

Osvalda Luciano Selemane

**Avaliação dos defeitos em pavimentos flexível na cidade de Maputo: estudo de Caso da
avenida do trabalho.**

Licenciatura em Engenharia de Construção Civil –Vias de Comunicação

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Osvalda Luciano Selemane

Avaliação dos defeitos em pavimentos flexível na cidade de Maputo: Estudo do Caso da avenida do trabalho.

Monografia a ser apresentada para curso de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil na Faculdade de Engenharia e Tecnologias sob orientação do Eng. Paulo Luís Aide

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

ÍNDICE

Declaração	III
Dedicatória.....	IV
Agradecimentos	V
Resumo	VI
Abstract.....	VII
Epigrafe	VIII
Lista de abreviaturas	IX
Lista de tabelas e gráficos.....	X
1 CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento Temático	1
1.2 Problematização e problema	2
1.3 Problema.....	2
1.4 Delimitação do tema.....	2
1.5 Justificativa.....	3
1.6 Hipóteses	3
1.7 Objectivos.....	4
1.7.1 Objectivo Geral.....	4
1.7.2 Objectivos Específicos.....	4
2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 Considerações iniciais e definições dos termos e conceitos	5
2.1.1 Estrada.....	5
2.1.2 Funções de uma via.....	5
2.1.3 Importância de uma estrada	5
2.1.4 Classificação das estradas de acordo com padrão de construção	5
2.1.5 Classificação geral das estradas segundo ANE	6
2.2 Concepção do Pavimento	8
2.2.1 Funções de um pavimento.	8
2.2.2 Classificação dos pavimentos.	9
2.2.3 Constituição de um pavimento.....	10
2.2.4 Tipos de revestimento	12
2.2.5 Materiais betuminosos	15
2.3 Manutenção Rodoviária	18
2.3.1 Objectivos da Manutenção Rodoviária.....	18
2.3.2 Tipos de manutenção	18
2.3.3 Termos Técnicos Usados na Manutenção em Pavimentos Flexíveis	19
2.3.4 Conservação de um pavimento	20
2.4 Defeitos	21

2.4.1	Classificação dos defeitos	21
3	CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	27
3.1	Considerações iniciais	27
3.1.1	Descrição da área de estudo	27
3.2	Tipo de estudo realizado.	28
3.3	Técnicas e instrumentos do estudo.....	29
3.4	Métodos de análise de dados.....	29
3.4.1	Questões éticas.....	30
4	CAPÍTULO IV: ANÁLISE DE DADOS, INTERVENÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
4.1	Discussão dos resultados.....	31
4.1.1	Condições faixa de rodagem estrada.....	31
4.1.2	Defeitos identificados na estrada	32
4.1.3	Solução para Desvio de água dos pavimentos	40
4.1.4	Solução para reabilitação da estrada	40
4.1.5	Compactação do solo	43
4.1.6	Pintura de ligação (Emulsão Asfáltica SS60 e MC 30)	46
4.1.7	Aplicação do revestimento final (asfalto).....	47
5	CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	50
5.1	Conclusão do estudo.....	50
5.2	Sugestões	51
5.3	Limitações de estudo	51
5.4	Estudos futuros.....	51
5.5	Bibliografia.....	53
5.6	Anexos e apêndices	57

Declaração

Declaro que esta monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, **Paulo Luís Aide**, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e nas bibliografias finais.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo , _____ de _____ de _____

Osvalda Luciano Selemane

Dedicatória

Aos meus queridos pais Luciano Selemane e minha mãe Fátima Fernando Armazém,
Às minhas queridas irmãs Elverina Luciano Selemane e Hereana Luciano Selemane que me apoiaram, sobretudo em tempos críticos da formação. A estes dedico este trabalho com todo amor, carinho, respeito e consideração.

Agradecimentos

Estendo meus agradecimentos à Deus todo-poderoso e a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, dentre os quais destaco:

O meu Pai Luciano Selemane e minha rainha Fátima Fernando e Minha segunda mãe irmã amiga Elverina Luciano Selemane que sempre me incentivou a estudar, ir buscar os meus objectivos e que me proporcionaram esta escola.

Ao meu cunhado Marcos Tito, pela força e apoio que sempre me deu durante o curso

Aos meus grandes amigos, irmão Luís Richando Murrure e Ernesto júnior Pela força e companheirismo ao longo do tempo.

Meus agradecimentos vão em especial, ao Prof. Eng. Paulo Luís Aide e o meu professor Doctor Dinis Da Costa por ter aceitado a orientação desta monografia tendo dedicado seu tempo e partilhado conhecimento para a elaboração deste trabalho e pela forma atenta e participada como o fez, mostrando grande disponibilidade e deixando sugestões e críticas, as quais considerei interessantes e pertinentes em todos os momentos do trabalho.

Agradeço a todo o corpo docente da Faculdade de Engenharias e Tecnologias, em especial os professores Doutor Dinis Da costa, Arquitecta Sónia de Jesus, o Engenheiro Fernando Namburete e Eneas Arone pelo conhecimento, carinho, dedicação e entusiasmo na partilha de ciência ao longo da minha formação.

Ao Eng. Alberto Machava pela partilha de materiais, documentos e seu apoio moral, o meu sincero obrigado.

Aos, colegas do curso, de turma (UP civil 2017) e amigos, pelo auxílio que me foi dado durante a jornada estudantil, pelo carinho, as convivências e os momentos compartilhados.

E por fim quero no fundo do coração agradecer a todos e a todas que directas ou indirectamente contribuíram para que esta monografia fosse uma realidade. O meu muito obrigado!

Resumo

O presente trabalho de monografia tem como objectivo principal avaliar os defeitos encontrados em pavimentos flexíveis na cidade de Maputo, analisando suas causas, consequências e possíveis soluções. Os pavimentos flexíveis são amplamente utilizados em estradas, ruas e rodovias devido à sua capacidade de se adaptarem às cargas e deformações impostas pelo tráfego. No entanto, ao longo do tempo, esses pavimentos estão sujeitos a diversos tipos de defeitos que comprometem sua funcionalidade e segurança.

A reabilitação de um pavimento é de essencial importância na manutenção das infra-estruturas rodoviárias existentes no país, no actual contexto macroeconómico o seu relevo ainda mais acentuado pelo que o estudo da génese das patologias nestas infra-estruturas e por estas degradações que resulta os estudos desenvolvidos é Fundamental para a obtenção de catalogação das mesmas.

Com este trabalho pretende-se expor as técnicas de reabilitação e avaliação dos defeitos do pavimento rodoviário, servindo como um manual prático de pesquisa que proporcionar soluções técnicas de conservação para os pavimentos, levando em conta a natureza do problema, suas causas e as possíveis soluções. Desta forma pode-se prolongar a vida útil do pavimento e melhorar suas condições de conforto e segurança devido a aplicação da forma adequada de recuperação assim tornando possível traçar um plano de gerenciamento condizente com as necessidades actuais.

O presente trabalho faz uma visão em geral dos defeitos e das características, da avaliação, identificação e classificação dos pavimentos de acordo com as suas causas possíveis.

Estas informações contribuem para o avanço nesta área e tomada de decisões relacionadas a infra-estruturas de estradas.

Palavras-chaves: pavimento flexível, defeitos, afundamentos, avaliação, consequências, soluções.

Abstract

The rehabilitation of a pavement is of essential importance to the maintenance of existing road infrastructures in the country, in the current macroeconomic context its relief is even more accentuated by the study of the genesis of the pathologies in these infrastructures and by these degradations that result from the studies developed It is fundamental to obtain cataloging of the same.

With this work, it is intended to expose the techniques of rehabilitation and evaluation of the defects in the road pavement, served as a practical sketch manual that will provide technical solutions of conservation for the pavements, taking into account the nature of the problem, in its causes and possible corrections. In this way, the useful life of the pavement can be extended and its conditions of comfort and safety improved due to the application of the appropriate form of recovery, thus making it possible to draw up a management plan consistent with current needs.

The present work provides an overview of the pathologies and characteristics, the evaluation and identification of defects and classification of pavements according to their functional and structural defects, identifying their possible causes.

This information contributes to advances in this area and decision-making related to road infrastructure.

Keywords: Rehabilitation techniques and road defects, consequence, solutions.

Epígrafe

*“A competitividade de um país não começa nas indústrias ou nos laboratórios de engenharia.
Ela começa na sala de aula”*

Lee Iacocca

Lista de abreviaturas, Siglas e Acrónimos

% – Percentagem;

AASHTO – American association of state Highway and Transportation Officials;

ANE – Administração Nacional de Estradas;

RC – Cura rápida;

Cm – centímetro;

Eng. – Engenheiro;

DNER – Departamento Nacional de Estradas Rurais;

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte;

Mpa – mega pascais;

MC – Cura média;

m² – metros quadrados;

Kpa – quilo pascais;

Mc30 - Betume fluidificado de cura média;

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

SATCC – Southern África Transport and communications commission;

SC – Cura lenta;

SS60 – Ruptura lenta médium curing;

UPM – Universidade Pedagógica de Maputo;

Lista de tabelas e gráficos

Lista de Figuras

Figura 1: distribuição de tensões verticais em pavimentos rígidos e flexíveis.	9
Figura 2: Camadas de um pavimento.....	11
Figura 3: Ilustração de uma estrada com revestimento superficial.....	13
Figura 4: Estrada revestida com material betuminoso.....	14
Figura 5: Ilustração de uma via com sistema de drenagem inadequada	17
Figura 6: Desgaste do pavimento.....	22
Figura 7: Estado de desagregação de um pavimento.....	22
Figura 8: Refluimento do ligante numa via.....	23
Figura 9: Pavimento com fissuras do tipo pele de crocodilos.....	24
Figura 10: Fissura linear.....	24
Figura 11: Deformação plástica.....	25
Figura 12: Estado de avançado de defeito buraco.....	25
Figura 13: Corrugações ou ondulação numa via.....	26
Figura 14: Estrada de ruptura de bordo.....	26
Figura 15: Estrada da avenida de trabalho.....	27
Figura 16: Refluimento, Marcação de cotas.....	32
Figura 17: Fissuras.....	33
Figura 18: Camada da faixa de rodagem, afundamento das trilhas de rodas.....	34
Figura 19: Corte da camada de pavimento esburacada para correcção do buraco.....	34
Figura 20: Tapamento de buraco	35
Figura 21: Desagregação do pavimento.....	36
Figura 22: Corte para o tapamento de defeitos de desagregação do pavimento.....	36
Figura 23: desgaste do Pavimento	37
Figura 24: Tratamento superficial para correcção do desgaste do pavimento.....	37
Figura 25: Drenagem entupida com óleo de motor.....	38
Figura 26: Caixa de inspecção: Obstruções, acúmulo de folhas, lixo, sedimentos ou outros materiais nos sistemas de drenagem.....	39
Figura 27: substituição de colector subterrânea.....	39

Figura 28: Corte e remoção de base contaminada .	41
Figura 29: Remoção dos solos de base contaminada.	42
Figura 30: Corte do asfalto utilizando a máquina de corte do pavimento.	43
Figura 31: Estabilização mecânica da sub-base.	44
Figura 32: Compactação da sub-base e da base em tout-vennant estabilizado quimicamente com cimento Portland normal 42,5 Mpa.	45
Figura 33: Compactação de base estabilizada.	45
Figura 34: compactação da base	46
Figura 35: Emulsão asfáltica SS 60, Mc-30 betume fluidificado.	47
Figura 36: Aplicação do revestimento final.	48
Figura 37: Reconstrução da base com rolo liso.	48
Figura 38: compactação pelo rolo pneumático.	49

Lista de tabelas

Tabela 1: Classificação das estradas em Moçambique.	7
Tabela 2: Equipamentos usados.....	42

1 CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento Temático

O conceito de estradas com boa qualidade abrange não só o conforto e segurança, mas também a eficiência económica que adquire cada vez mais importância no nosso país. Tendo em vista maior utilização do modo rodoviário no transporte de bens e serviços.

