12: Rega do subleito	33
Figura 13: Teste do Subleito com Troxler;	34
Figura 14: Fornecimento de solos vermelhos para sub-base;	34
Figura 15: Mistura de solos Vermelhos; Figura 16: Compactação da sub-base; Figura 17: Sub-base compactação.....	35
Figura 18: Teste da sub-base com Troxler;	36
Figura 19: Fornecimento de Tout Venant;.....	37
Figura 20: Distribuição de Cimento na Construção da Base na rua da Igreja;	38
Figura 21: Espalhamento do material tout Venant;	38
Figura 22: Distribuição dos sacos de cimento para mistura;.....	39
Figura 23: Processo de espalhamento manual ; Figura 24: Espalhamento manual completo;	39
Figura 25 Processo de Mistura; Figura 26: Régua da Mistura; Figura 27 : Espalhamento da Mistura;.....	40
Figura 28: Compactação da base com cilindro compactador; Figura 29: Teste de da Base Com Troxler.....	41
Figura 30: Assentamento de lancil;	41
Figura 31: Assentamento de Pavê 8,00 cm; Figura 32: Compactação do Pavê 8,00 cm;	42
Figura 33: Estrada pavimentada;.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronograma de Estagio Profissional na M&T;.....	5
Tabela 2: Actividades Desenvolvidas na M&T;.....	6
Tabela 3: Limites de Atterberg SATCC;	22
Tabela 4 :Fusos granulométricos para agregado britado de granulometria extensa.....	23
Tabela 5 : Parâmetros Geométricos das valas de Drenagem e suas Armaduras.....	27
Tabela 6: Discrição das camadas estruturais da pista de rodagem e passeio;	30

SIMBOLOGIA

SATCC- Southern African Transport Communucations Commission);

AASTHO- American Association of State Highway and Transportation Officials

ASTM- American Society for Testing and Materials;

TRH-Recomendações Técnicas de Estrada;

CBR-California Bearing Ratio (Capacidade de Suporte);

IP-Índice de Plasticidade;

LL-Limite de Liquidez;

LP-Limite de Plasticidade;

ANE-Administração Nacional de Estrada;

UEM-Universidade Eduardo Mondlane;

UCS-Unconfined Compressive Strength;

SAMDM- Método Mechanistic Sul-Africano;

DCP - método do Cone Penetrómetro Dinâmico;

SNO - Método Elasto- Plástico;

OMD-optimum moiture content;

MDDmax-Massa de Densidade Seca.

1. INTRODUCAO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No âmbito do término do curso, 9º semestre, no curso de Engenharia Civil da FE-UEM opcionalmente desenvolve-se o Estágio Profissional precedido de um Relatório como forma de culminação para o aferimento do Grau Licenciado em Engenharia Civil, permitindo o estudante, consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

O presente relatório debruça sobre as actividades desenvolvidas ao longo do estágio profissional na M&T Empreendimento, durante o estágio profissional na Cidade de Maputo.

1.2. ENQUADRAMENTO CIENTIFICO

O Estágio Profissional foi realizado no ramo de Vias de Comunicação por luz uma cadeira do curso Engenharia Civil, tendo este revelado maior interesse para o estudante visto que este ramo, de forma directa tem-se revelado fundamental para o Desenvolvimento do Bairro, Distritos, Cidades, Províncias e Pais em Geral, interligado o mesmo por forma facultar o transporte e manuseio de cargas para diferentes pontos do pais com segurança e comodidade.

O Estagiário como empreiteiro conseguiu almejar as suas pretensões na Empresa como conhecer o Procedimentos Cientifico e Tecnológico de Construção de uma Estrada e Valas de Drenagem assim como o seu Planeamento e Monitoramento.

2. OBJECTIVOS DO TRABALHO

2.1. OBJECTIVO GERAL

- Promoção do conhecimento técnico científico na Engenharia civil de forma prático através do contacto directo com as actividades desenvolvidas na construção de estradas.

2.2. OBJECTIVO ESPECÍFICO

- Aplicar os procedimentos técnicas de construção de estradas;
- Demonstrar o procedimento técnico aplicado para ensaios das camadas;
- Analise dos resultados dos ensaios laboratoriais in situ;
- Descrever os procedimentos de construção da estrada segundo SATCC;

3. METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho, relatório de estágio para culminação do curso foi aplicada a seguinte metodologia:

- Pesquisas e consultas bibliográficas;
- Pesquisas e consultas na internet;
- Consulta e discussão de ideias com ambos supervisores;
- Entrevistas aos Engenheiro empreiteiro, fiscal e técnicos de laboratório;
- Google Earth Pro para visualização, ilustração da localização da estrada;
- Archicad 24 esquematizações do fluxograma da empresa;
- Câmera do celular huawei p10 para captura das figuras vigentes o trabalho;
- Microsoft Word 2016 utilizado para organizar e compilar informação para os relatórios;

4. DESCRIÇÃO GERAL DA EMPRESA

4.1. PERFIL DA M&T EMPREENDIMENTOS, LDA

A M&T Empreendimentos, Lda., é uma Sociedade por quota de direitos Moçambicanos, a trabalhar no mercado nacional desde 11 de novembro de 2006, na área de empreiteiro de construção civil e obras públicas; tais como, construção de Edifícios para habitação, para escritórios, habitações tipo vivendas, escolas, hospitais, estradas e pontes entre outros.

Visão - Ser referência nacional reconhecida em qualidade/preço na construção civil e manutenção de obras públicas.

Missão - Melhorar os serviços para satisfação de seus clientes permitindo assegurar os requisitos do negócio, através de uma gestão eficaz dos recursos e pessoas (capital pessoal), garantindo a satisfação dos colaboradores e da sociedade.

Estratégia - Promover a realização dos objectivos propostos com o mínimo de custos e dentro do menor espaço de tempo possível e garantir que satisfaça as necessidades dos seus clientes melhor do que a concorrência do seu negócio.

A **M&T Empreendimentos, Lda.**, orgulha-se do seu enfoque no cliente e relacionamentos de longo prazo. E tem como:

4.2. PRINCIPAIS OBJECTIVOS E DESAFIOS

Prestar serviços de alta qualidade, fazendo com que a sua intervenção influa decisivamente na consolidação das metas e vontade de seus clientes.

Proporcionar a cada cliente total assistência e a melhor qualidade de serviço no seu ramo de actividades.

Procurar melhorar continuamente a prestação de serviços para o benefício mútuo da empresa e dos clientes.

Desenvolver projetos de construção de qualidade, fazendo o uso da sua experiência de construção, dando aos seus clientes a confiança e satisfação em todas as fases do processo.

Fornecer aos seus clientes informação fiável e eficiente nas diversas fases do processo de construção, de modo a garantir corretas tomadas de decisão que, contribuirão para a qualidade do seu produto final.

Orientação baseada em conhecimentos profundos do seu ramo, tomando a consideração às necessidades específicas do seu cliente.

4.2.1. Política de Qualidade

A M&T Empreendimentos, Lda., está empenhada em alcançar a excelência dos serviços, de forma a garantir a satisfação dos clientes e adequação aos padrões de qualidade estabelecidos.

A M&T Empreendimentos, Lda., tem um critério de não subestimar clientes quer de pessoas singulares, instituições públicas e privadas, esta, preocupa-se em construir uma empresa responsável que o cliente possa confiar por forma organizacional, ágil e flexível para garantir a valorização de espírito empreendedor e criativo.

Liderança e implementação de programas com vista a garantir os altos padrões de qualidade.

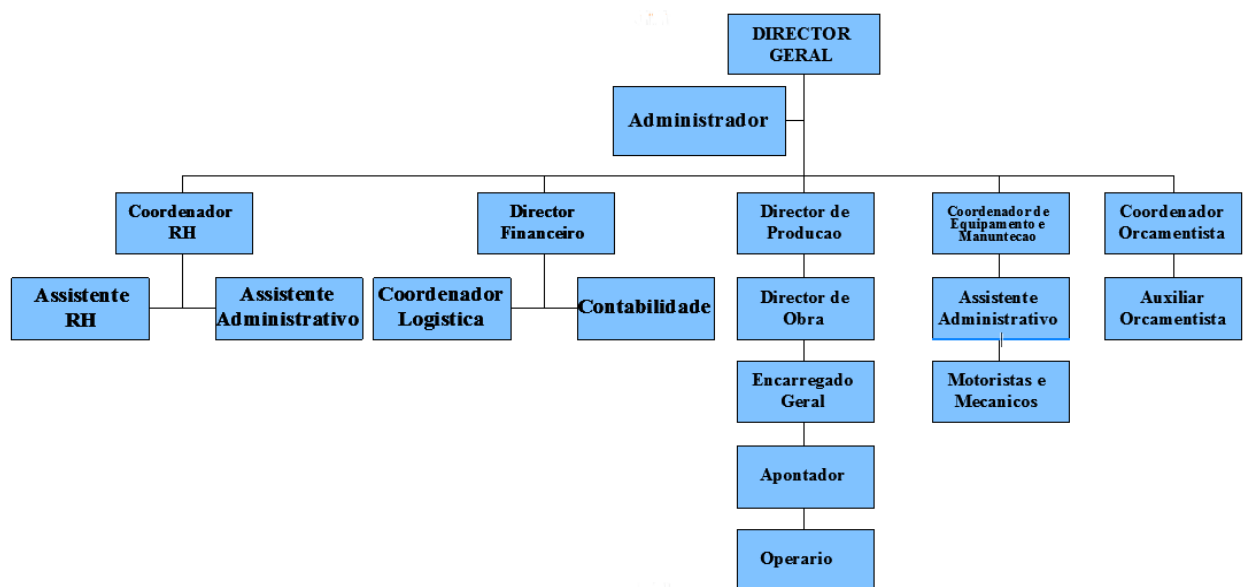


Figura 1: Organograma da Empresa M&T Empreendimento, Lda.

5. PLANO DE ESTAGIO

O Plano de Estágio curricular, foi primeiramente sugerido pelo supervisor de estágio na Empresa Eng. Mario Lamugio, que propôs um Plano Estratégico para trabalhos ou actividades a desenvolver no Campo (Terreno) e no Escritório (Estaleiro da Obra). Seguidamente foi apresentado Plano de Estágio ao Engenheiro Celso Nicol's.

5.1. ACTIVIDADES DESENVOLVIDA DURANTE O ESTAGIO

- Programação da Obra;
- Gestão de Actividades;
- Gestão de stock;
- Topografia (Marcação das cotas no terreno);
- **Movimento de Terra, Trabalhos de terraplenagem;**
- Implantação de revestimento em Pavê;
- **Testes in-situ;**
- Construção de valas de Drenagem;
- Propostas de acomodação de desvio;
- Elaboração de proposta de estrada vala para sistema de drenagem de aguas pluviais.