Actualmente as estradas moçambicanas são de grande importância para o seu desenvolvimento ao nível social com a mobilidade de pessoas e ao nível económico, com o transporte de bens e produtos, sendo o seu principal objectivo das estradas permitir a circulação segura e satisfatória durante todo o seu tempo de vida.

Com o passar do tempo são inevitáveis o surgimento de defeitos e a degradação dos pavimentos podendo esses ser acelerados através de projectos mal elaborados de terraplanagem e pavimentação do uso de matérias de qualidade duvidosa e do fraco sistema de drenagem, que pode ser crucial durante as intempéries e também a falta de manutenção.

Nesse contexto, o sector da pavimentação sendo tradicionalmente gerido pela administração pública, deveria ter gestores com responsabilidade de zelar por este património, se considerarmos, não só o valor financeiro dos pavimentos, como também na sua importância para as pessoas. Além da reduzida extensão da malha rodoviária, a carência de recursos a serem investidos na actividade de manutenção e reabilitação de pavimentos reflecte-se na condição superficial dos pavimentos como: buracos, grandes deformações permanentes, entre outros defeitos. Com estes efeitos, o problema da pouca atenção dada nas últimas décadas para a infraestrutura rodoviária é acentuado pelo facto de grande parte das estradas pavimentadas existentes terem sido construídas em uma época em que pouca atenção e estudos eram dados a qualidade dos materiais constituintes do pavimento bem como a estrutura projectada. Tal facto contribui para as péssimas condições de conservação das estradas na actualidade no nosso País.

Actualmente, em Moçambique a manutenção e a reabilitação, tanto para estradas pavimentadas, como não pavimentadas são feitas sem uma planificação ao pormenor pelas autarquias locais ou instituições nacionais que enfrentam uma crise e/ou precariedade financeira, quanto à técnica,

tanto isto afecta a capacidade de resposta adequada aos desafios apresentados na construção e manutenção das estradas nacionais.

1.2 Problematização e problema

A necessidade de movimentação de pessoas e bens em veículos em segurança e conforto de determinados pontos para vários destinos afigura-se de extrema importância. Os meios de transportes são elementos essenciais para que ocorra o desenvolvimento sócio-económico de uma determinada região através da mobilidade de mercadorias, sejam produtos de exportação ou importação, e da acessibilidade de todas as partes de um território os meios de transportes tornam-se fundamentais para a sociedade. Com este efeito, o sector de estrada sendo tradicionalmente um sector gerenciado pela administração pública, a carência de recursos a serem investidos na actividade de manutenção e reabilitação de pavimentos tem impacto na condição superficial dos pavimentos que resulta em buracos e grandes deformações permanentes.

Na Cidade de Maputo, nas últimas décadas observa-se uma pouca atenção dada as infra-estrutura rodoviárias, acentuado pelo facto da maioria das estradas pavimentadas existentes terem sido construídas numa época no qual onde os estudos fazia-se dados a qualidade dos matérias constituintes do pavimento em como a estrutura era projectada. Tal contribui para as péssimas condições de conservação das rodovias na actualidade.

1.3 Problema

Face a essa situação indicada no ponto 1.2, levanta-se a seguinte questão: *Que medidas podem ser tomadas por forma a minimizar os defeitos e/ou evitar a degradação acentuada da estrutura de pavimento rodoviário devido as patologias do betão asfáltico para melhorar a mobilidade e transitabilidade do troço da avenida do trabalho da cidade de Maputo?*

1.4 Delimitação do tema

Delimitar significa pôr limites, isto é determinar a profundidade, abrangência, tipo de abordagem e extensão do limite (LAKATOS & MARCONI, 2007).

A presente pesquisa operacionaliza-se no espaço da estrada municipal da avenida do trabalho concretamente no troço compreendido entre Universidade pedagógica de Maputo até Mercado Malanga. Com a necessidade de melhorar as condições do pavimento existente da estrada.

1.5 Justificativa

Justificativa consiste em demonstrar ao leitor a necessidade e a importância da efetivação desse trabalho de pesquisa. Deve-se destacar a relevância social, humana, operativa, contemporânea, e científica especificando a sua visibilidade e utilidade, isto é, as contribuições que a pesquisa pode trazer (LAKATOS & MARCONI, 1996).

Providenciar infra-estruturas de transportes, habilitação e fornecimentos de serviços através da aplicação de conhecimentos técnicos e científicos adquiridos ao longo da formação acadêmica é um dos principais objetivos da Engenharia civil. Coloca-se em prática os conhecimentos através do desenvolvimento das soluções minimizar e sanar os problemas da estrada através da mobilidade de mercadorias, sejam produtos de exportação ou importação, da acessibilidade e todas as partes de um território, os meios de transporte tornam-se fundamentais a sociedade.

Este trabalho propicia o aumento de recursos técnicos e capacidades para intervenções em estradas com defeitos no pavimento flexível, porque para além da necessidade de recursos financeiros a execução de uma obra é fundamental a existência de pessoal técnico capacitado, que consigam-lhe dar com desafios que surgem.

Um planeamento integrado das actividades associadas aos de construção, Reabilitação e manutenção de estradas pavimentadas, principalmente, para o sector público é muito relevante, pois instrui os serviços de maior propriedade, por outro lado facilita a escolha do melhor troço das vias a serem implementadas e no caso de estradas já existentes, que necessitam de trabalhos de reabilitação ou manutenção, o emprego de uma técnica apropriada melhora as condições de serventia da estrada por um período de tempo, reduzindo custos de transporte, além de minimizar os impactos ambientais e o índice de pobreza.

Segundo (SANTOS & et al, 1988) defende que, a pavimentação por ser de elevado custo torna-se impensável a adição desta como única prioridade para a solução dos problemas das estradas, ou seja, o que mostra necessário realmente é uma melhoria substancial nas condições de transitabilidade da rede de estradas.

1.6 Hipóteses

Partindo da problematização efectuada, a seguir se apresentam as principais hipóteses do estudo:

H₀: Se se implementarem as recomendações técnicas de aplicar os materiais de acordo com os procedimentos técnicos, se garantirá o melhoramento de condições de drenagem e de pavimento;

H₁: Se forem identificadas as causas dos defeitos levantados, e os respectivos reparos em pavimentos flexíveis da obra no caso de estudo, haverá melhorias em rodovias;

H₃: Se a avaliação da ocorrência de defeitos em estradas asfaltadas for feita, permitirá fazer bons planos de manutenção e de reabilitação de estradas.

1.7 Objectivos

A definição dos objectivos determina o que o pesquisador quer atingir com a realização do trabalho de pesquisa. De acordo (LAKATOS & MARCONI, 1996), os objectivos da pesquisa toma explícito o problema, aumentando os conhecimentos sobre a determinação do assunto isto é, a resposta que você pretende dar a conclusão da sua pesquisa.

1.7.1 Objectivo Geral

Avaliar os defeitos encontrados em pavimentos flexíveis, investigando suas causas, impactos e possíveis soluções, na avenida de trabalho no troço entre mercado Malanga até Campus da Universidade Pedagógica de Maputo;

1.7.2 Objectivos Específicos

- Identificar as causas do surgimento de defeitos do pavimento rodoviário em estudo;
- Descrever as técnicas de manutenção periódica e conservação de estradas;
- Apresentar método de execução utilizado para manutenção de pavimento flexível;
- Propor possíveis soluções para minimizar o aparecimento dos defeitos em pavimentos flexíveis;

2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações iniciais e definições dos termos e conceitos

2.1.1 Funções de uma via de Estrada

Pode afirmar-se que uma estrada é uma rota, uma via ou um caminho que permite dirigir-se de um ponto para o outro. Estrada é por conseguinte onde os veículos circulam ao contrário das calçadas ou passeios que permitem o trânsito pedestre, as estradas têm um número variável de faixas, as ruas têm uma única faixa, onde as avenidas comumente têm duas ou mais faixas que permitem os movimentos em direcções opostas e/ou no sentido único. As vias mais rápidas são as com mais de duas faixas (Pedro, 2013).

2.1.2

A função de uma via é de facilitar a transição ou transporte de pessoas e bens garantindo assim a segurança e transporte eficiente.

2.1.3 Importância de uma estrada

➤ No aspecto económico

A estrada é responsável pelo escoamento da produção agrícola e pelo abastecimento das zonas rurais, e são reesponsáveis pela circulação de passageiros e bens.

➤ No aspecto social

O desenvolvimento da sociedade é baseado na actividade de transporte, sendo a mesma indispensável pois é através da qual que há intercâmbio de cultura de vários tribos, pode-se dizer que a estrada unifica a sociedade, permitindo o desenvolvimento do assentamento rural.

2.1.4 Classificação das estradas de acordo com padrão de construção

Geralmente existem três tipos de estradas relativamente os padrões de construção:

➤ Estradas de Terra

As estradas de terra natural são estrada construídas de material natural no local, geralmente em muitas estradas são estradas que dão acesso rural e são muito úteis para a populações locais.

➤ **Estradas Ensaibradas ou Terraplanadas**

São estradas que apresentam faixa de rodagens ensaibradas ou seja são revestidas, ou seja são revestidas de saibro como camadas de desgaste, e o facto de estas estradas terem uma superfície de saibro significa que ela suporta quaisquer condições meteorológicas e ela pode ser utilizada durante um ano inteiro (especificação LNEC-E241 , 1971).

➤ **Estradas pavimentadas**

As estradas pavimentadas são aquelas que tem uma faixa de rodagem homogénea normalmente consiste em betão ou betume, outros pavimentos menos utilizados são de blocos de tijolo de argila ou de pedra arrumada a mão. A maioria das estradas principais são de betume porque permite um transporte eficiente de bens e pessoas de acordo com (Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais, 2005)

2.1.5 Classificação geral das estradas segundo ANE

Segundo (ANE, 2014), na maioria dos países as estradas são classificadas quanto a hierarquia, e a rede de estradas moçambicana respeita uma hierarquia plantada em 2000, seguido os critérios estabelecidos o decreto – Lei nº 50/2000. Segundo este decreto, este sistema de classificação de estradas tem como grande objectivo promover a funcionalidade de mesma.

2.1.5.1 A classificação de estrada segundo a hierarquia é dividida da seguinte maneira.

- Estradas primária;
- Estrada escudaria;
- Estrada terciaria;
- Estradas vicinais;
- Estradas não classificadas;

O sistema de classificação adoptado em Moçambique é baseado na funcionalidade de cada estrada, onde estas são divididas em dois grades grupos de estradas Nacionais e estradas regionais.

Na tabela seguinte temos a classificação das estradas em Moçambique e a sua função definida de cada tipo de estrada.

Tabela 1: Classificação das estradas em Moçambique.

	Designação	Número	Definição Funcional
Estradas primárias	Estradas primárias	N1 –N199	<p>Da rede nacional de estradas principais.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Capitais provinciais; ➤ Capitais provinciais e outras cidades; ➤ Capitais provinciais e portos principais; ➤ Capitais principais e importantes postos principais;
	Estradas secundárias	N200-N399	<p>Da rede secundária, completando a rede de estradas principais.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estradas primárias; ➤ Capitais provinciais e portos marítimos; ➤ Estradas primárias e zonas económicas de grande importância; ➤ Estradas primárias e outros postos fronteiriços;
Estradas Regionais	Estradas Terciárias		<p>Ligação de estradas terciárias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estradas secundárias e estradas primárias ou outras estradas escuderias; • Centros distritais e zonas económicas de grande importância;
	Estradas vicinais	A partir de R800	<p>Ligação de estradas vicinais.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estradas terciárias;

			<ul style="list-style-type: none"> • Postos administrativos; • Postos administrativos e outros centros populacionais;
--	--	--	---

Temos ainda as estradas não classificadas, onde são consideradas todas aquelas que não constam da lista do sistema de classificação de estradas, incluído as estradas municipais.