CRONOGRAMA DO ESTAGIO PROFISSIONAL NA M&T EMPREEDIMENTOS

ACTIVIDADES		SEM. 01	SEM.02	SEM. 03	SEM. 04	SEM. 05	SEM. 06	SEM. 07	SEM. 08	SEM. 09	SEM10	SEM11	SEM12	SEM13	SEM14	SEM15	SEM16
Recusos	Trabalho de Estaleiro Programação e Gestão	■	■	■											■	■	■
	Topografia			■	■	■	■	■									
Movimento de terra	Execução do Subleito				■				■		■		■		■		
	Teste de compactação				■					■			■		■		
	Execução da Sub-base					■				■		■		■		■	
	Teste de compactação					■					■		■		■		■
	Execução da Base						■				■		■		■		■
Revest.	Teste de compactação						■				■		■		■		■
	Implantação em pavê							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Drenagem	Construção da valas de Drenagem															■	■
	Elaboração de uma proposta de S.D.A.P.																■

Tabela 1: Cronograma de Estagio Profissional na M&T;

5.2. LIMITAÇÕES NO ESTAGIO

- Não foi possível presenciar os ensaios de Proctor Modificado AASTHO, ensaio Granulométrico dos materiais, ensaio de limites de Atterberg e DCP visto que o estudante admite ao estágio após realização destes ensaios pela ANE em role temos a descrição das actividades presenciadas.

5.2.1. Actividades desenvolvidas

Semana 1	Apresentação das Equipas Envolvidas, Subempreitadas e Fiscal <ul style="list-style-type: none">• Operadores de Equipamentos;• Chefes das Equipas de Trabalho;• Subempreitadas envolvidas;
Semana 2	Gestão da Obra: <ul style="list-style-type: none">• Apresentação do projecto executivos da empreitada;• Estratégias Adotadas para construção;• Programação da obra;• Definição de Precedência de actividades;• Apresentação de possíveis Desvios
Semana 3	Gestão da Obra: <ul style="list-style-type: none">• Quantificação no terreno do volume de material necessário;• Definição de sistemas de controlo do consumo dos combustíveis para equipamentos;• Elaboração de sistema de Gestão de Stocks;
Semana 4,5,6,7,8,9,10,11,13	Movimento de Terra (Trabalhos de Terraplenagem) <ul style="list-style-type: none">• Colocação das cotas do projecto para o Terreno (Topografia);• Quantificação de material para construção dos pavimentos Flexível;• Execução das Camadas de Pavimento;• Testagem das Camadas;• Revestimento das Base com Pavê Intertravado.• Medições para elaboração de Auto.
Semana 13,14,15 e 16	Gestão e Movimento de Terra e Drenagem: <ul style="list-style-type: none">• Controlo do progresso da Empreitada;• Trabalho de Terraplenagem;• Elaboração de Auto para cobranças;• Construção de Vala de Drenagem;• Elaboração de Proposta Técnica de Sistema de Drenagem de aguas pluviais em meio estreito dissipando a sua energia.

Tabela 2: Actividades Desenvolvidas na M&T;

6. CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS DE COMUNICAÇÃO EM MOCAMBIQUE

6.1. QUANTO AO SERVIÇO

As vias de comunicação classificam-se em:

- Vias principais/primárias;
- Vias secundárias;
- Vias terciárias;
- E vias não classificadas.

6.1.1. Via Principais ou primárias

São vias que cruzam todo país ou a maior parte do mesmo, assegurando a ligação entre as cidades capitais províncias e postos importantes das fronteiras com os países vizinhos.

6.1.2. Vias secundárias

São vias complementares a redes de vias principais que vincula o trânsito entre duas ou mais províncias embora não se caracteriza por ser de amplitude Nacional pode cruzar grande parte do país, proporcionando serviços a lugares urbanos, unindo vias primárias as a distritos.

6.1.3. Vias terciárias

São vias que asseguram a ligação rodoviárias entre os distritos e cidades

6.1.4. Vias não classificadas

São vias que proporcionam viagens curtas em comparação com as demais.

6.2. QUANTO AO TIPO

6.2.1. Vias revestidas;

São estradas com uma estrutura de pavimento composta por sobrasaste subleito, sub-base base e revestidas em Betão betuminoso simples/duplo, ou lajes estruturais.

6.2.2. Vias não revestidas.

São estradas construídas com solos locais (solo natural) ou provenientes de câmara de empréstimo como saibreira ou gravilha aterradas e compactada mecanicamente permitindo a transitabilidade de veículos directamente na estrutura.

7. ELEMENTOS GEOMETRICOS DAS ESTRADA

A geometria de uma estrada é definida pelo traçado do seu eixo em planta e pelos perfis longitudinal e transversa

7.1. ELEMENTOS PLANIMÉTRICOS DA ESTRADA

Eixo de uma estrada é o alinhamento longitudinal da mesma. O estudo de um traçado rodoviário é feito com base neste alinhamento. Nas estradas de rodagem, o eixo localiza-se na região central da pista de rolamento

- Alinhamento recto;
- Curvas simples;
- Curvas de transição.

7.2. ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS DA ESTRADA

7.2.1. Perfil longitudinal do terreno

É a representação no plano vertical das diferenças de nível, cotas ou altitudes, obtidas do resultado de um nivelamento feito ao longo do eixo de uma estrada.

Rasante é a linha definida pela intersecção do eixo da estrada com a superfície do pavimento constituída por alinhamentos rectos e curvos num plano vertical.

7.2.2. Perfil transversal do terreno

É a representação, no plano vertical, das diferenças de nível, obtidas do resultado de um nivelamento, normal em cada estaca, pertencente ao alinhamento da estrada.

Faixa de rodagem é o espaço dimensionado e destinado a passagem de um veículo por vez.

8. PAVIMENTOS RODOVIARIOS

Segundo Diogo (2007) citando Jader e Witckzack, Huang (1993,2004), a mecânica clássica define o pavimento como sendo estrutura composta por diversas camadas de materiais clássicos ou Elasto-visto-plástico.

Pavimento e a estrutura construída sobre um terreno terraplano, que suporta as cargas provenientes do tráfego, redistribui essas cargas para a infraestrutura e proporciona as condições satisfatórias de conforto, economia e segurança a quem utiliza a estrutura.

8.1. FUNCAO DO PAVIMENTO

De acordo com Reis (2009:2) como requisitos principais os pavimentos devem proporcionar condições de condução segura e confortável aos condutores (requisitos funcionais) e resistir a esforços verticais e horizontais devido ao tráfego (requisito estrutural), ao longo do período de vida útil.

8.2. CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO

8.2.1. Quanto ao tipo

Os pavimentos classificam-se em

- Rígidos;
- Flexíveis.

8.2.2. Pavimento Rígido

De acordo com Reis (2009:2), os pavimentos rígidos caracterizam-se pelo facto da camada de desgaste ser constituída por uma laje de Betão de elevada resistência. Com as seguintes camadas concreto, sub-base, reforço do subleito, e camadas finais de terraplanagem.

8.2.3. Pavimento flexível

A resistência estrutural dos pavimentos flexíveis é dada pelas diferentes camadas que o constituem assim como os materiais usados no qual a resistência e rigidez são fundamentais. O pavimento é composto por revestimento ou capa selante, base, sub-base, reforço do subleito, regularização do subleito e subleito como verifica-se na figura 1.

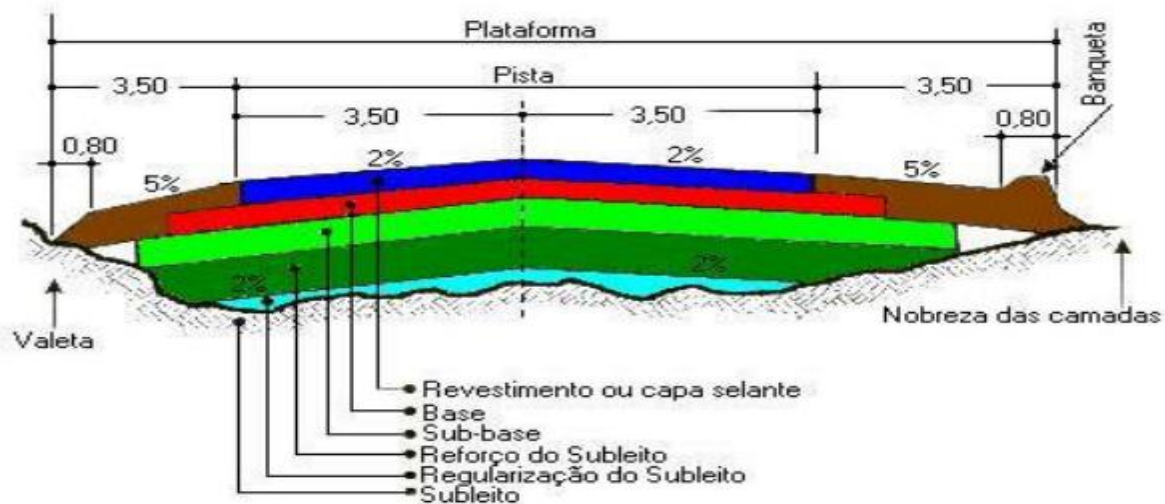


Figura 2: Estrutura de Pavimento Flexível(conferencia 1.1)

8.3. CARACTERÍSTICAS DAS CAMADAS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

8.3.1. Camada de desgaste

É a camada superior do pavimento e na qual circula directamente o tráfego. Devendo apresentar uma superfície lisa, regular, não derrapante e resistente ao desgaste continuo do tráfego, conferindo assim as condições de segurança e conforto para os utilizadores.

8.3.2. Base

É a camada estrutural destinada a resistir os esforços verticais oriunda das cargas dos veículos e sobre a qual e construído o revestimento, situando acima da sub-base quando existente ou directamente sobre o leito.

Os materiais mais utilizados consistem de produtos de britagem, mistura de solos e misturas de solos com materiais britados. Podendo a base também ser tratado ou estabilizada com materiais aglomerantes como cimento Portland, betume, cal, cinzas vulcânicas e mistura desses aglomerantes.

8.3.3. Sub-base

A camada de sub-base vai recebendo os esforços provenientes da camada base e redistribuindo os esforços para a fundação, drenado infiltrações que poderão ocorrer nas camadas superiores e impedindo a ascensão da agua capilar evitando que atinjam as camadas nobres do pavimento

8.3.4. Reforço de Subleito

O reforço do subleito é obtido por tratamentos aplicados à superfície com a finalidade de aumentar a resistência do subleito, através de compactações realizadas com base no CBR, obtido através de controle de qualidade.

8.3.5. Subleito do Pavimento

É o terreno onde repousa a estrutura do pavimento que pode ser excepcionalmente forte ou pouco resistente, que deverá suportar os esforços impostos pelo pavimento e seus carregamentos dentro de valores compatíveis com a resistência do mesmo. É o terreno de fundação do pavimento e que se não for executado com requintes técnicos pode comprometer todo o trabalho de pavimentação.