2.2 Concepção do Pavimento

Segundo (FALEIROS, Jul/2005) pavimento é uma estrutura construída sobre um terreno da fundação, por uma ou mais camadas destinada economicamente e simultaneamente a resistir e distribuir os esforços verticais de cargas transmitidas pelos veículos, e tem como função de resistir às acções de cargas dos veículos e melhorar as condições de rodagem, oferecendo conforto e segurança aos usuários. Mas ao se observar que em alguns locais, devido a idade dos seus pavimentos, carga excessiva e drenagem ineficiente, partes significativas já superaram vida útil dos seus projectos originais por problemas patológicos no pavimento. Pode afirmar-se que dimensionamento da sua espessura de cada camada depende de factores como os estudos de tráfego, estudos geotécnicos e materiais a serem utilizados (Esteves, 2004). Pelo que o modelo de estrutura de um pavimento varia muito devido as características usados em sua confecção.

2.2.1 Funções de um pavimento.

Essencialmente os pavimentos desempenham as seguintes funções:

- **Funções estruturais**- resistir ou reduzir as solicitações que são alvo para níveis compatíveis com a resistência da estrutura.
- **Funções funcionais** – criar uma superfície regular, com suficiente rugosidade e resistência ao desgaste, de modo a garantir segurança, economia e comodidade de circulação.

Os pavimentos rodoviários são estruturas que durante a sua vida em serviço (vida do pavimento) se encontram sujeitas a acção combinadas de dois tipos de solicitações: trafego e temperatura.

2.2.2 Classificação dos pavimentos.

Os pavimentos, segundo (A, Vitor M; Borges, Júlio Ferry, 2004) classificam-se basicamente em dois tipos, mas para indicar o tipo de revestimento houve acréscimo de um terceiro, que é a mistura dos dois primeiros, tornando-se três tipos:

- Pavimento flexível;
- Pavimento rígido
- Pavimento semi-rígido.

Os tipos de pavimentos acima mencionadas diferem entre si, essencialmente, pela constituição e modo de funcionamento da, principalmente quanto a forma de degradação da cargas



Figura 1: distribuição de tensões verticais em pavimentos rígidos e flexíveis, (GONÇALVES, 1999).

2.2.2.1 Pavimento flexível

O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem uma deformação elástica significativa sob carregamento aplicado. São pavimentos cujas camadas ligadas são constituídas por materiais betuminosas que conferem uma considerável deformabilidade ao pavimento.

As camadas superiores, constituídas pela camada de desgaste, camada de regularização em alguns casos camadas de base. São camadas que conferem resistência a atracção por serem materiais ligados e como tal seguram uma resistência a fadiga. (DNIT, 2006).

De acordo com (PINTO, 2003), nos pavimentos flexíveis ocorrem uma menor coesão entre as camadas e essas se deformam gerando uma depressão localizada de profundidade considerável a superfície. Esse tipo de pavimento exige normalmente grandes espessuras devido ao uso de

materiais deformáveis ou de qualidade duvidosa e aplicação de altas cargas o que garante que a tensão do solo de fundação seja menor que a sua resistência.

2.2.2.2 Pavimento rígido.

Os pavimentos rígidos são constituídos por materiais estabilizados com ligantes hidráulicos e apresentam deformabilidade muito reduzida, sendo as camadas inferiores constituídas por matérias granulares ou por materiais granulares estabilizados (DNIT, 2005).

A sua elevada resistência a flexão do betão de cimento faz com que o pavimento não sofra deformações acentuadas mesmo quando sujeito a tráfego pesado e intenso em solos que possuem fraca capacidade (SOUSA, 2002).

2.2.2.3 Pavimento semi-rígido.

Pavimento semi-rígido é aquele que é constituído por materiais betuminosos e também com camadas de matérias com ligantes hidráulicos, dispostos em mais de uma camada. Este pavimento resulta da solução intermediária entre os pavimentos flexíveis e rígidos (BERNUCCI, 2006).

2.2.3 Constituição de um pavimento.

Segundo (SOLANKI & ZAMAN, 2017) as camadas são colocadas por ordem crescente de capacidade estrutural, sendo:

- Revestimento ou camada de desgaste;
- Base;
- Sub-base;
- Leito do pavimento;
- Regularização de fundação;
- Fundação;

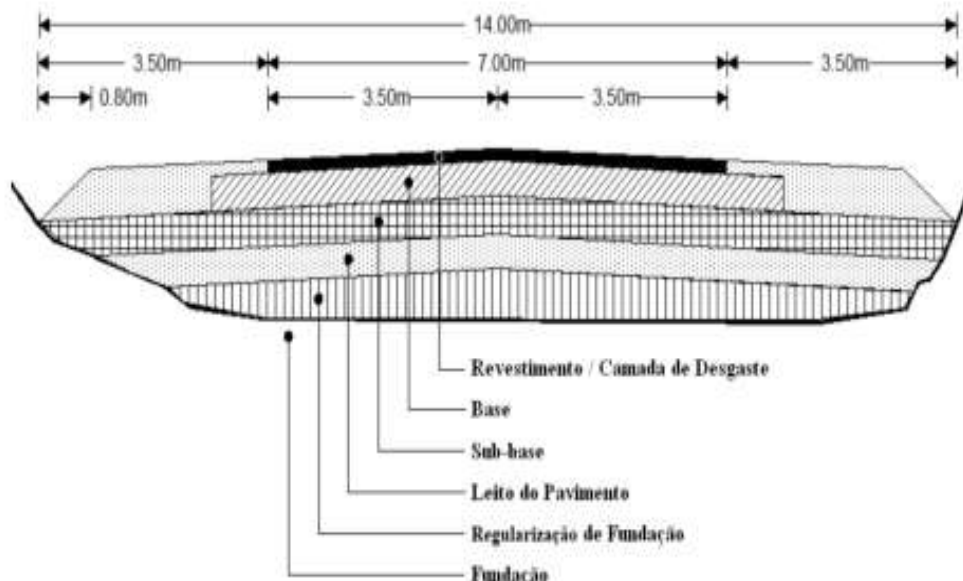


Figura 2: Camadas de um pavimento, (FALEIROS & HASNI, 2005).

2.2.3.1 Revestimento e camada de desgaste

A camada de desgaste é constituída por material betuminoso com agregados de alta resistência. Sua espessura varia de acordo com a resistência do subleito e seu o material deve ser de boa qualidade uma vez que, além de resistir ao desgaste é a camada que deve ser o mais impermeável possível e responsável pelo conforto, durabilidade e segurança da estrutura. Deve apresentar boas características superficiais, de forma a permitir aos utilizadores uma condução cómoda, segura e económica (AASHTO, 2009).

2.2.3.2 Base

A camada destinada para receber e distribuir os esforços oriundo proveniente das cargas dos veículos sobre qual é construído por material seleccionados de elevado padrão de qualidade estabilizado, é fundamental destinada a resistir acções proveniente do tráfego (Dias, 2019).

2.2.3.3 Sub-base

Completamente a camada sub-base possui uma espessura indefinida, e o seu objectivo é de controlar a elevação da água e quando o necessário e as tensões transmitidas pela base. Pois recebe os esforços menores, deve ter estabilidade e capacidade de suporte óptima, capacidade para drenar água acumulada, o material deve ser de melhor qualidade do que o solo do subleito

ou reforço do subleito e além de camada estrutural a sub-base tem algumas funções secundárias que são: prevenir a intrusão ou bombeamento do solo do subleito na base (FALEIROS & HASNI, 2005).

2.2.3.4 Leito do pavimento.

O leito de um pavimento é uma camada estabilizada granulometricamente executada sobre o leito do pavimento devidamente compactados e regularizado, é utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base.

2.2.3.5 Regularização de Fundação

É uma actividade destinada o leito da estrada, transversalmente e longitudinalmente, obedecendo as larguras e cotas constantes das notas de serviço de terraplanagem do projecto.

2.2.4 Tipos de revestimento

Geralmente para este caso existem dois tipos de revestimentos

- Revestimento superficial
- Revestimento com misturas betuminosas.

2.2.4.1 Revestimento superficial

É a camada de desgaste de um pavimento obtida por um espalhamento de um aglomerante imediatamente coberto por um agregado de dimensões apropriadas destinada a impermeabilizar o pavimento e assegurar os elementos. É um revestimento flexível de pequena espessura executada por espalhamento sucessivo de um ligante em operação simples ou múltiplas.

A colocação de um revestimento superficial permite atribuir ao pavimento uma superfície impermeável com uma rugosidade, eliminando os problemas de atrito e a projecção de água permitido que os condutores circulem com segurança e comodidade (LNEC, 1962).



Figura 3: Ilustração de uma estrada com revestimento superficial (LNEC & borges, 1999).

O revestimento superficial subdivide-se em três partes que são:

➤ **O revestimento superficial simples;**

Consiste na aplicação de uma película de ligante betuminoso sobre uma superfície devidamente tratada, seguida de espalhamento e compactação de uma camada de brita mono granular (3/4) (ANE, 2007).

➤ **Revestimento superficial duplo;**

Ele consiste na aplicação de uma nova rega do ligante sobre o revestimento superficial duplo e posteriormente o espalhamento da brita.

➤ **Revestimento superficial triplo;**

O revestimento superficial triplo consiste em três aplicações de ligante, alternadas por três camadas de agregado e a sua compactação ocorre a cada aplicação de ligante-agregado.

2.2.4.2 Revestimento com misturas betuminosas

Os revestimentos com misturas betuminosas são materiais constituídos por agregados e betumes, os mesmos são produzidos em central e misturados utilizando ligante e agregados de boa qualidade.



Figura 4: Estrada revestida com material betuminoso, (MACOPAV).

Dependendo do tipo de tráfego e solicitações existentes em cada estrada, pode-se revestir com argamassa betuminosa ou betão betuminoso (Martinho, 2013).

➤ **Argamassa betuminosa:**

Consiste em uma mistura homogenia de um inerte fino (pó de pedra, brita e areia) com ligantes betuminoso.

➤ **Betão betuminoso:**

É uma mistura homogenia de mais de um inerte fino (pó de pedra, brita e areia) com ligante betuminoso. Segundo (AASHTO T19-09, 2002) As misturas betuminosas podem classificar-se em:

a) Misturas betuminosas a frio;

São misturas cujo os materiais usado são agregados, emulsão betuminosa e eventuais aditivos, podendo ser fabricadas, espalhadas e compactadas a temperatura do ambiente.

Vantagens.

- Aplicação imediata;
- Baixo custo;
- Fácil de produzir;
- Fácil de transportar e de aplicar;

Desvantagens.

- Maior desgaste;
- É imprópria para dias de chuva;
- O processo de cura é lento;

b) Misturas betuminosas a quente;

Segundo (Jiménez, 2014) misturas betuminosa a quente é uma mistura de um ligante hidrocarboneto, agregados, filler, e aditivos. Fabricados de modo que toda partícula de agregado seja coberta com uma película de ligante. O seu fabrico implica o aquecimento do ligante e dos agregados e a sua aplicação em obras é realizada em temperaturas superiores a do ambiente, a mesma é aquecida a uma temperatura de 125°C a 135°C.

Vantagens

- Aplicação imediata;
- Apresenta o envelhecimento lento;
- Durabilidade e consistência garantida, mesmo em situação de mau Tempo;

Desvantagem

- Difícil produzir;
- Alto nível de produção;
- Risco no processo de produção;

2.2.5 Materiais betuminosos**2.2.5.1 Betume**

Segundo (Lopes, 2009) um produto de origem petrolífero, que se obtém a partir das destilações do petróleo bruto (crude) extraíndo os produtos voláteis (gasolina, petróleo, diesel, óleo e mais) ficam retidos no seu filtro elementos mais grossos (betume).

O comportamento do betume longo depende da sua constituição inicial do tipo de aquecimento e de temperatura a que é sujeito durante o seu fabrico.

2.2.5.2 Tipos de betume

- Betume de penetração;
- Betume de fluidificados;
- Emulsões betuminosas;

a) Betume de penetração

É um material visco elástico cujas propriedades são afectadas por tanto a temperatura e o tempo durante o qual é aplicada uma força ao mesmo, ele é classificado pela profundidade a que uma agulha ira penetrar em condições de testes especificados.

A penetração é ensaiada no laboratório fazendo penetrar uma agulha a 100g um recipiente com água a temperatura de 25°C durante 5 segundos o mesmo varia de: B40/50; B60/70; B80/100 (López, Zamanillo, & Taborg, 2015).

Campo de aplicação

Os betumes de penetração aplicam-se:

- Na execução de revestimentos superficiais ou a produção de misturas betuminosas;
- É usado também para betume de penetração, rega de colagem;

b) Betume de fluidificados

São obtidos em misturas de um solvente ao betume de penetração. Quanto ao tempo de cura os betumes fluidificados classificam-se em:

- Cura rápida (RC) – solvente Gasolina;
- Cura média (MC) – solvente Petróleo;
- Cura lenta (SC) – solvente Diesel;

Campo de aplicação

Os betumes fluidificados são aplicados na rega de impregnação em bases granulares de saibro, tout-vennant, de forma a evitar as poeiras e isolar da humanidade a camada de revestimento aplicada.

c) Emulsões Betuminosas ou Asfáltica

É um produto de origem betuminosa que se obtém a partir de uma dispersão de betumes em água ou água em betume na presença de alguns agentes emulsionantes (Asphalt, 1989).

Campo de aplicação

- Aplicável para a rega de aderência sobre pavimentos antigos;
- Rega de aderência sobre bases em solo-cimento;
- Produção de misturas equimosas;
- Rega de impregnação;
- Rega de rejuvenescimento;

2.2.6. Drenagem em vias rodoviárias

O sistema de drenagem é fundamental numa estrada para garantir um adequado comportamento das obras e para assegurar condições de segurança na circulação da via. Ela é de extrema importância para o pavimento, cumprindo a função de retirar a água da faixa de rodagem e transportá-lo para fora da estrada;

O sistema da drenagem ela inclui: Drenagem transversal e drenagem longitudinal, sub-superficial e subterrânea.

Um dos maiores problemas que afectam a estrada de Moçambique é a sua eficiência de drenagem, em quase todos os anos há cortes de estradas e pontes que desabafam deixados aldeias e distritos rurais isolados.

A eficiência na drenagem e o resultado de diversos factores intervenientes as fases do projecto, financiamento e manutenção.



Figura 5: Ilustração de uma via com sistema de drenagem inadequada (LOPEZ, 2015).

2.3 Manutenção Rodoviária

Trata-se de um conjunto de actividades que tem por objectivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento das componentes da rodovia, proporcionando boas condições de comodidade e segurança aos usuários (DNER, 1994).

2.3.1 Objectivos da Manutenção Rodoviária

A manutenção de estradas tem os seguintes objectivos:

- Manter a via transitável em segurança;
- Garantir que o pavimento dure a sua vida útil prevista.

2.3.2 Tipos de manutenção

Existem três tipos de manutenção

- Manutenção de Rotina;
- Manutenção periódica;
- Manutenção de Emergência;

2.3.2.1 Manutenção de Rotina

É um trabalho que se realiza ao longo de todo ano, independentemente do tráfego e de preferência com algumas das actividades concentradas antes e depois das chuvas. É considerado manutenção de rotina as seguintes actividades (DNER-ES321/97, 1997).

- Corte de capim;
- Limpeza de aquedutos e pontes;
- Limpeza de valetas e sanjas;
- Reparação de cascatas;
- Manutenção de sinalização;
- Regularização da faixa de rodagem;
- Tapamento de buracos;

2.3.2.2 Manutenção periódica

São actividades que são realizados depois de um certo intervalo de tempo, dependendo do volume de tráfego, o desgaste provocado na estrada e as condições ambientais da zona. Elas são actividades tais como:

- Reparação de aquedutos e pontes;
- Recarga da superfície da faixa de rodagem;
- Nivelamento da faixa de rodagem;
- Reabertura de valetas e sanjas;

2.3.2.3 Manutenção de emergência.

É conjunto de actividades que se realizam consoante as necessidades de carácter urgente e não prévios, por sinal resultam de acidentes, tempestades, grandes chuvas e outras calamidades naturais. Algumas efectividades de manutenção de emergência são:

- Reparação de grade erosões;
- Remoção de árvores e rochas caídas;
- Reparação de guardas de pontes;
- Remoção de desmoronamento de taludes;
- Substituição duma ponte ou aqueduto destruída;

2.3.3 Termos Técnicos Usados na Manutenção em Pavimentos Flexíveis

São termos ou expressões técnicas usadas durante o processo da execução das actividades de manutenção da via em estudo ou em causa, e as mesmas são as seguintes (DNER-PRO 10/79, 1979).

2.3.3.1 Rega dos Pavimentos

São tipos de rega dos pavimentos os seguintes:

a) Rega de colagem ou aderência

Consiste na aplicação de uma película de ligante betuminoso sobre a superfície de uma camada de material betuminoso.

b) Rega de impregnação

Entende-se por rega de impregnação a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre uma base granular de granulometria extensa sobre a qual será executada uma camada de mistura betuminosa. Consiste em uma rega sobre a base feita com um exume fluidificado de cura média (normalmente MC-30) com uma taxa de 40% de petróleo 60% de betume de penetração com objectivo de garantir uma boa ligação entre a base e acamada de revestimento, isoladas de poeiras e oferecendo uma superfície impermeável (CADERNO DE ENCARGOS , 2015).

c) Lama asfáltica

É a mistura de areia com emulsão betuminosa e água e que a consistência de lama o momento de aplicação (DNIT , 2010). A adição de pequenas quantidades de cimento a 1-2% aumenta a resistência da lama asfáltica. A mesma pode ser usada para:

- Fechar fissuras;
- Corrigir pequenas deformações;

d) Rega de selagem

É o processo de permeabilização de uma superfície por meio de ligante betuminoso e inerte.

➤ Resselagem

Consiste na aplicação de um novo pavimento sobre o antigo (velho).

e) Rega de rejuvenescimento

Consiste na aplicação de uma película muito fina de emulsão betuminosa sobre um revestimento antigo, cujo ligante se encontra oxidado. Esta rega permite fechar fissuras finas, preenche furos tornando o ligante mais novo e reforçado.

2.3.4 Conservação de um pavimento

Conservação de um pavimento são actividades de manutenção no geral que são executadas para evitar a deterioração de um pavimento e mante-lo com qualidade, de modo garantir o conforto e segurança. Em suma, a vida de uma estrada pode ser prologada através da aplicação de práticas de manutenção adequadas no momento apropriado.

2.4 Defeitos

Segundo (DNIT 009-, 2003), Defeitos são imperfeições físicas ou estruturais que condicionam o desempenho normal do elemento de um pavimento conduzindo assim o mau funcionamento do mesmo e reduzindo as condições de segurança.

2.4.1 Classificação dos defeitos

Eles podem ser classificados em:

- Defeitos mais comuns no revestimento;
- Defeitos mais comuns no corpo do pavimento (camada de base);
- Defeitos mais comuns no corpo do pavimento (camada de sub-base);

a) Defeitos mais comuns no revestimento

- Fissuras;
- Buracos;
- Desgaste;
- Refluimento;
- Deformações;
- Desagregação;
- Ondulações ou corrugações;

b) Defeitos mais comuns no corpo do pavimento (camada de base)

- Fissuras;
- Deformações;
- Ruptura de bordo;

c) Defeitos mais comuns no corpo do pavimento (camada de sub-base)

- Deformações

2.4.1.1 Desgastes

É o resultado da deficiência na ligação entre os componentes das misturas betuminosas ou da sua má formulação, de utilização dos materiais não apropriados e de erros na construção como má compactação e problemas a execução de base. Segundo (SOUSA, 1997) este defeito corresponde ao gasto progressivo das qualidades do ligante e do material betuminoso e ao polimento pelo tráfego dos agregados do revestimento. Isto acontece quando a superfície das estradas permanece entre o contacto de água da chuva.



Figura 6: Desgaste do pavimento, (BERNUCCI & SOARES, 2006).

2.4.1.2 Desagregação

Consiste na perda do material da camada de revestimento, este defeito ocorre muito mais nas trilhas dos rodas, devido a acção dos veículos. Geralmente ocorre nos revestimentos superficiais e desenvolve longitudinalmente (SILVA, 1973).



Figura 7: Estado de desagregação de um pavimento, (SILVA, 1973).

2.4.1.3 Refluimento

Este defeito ocorre quando há subida do ligante betuminoso á superfície e quando entra em contacto com água torna-se escorregadio. Este defeito nota-se muito mais quando estiver exposto á altas temperaturas, tornando-se mole e quando os veículos circulam deixam marcas a superfície do pavimento (LNEC, 1997).



Figura 8: Refluimento do ligante numa via, (MEDINA, 1997).

O pavimento torna-se meio escorregadio quando entra em contacto com a água, afectando a estabilidade da superfície e do pavimento e o arrancamento do ligante durante a circulação dos veículos. A solução deste defeito consiste em espalhamento de areia seca sobre as machas de refluimento.

2.4.1.4 Fissuras

De acordo com (PINTO & PREURSSIER, 2001), fissuras são defeitos que ocorrem em pavimentos flexíveis, por falha de construções de estrutura ou de suporte. São chamadas de fendas capilares isoladas existentes no revestimento asfáltico, posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da rodovia de retracção interligada, tipo bloco, pele de crocodilo. De acordo com (RIBEIRO, 2017), a evolução das fendas pode causar buracos quanto ao tipo de pele de crocodilo e, é a patologia mais frequente em pavimentos flexível.

2.4.1.5 Fissuras tipo pele de crocodilo

São aquelas caracterizadas por uma série de fendas longitudinais e transversais. Elas representam o estágio avançado de fadiga.

Inicialmente apresentam uma forma isolada a medida que progridem com o tempo interligam-se e ficam com o aspecto de pele de crocodilo.



Figura 9: Pavimento com fissuras do tipo pele de crocodilos (SILVA, 1973).

2.4.1.6 Fissuras lineares

São fendas invisíveis isoladas paralelas ou perpendiculares ao eixo das vias e podem aparecer tanto nas trilhas de rodas como em outras regiões da superfície da estrada, e são perceptíveis a vista de quem esta a 1.5m de distância.



Figura 10: Fissura linear. Fonte (autor 2022).

2.4.1.7 Afundamento ou Deformação Plástica

São deformações transversais que desenvolvem longitudinalmente nas trilhas de rodas dos veículos pesados. Surgem muitas das vezes pela negligência das entidades que tutelam as estradas que permitem a passagem de veículos de alta tonelagem, sendo que tais estradas foram dimensionadas a um tráfego (SOUSA, 2002).



Figura 11: Deformação plástica. (Faruk , 2008).

2.4.1.8 Buraco

O buraco é um defeito bastante comum que surge como evolução de outros defeitos como fissuras do tipo pele de crocodilo, deformações ou desgastes. Esses buracos aparecem em maior quantidade no período chuvoso, pois o desagregamento ou amolecimento das camadas do pavimento ocorrem devido a compressão da água (PINTO, 1996).



Figura 12: Estado de avançado de defeito buraco, (SILVA, 1973).

2.4.1.9 Ondulações ou corrugações

São deformações plásticas que formam certas soluções á superfície. Este tipo de defeito é resultado geralmente de esforços tangencias, ou seja, de esforços de aceleração e frenagem que pneus exercem sobre o pavimento asfáltico (LNEC-Laboratório Nacional de Engenharia Civil , 1997).



Figura 13: Corrugações ou ondulação numa via (Das Neves, 1983)

De acordo com (D'Arga & Lima, 1958.) as corrugações constituem-se em grave problema na manutenção de estradas principalmente em épocas de seca causando trepidações nos veículos e desconfortos os usuários. O comprimento das ondulações é tal que o período de oscilações correspondente esta em ressonância com o de certas partes do veículo que trafega na estrada, fazendo que ao este passar ondulações, sofra choques periódicos de período de amplitude crescente. Surgem devido a Falta de estabilidade de misturas asfálticas, Excesso de humidade do solo subleito, Contaminação da mistura asfáltica, Falhas estruturais (espessuras muito finas de revestimento), Falha a dosagem de mistura asfáltica ou ainda problema construtivos, No caso de camadas finas, o movimento de fresagem e aceleração podem causar o escorregamento dessa camada, devido a baixa estabilidade da mistura gerado as corrugações.