9. METODOS DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAIS DE PAVIMENTOS RODOVIARIOS

De acordo Diodo citando Chakroborty (2005:12), no dimensionamento de pavimentos utilizam-se técnicas que permitem determinar as espessuras do pavimento, a configuração das camadas e os respectivos materiais constituintes. O dimensionamento pode considerar a construção de um novo pavimento ou reabilitação de um existente. Os métodos de dimensionamento são divididos em três grupos:

- Empírico;
- Empírico-Mecanísticos
- Mecanísticos.

9.1. MÉTODO IMPÍRICO

Em geral, baseiam-se no ensaio de resistência do solo, como o ensaio de CBR (Califórnia Bearing Ratio) e o método de Hveem.

9.2. MÉTODOS EMPÍRICO-MECANÍSTICOS

Utilizam uma teoria para prever as tensões e deformações provenientes do tráfego e do meio ambiente na estrutura do pavimento, e procura compatibilizá-las com as tensões resistentes dos materiais, através de modelos matemáticos relacionando as respostas estruturais tensões deformações e deflexões devido as solicitações das cargas de tráfego.

Os métodos de desenho do pavimento asfáltico usados em Moçambique são baseados em metodologias da SATCC (De Beer, 1997), a saber:

- O Método Mechanistic Sul-Africano (SAMDM);
- O método do Cone Penetrómetro Dinâmico (DCP);
- O Método Elasto- Plástico (método SN);
- O método de CBR;
- O Método do Guião da AASHTO para o projeto de estruturas de pavimentos;
- Os catálogos indicados na SATCC [10-15], e;
- Outros métodos de design indicados no TRL.

Sendo o Método Catalogo o mais usual em Moçambique e na África Austral por este entrar com parâmetros como propriedades geológica da zona (CBR), dados Pluviométricos e Classe de Tráfego.

10. ESTABILIZAÇÃO DO SOLO DO PAVIMENTO

A estabilização do solo consiste em dar a ele condições de resistir a deformações e ruptura durante todo o período em que sua função exija atender a tais características, apresentando uma alta resistência ao cisalhamento e a deformação.

Existem então três principais métodos para a estabilização:

- Estabilização Mecânica;
- Estabilização Granulométrica;
- Estabilização Química.

10.1. ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA

Este método de estabilização baseia-se na correção granulométrica do solo a partir de processo de compactação, pois esta é uma maneira de conferir ao solo uma densificação e alcançar o valor de umidade óptima. Este método é comum do decorrer de uma obra, na execução das diferentes camadas de um pavimento e complementar a outros métodos estabilizadores.

10.2. ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA

Esta metodologia consiste na adição ou retirada de partículas do solo com a finalidade de alterar as propriedades do mesmo. Este método consiste basicamente, no emprego de um material ou na mistura de dois ou mais materiais de modo a se enquadrarem dentro de uma determinada faixa granulométrica de forma a atender as especificações normativas.

10.3. ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA

Esta outra técnica visa a melhoria das propriedades físicas e mecânicas do solo por meio de alteração da estrutura do mesmo com o uso de aditivos que podem ser dos mais variados tipos e nem sempre são materiais comuns ao uso da construção civil. Como aditivos para estabilização química podemos citar cimento, cal, produtos industrializados, etc.

11. ENSAIOS LABORATORIAS

11.1. LIMITES DE ATTERBERG

Permite determinar os limites de consistência do solo o termo consistência é usado para um estado físico, isto é, o grau de ligação entre as partículas das substancias quando aplicado aos solos finos ou coesivos, consistência está ligada a quantidade de água existente no solo, ou seja, ao teor de umidade.

11.1.1. Limite de liquidez (LL)

E o valor de umidade no qual o solo passa do estado liquido para o estado plástico. Esse limite e determinado com auxílio do aparelho de Casagrande no qual de determina o teor de umidade que, com 25golpes, une os bordos inferiores de uma canelura (um centímetro de comprimento) aberto, na massa de solo, por um cinzel de dimensões padronizadas.

11.1.2. Limite de Plasticidade (LP)

E o valor de umidade na qual o solo passa do estado plástico para o semi-plastico. E o limite no qual o solo começa a ser quebrar em pequenas peças, quando enrolado em bastões de 3 mm de diâmetro. Ou seja, e o menor teor de umidade em que o solo se comporta plástico.

11.2. ENSAIO GRANULOMÉTRICO

É um ensaio que consiste no estudo a distribuição das partículas por tamanho. O processo de separação da massa de solo em fracções, cada uma consistindo de grãos dentro de uma certa variação de tamanho, é conhecido como análise granulométrica, que independentemente da humidade do solo, composição mineralógica, densidade/forma dos grãos. A análise é feita por peneiramento para solos grossos (areias e cascalhos) até a abertura de malha do peneiro número 200(0,075 mm), e pela sedimentação para solos finos. Segundo a American Society for Testing and materials- ASTM, faz-se o ensaio de sedimentação no material que passa no peneiro número 200.

11.3. ENSAIO PROCTOR MODIFICADO (MODIFIED AASHTO)

Compactação é um processo manual ou mecânico que visa melhorar as propriedades físicas de solo: Resistência ao corte, compressibilidade, capacidade de carga, permeabilidade, absorção de água etc. compactação depende de esforços de compactação ou energia despendida e das propriedades geotécnicas do solo.

Densidade máxima- a densidade máxima dum material para um esforço de compactação específico é a maior densidade obtida quando a compactação é levada a cabo no material sob variados teores de humidade.

Humidade óptima – a humidade óptima para um esforço de compactação específico é o teor de humidade no qual a densidade máxima é obtida.

11.4. ENSAIO CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

O CBR dum material é determinado, medindo a carga necessária para que um pistão standard penetre a superfície do material compactado pelo método MOD AASHTO. O CBR determina o valor relativo de Suporte dos solos através de ensaios com amostras deformadas, moldadas na humidade óptima obtida do ensaio de compactação previamente realizado no, material. É um ensaio de grande valor na técnica rodoviária, é a base do dimensionamento de pavimento flexíveis. O mínimo de pancadas CBR para o terreno natural deve ser 30% para a densidade in-situ (com um mínimo de 95% MOD AASTHO de compactação).

12. ENSAIOS IN-SITU

12.1. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECIFICO DE COMPACTAÇÃO NO CAMPO

Segundo (Braja M. Das) quando o trabalho de compactação é executado no campo, é importante verificar se o peso específico determinado foi alcançado. Os procedimentos padrões para a determinação do peso específico de compactação no campo incluem os seguintes métodos

- O método do frasco de areia;
- O método do balão de borracha;
- O método nuclear.

12.1.1. Método do Frasco de Areia (ASTM Designation D-1556)

O equipamento de cone de areia consiste em um frasco de vidro ou plástico com um cone de metal instalado no topo, onde o frasco é enchido com areia Ottawa uniforme seca. O peso combinado do frasco, do cone e da areia no frasco é determinado (W_1), no campo um pequeno furo é escavado na areia em que o solo foi compactado. Conhecendo-se o peso do solo húmido retirado do furo (W_2), e o teor de humidade do solo, o peso seco do solo poderá ser calculado a partir da equação a seguir

$$w_3 = \frac{w_2}{1 + \frac{w(\%)}{100}}$$

Onde: w-teor de humidade

Após a escavação do furo, o frasco cheio de areia com o cone instalado e posicionado de cabeça para baixo sobre o furo, e a areia é solta do frasco e enche o furo e o frasco. Depois, o peso combinado do frasco do cone e da areia restante no frasco é obtido (w_4) com base na seguinte equação em que w_5 é o peso da areia contido no furo e no cone.

$$w_5 = w_1 - w_4$$

Volume do furo escavado pode ser determinado como:

$$V = \frac{w_5 - w_c}{Y_{d(\text{areia})}}$$

Onde : w_c -peso da areia contido no cone; $Y_{d(areia)}$ -é o peso específico seco da areia ottawa utilizada onde os seus valores são determinados pela calibração efetuada em laboratório, o peso específico seco da compactação executada no campo pode ser definida por meio da equação seguinte:

$$Y_d = \frac{w_3}{V}$$

12.1.2. Método do Balão de Borracha (ASTM Designation D-2167)

O procedimento adoptado no método do balão de borracha e similar ao do método do frasco de areia. Um furo de teste é aberto, e determinam-se o peso húmido e o teor de humidade do dolo removido do furo. Entretanto, um balão de borracha é inserido no furo para a obtenção do volume o balão é enchido com água de um receptáculo calibrado no qual o volume pode ser lido de forma directa. O peso específico seco do solo compactado pode ser determinado pela seguinte equação:

$$Y_d = \frac{w_3}{V}$$

12.1.3. Método Nuclear

Frequentemente, os densímetros nucleares são utilizados para a determinação do peso específico seco compactado do solo seco, esse tipo de equipamento funciona em furo escavado ou na superfície e mede o peso específico do solo compactado pode ser conhecido subtraindo-se o peso da água do peso específico de humidade do solo.

Troxler é um aparelho usado para o controlo de densidade de solos, camadas asfálticas, granulares e Betão hidráulico.

12.1.4. Princípios de operação dos densímetros Nucleares TROXLER modos para medição da densidade

O Roadreader pode realizar medições de densidade em materiais de construção por meio de dois modos de operação. O operador selecciona o modo de **retro-transmissão** ou o **modo de transmissão directa** (modo usado), dependendo do tipo de material e espessura da camada correspondente.

12.1.5. Transmissão directa

Neste modo de operação, a fonte gama se posiciona a uma profundidade específica, dentro da cada do material a avalia, mediante a sua inserção através dum orifício feito no solo, encobrendo-se a fonte gama com solo após seu posicionamento. As emissões gama soa transmitidas através do material, para os detectores e determinada. Este modo de operação emissão média entre a fonte gama e os detectores e determinada este modo de operação minimiza a incerteza causadas pelas superfícies rugosas e composição química dos materiais avaliados, dando uma alta precisão nas medições.

12.1.6. Humidade

A medição da humidade é um ensaio não destrutivo a fonte de neutrões e o detector permanecem dentro do densímetro sobre a superfície do material a analisar. Emissões de neutrões a alta velocidade dão introduzidas na camada avaliada, e são travadas praticamente pelas suas colisões com átomos de hidrogênio do material. O detector de hélio no densímetro, conta a quantidade de neutrões no estado térmico (com a velocidade diminuída); que correlaciona directamente com a quantidade de humidade no material avaliado.

Notas:

- Para evitar efeito da base asfáltica, faz-se o controle a distancias fixas a partir do fim do pavimento;
- São feitas três leituras e toma-se a média coo valor final em cada ponto de leitura;
- As espessuras são de 0 a150mm sub-base e 150 a 300mm selected layer;
- Todos os dados (incluindo a profundidade, o que permite sua verificação) são lidos no monitor do aparelho,
- Troxler está em conformidade com ensaios ASTM (D2922, D3017, D2950 e C1040)

13. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DE ESTRADA SEGUNDO SATCC

As normas de execução constituem um instrumento de referência e de regulamentação que poderá ser utilizada pelos técnicos, efectuando os trabalhos directamente no local como empreiteiro e por todos os técnicos envolvidos por parte da equipe dos fiscais. A notar a implantação desta Estrada pavimentação da rua da Igreja fase II, é concebida e implantada com base nas especificações técnica patentes no manual de Especificações técnicas obras de Estradas e Pontes, SATCC-2001.

As normas de execução dos trabalhos em estradas propostas pelo SATCC compreendem as seguintes series:

- Série 1000 Generalidades;
- Série 2000 Drenagem;
- Série 3000 Movimento de terra e camadas de pavimentação em cascalho (Material Granular Natural) e em Agregado Britado;
- Série 4000 pavimentação e Revestimento betuminoso;
- Série 5000 Trabalhos suplementares de Estradas;
- Série 6000 Estruturas;
- Série 7000 Ensaio e controlo de Qualidade.

O presente relatório destaca a Série: 3000 na construção aplicadas.

13.1. SÉRIE 3000: MOVIMENTO DE TERRAS E CAMADAS DE PAVIMENTO EM CASCALHO (MATERIAL GRANULAR NATURAL) E EM AGREGADO BRITADO

13.1.1. Secção: 3500: Estabilização

13.1.1.1. 3502 Materiais

(a) Agentes para estabilização química (estabilizantes químicos)

O estabilizante deverá ser um ou mais dos elementos seguintes, especificados nos Desenhos, no Mapa de Quantidades, nas Especificações do Projecto, ou determinados pela Fiscalização.

(ii) Cimento Portland normal

O cimento Portland normal deverá cumprir os requisitos da especificação nacional, ou AASHTO M85 ou SABS 471, onde não exista especificação local. Não deverá ser permitida a utilização de cimento Portland de presa rápida.

13.1.1.2. 3503 Estabilização Química

Preparação da camada- O material a ser estabilizado deverá ser preparado e colocado de acordo com o especificado na Secção 3200, e deverá ser sujeito a pelo menos uma passagem de cilindro de rastos lisos. O material deverá estar húmido.

Aplicação do estabilizante- Após a preparação da camada de solo ou material granular, o agente estabilizador deverá ser espalhado uniformemente e de forma contínua sobre a totalidade da área da camada, com a dosagem prescrita, utilizando um espalhador mecânico aprovado, ou espalhado manualmente. Quando o espalhamento é feito manualmente, bolsas ou sacos de estabilizante deverão ser colocados de forma precisa em intervalos iguais ao longo da secção a estabilizar, de modo a que se possa obter a dosagem de aplicação especificada. O agente estabilizante deverá ser espalhado o mais regularmente possível e será depois distribuído uniformemente sobre a totalidade da superfície a ser tratada por distribuição do estabilizante utilizando e/ou réguas. A Fiscalização poderá permitir que o espalhamento do agente estabilizador colocado manualmente seja feito com uma

motoniveladora, desde que esteja convencida que se pode obter uma distribuição regular do estabilizante.

Mistura do agente estabilizante- Imediatamente depois do espalhamento do agente estabilizador, o mesmo deverá ser misturado com o material granular solto em toda a profundidade da camada a tratar. Deverá tomar-se cuidado para não danificar a camada subjacente já compactada, nem misturar o agente estabilizador abaixo da espessura desejada. Dever-se-á continuar a mistura durante o tempo que for necessário e repeti-la com a frequência exigida, para assegurar uma mistura completa, uniforme e íntima do solo ou material granular com o agente estabilizante, sobre a totalidade da área e da profundidade do material a ser tratado e até que a mistura resultante seja na sua totalidade homogênea e com uma aparência uniforme. A mistura deverá ser feita com uma niveladora, grade de discos, um misturador rotativo ou equipamento equivalente, trabalhando sobre a totalidade da área e profundidade da camada a ser estabilizada, através de passagens sucessivas do equipamento. A mistura também poderá ser feita em centrais misturadoras, mas o Empreiteiro não terá direito a nenhum pagamento por transporte adicional ou outros custos resultantes da utilização desse procedimento, a não ser que esse modo de operação tenha sido prescrito.

Rega- Imediatamente depois do agente estabilizador ter sido adequadamente misturado com o solo ou material granular, deverá determinar-se o teor de humidade da mistura, devendo acrescentar-se a quantidade de água necessária, como especificado na Secção 3200. Cada aplicação ou adição de água deverá ser bem misturada com o material granular ou solo para evitar a concentração de água junto à superfície ou o seu escoamento sobre a superfície da camada. Dever-se-ão tomar cuidados particulares para assegurar uma distribuição satisfatória da humidade em toda a profundidade, largura e comprimento da secção a ser estabilizada e evitar que qualquer parte da camada fique excessivamente húmida depois do estabilizante ter sido colocado. Qualquer porção da camada que fique demasiado húmida, depois do estabilizante ter sido adicionado e antes da mistura ter sido compactada, será rejeitada, e essas porções deverão ficar a secar até atingirem o teor de humidade exigido, devendo depois ser escarificadas, estabilizadas de novo, recompostadas e acabadas de acordo com os requisitos especificados na presente Secção, tudo à custa do Empreiteiro. O equipamento para fornecimento de água e rega deverá ser

adequado para assegurar que a quantidade de água necessária será adicionada e misturada com o material a ser tratado num período suficientemente curto para possibilitar que a compactação e o acabamento sejam concluídos dentro do período especificado na Subcláusula 3503(h).

Compactação- Deverão aplicar-se as disposições da Secção 3200. Durante a compactação, a camada deverá ser continuamente regularizada por motoniveladora, devendo a perda de humidade devido a evaporação ser corrigida através de posteriores aplicações ligeiras de água. Durante a compactação das camadas estabilizadas, o Empreiteiro deverá proceder à Escarificação ligeira da crosta do material com grade de discos ou escarificador antes da compactação final, se assim exigido pela Fiscalização, de forma a evitar a formação de laminação junto à superfície da camada. A compactação final deverá ser feita com equipamento que assegure um acabamento liso da superfície que respeite as tolerâncias especificadas para a superfície. Deformações ligeiras da superfície não poderão ser preenchidas depois da compactação.

Os requisitos mínimos de compactação deverão ser os especificados para a camada relevante nas diferentes Secções destas Especificações. Dever-se-á empregar no trabalho um número suficiente de equipamentos de compactação para assegurar que, desde o momento da aplicação inicial do agente estabilizante sobre a camada, o processo de mistura, rega, compactação, perfilhamento e acabamento final seja concluído dentro dos períodos especificados na Sub-cláusula 3503(h) abaixo.

Cura das camadas estabilizadas- A camada estabilizada deverá ser protegida contra a secagem rápida durante pelo menos os sete dias seguintes à conclusão da camada. A Protecção poderá ser feita utilizando um ou mais dos seguintes métodos:

(i) A camada estabilizada deverá ser mantida continuamente húmida através de regas frequentes. Este método será permitido até um período máximo de 24 horas, mas deverá ser aplicado um dos métodos (ii), (iii) ou (iv) assim que o teor de humidade da camada estabilizada o permita. A camada que não seja mantida molhada ou húmida e que esteja sujeita a ciclos consecutivos de molhagem-secagem, poderá ser rejeitada pela Fiscalização, se esta considerar que a camada foi afectada de forma adversa.

(ii) A camada estabilizada deverá ser coberta com material necessário para a camada seguinte, enquanto a camada estabilizada ainda estiver molhada ou húmida. O material que constitui a camada protetora deverá ser regado com os intervalos necessários para manter a camada estabilizada continuamente húmida ou molhada, e em período seco isto deverá ser feito pelo menos uma vez em cada 24 horas.

13.2. SECÇÃO 3600: BASE E SUB-BASE EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA

Esta Secção abrange a aquisição, fornecimento e colocação de agregado britado de granulometria extensa aprovado sobre o leito do pavimento ou sub-base já concluídas, a construção de uma camada de sub-base ou base em agregado britado de granulometria extensa, em função do caso, de acordo com os requisitos destas Especificações.

13.2.1.1. 3602 Materiais

O agregado utilizado para a execução de base ou sub-base em agregado britado de granulometria extensa deverá ser proveniente de rocha-mãe dura, sã, durável e não alterada. Não deverá conter materiais prejudiciais tais como rocha decomposta, argila ou xisto. O agregado britado deverá obedecer às seguintes condições:

Resistência ao esmagamento (10% FACT) - A resistência do agregado ao esmagamento (10% FACT), determinada de acordo com o TMH1 Método B2, não deverá ser inferior a 110 KN. Quando testados depois de 24h de imersão, seguida de drenagem, os materiais deverão ter uma resistência ao esmagamento após imersão não inferior a 75% do valor para o teste a seco. **Limites de Atterberg** material deverá cumprir os requisitos da Tabela 3602/1 e da Cláusula 7102 relativamente aos limites de Atterberg.

Tabela 3602/1
Limites de Atterberg

Parâmetros	Limite
Limite líquido (máximo)	25
Índice de plasticidade (máximo) (%)	6
Índice de retracção (máximo) (%)	3

Tabela 3: Limites de Atterberg SATCC;

Adicionalmente, a média aritmética dos IPs para um lote (mínimo 6 testes) não deverá ser superior a 4,5.

Requisitos de granulometria- A composição granulométrica do agregado britado deverá obedecer aos limites granulométricos (fusos) fornecidos na Tabela 2. Quando, devido a factores fora do controle do Empreiteiro, a granulometria do material disponível de fontes comerciais ou obtido através de métodos normais de britagem está consistentemente acima ou abaixo da média dos limites granulométricos definidos na tabela a seguir, a Fiscalização poderá fixar um objectivo em termos de granulometria, para satisfazer a granulometria média do material disponível, desde que o objectivo em termos de granulometria esteja entre os limites definidos na tabela a seguir, siga uma curva granulométrica extensa sem patamares assinaláveis ou quantidades excessivas de uma dimensão particular, e preferencialmente não esteja próxima do limite superior do fuso na zona correspondente às fracções finas do material. O material deverá obedecer ao objectivo de granulometria dentro das tolerâncias fornecidas na Tabela 3602/3.

Abertura da malha dos peneiros	Percentagem do material passado (em massa)	
	Dimensão nominal máxima de 37,5 mm	Dimensão nominal máxima de 26,5 mm
37,5	100	100
26,5	84-94	100
19,0	71-84	85-95
13,2	59-75	71-84
4,75	36-53	42-60
2,00	23-40	27-45
0,425	11-24	13-27
0,075	4-12	5-12

Tabela 4 :Fusos granulométricos para agregado britado de granulometria extensa.

13.2.1.2. 3604 Construção

Espalhamento e mistura- Agregado britado que cumpra os requisitos especificados acima deverá ser descarregado em quantidades suficientes para assegurar que a camada concluída respeite as exigências relativas à espessura da camada, cota, perfil transversal e densidade. Dever-se-á prever quantidade extra suficiente de material para que a camada possa ser regularizada de forma apropriada. A espessura máxima compactada de qualquer camada de base ou sub-base em agregado britado compactada de uma só vez será de 150 mm, a não ser que especificado ou autorizado de forma diferente pela Fiscalização.