2.4.1.10 Roptura de bordo

Como o próprio nome diz, é o rompimento do bordo do pavimento sob acção das rodas dos veículos, caracterizado por uma fenda rectilínea ou por uma área fissurada próximo da junção da pista ou da berma, a ruptura de bordo pode ser acompanhada por desagregação ao longo do bordo.



Figura 14: Estrada de ruptura de bordo, (SOUSA).

3 CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Considerações iniciais

Neste capítulo de trabalho são discutidos aspectos da pesquisa que orientaram a sua execução prática, ou seja as metodologias. É o capítulo inicial com uma breve apresentação da área de estudo, com um resumo do perfil onde fica a localização da estrada e uma visão das condições actuais da estrada existente. São descritas as técnicas de estudo usadas para a materialização do trabalho em estudo, os procedimentos, a abordagem, os instrumentos usados e sem esquecer dos aspectos éticos salvaguardados.

3.1.1 Descrição da área de estudo

A avenida ocupa uma área aproximadamente 2.0km, no Distrito Urbano de Nhamankulu na cidade de Maputo no troço entre a Rua 2.023 e Rua 2.019 para as obras de manutenção.

3.1.1.1 Localização da estrada.

A estrada em estudo "Avenida de Trabalho" encontra-se localizada no sentido Oeste do Distrito Urbano de Nhamankulu na Cidade de Maputo a partir da Universidade Pedagógica de Maputo até mercado Malanga, o projecto prévia a reabilitação e manutenção de estrada, com uma extensão aproximadamente de um total de 1900 metros no início até ao fim do trecho.

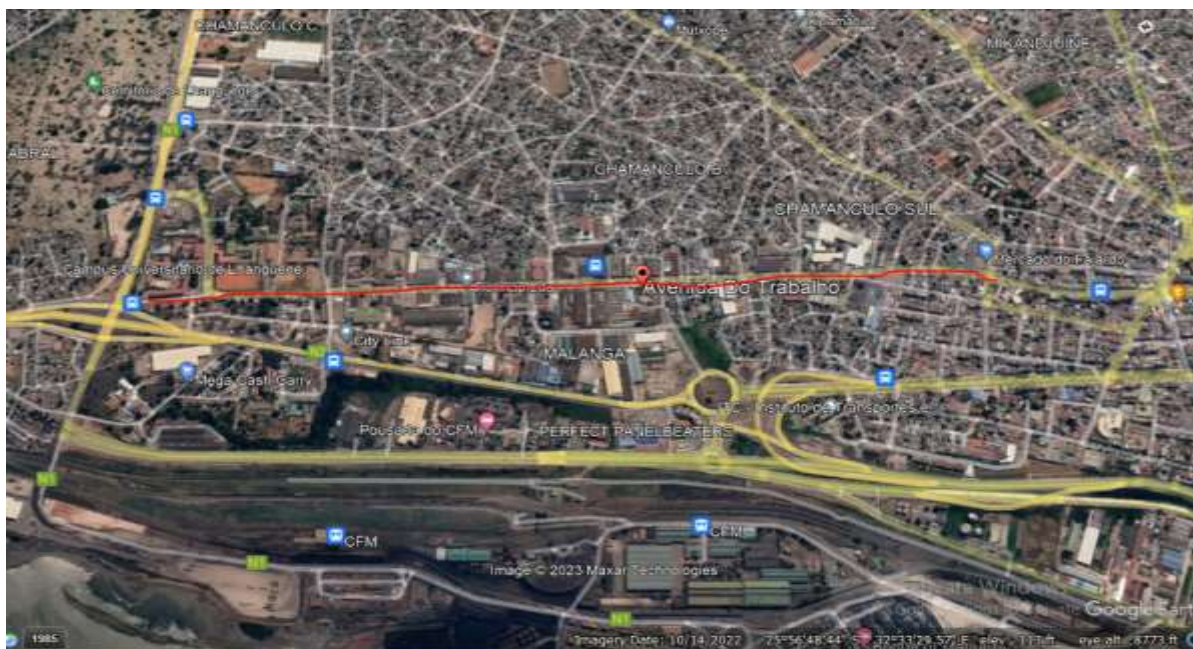


Figura 15: Estrada da avenida de trabalho, Fonte: Google Earth, 2023.

3.2 Tipo de estudo realizado.

Para alcançar os objectivos traçados anteriormente foi necessário a recolha de dados, pesquisas do tipo bibliográfica, documental e de Campo, que tornaram possível conciliação de aspectos técnicos, teóricos e práticas do campo. A pesquisa bibliográfica centraliza-se no processo de reabilitação e manutenção de estrada de um pavimento flexível, contemplando algumas características como, adequadas técnicas de sua reabilitação, principais defeitos, suas causas, tráfego, materiais utilizados, seu funcionamento devido as condições sócio e económico.

a) Quanto aos objectivos

A pesquisa quanto aos objectivos é do tipo exploratória. Ela visa proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2008).

b) Método de abordagem

O método de abordagem no desenvolvimento do estudo é o método dedutivo, este partindo de princípios, leis ou teorias consideradas verdadeiras e indiscutíveis, prediz a ocorrência de casos particulares. O método dedutivo tem o objectivo de explicar o conteúdo das premissas.

c) Quanto a natureza do estudo

A natureza do estudo realizado é mista, visto que para além do levantamento ou recolha de dados de estudo qualitativo, houve a necessidade de análise e aplicação dos resultados obtidos nos estudos quantitativos.

d) Quanto aos procedimentos de estudo

A recolha de dados decorreu em dois métodos de procedimentos: observação e histórico. Neste método os procedimentos foram de investigação e recolha de conhecimentos para poder verificar a sua influência nas condições de hoje com procedimentos históricos e método por observação como foi verificada a situação o campo. A pesquisa no campo é observada directa dos factos tal como ocorrem.

3.3 Técnicas e instrumentos do estudo.

Uma das técnicas mais usadas para este trabalho foi o levantamento documental de bibliografia e foram realizadas observações que permitiram dar uma visão geral:

a) Instrumentos

- Pedómetro;
- Fita métrica;
- Escavadora;
- Compactador;
- Pá;
- Carinho de mão;
- Saltitão;
- Tripé;

3.4 Métodos de análise de dados

De acordo com (GIL, Atlas, 1999.). A análise de dados é um processo complexo que envolve retrocessos entre dados pouco concretos e conceitos abstrados entre o raciocínio indutivo e dedutivo, entre descrição e interpretação. Estes significados ou entendimentos constituem a constatação de um estudo.

Já para (CARVALHO & VERGARA, 2002), a análise de conteúdos pode ser agrupadas em cinco (5) aspectos essenciais a considerar:

- Elaborar questões gerais que servirão como orientação, para que se possa explorar o significado da experiência social para indivíduos estudados;
- Colher dados, por meio de observação e entrevistas com pessoas que experimentaram o fenómeno investigado;
- Reunir estas informações grupais em unidades maiores para que se possa ter uma descrição geral da experiência interactiva;
- Agrupar os depoimentos de significados;
- Discutir a selecção em termos de semelhanças de respostas fornecidas pelos entrevistados;
- Após a captação de informação fez-se primeira a verificação de dados, esta consistiu em analisar a realidade observada no campo pelo pesquisador.

3.4.1 Questões éticas

As questões éticas devem ser consideradas como pressuposto básico em todas as fases de uma investigação, buscado pela escolha do tema e a definição das questões de pesquisa, passando pela selecção dos participantes até o modo acesso ao terreno, à forma de escolha dos dados, aos procedimentos de análise adoptados, à redacção dos textos e à própria publicação do resultado.

O consentimento informado do presente trabalho foi uma questão cuja observância constitui a transmissão de toda informação relevante ao estudo, esclarecendo que os participantes pudessem conhecer o estudo. Os questionamentos e as reflexões propostos basearam-se sobre o tema do estudo essencialmente no âmbito da sua realização, seu objectivo, sua finalidade, sua liberdade de não poder fazer parte do estudo, abertura para que pudesse fazer qualquer questão que considerasse pertinente, caso achasse conveniente esta informação foi verbalmente transmitida mesmo porque os entrevistados disseram não haver necessidade de apresentar um documento escrito.

O anonimato foi observado por meio da não identificação dos entrevistados com os seus nomes sejam estes reais ou fictícios.

A confidencialidade foi uma questão que se observou por meio da restrição de acesso de dados recolhidos, analisados e interpretados. O trabalho foi conduzido por um único investigador (estudante-autor), tendo sido este responsável pela transcrição dos seus conteúdos.

Desta forma, conservou-se informação o âmbito da realização do projecto de trabalho final e no campo científico.

4 CAPÍTULO IV: ANÁLISE DE DADOS, INTERVENÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Discussão dos resultados

Considerado o capítulo mais importante deste trabalho, a análise de dados, intervenção e discussão dos resultados neste estudo faz-nos perceber em quais condições a estrada da avenida do trabalho se encontrava antes de sua manutenção, as abundâncias no desenvolvimento para a melhorar as condições de transitabilidade o processo construtivo de manutenção e identificar as condições superficiais e os tipos de defeitos em que ela se encontra e dar soluções para a sua manutenção ou reabilitação mostrando cada processo usado para tal.

Uma forma prática de identificar os defeitos dos pavimentos é aquela sugerida no manual desenvolvido pelo programa estratégico de pesquisas que apresentam tipologias de defeitos em pavimentos flexíveis, revestidos com betão asfáltico e também de pavimentos rígidos. Entre a caracterização de cada tipo de defeitos e nível de severidade. O manual apresenta uma forma de quantificação da extensão.

Após o reconhecimento padrão e de magnitude que os defeitos apresentam é possível tomar medidas correctivas e efectuar os reparos nos pavimentos de forma adequada, levando em conta tanto os defeitos localizados como individualizado.

É de suma importância que os técnicos responsáveis pela preservação das vias sejam capacitados em detectar os problemas assim que elas surgirem, relatando o tipo de patologia presente na via com auxílio de equipa de engenharia dedicado as causas prováveis dos defeitos.

O caso dos defeitos já existirem, a reabilitação do pavimento ou restauração do pavimento para ampliar a sua vida útil pode ser feita por fresagem e /ou sobreposição do pavimento existente.

4.1.1 Condições faixa de rodagem estrada.

A estrada avenida do trabalho é uma estrada que dá acesso a estrada avenida de Moçambique, a N4 e outras avenidas a cidade de Maputo, ela encontrava-se em um estado crítico para automóveis pesados devido a falta de manutenção da estrada e da drenagem, é uma das avenidas que se enquadra a área de comércio de grades empresas e grades fabricas porque ao longo dos

anos a camada de rolamento ela tem sofrido sempre através do tipo de roda de autocarro tem passado devido a falta de manutenção da camada de rodagem e da sua drenagem.

4.1.2 Defeitos identificados na estrada

Para podermos concluir em geral que uma estrada deve sofrer uma alteração como a reabilitação é porque os problemas patológicos e de defeitos em que ela apresenta a manutenção já não resolve e mesmo que resolvesse não duraria muito tempo. Para chegar a essa conclusão são devidos os defeitos que a estrada apresenta em um determinado tempo no estudo da estrada.

Na análise do estudo da estrada foram decretados vários defeitos que são alistados a seguir:

- Fissuras;
- Buracos;
- Drenagem inadequada;
- Abstracções;
- Camada de rodagem;
- Refluimento;

4.1.2.1 Causas principais

- Fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito;
- Falha de dosagem de misturas asfálticas- excesso de ligante asfáltico;
- Falha na selecção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante;



Figura 16: Refluimento, Marcação de cotas, Fonte (autor, 2022).