Os materiais descarregados deverão ser espalhados numa camada plana com espessura adequada para a sua mistura. Deverá então adicionar-se a quantidade necessária de água e misturar-se o material até à obtenção de uma mistura homogénea

Condições em termos de compactação A densidade seca mínima a que o material deve ser compactado será de 102% da densidade AASHTO modificada ou tal como especificado ou prescrito. A densidade seca de campo deverá ser determinada através de métodos nucleares (radiação directa) devendo o teor de humidade ser confirmado com análise gravimétrica. Onde se exigir que o material seja compactado a uma densidade mais alta e o Empreiteiro não consiga obter a compactação exigida, a Fiscalização poderá, a seu critério, aceitar as secções a um preço unitário proposto para uma compactação mais baixa, desde que se obtenha pelo menos esta densidade.

13.2.1.3. 3605 Protecção e Manutenção

O Empreiteiro deverá proteger e manter, à sua custa, a camada já concluída em agregado britado de granulometria extensa, até ser aplicada a camada seguinte ou o revestimento. A manutenção incluirá a reparação imediata de quaisquer danos ou defeitos na camada e deverá ser repetida tantas vezes quantas forem necessárias. As reparações deverão ser feitas de forma a obter uma superfície restaurada regular e uniforme, após a conclusão dos trabalhos de reparação. Não deverá ser permitido tráfego directamente sobre uma camada de agregado britado não impregnada, a não ser que autorizado ou instruído pela Fiscalização.

A base em agregado britado deverá ser impregnada assim que possível e, onde assim indicado pela Fiscalização, o tráfego poderá ter que ser dirigido para as camadas já concluídas e impregnadas de acordo com o especificado na Secção 4100.

14. LOCALIZAÇÃO OBRA E DESCRIÇÃO DO PROJECTO

14.1. LOCALIZAÇÃO DA OBRA

O projecto consiste na construção duma estrada com uma extensão de 3 Km localizada na cidade de Maputo adjacente ao corredor ferroviário entre o bairro Ferroviário/Laulane, rua da Igreja no distrito Municipal Kamavota entre a AV. cândido Mondlane e praça dos combatentes. O projecto denomina-se como fase 2, fase final do projecto pavimentação da rua da igreja que comporta como Cliente e Fiscal o Conselho Municipal da Cidade de Maputo e M&T Empreendimento como Empreiteiro em execução da fase 2, fase complementar do projecto Rua da Igreja.

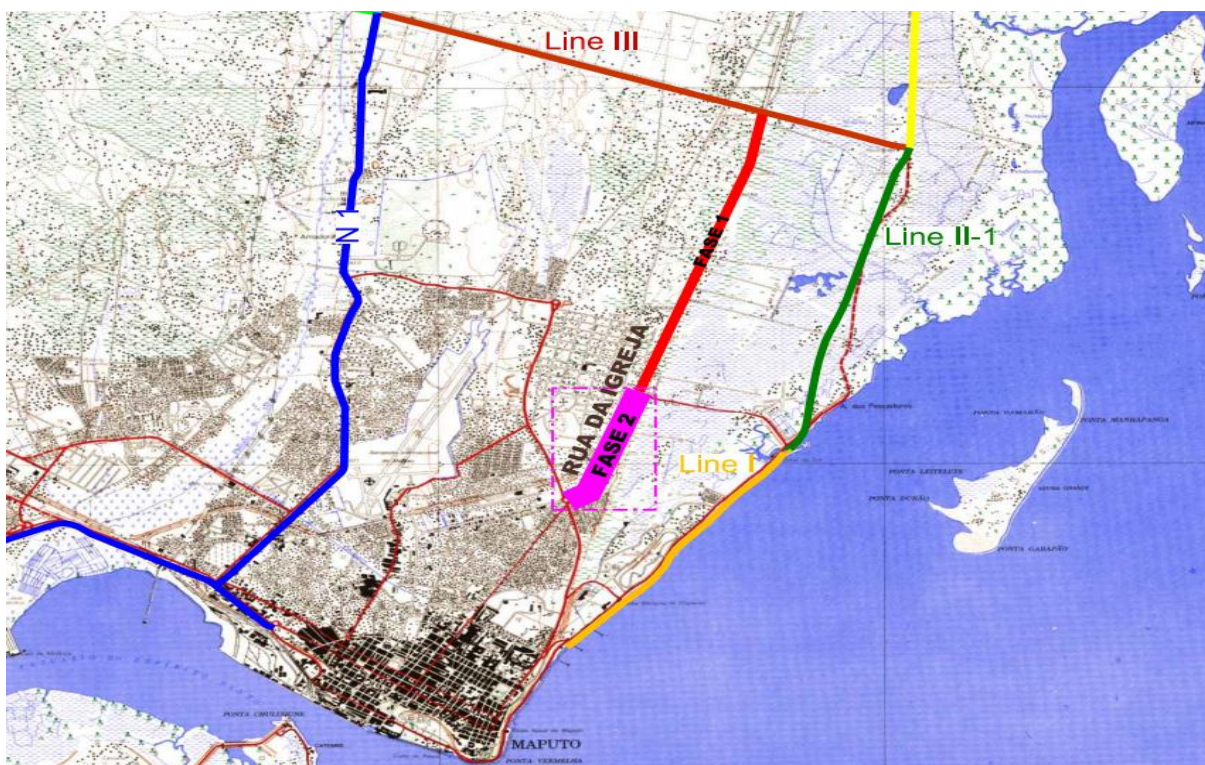


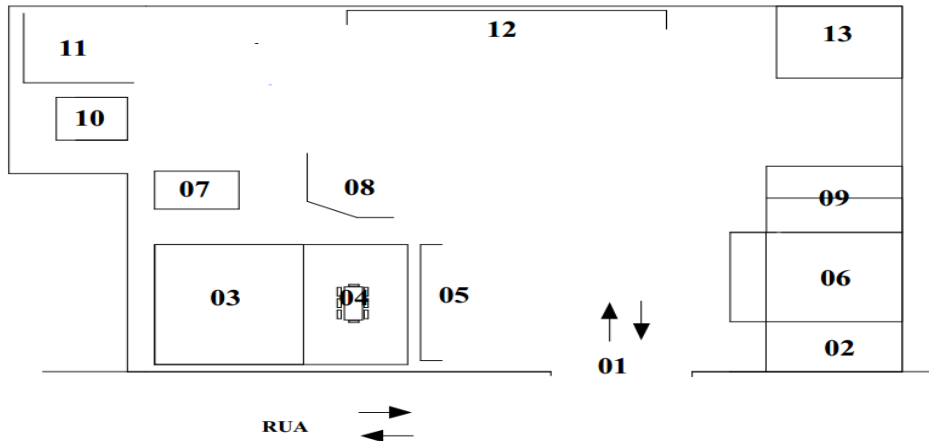
Figura 3 : Localização da Fase 2 da construção da estrada Rua da Igreja;

A empreitada M&T adjudicada, tem a responsabilidade de executar a da estrada em um período contratual de 1 anos tendo iniciado em 04 Maio de 2021 findando em 04 Maio de 2022.

14.1.1. Localização do estaleiro

O estaleiro de obras cita-se adjacente a obra, ao longo da obra, local estrategicamente selecionado por forma a reduzir transtornos de mobilidade de recursos envolvidas na construção da estrada.

PLANTA DO ESTALEIRO M & T RUA DA IGREJA



LEGENDA:

01-Entrada do Estaleiro;	05-Estacionamento do Fiscal;	09-Armazem de Materiais;
02-Alpendre(Reunioes M&T);	06-Escritorio M&T;	10-WC-2;
03-Escritorio do Fiscal de Obra;	07-WC-1;	11-Zona de Inertes(Areias);
04-Alpendre do Fiscal(Reunioes);	08 Zona de Inertes(Brita 3/4);	12-Estacionamento M&T;
		13-Serralheria.

Figura 4: Planta de estaleiro da Rua da Igreja;

14.2. DESCRIÇÃO DO PROJECTO

O projecto consiste na construção duma estrada com duas Faixa de Rodagem e sistema de Drenagem de aguas pluviais umas em valas de drenagem outras em passagens molhadas como canaletas e DRift.

14.3. CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DA VALA DE DRENAGEM

O Sistema de Escoamento da Águas pluviais apresenta secções de escoamento variada devido à natureza de contribuição das Áreas Drenates e limitações ao longo do comprimento da estrada, sendo que em alguns troços o sistema de Drenagem apresente configurações Geométricas diversificadas devido à natureza de escoamento da aguas, isto é, altura de escoamento e o desenvolvimento das curvas de Regolfo ao longo da extensão do leito da vala de drenagem. Segundo o Anexo I.

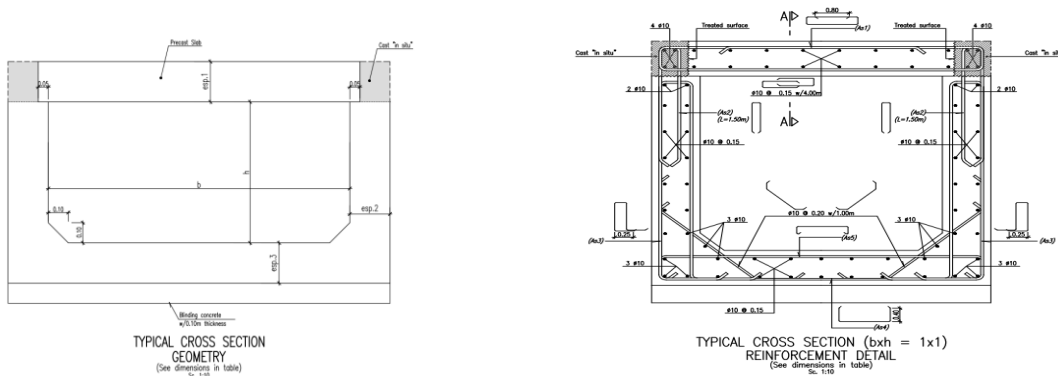


Figura 5: Secção Transversal da Vala de drenagem sem e com Armadura 1,0X1,0

Culvert	PK	Number of Boxes	Dimensions					Reinforcement						
			b (m)	h (m)	Top Slab Thick (m)	Wall Thick. (m)	Bottom Slab Thick. (m)	Hmáx Soil (m)	As1	As2	As3	As4	As5	As6
PH 3	2+995	1	0,80	0,60	0,20	0,20	0,20	1,00	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	-
PH 4	Rua MGC Mondlane	1												
PH 1	1+708	1	1,50	0,80	0,25	0,25	0,25	1,00	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	Ø12 // 0,20	STR. Ø8 // 0,15
PH 1A	1+713	1							+	+			+	
PH 2	2+808	2							Ø10 // 0,20	Ø10 // 0,20	Ø10 // 0,20			

Tabela 5 : Parâmetros Geométricos das valas de Drenagem e suas Armaduras

14.4. CARATERIZAÇÃO GEOMETRICA DA ESTRADA

A fase 2 compor uma frente de trabalho com 3Km de comprimento, largura de 11,50 e 10,00m por executar incluído passeio e Sistema de Drenagem de águas pluviais.

14.4.1. Traçado em planta

O traçado em planta a estrada foi adequado a situação existente de circulação de viaturas, isto é, segue os contornos da estrada de terra pré-existente obedecendo as normas do SATCC de projecto do mesmo. Segundo mostra o ANEXO I, com grandes Limitações de alagamento devido a existência de infraestruturas Ferroviária (lateral esquerdo) e porções consideráveis de casas (lateral direito) adjacentes a via, tornando-se meio estreita, pelo facto existencial dessas limitações em seguintes PK:

- 0+030 até 1+215-----Largura de 11.50m
- 1+220 até 3+000-----Largura de 10,00m

14.4.2. Perfil longitudinal

O traçado da Rasante da estrada foi adequado a situação natural do terreno por forma a reduzir o volume de cortes e aterros do mesmo. Sendo que o traçado da rasante estrategicamente apresenta declividades positiva e negativa ao longo de perfil vertical originado desta forma algumas passagens molhadas (PH), denominada (DRift) em pontos estratégicos, permitindo desta forma alívio do caudal na vala de drenagem devido as descargas pluviométricas. Como mostra o anexo dos perfis longitudinais.

14.4.3. Perfil transversal

O projecto apresenta geometria de perfil transversal variado ao longo dos PK (perfil quilometro), devido a existência de algumas redes de serviços públicos. Condicionando desta forma a variabilidade geométrica do perfil transversal. A plataforma apresente pista de rodagem em variedades transversal Tipo:

Tipo 1: Plataforma de 11,50m com pista de rodagem de 7.50m com passeios de 2,0m nas duas bermas com canaletas de 0,50m para cada berma e duas pendentes de 2,5% para escoamento das águas pluviais.

Tipo 2: Plataforma de 10,00m com pista de rodagem de 7.50m com passeio de 2,0m na berma direita, canaleta 0,50m e uma vala de drenagem, está apresenta um pendente de 2,5% para escoamento das águas pluviais. Segundo mostra o ANEXO I.

14.4.4. Plataforma de Rodagem

Tomando como objecto de estudo a secção PK 1+220 a 2+750 com uma plataforma de 10,50m, sendo esta constituída por uma pista de rodagem de 7,50m de largura com 0,50m de berma esquerda para canaletas e 2,00m na berma direita para segurar trafego de peões. No traçado da estrada a plataforma no perfil quilômetro PK 1+220 a 2+750 apresenta uns pendentes com inclinação de 2,50% que é através da qual as águas pluviais serão escoadas do pondo mais distante na berma direita (passeio) até berma esquerda (canaletas) descarregando na vala de drenagem. Como mostra a figura 6.

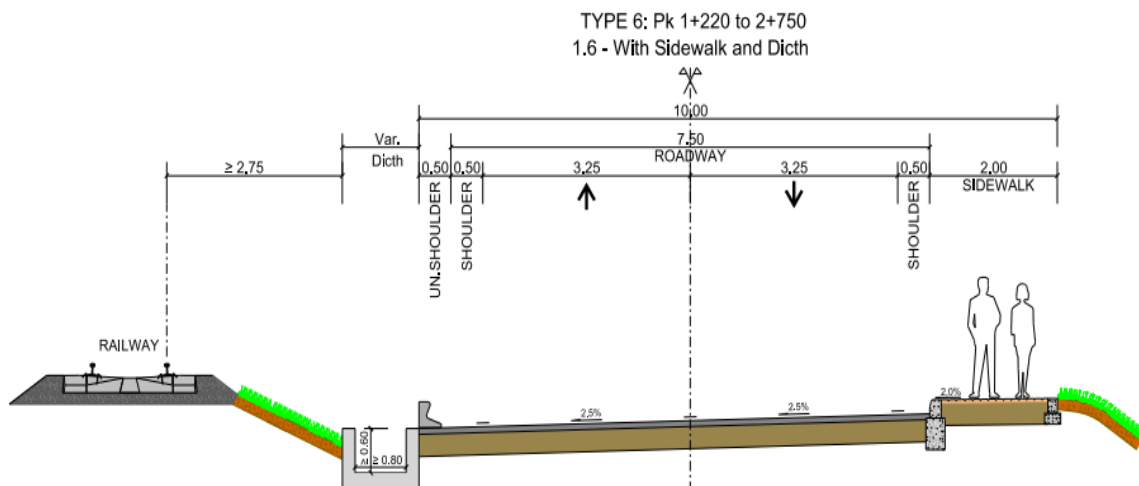


Figura 6: Perfil Transversal da faixa de Rodagem no troço de PK=1+220 à 2+2750;

14.5. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO

Pela natureza de cargas de tráfico o consultor projetista determina que a pista de rodagem pavimento tenha a seguinte composição estrutural:

- Revestimento (Pavê com espessura de 8,00cm, mais 2cm de areia grossa “almofada”);
- Base (Saibro vermelho com espessura de 20,00cm estabilizado com 5% de cimento Portland 42,5KN);
- Sub-base (saibro amarelo com espessura de 10,00cm);
- Subleito (camada infinita).

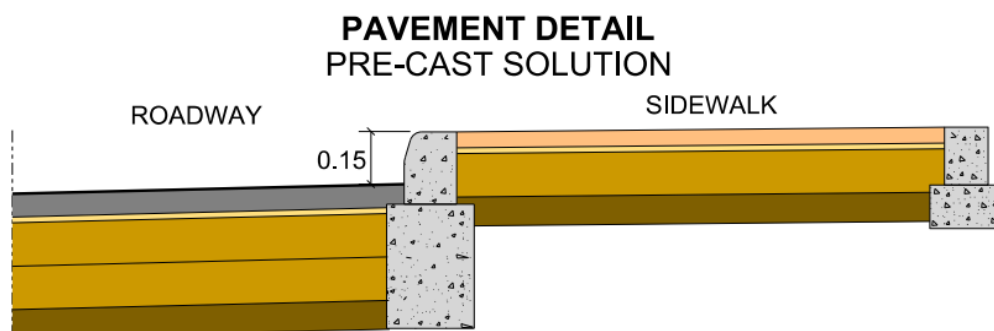


Figura 7: Estrutura de Pavimento da faixa de Rodagem e passeio;









CARRIAGE LANE STRUCTURE		Thickness
	Pre-cast (>35Mpa) concrete grey blocks	8.0cm
	Sand	2.0cm
	Base Soil Cement (7days UCS 1.5 3.0 MPa)	20.0cm
	Roadbed in selected soils (CBR>15%)	10.0cm
SIDEWALK STRUCTURE		
	Pre-cast (>35Mpa) concrete red blocks	5.5cm
	Sand	2.0cm
	Base Soil Cement (7days UCS 1.5 3.0 MPa)	15.0cm
	Roadbed in selected soils (CBR>15%)	10.0cm

Tabela 6: Descrição das camadas estruturais da pista de rodagem e passeio;

15. ALTERAÇÕES AO PROJECTO

- **Rebaixamento da Rasante** do projecto da estrada a uma cota favorável de forma a confortar a transitabilidade e mobilidade dos moradores adjacentes com acesso direto a estrada;(alteração das cotas da rasante no perfil longitudinal e transversal);
- O traçado em planta sofre alterações devido a existência de tores elétricas da EDM estes que obrigam o afastamento do eixo da estrada para esquerda (lados da linha ferra) obedecendo o que as normas dizem acerca da distância mínima de afastamento a linha-feira ($d \geq 3,00m$) entre PK 1+550 até 1+700; desta forma, coincidimos a rasante da estrada com a rasante da tampa da vala de drenagem, considerando que esta tenha sido estruturalmente dimensionada para aguentar com as cargas de tráfego nesse troço;
- **Restruturação da pista de rodagem**, as camadas e materiais da estrutura de pavimentação da estrada compõe a seguinte forma:
 - Base:** com espessura de 15,00cm em material Tount venant estabilizado com 3% de cimento Portland de 42,5KN;
 - Sub-base:** com espessura de 15,00cm em saibro vermelho da câmara de empréstimo do grande Maputo;
 - Subleito:** espessura infinita com base em material natural do local.
- O sistema de drenagem sofre alterações PK 1+550 até 1+700;

16. PROCESSO CONSTRUTIVO DA ESTRADA

Para construção de estrada é necessário seguir minuciosamente os métodos e prática de construção das estradas conforme rege as normas de construção como o SATCC Para construção da estrutura de pavimento seguiu-se as seguintes etapas:

- Limpeza;
- Marcação dos PKs
- Escarificação;
- Corte;
- Aterro;
- Terraplenagem;
- Rega;
- Compactação e teste de compactação.

16.1. LIMPEZA

Esta actividades foi desenvolvida ao longo da estrada, que consistiu na remoção de qualquer objecto incluído material orgânico (com carinhas mecânicas e quando necessário o envolvimento de equipamento como Eletroescavadora e Camião Basculante) existente na estrada, que possa constituir como ponto (s) de descontinuidade da estrutura de pavimento.

16.2. ESCARIFICAÇÃO

Esta actividade é desenvolvida no estrato do subleito, sub-base e base visto que consiste na desagregação do material, trazendo a superfície algum material que contaminaria a estrutura do pavimento como a existência de pedregulhos, metais e materiais orgânicos etc. este processo facilita de certa forma o trabalho de corte em troços cuja a cota atingia a sobrasaste da sub-base por forma a garantir uma boa trabalhabilidade no processo de terraplenagem, com o auxílio da Niveladora etc.

16.3. TERRAPLENAGEM

É uma actividade desenvolvida com o objetivo de implementar as especificações do projecto, consistindo em cortes e aterros, regularizando das camadas do subleito, sub-base e base seguida de compactação de cada camada do pavimento.

A seguir mostra-se a análise feita num troço de 1530,00 m de comprimento partindo do perfil quilómetro PK 2+750 a 1+220 tendo sido este o ponto inicial da construção da estrada 250,00 m depois do PK=3+000 devido as condicionantes existentes como como reassentamentos e remoção de postes de alta tensão.

17. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO FLEXIVEL

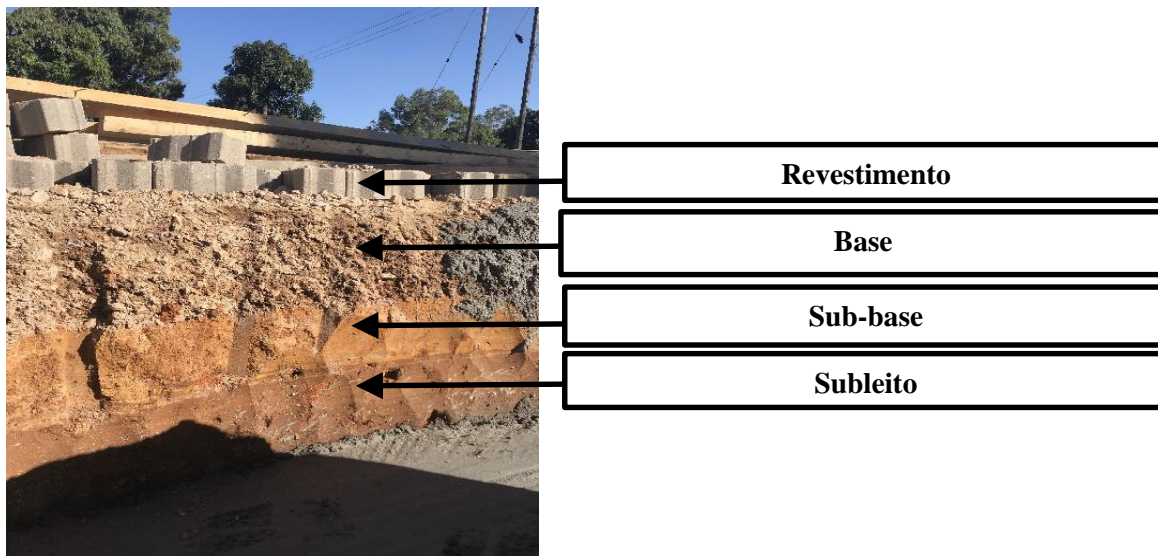


Figura 8: Perfil das camadas Estruturais do Pavimento;

18. CONSTITUIÇÃO E PROCESSO DE EXECUÇÃO

Por questões de melhor gestão do material, menos privatização do trânsito em arruamentos sem possibilidades de desvio e sob ponto de vista tecnológico, menos exposição das camadas de pavimento, a estrutura de pavimento foi executada de 150,00 m a 200,00 m escalonadamente.

18.1. DEMARCAÇÃO DOS PK (PERFIL QUILOMETRAL)

Com ajuda do GPS, fez-se a marcação dos PKs, ao longo da via, perfis espaçados a 25,0 m, perfis estes que facilitam o controle do avanço da obra relativamente à localização dos diferentes pontos ao longo do eixo da estrada.



Figura 9: Perfil Quilometro

18.2. SUBLEITO PAVIMENTO

18.2.1. Preparação e regularização do Subleito

Para cortes e regularização e compactação do subleito foi possível com auxílio do equipamento como: Eletroescavadora, Camião Basculante, Camião Cisterna, Niveladora, Cilindro Compactador e Rolo Pneumático.

A camada do subleito é a camada com espessura natural infinita, não precisando de aterros somente cortes nalguns troços da estrada feito com base em solo natural com propriedades admissíveis para a estrutura do pavimento com as seguintes características obtidas no laboratório da ANE: $MDD_{max}=1888 \text{ kg/m}^3$ e $O.M.C=9,8\%$.

18.2.2. Procedimento de Execução

Escarificação desagregação dos solos, homogeneização ou mistura dos solos locais com auxílio do equipamento Niveladora seguida de uma Rega controlada, com os camiões Cisterna, compactação do mesmo com cilindro compactador respeitado o acerto das cotas da subrasante do subleito, pré-definidas nas estacas (topografia) com auxílio de três homens, dois para tencionar o fio de nível e um para verificação das cotas entre as estacas na secção do perfil transversal ao longo do perfil longitudinal com auxílio duma fita métrica.



Figura 10: Escarificação do Subleito Figura 11: Regularização Figura 12: Rega do subleito

18.2.3. Testes de in situ

A norma do SATCC especifica o mínimo grau de compactação in-situ para o subleito em termos de percentagem de densidade do ensaio Modified AASHTO: 90-100% para materiais química ou não quimicamente estabilizado. Após a compactação do subleito, com o equipamento Cilindro liso Compactador tendo eliminando-se o volume

de vazios contidos, atingindo (o grau de compactação requerido no projecto de 93%) a cota subrasante do subleito, é seguido do teste de compactação feita pela seguinte entidade, Administração Nacional de Estradas (ANE) sobre supervisão do empreiteiro e fiscal.

O critério para a testagem é feito da seguinte maneira, a cada 100,00m lineares são feitas quatro medições a cada meia faixa esquerda, e meia faixa direita. Espaçadas a 25,00m com estas achamos a média determinando-se deste modo o grau de compactação para o subleito, tendo dado uma média de grau de compactação e teor de Humidade de 94% e 5% respetivamente segundo o ensaio com aparelho densímetro Nuclear Troxler. Atendendo que para cada ponto faz-se três medições rodando o aparelho a três direcções no mesmo ponto de leitura e determina-se a média do mesmo ponto. Como mostra a figura 13.



Figura 13: Teste do Subleito com Troxler;

18.2.4. Fornecimento de material para sub-base

O estrado da sub-base é composto por um material em solos vermelhos fornecido pela câmara de empréstimo de Curula através de camiões basculantes com capacidade de 18m³ estes que descarregam na subrasante do subleito compactada.



Figura 14: Fornecimento de solos vermelhos para sub-base;

18.3. SUB-BASE DO PAVIMENTO

18.3.1. Preparação e regularização do Sub-Base

Para a regularização da sub-base foi necessário espalhar o material aterrado com ajuda da Niveladora, material este que constitui a camada da sub-base com uma espessura de 150mm, com propriedades admissíveis para a estrutura do pavimento segundo laboratório da ANE, $MDD_{max}=1900 \text{ kg/m}^3$ e $O.M.C=7,5\%$ sendo que a exigência do projecto relativo ao Grau de Compactação é de 96% ,mediante ensaios tendo sido atingindo mediante o teste de compactação com uma média de grau de compactação e teor de Humidade de 99,2% e 4.3% respetivamente segundo os resultados obtido no ensaio de Troxler.

18.3.2. Procedimento de Execução da Sub-base

Espalhamento e Escarificação desagregação dos solos, homogeneização ou mistura dos solos Vermelhos aterrados, com auxílio do equipamento Niveladora, seguida de uma Rega controlada para permitir uma ligação das partículas dos solos mediante o processo de mistura com a lamina da niveladora até uniformizar a humidade do mesmo material, com os camiões Cisterna, por fim compactação do mesmo com cilindro compactador respeitando o acerto das cotas pré-definidas nas estacas (topografia) com auxílio de três homens, dois para tencionar o fio de nível e um para verificação das cotas entre as estacas na secção do perfil transversal ao longo do perfil longitudinal com auxilio duma fita métrica.



Figura 15: Mistura de solos Vermelhos; Figura 16: Compactação da sub-base; Figura 17: Sub-base compactação

18.3.3. Testes de in situ

A norma do SATCC especifica o mínimo grau de compactação in-situ em termos de percentagem de densidade do ensaio Modified AASHTO: 95-97% para materiais química ou não quimicamente estabilizado. Após a compactação da sub-base, com o equipamento Cilindro liso Compactador tendo eliminando-se o volume de vazios contidos, atingindo (o grau de compactação requerido no projecto de 96%) a cota subrasante da sub-base, é seguido do teste de compactação feita pela seguinte entidade, Administração Nacional de Estradas (ANE) sobre supervisão do empreiteiro e fiscal.

A testagem foi feita a cada 100,00m quatro medições na meia faixa esquerda, meia faixa direita e central estas espaçadas a 25,00m com estas achando-se a média determina-se o grau de compactação para a sub-base atendendo que para cada ponto faz-se três medições rodando o aparelho a três direções no mesmo ponto de leitura e determina-se a média do mesmo ponto. Segundo mostra os resultados no ANEXO II.



Figura 18: Teste da sub-base com Troxler;

18.3.4. Fornecimento de material para sub-base

O estrado da Base de pavimento é composto por um material chamado (Tount Venant) que é brita de granulometria extensa, estabilizado a +3% de cimento, fornecido pela câmara de empréstimo de Curula através de camiões basculantes com capacidade de 18m³ e descarregados no leito da Sub-base compactada.



Figura 19: Fornecimento de Tout Venant;

18.4. BASE DO PAVIMENTO

Visto que a base do pavimento é em Tout venant material este com uma granulométrica extensa com uma resistência a compressão de 1.628 kPa, mediante testes laboratoriais de DCP o material dará maior proveito como base de pavimento estabilizando a +3% com cimento Portland 42,5KN Limak.

18.4.1. Quantificação do material da base:

Largura da pista de rodagem=8,00m;

Espessura da base=150 mm;

Coeficiente de Empolamento=20%

Comprimento do troço a trabalhar=200,00m;

O.P.C.=+3% de cimento Limak 42.5 KN

- Volume de Tount venant:

$$V_{tout\ venant} = (\text{Comprimento} \cdot \text{Largura} \cdot \text{Espessura}) \cdot \text{coef. Empolamento}$$

$$V_{tout\ venant} = (200,00m \cdot 8,00m \cdot 0,15m) \cdot 1,2$$

$$V_{tout\ venant} = 288\ m^3$$

- Determinação quantidade de sacos de cimento para um troço de 150,00m:

$$Q_{cimento} = \frac{V_{tout\ Venant} \cdot MDD \cdot 3\%}{100\% \cdot \text{peso do saco}(kg)}$$

$$Q_{cimento} = \frac{288\ m^3 \cdot 2030\ kg/m^3 \cdot 3\%}{100\% \cdot 50\ kg}$$

$$Q_{cimento} = 351\ sacos / 50\ kg$$

18.5. PREPARAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DO BASE

Inicialmente o fiscal dispôs a distribuição gráfica dos sacos de cimento na estrada distribuição esta que revela a implantação dos sacos de cimento Limak 42.5KN, segundo mostra a figura 20:

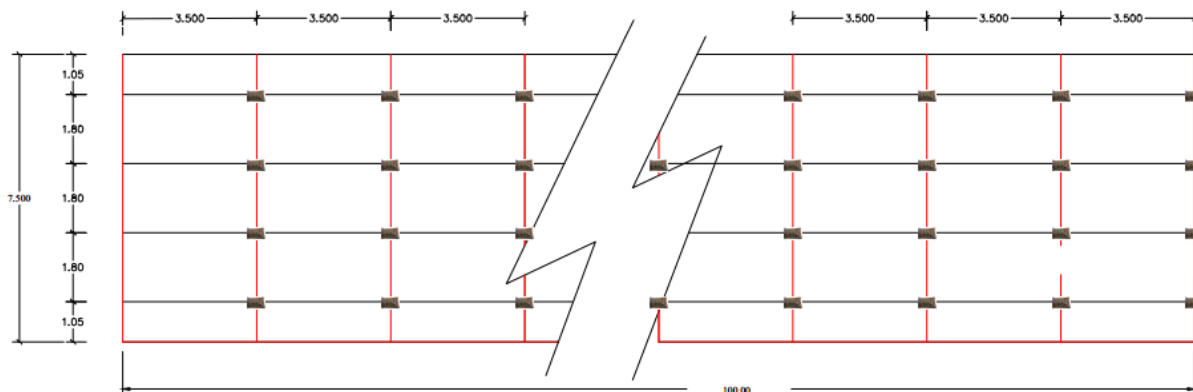


Figura 20: Distribuição de Cimento na Construção da Base na rua da Igreja;