- Falta de compactação com posterior consolidação pelo tráfego, ou pelo cisalhamento causado por enfraquecimento;

4.1.2.2 Consequências

- Destruição progressiva do pavimento nessa área;
- Diminuição das condições de segurança de circulação;

4.1.2.3 Técnicas de Mitigação

- Construção de camada asfáltica sobre o pavimento já existente de modo a corrigir o desnível do pavimento antigo tendo assim uma superfície uniforme;
- Melhorias das condições de drenagem do pavimento e da berma;

4.1.2.4 Fissuras

a) Causas principais

- Falta de capacidade de suporte do pavimento para o tráfego;
- Estado de desenvolvimento de deformações;
- Má dosagem do asfalto;
- Oxidação natural de ligante betuminoso (envelhecimento do ligante);
- Contração e expansão das demais camadas do pavimento, devido variação da temperatura ao longo do dia;
- Excesso de finos no revestimento;
- Compactação excessiva ou momento inadequado;



Figura 17: Fissuras, Fonte (Autor, 2022)

b) Consequências

- Surgimento de buracos;
- Penetração das águas enfraquecimento das camadas subjacentes;
- Se não há sinais visíveis de desagregação do pavimento ou perda de capacidade de suporte do pavimento executa-se a actividade de tapamento de fissuras;
- E se há sinais visíveis de degradação do pavimento ou perda de capacidade de suporte do pavimento recorre-se a reparação como buraco;



Figura 18: Camada da faixa de rodagem, afundamento das trilhas de rodas, Fonte (autor 2022)

4.1.2.5 Defeito buraco**a) Causas principais**

- Estágio final do desenvolvimento de deformações, desagregação ou de fissuras;
- Qualidade inadequada de uma ou mais camadas;
- Infiltração das águas acaba saturando as camadas inferiores;



Figura 19: Corte da camada de pavimento esburacada para correcção do buraco, Fonte (autor 2022).

b) Consequências

- Diminuição das condições de segurança;
- Desconforto dos automobilistas;
- Diminuição da velocidade de circulação;
- Estagnação das águas pluviais nos buracos causando desagregação do revestimento;
- Aumento muito rápido da área danificada, obrigado a reparações muito dispendiosas;



Figura 20: Tapamento de buraco, fonte (autor 2022)

c) Técnicas de Mitigação

Para a solução deste defeito recorre-se as seguintes actividades:

- Tapamento de buraco com misturas betuminosas ou com revestimento superficial.

4.1.2.6 Desagregação do pavimento**a) Causas principais**

- Deficiente ligação entre os diferentes materiais, os quais constituem as misturas betuminosas;
- Má qualidade dos materiais e das deficiências associadas à formulação das misturas betuminosas (betume deficiente, temperatura das misturas, por vezes, desfavoráveis);
- Tensões tangenciais elevadas que são transmitidas pelos pneus rodados no pavimento, normalmente em curvas de raio muito reduzido.



Figura 21: Desagregação do pavimento, Fonte (autor 2022).

b) Consequências

- Aumento progressivo da perda do agregado;
- Surgimento de buraco na faixa de rodagem;
- Perda do abaulamento acumulado da água da chuva;



Figura 22: Corte para o tapamento de defeitos de desagregação do pavimento, Fonte (autor 2022).

c) Técnicas de mitigação

- Se este defeito ainda não atingiu a base aplica-se uma nova capa selante (rega de rejuvenescimento, tapamento de buraco e lama asfáltica).

4.1.2.7 Desgaste

a) Causas principais

- Envelhecimento do revestimento (oxidação do ligante);
- Acção dos pneus sobre a capa ao longo do Tempo;
- Má qualidade da mistura betuminosa;



Figura 23: desgaste do Pavimento, Fonte (autor 2022)

b) Consequências

- Desagregação progressiva;
- Falta de comodidade;
- A superfície torna-se escorregadia quando a mesma entra com água;



Figura 24: Tratamento superficial para correção do desgaste do pavimento, Fonte (autor 2022)

c) Técnicas de mitigação

- Aplicação de uma nova capa selante que consiste a rega de rejuvenescimento;
- Tratamento superficial ou lama asfáltica;

4.1.2.8 Drenagem

O outro aspecto defeito fundamental da estrada é a drenagem. Consiste nas medidas tomadas para evitar que as águas perturbem a utilização das estradas ou ponha em causa o seu tempo útil. A água pode ser proveniente da precipitação, das intersecções das estradas com linha água existente.

O sistema de drenagem da estrada é constituído geralmente por dois subsistemas:

- **A drenagem superficial**- relacionada com a precipitação e as intersecções com as linhas de água;
- **A drenagem de águas ascendentes**- proveniente do subsolo, de roturas e falhas as canalizações;

a) **Causas**

- Obstrução das passagens hidráulicas;
- Erosão por falta de valas;
- Excesso de carga;
- Insuficiência de capacidade;
- Falta de manutenção;



Figura 25: Drenagem entupida com óleo de motor, Fonte: (Autor, 2022).

As deficiências na drenagem subterrânea causam maiores problemas aos pavimentos devido a sua complexidade de tratamento, enfraquecendo a capacidade de carga das camadas dos pavimentos da estrada. Para além disso, muitas das vezes só são notados em fase já evoluída causando defeitos como deformações ou mesmo o colapso dos pavimentos, como vê a imagem a seguir a deformação da caixa de inspecção.

b) **Consequências**

- Degradação acelerada da estrada;
- Aumento da probabilidade de acidentes;
- Aumento de custos para utentes: custo operacional e de manutenção das viaturas;



Figura 26: Caixa de inspecção: Obstruções, acúmulo de folhas, lixo, sedimentos ou outros materiais nos sistemas de drenagem(Autor, 2022).

c) Técnicas de mitigação

- Colectar e conduzir o mais rápido possível as águas que afluem a estrada seja superficial, subterrâneo para o local adequado;



Figura 27: substituição de colector subterrânea Fonte (autor 2022)

É também possível verificar de drenagem subterrânea inadequada, o excesso de buracos, fissuras existente, o desgaste da camada de rodagem, trincas nos bermas, caixa colectora, entre outros.

Apesar de ser relativamente mais fácil intervir os sistemas de drenagem quando estes não são devidamente estudados e cuidados e em casos extremos como este.

4.1.3 Solução para Desvio de água dos pavimentos



Figura: Construção de uma sarjeta de uma boca.

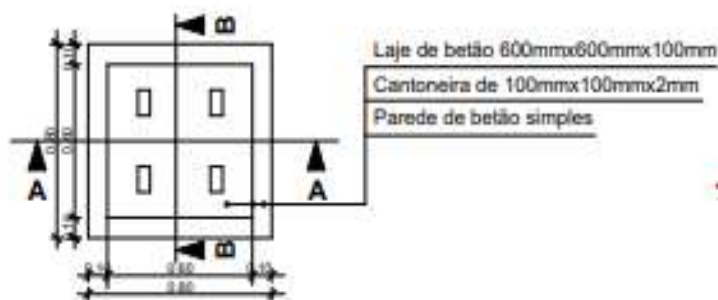


Figura: sumidouro em planta

De modo a minimizar a erosão das Sarjetas, as águas drenadas devem ser descarregadas com a maior frequência possível, aproveitando as características do terreno para se fazer as descargas do lado da estrada onde se encontra a valeta a fim de minimizar o custo das passagens hidráulicas com uma variação para águas pluviais a inclinação foi de 0,5 a 1% e para o colector principal a inclinação variável era de 1 a 2%.

4.1.4 Solução para reabilitação da estrada

Visto que para esta estrada da avenida do trabalho apenas a manutenção não seria eficaz, e para melhorar as condições da via, a melhor solução foi a reabilitação geral da avenida. E para além de poder aumentar a boa capacidade de suporte de todas as camadas e características e reabilitamos a drenagem subterrânea. Para contribuir para uma noção abrangente de qualidade de vida a estrada tem de ser considerada o contexto do seu ciclo global de vida incluído todos os

custos directos e indirectos, custo de conservação e de construção, custos dos utentes e incluído resultante da perturbação do tráfego devido as actividades de conservação, os custos ambientais e custos para a sociedade em geral.

Para este processo de reabilitação consistiu as seguintes actividades:

- Remoção de solos impróprios;
- Compactação de camadas (leito, leito do pavimento, sub-base e base);
- Construção de valetas;
- Substituição de colector subterrâneo.

4.1.4.1 Procedimento de reabilitação de estrada do pavimento flexível

Para o sistema de reabilitação de estrada de um pavimento flexível passara por etapas a seguir:

a) Corte e remoção dos solos impróprio

Nesta etapa inicial, os materiais a serem recuperados por conta de incorporação à pista de faixas visando a definição de plataforma não deve conter argila para não contaminar as matérias de revestimento.



Figura 28: Corte e remoção de base contaminada Fonte: (Autor, 2022).

O trabalho consiste em cortar, escavar e remover os solos considerados impróprios a camada de rodagem da estrada em destaque o processo será realizado consoante a profundidade desejada do corte e a remoção ao dos solos impróprios dependendo das condições do relevo ou lençol freático encontrada em cada trecho.



Figura 29: Remoção dos solos de base contaminada, Fonte (Autor 2022).

d) Equipamentos usados na realização de trabalho de escavação e remoção dos solos impróprios.

Tabela 2: Equipamentos usados, Fonte:(Autor, 2022)

Actividades	Equipamentos usados
Corte	<ul style="list-style-type: none"> • Serra • Máquina de corte do pavimento;
Escavação	<ul style="list-style-type: none"> • Giratória; • Motoniveladora • Bob cat;
Remoção dos solos impróprios	<ul style="list-style-type: none"> • Camião basculante;



Figura 30: Corte do asfalto utilizando a máquina de corte do pavimento, Fonte: (Autor, 2022).

4.1.5 Compactação do solo

A compactação do solo é um processo que visa melhorar as propriedades do solo através de redução dos seus vazios pela aplicação de pressão, impacto ou vibração. Para além de isso este processo de compactação torna o maciço mais homogêneo e a operação resulta o aumento do peso específico aparente do solo.



Figura 31: Estabilização mecânica da sub-base, Fonte (Autor).

Com diminuição dos vazios do solo, neste processo espera-se uma redução de variação de teor de humidade, da compressibilidade, da permeabilidade, do aumento da resistência ao cisalhamento e a erosão.

Nesta actividade é utilizado um cilindro de rolo liso ou um compactador manual (Ex: Saltitão) para fazer a compactação.

4.1.5.1 Compactação de novas camadas (sub-base e base)

Esta última camada os trabalhos de execução das camadas da estrada é uma das actividades mais importantes para a reabilitação, é a fase onde são executadas as camadas consideradas nobres da estrada com maior capacidade de suporte qualidade. Para as novas camadas (sub-base e base) a correcção e homogeneização da humidade, o material deve ser conformado se obter a espessura desejada a pois a compactação. A espessura da camada não deve ser inferior a 10cm nem superior a 20cm. E quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com a espessura final de 20cm e deve ser subdividida em camadas parciais.



Figura 32: Compactação da sub-base e da base em tout-vennant estabilizado quimicamente com cimento Portland normal 42,5 Mpa. Fonte (Autor 2022).

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro em percursos equidistantes da linha base e do eixo (DNIT, 2010).



Figura 33: Compactação de base estabilizada. Fonte (autor 2022)

As evidências mostram que para o dimensionamento das camadas a ser executada para o revestimento deve levar em conta o volume e o tipo de tráfego, características do solo presente no subleito, sub-base e base com respeito basicamente a sua capacidade de suporte e a presença de trechos críticos apresentando declividade através das cargas que tem passado de 40 toneladas, não regulamentável para estradas. Pois de acordo com o SATCC que rege a capacidade máxima

admissível de estradas mais, a convênio que se faz para atender as capacidades locais e para a Avenida do Trabalho é de 10 toneladas



Figura 34: compactação da base, Fonte (Autor 2022).

4.1.6 Pintura de ligação (Emulsão Asfáltica SS60 e MC 30)

A pintura de ligação consistiu na aplicação de ligante asfáltico sobre superfície de base ou de revestimento asfáltico anteriormente a execução de uma camada asfáltica qualquer, objectivando promover condições de referência entre esta e o revestimento a ser executado. O ligante asfáltico foi executado com objectivo de aumentar a aderência entre a camada asfáltica e o revestimento que foi executado. O ligante não devia ser distribuído abaixo de 10° ou dias de chuva ou quando a superfície a ser pintada apresenta qualquer sinal de excesso de humidade (DNER-EM 369, 2012).

A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é 0,3 l/m² a 0.4 l/m², ates da aplicação a emulsão deve ser diluída a proporção 1:1 com água em fim de garantir uniformidade a distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0.8 l/m² a 1.0 l/m².

SS60 -Roptura lenta médium curing.

Mc30- Betume fluidificado de cura média (solvente usado é petróleo) com viscosidade 30, ou seja leva 30 segundos a evaporar, pode ser usados em regas de impregnação e de colagem, membranas de cura e superfícies temporárias.



Figura 35: Emulsão asfáltica SS 60, Mc-30 betume fluidificado. Fonte: (Autora, 2022)

A distribuição do ligante foi feita por carros equipados com bombas reguladora de pressão e sistema completo de equipamento que permitam a aplicação do ligante asfáltica em quantidade uniforme e após a aplicação do ligante aguardou-se pelo escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura e depois permaneceu em repouso até sua secagem e endurecimento suficientes para receber o revestimento (DNER-ME, 2012).

4.1.7 Aplicação do revestimento final (asfalto)

Como mencionado, o projecto o revestimento asfáltico é a camada superior que esta em contacto directo com os pneus dos automóveis, o revestimento tem a função de distribuir a carga com as demais camadas em uma aplicação de massa uma vez que, para além de resistir aos esforços também é responsável pelo bom rolamento da pista.

Conforme o projecto processou-se à quente em temperatura adequada obedecendo os alinhamentos e nivelamentos geométricos, a mistura será aplicada sobre superfície adequadamente imprimada sendo utilizada dispositivos para conformação com alinhamentos, perfil e secção transversal do projecto com recurso de vibro-acabadora de asfalto.

Deve-se manter com a superfície totalmente limpa, a mesma que foi conservada em perfeitas condições até que foi colocado o revestimento e evitando a execução do trabalho em tempo húmido. O transporte foi efectuado por camiões basculantes com caçambas limpas, água ensaboada, óleo solúvel, e solução de cal para evitar a aderência da mistura segundo (DER/SP, 2006). O custo de material foi, proporcionalmente, o maior da estrutura e, portanto, teve que ter sua espessura correctamente dimensionada.



Figura 36: Aplicação do revestimento final, Fonte: (Autor,2022)

a) Compactação do revestimento rolo liso

Foi iniciada a compactação com rolo liso e pelo rolo pneumático de pneus à baixa pressão sendo aumentada à medida que for sendo compactada com cerca de 20 voltas, utilizando-se para a rolagem final, rolo liso vibratório.



Figura 37: Reconstrução da base com rolo liso, (Fonte Autor, 2022).

b) Compactação do revestimento rolo pneumático

Autropelida (tractor) de compactação de terraplanagem dotada de rolos estáticos pneumáticos e tem maior utilização em áreas onde o terreno não pode sofrer vibrações, como aquelas próximas a edifícios e pontes. É usado em operações pequeno a médio porte, principalmente em matéria de base granular. Rolos pneumáticos não são recomendados para a operação de alta produção, em projectos de aterro com grossa camada de material solto.



Figura 38: compactação pelo rolo pneumático. (Fonte Autor 2022).

Os componentes pneumáticos são normalmente projectados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,kpa, portanto as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas. Assim não é conveniente o uso de cotrololes pneumáticos em operação de extrusão de metais.

5 CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão do estudo

A rede viária é um património que deve ser preservado com uma gestão de manutenção e conservação. Nos últimos anos com início das concessões rodoviárias, houve uma notável mudança no que diz respeito à conservação rodoviária, pois agora é interesse das concessionárias manter os pavimentos em boas condições, utilizando técnicas adequadas, mesmo que demandem maiores recursos (iniciais), porque os períodos de concessão são de ordem de 10 anos. Este trabalho teve como objectivo principal descrever os procedimentos de reabilitação de uma estrada pavimentada neste caso a avenida do trabalho e realizar uma análise de um trecho crítico da avenida, o pavimento deste troço é composto por uma camada de revestimento.

Com base na avaliação dos defeitos em pavimentos flexíveis, pode-se concluir que a ocorrência desses problemas é influenciada por múltiplos factores, como carga de tráfego, qualidade dos materiais e manutenção adequada.

Os principais erros nos pavimentos em geral estão associados aos procedimentos construtivos e erro na dosagem das misturas asfálticas. A falta de manutenção preventiva por exemplo é um factor primordial para as obras de recuperação do pavimento asfáltico gerar alta despesa, visto que por falta de manutenção contribuí para aparecimento de patologias no pavimento. Para isso foram apresentados métodos e técnicas de manutenção da estrada.

De acordo com descrito ao longo deste trabalho evidencia-se que é de grande importância o conhecimento dos tipos de defeitos dos pavimentos para se constituir uma análise satisfatória das condições dos mesmos e direccionar as melhores técnicas de reabilitação e manutenção tendo em conta que a avenida de trabalho é uma das vias de acesso a uma universidade e das grandes empresas da Cidade de Maputo, possuindo um intenso fluxo de veículos de passeio utilitário, e veículos de grande porte em geral contribuindo com o surgimento de diversos tipos de defeito no pavimento, tais como trepidações, trincas, panelas, fissuras e entre outros.

Para reabilitação de uma estrada de um pavimento flexível é extrema importância fazer a sua caracterização quanto a sua funcionalidade e o suporte apresentado estruturalmente. Esta avaliação do estado funcional e estrutural é o ponto inicial para saber quais eram as condições que a estrada apresentava para a escolha de uma melhor solução ou intervenção.

É importante ressaltar também, a necessidade de realizar todo planeamento e todas as etapas do projecto de forma eficiente e garantir a manutenção preventiva com certa frequência para evitar que haja problemas prematuros nas vias. Para além disso, o controle da execução das camadas e das especificações dos materiais é a melhor forma de garantir que o pavimento tenha o melhor desempenho possível ao longo de vida útil considerada.

5.2 Sugestões

De acordo com (SATCC, 1998), a reabilitação de pavimentos flexíveis pode ser dividida em três níveis, o que respeita as acções de conservação e ao nível de intervenção.

- Nível 1: Estudo das acções de conservação urgentes a implementar, não considerando medidas de reforço do pavimento;
- Nível 2: Estudo de dimensionamento do reforço de um pavimento, utilizado esse método simplificado;
- Nível 3: Estudo do dimensionamento do reforço de um pavimento, por uma via analítica;

5.3 Limitações de estudo

Em fase de término deste trabalho houve algumas limitações: uma das limitações iniciais para elaboração desta monografia foi a escassez de certas informações em muitos manuais e outros artigos bibliográficos consultados, o que culminou com um atraso no cumprimento do prazo pré-estabelecido para recolha de dados para o trabalho final, tendo sido obrigada a uma adaptação de novas formas de trabalho e diferentes métodos de recolha de dados. Houve, porém, outras limitações não menos importantes, de entre elas a falta do tempo devido as outras actividades que tenho exercido a par da minha vida académica, a pressão do dia a dia é sempre um factor relevante a ter em conta, pois, graças a Deus, essas dificuldades fortaleceram-me na medida certa e eficaz para concretizar o término deste estudo.

5.4 Estudos futuros

A manutenção de estrada é um conjunto de actividade que tem por objectivo reparar ou selar um defeito, tomando a mesma indispensável, pois o seu abandono pode criar vários problemas de deterioração. Durante a elaboração deste trabalho identificou-se vários problemas e recomenda-se:

- Aos responsáveis pelo controlo de tráfego para que façam o devido controlo intensivo das tonelagens dos veículos, para que estes não venham a contribuir para a rápida deterioração do pavimento;
- As empresas responsáveis pela manutenção de estradas, devem respeitar e seguir com as etapas estabelecidas no regulamento e tal forma a evitar a degradação das mesmas o período previsto, visto que muitos defeitos estão relacionados com a má execução e uso do material inadequado;
- A inspeção do sistema de drenagem antes e depois da precipitação atmosférica, para evitar depositar resíduos sólidos no sistema de drenagem assim como na faixa de rodagem;

5.5 Bibliografia

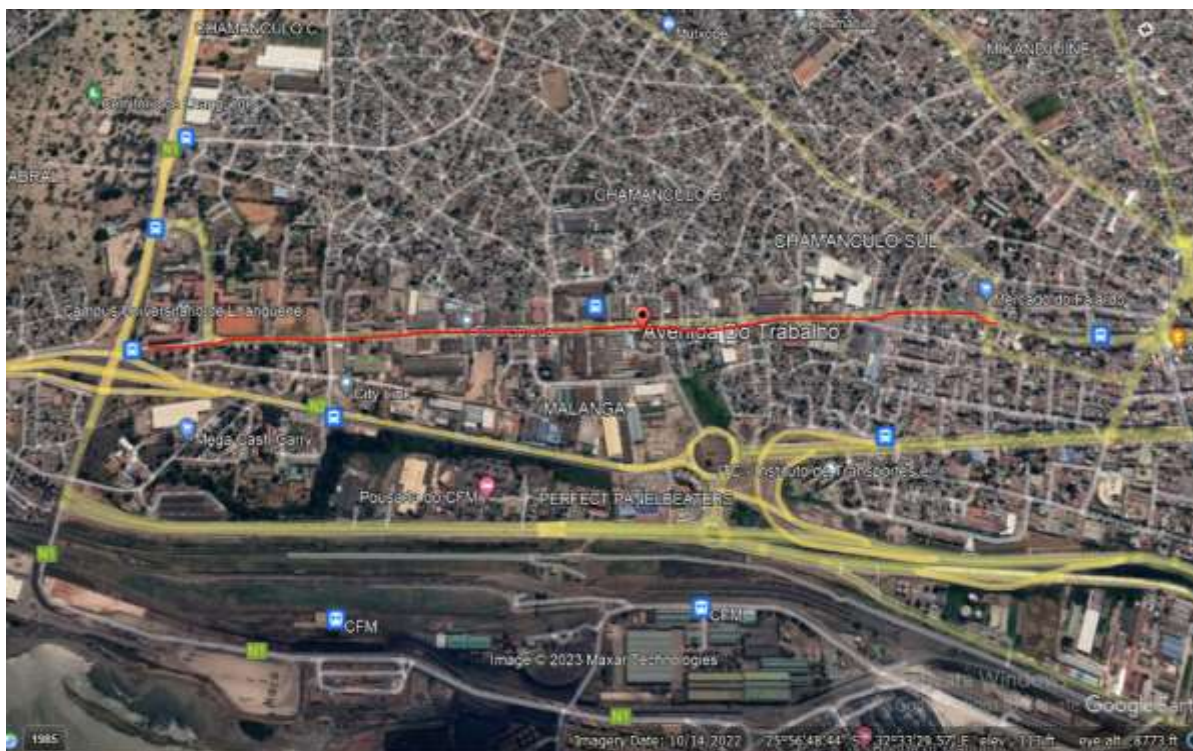
- DIAS, F. C. (2019). PROJETO ESTRUTURAL DE PAVIMENTO FLEXÍVEL.
- LNEC. (1997). *Mecânica dos pavimentos* (1ª Edição, 380p ed.). UFRJ.
- A, Vitor M; Borges, Júlio Ferry. (2004). *pavimetacao asfaltica*. Lisboa.
- AASHTO. (2009). *Rough Roads ahead, Fix now or pay for it later*. USA.
- AASHTO T19-09. (2002). *Standard Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight")* .
- ANE. (2007). *www.ane.gov.mz-pdf polis estradas* .
- ANE. (2014). *Planning and Design, Administração Nacional de Estradas, Moçambique* (Vol. Low Volume Rural Roads Manual Volume 1).
- Asphalt. (1989). *Manual básico de emulsiones asfálticas*. USA.
- autor . (s.d.).
- BERNUCCI, L. B. (2006). *Pavimentação asfáltica*.
- BERNUCCI, L. B., & SOARES, J. B. (2006). *Pavimentação asfáltica: formação* .
- CADERNO DE ENCARGOS . (2015). CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO. In D. d. empreitada, *Projecto de Execução*.
- CARVALHO, J. F., & VERGARA, S. C. (2002). *fenomenologia e a pesquisa dos espaços de serviços*. *Revista de Administração de Empresas – RAE*.
- D'Arga, J., & Lima. (1958.). *Esforços de Rotura em Elementos de Betão Armado*. *Dissertation*. LNEC scientific paper nr 178, Lisboa: LNEC .
- Das Neves, E. M. (1983). *estudo de Desenvolvimento de pavimento experimental com objectivo de vliir metodo racional de pavimentos flexível*. Lisboa.
- DNER. (1994). *Restauração rodoviária*.
- DNER-ES321/97. (1997). *restauração de pavimentos flexíveis*.
- DNER-PRO 10/79. (1979). *projeto de reforço de pavimento flexível, procedimento*.
- DNIT . (2010). *Pavimentação asfáltica – Lama asfáltica* .
- DNIT 009-. (2003). *avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirígidos: procedimento*.
- Esteves, J. M. (2004). *Recuperação e manutenção de pavimentos*. Lisboa.