18.6. ESPALHAMENTO DO TOUNT VENANT

O material inicialmente e espalhado ao longo da extensão que se pretende trabalhar por forma a averiguar se este corresponde a quantidade requisitada para trabalhar naquele troco de 200m. Esse procedimento e executado com ajuda da niveladora a posterior regada com o camião cisterna

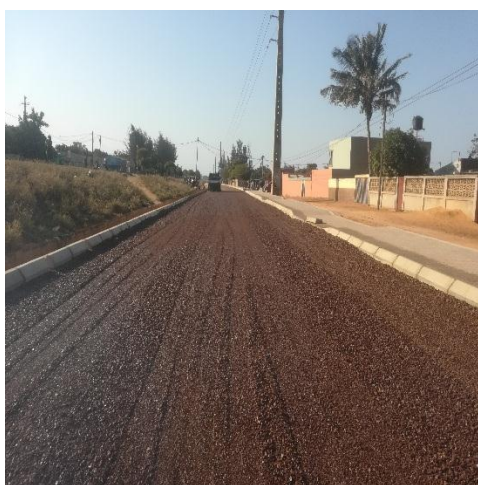


Figura 21: Espalhamento do material tout Venant;

18.7. DISTRIBUIÇÃO DOS SACOS DE CIMENTO

Para aferir o racio de cimento na distribuição dos sacos de cimento por forma a garantir uma uniformidade na extensão da estrada facilitando a homogeneização do

mesmo no processo da mistura, segundo a figura 20, proposta entregue pelo Fiscal Conselho Municipal em coordenação com o laboratório da ANE o empreiteiro toma em suma a sua execução segundo mostra a figura 22.



Figura 22: Distribuição dos sacos de cimento para mistura;

18.8. ESPALHAMENTO DE FORMA MANUAL

Após a distribuição dos sacos de cimento com auxílio do canivete, rasga-se os sacos e com ancinho começa-se com o processo de espalhamento manual por forma cobrir de forma igual a área de influência projetado para cada saco de cimento, segundo mostra a figuras 23 e 24.



Figura 23: Processo de espalhamento manual ;



Figura 24: Espalhamento manual completo;

18.9. ESCARIFICAÇÃO E MISTURA DO MATERIAL

Este processo consiste na mistura do racio cimento, água e tout venant, por forma a homogeneizar estes materiais foi necessário o uso do equipamento Niveladora.

Mediante uma marcha lenta com niveladora, faz se a mistura previa de cimento e tout Venant com o escarificador, sucedida duma rega controlado da mistura com água,

com ajuda do caminhão cisterna, por forma que este ligante Hidráulico se envolva as partículas de Tount Venant.

Assim que o material tiver sido bem misturado, homogêneo começa o processo de espalhamento do mesmo, por forma a atingir a cota pré-definida do projecto no terreno compactando o mesmo com ajuda do rolo cilindro compactador, após isso a base feita entra no processo de cura. Como mostram as figuras:



Figura 25 Processo de Mistura; Figura 26: Régua da Mistura; Figura 27 : Espalhamento da Mistura;

18.10. COMPACTAÇÃO E TESTE DE COMPACTAÇÃO

O processo de compactação da base do pavimento é realizado mediante a verificação das cotas finais do projecto no terreno com auxílio de um fio de nível e uma fita métrica por forma a fazer um controle minucioso das cotas.

A norma do SATCC especifica o mínimo grau de compactação in-situ em termos de percentagem de densidade do ensaio de Densidade aparente: 102% para materiais quimicamente estabilizado.

A estrutura do pavimento da base foi dimensionada para resistir as cargas solicitadas com uma espessura de 150,00 mm, estabilizada a +3% de cimento Limak segundo o ensaio de DCP e outros, revelando as seguintes características $MDD_{max}=2030 \text{ Kg/m}^3$, O.M.C= 10.2%, Teor de Humidade Média de 4.7% e grau de compactação de 101.2 % Após o uso do densímetro Nuclear Troxler, atendendo que para cada ponto faz-se três medições rodando o aparelho a três direções no mesmo ponto de leitura e determina-se a média do mesmo ponto como mostra a figura 29 e o Anexo II.



Figura 28: Compactação da base com cilindro compactador; Figura 29: Teste de da Base Com Troxler

18.11. REVESTIMENTO DA ESTRUTURA DE PAVIMENTO EM PAVE E LANCIL

18.11.1. Assentamento de lancil

Os lancis foram assentes por forma a confinar os pavês tanto da pista de rodagem como dos passeios, esse alinhamento define o limite da estrada dos lados (esquerdo e direito). Onde do lado direito os lancis são alinhados continuamente ligados por uma junta de argamassa de traço 1:4 com uma largura de 20-30mm para garantir que os pavês de passeios não tenham ponto de descontinuidade, do lado esquerdo os lancis são montados em pares de dois deixando um afastamento entre os pares de 200mm para garantir a passagem das águas pluviais escoadas para a vala a esquerda com ajuda do pendente transversal.

O seu assentamento consiste com a abertura de cabocos a uma profundidade de 150mm onde 100mm são a base de Betão “**B25**” para assentamento dos lancis e 50mm profundidade de assentamento do mesmo como mostra a figura 29.



Figura 30: Assentamento de lancil;

18.11.2. Assentamento de pavês

Por notar devido a carga por eixo dos veículos, o projecto recomenda o uso pavê 8,00 cm de espessura para a pista de rodagem e pavê de 6,00 cm de espessura para a faixa de passeios por forma que estes elementos não excedam os seus limites de segurança quando sujeitos a acção de esforços de compressão.

18.11.3. Preparação da base para Assentamento de pavê Intertravado

Lança-se sobre a rasante da base, areia grossa constituindo uma denominada almofada e nivela-se manualmente com ajuda de fio de nível e uma régua de regularização, a uma espessura de 3 á 5 cm da camada de areia grossa para assentamento de pavês, após a colocação de pavês Intertravado, lança-se uma camada de areia fina seca para preencher as juntas vazias entre elas. A compactação final é feita com uma placa de compactar pavê, espalha-se a areia manualmente com vassoura por forma que está preencha perfeitamente os vazios de forma análoga o processo se repete na faixa de passeios.



Figura 31: Assentamento de Pavê 8,00 cm;

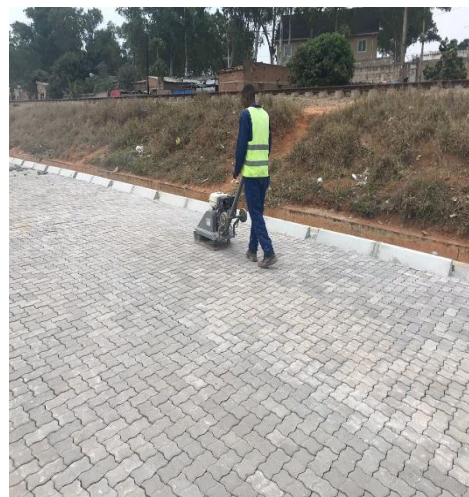


Figura 32: Compactação do Pavê 8,00 cm;



Figura 33: Estrada pavimentada;

19. ANÁLISE DE PROBLEMAS

- Embora que os valores estejam dentro das especificações do SATCC, considero estes valores não fiáveis devido a morosidade de testagem destas camadas, tendo sido testadas 2 a 3 dias após a compactação;
- **Camada de base:** Não se deve escarificar a sub-base com objectivo de aumentar os finos em défice na base de tout venant;
- Alteração do grau de compactação da sub-base devido a sua Escarificação na execução da base;
- **Lancis:** A mistura de Betão não pode ser feita manualmente ou amassamento manual com auxílio de uma pá;
- **Lancis:** Não pode usar um material não Recomendado pelo Fiscal no lugar da brita $\frac{3}{4}$ e areia grossa, uso de brita com granulometria extensa (tout venant)
- **Passeios:** Pela necessidade de aterros nas bermas da estrada para construção de passeios, nota-se ainda na fase de construção assentamentos Acelerados na estrutura de passeio devido ao estacionamento de viaturas nos passeios;

20. CONCLUSÃO

Findo o estágio profissional de mais de três meses que culminou com a elaboração deste relatório, admite-se que este, contém informação necessária permitindo uma clara compreensão sobre o progresso do estágio, tarefas e actividades desenvolvidas sendo esta área de via de comunicação em destaque, um ramo da Engenharia Civil na qual foi desenvolvido os trabalhos.

Traz-se a luz como consolidação do estagia profissional os processos técnicos adoptados pelos empreiteiros nacionais na construção de estradas, referentes as tecnologias da sua execução, em conformidade aos processos Normalizados como guia padrão para construção de estradas seguras e com alta comodidade as partes interessadas.

Desperta-se a necessidade de o empreiteiro dispor de uma equipe laboratorial residente em prontidão para a testagem imediata das camadas de pavimento por forma que os resultados sejam autentico.

.

21. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a M&T Empreendimento que obriga as Subempreitadas que cumpra com maior rigor as especificações Técnicas vigentes no SATCC tomando como nota os seguintes pontos:

- Recomenda-se que os ensaio de compactações sejam feitos após a compactação da camada em menos de 24h como recomenda o SATCC;
- **Camada de base:** humedecer o material antes de estabilizar principalmente em épocas secas;
- **Camada de base:** manter a camada de base estabilizada húmida e em período seco devese regar uma vez em 24h;
- **Camada de base:** a cura da base deverá levar 7 dias;
- **Lancis:** Os lancis devem ser assentes a profundidade e classe de Betão recomendada nas especificações do projecto;
- **Lancis:** O confeccionamento do Betão in situ para assentamento dos lancis deve ser processado com uma betoneira motora para garantir uma boa mistura dos constituintes segundo previsto no traço;
- Que as partes envolvidas no projecto de construção de estradas devam ter um comprometimento mais técnico e profissional no rigor da execução das suas tarefas como Empreiteiro ou Fiscal.

22. BIBLIOGRAFIA

BARNES Graham e TIBANA Sergio-Mecânica dos Solos princípios e praticas, 3 Edição;

DAS M. Braja (2007) -Fundamentos de Engenharia Geotécnica, 6ª Edição, California State University, Sacramento;

PICADO-Santos et al (2004) -Pavimentos Rodoviaros,2ª Edição, Portugal;

SATCC- Especificações Técnicas para obras de estradas e pontes, setembro de 1998;

Manuais da disciplina de Vias I conferencias;

Manuais da disciplina de vias II conferencias;

23. ANEXOS

ANEXO I- MAPAS E PERFIS DE ESTRADAS;

ANEXO II- RESULTADOS DOS ENSAIO LABORATORIAIS.