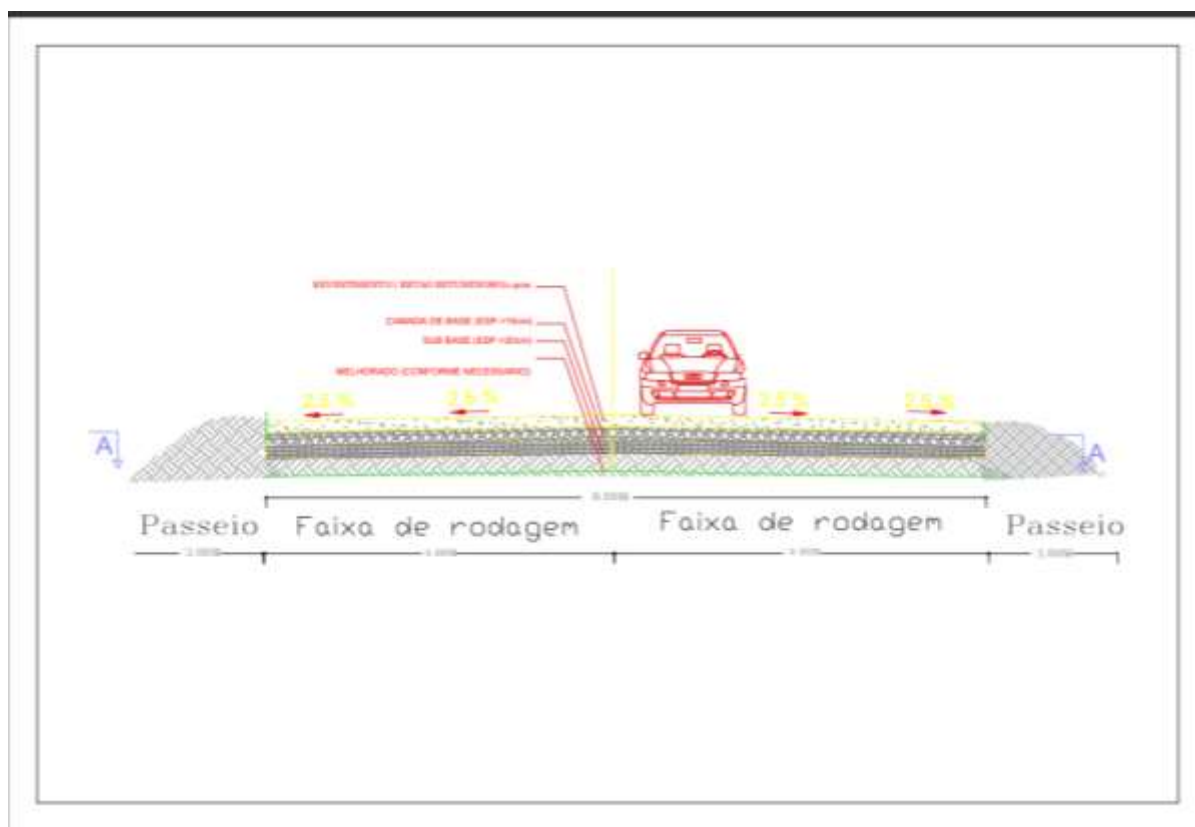
- FALEIROS, L. M., & HASNI, H. (2005). . *Estradas: pavimento. A self-powered surface sensing approach for detection of bottom-upcracking in asphalt.*
- Faruk , M. (2008). *Manual de patologia e manutenção de pavimentos.*
- GIL, A. C. (Atlas, 1999.). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (5 ed.).
- GONÇALVES, F. P. (1999). *Manutenção dos Pavimentos.*
- Jiménez, F. p. (2014). *Manual de Pavimentação Cepsa, Cepsa Portuguesa Petróleos S.A., . Portugal.*
- LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. (1996). *Técnicas de pesquisa* (3ª ed.).
- LNEC. (1962). *Laboratório Nacional de Engenharia Civil-relatorio sumarios da sctividade do laoratorio nacional de Engenharia civil.* Lisboa .
- LNEC. (1974-1983). *Relatórios de Actividade do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.* Lisboa.
- LNEC, & borges, j. F. (1999). *relatorio de actividade do laboratório .* Lisboa .
- LNEC-Laboratório Nacional de Engenharia Civil . (1997). *Mecânica dos pavimentos* (1ª Edição ed.). Rio de Janeiro: UFRJ.
- Lopes, o. (2009). *Misturas Betuminosa– Determinação das Características para o Cálculo dos pavimentos .* Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- López, E., Zamanillo, M., & Taborg, M. (2015). Use of bottom ash thermal power plant and lime as filler in bituminous mixtures, *Revista Materiales de Construcción.* In López.
- MACOPAV. (s.d.). *manual de cocepcao de pavimetos para a rede Rodoviaria Nacional .*
- Martinho, F. (2013). *Misturas Betuminosas Temperadas com Incorporação de Subprodutos Industriais – Caracterização da Validação Tecnológica.* In *Caracterização da Validação Tecnológica. Tese de Doutoramento, Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico.* Lisboa.
- Pedro, J. O. (2013). *Relatório de Estágio – Traçado de arruamento na envolvente do novo centro escolar de Vila Nova de Paiva, Relatório para a obtenção do grau de licenciado em Engenharia Topográfica, Instituto Politécnico da Guarda– Escola Superior de Tecnologia e Gestão.* Lisboa.
- PINTO, S. (1996). *módulos Resilientes de Concretos Asfálticos. Departamento Nacional de Estradasde Rodagens – Instituto de Pesquisa Rodoviárias DNER – IPR.* Rio de Janeiro.

- SANTOS, A. R., & et al. (1988). *Estradas Vicinais de Terra – Manual Técnico para Conservação e Recuperação, IPT* (2ª ed.). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A: São Paulo.
- SATCC. (s.d.).
- SATCC. (1998). *Southern África Transport and communications commossion-code of practice for the design of road pavimets draft*. Maputo .
- SILVA, P. A. (1973). *Manual de patologia e manutenção de pavimentos* (2. Ed ed.).
- SOLANKI, P., & ZAMAN, M. (2017). *Design of semi-rigid type of flexible pavements. International Journal of*.
- SOUSA, A. M. (1997). *características de Fadiga e Resiliência de Concretos Asfálticos*.
- SOUSA, A. M. (2002). “ *características de Fadiga e Resiliência de Concretos Asfálticos*. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Rio de Janeiro.
- SOUSA, A. M. (2002). *características de Fadiga e Resiliência de Concretos Asfálticos*.
- SOUSA, A. M. (s.d.). *características de Fadiga e Resiliência betão Asfálticos IBP 2402*.

5.6 Anexos

Localização da obra de manutenção da avenida de trabalho.





Representação em planta das camadas.

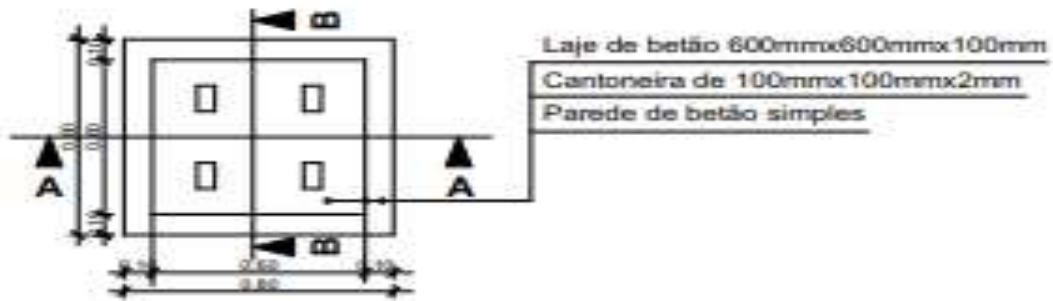
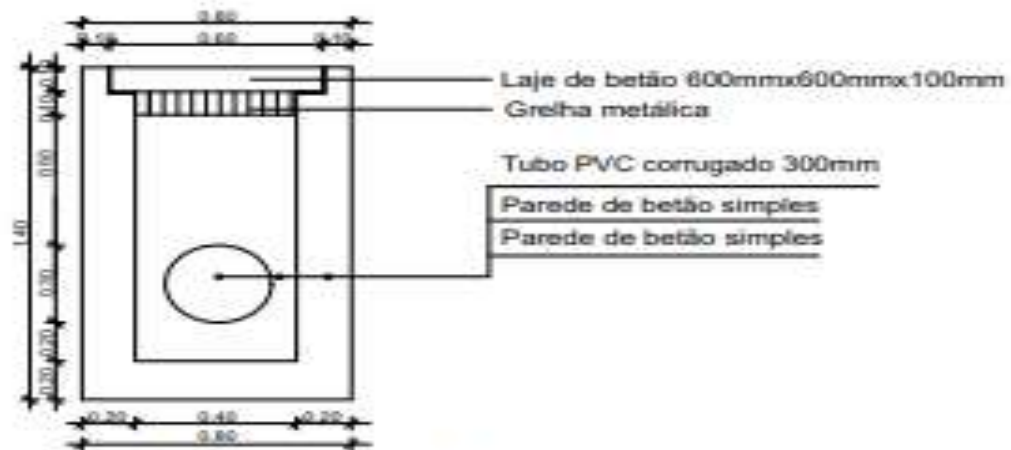
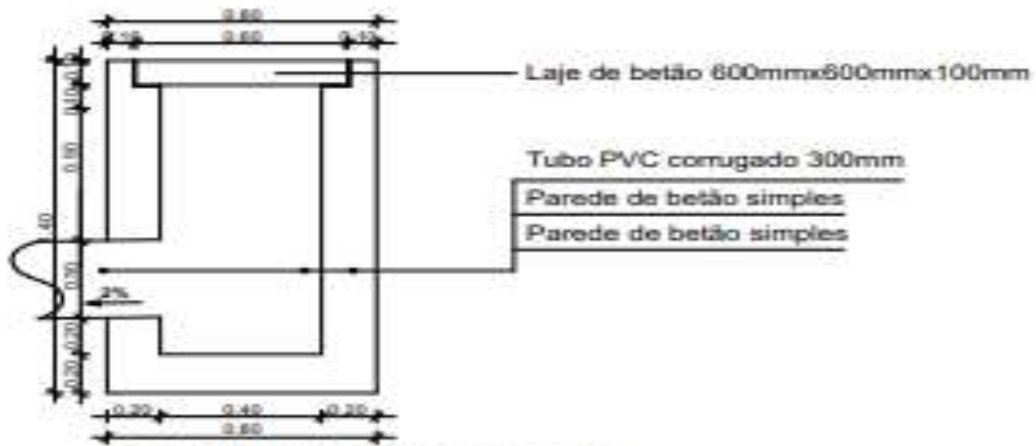


Fig. 1: Planta do sumidouro simples



Corte A-A: Perfil Transversal



Corte B-B: Perfil Transversal

Representação de sumidouro em planta da avenida do trabalho

Apêndices