



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Engenharia
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

**GESTÃO DA REDE DE ESTRADAS COM AUXÍLIO DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Discentes:

MAHUMANE, Adelino António

Supervisores:

Prof. Doutor. Eng^o José Diogo (DECI-FEUEM)

Eng^o Sérgio Sebastião (CMM-DE)

Maputo, Março de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
Faculdade de Engenharia
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

**GESTÃO DA REDE DE ESTRADAS COM AUXÍLIO DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Discentes:

MAHUMANE, Adelino António

Supervisores:

Prof. Doutor. Eng^o José Diogo(DECI-FEUEM)

Eng^o Sérgio Sebastião (CMM-DE)

Maputo, Março de 2022

Relatório de Estágio Profissional, apresentado Ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

(Adelino António Mahumane)

Supervisores:

(Prof. Doutor. Eng° José Diogo)

(Eng° Sérgio Sebastião)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO | DECI-FEUEM//2022

TERMO DE ENTREGA

Declaro que o estudante Mahumane, Adelino António entregou as duas (02) cópias do relatório do seu Estágio Profissional com a referência:

.....
.....
.....

Intitulado: Gestão Da rede de estradas com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica.

Maputo,..... de de 2022

Chefe da secretaria

.....

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Declaro por minha honra, que o presente trabalho académico é resultado da minha própria investigação, esforço, dedicação e criatividade. Não se recorreu a quaisquer outras fontes, para além das indicadas, e todas as formulações e conceitos usados, quer adoptados literalmente ou adaptados a partir das suas ocorrências originais, quer em fontes impressas, não impressas ou na internet, se encontram adequadamente identificados e citados, com observância das convenções do trabalho académico em vigor.

Maputo, Março de 2022

O Candidato

.....

(Mahumane, Adelino António)

Dedicatórias

Dedico este trabalho a minha família; meus pais e irmãos, com o coração totalmente grato por todo amor, carinho, paciência, solidariedade, e por tudo que não sou capaz de expressar em palavras.

Em especial aos “Antónios” (meu pai e irmão) pelo apoio psicológico, tal apoio que usei de muleta de modo a continuar essa longa e penosa caminhada em busca de conhecimento e formação.

A minha esposa, e em especial as minhas filhas Zaina e Victoria por serem o motivo que me faz acordar a cada dia em busca da minha melhor versão.

Ao meu colega Milleret Daguio Magumane *in memoriam*, que tive o prazer de partilhar momentos agradáveis durante o início do percurso académico mas por ironia do destino não estaremos juntos para partilhar o desfecho.

Agradecimentos

Agradeço antes de tudo, a Deus pelo dom da vida.

Queria agradecer aos meus supervisores, Dr. José Diogo, e ao engenheiro Sérgio Sebastião, agradeço pela orientação, paciência, pela abordagem de novos conceitos, pela partilha de material para a realização deste trabalho e conselhos dados durante estágio, Muito obrigado!

Agradeço aos colaboradores do Conselho Municipal pelo acolhimento, auxílio, colaboração, proporcionando um agradável ambiente de trabalho.

Agradeço a todos professores desde o ensino primário, em especial ao corpo docente do Departamento de Engenharia Civil, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu colega Cavele Fernando, por ter proporcionado um excelente ambiente de trabalho no qual foram partilhados momentos fantásticos durante o estágio, e pela sua colaboração com vista a criação do sistema digital de levantamento.

Ao meu colega Piodosio Mussinda, e os demais pelos momentos vividos, companheirismo com vista a enfrentar as adversidades académicas.

A todos que não foram mencionados, mas que contribuíram directa ou indirectamente, meu muito obrigado!

INDICE DE TEXTO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento geral	1
1.2	Formulação do problema	1
1.3	Justificativa	1
1.4	Objectivos	2
1.4.1	Objectivo geral	2
1.4.2	Objectivo específicos	2
1.5	Apresentação da Instituição Hospedeira do Estágio	2
1.5.1	Localização	3
1.5.2	Funções do CMM	3
1.5.3	Estrutura Orgânica do CMM	3
1.5.4	Departamento de estradas	4
1.5.5	Prática de gestão da rede de estradas no Conselho Municipal de Maputo	4
1.6	Metodologia	5
1.7	Estrutura do trabalho	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1	Classificação da rede de estradas	6
2.2	Pavimentos	7
2.2.1	Conceito de Pavimento Rodoviário	7
2.2.2	Funções do Pavimento	7
2.2.3	Classificação dos Pavimentos	8
2.3	Conservação e Manutenção de Estradas	9
2.3.1	Importância da Manutenção de Pavimentos	9
2.3.2	Sistema de gerência de pavimentos	11
2.3.3	Parâmetros de estado dos pavimentos rodoviários	13
2.4	Defeitos em pavimentos	14
2.5	Sistema de Informações Geográficas – SIG	15
2.5.1	Descrição do QGIS e do QField	16
3	ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO	17
3.1	Contextualização	17
3.2	Acompanhamento de trabalhos de rotina	17
3.2.1	Descrição do processo de execução	17

3.2.2	Observações	20
3.3	Levantamento da condição das ruas da cidade de Maputo	23
3.3.1	Contextualização	23
3.3.2	Resultados do levantamento	24
3.4	Análise das patologias detectadas	30
3.4.1	Contextualização	30
3.4.2	Descrição das patologias identificadas e suas causas.....	30
3.4.3	Observações	35
4	PROPOSTA DE FERRAMENTA DIGITAL PARA A COLECTA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	36
4.1	Contextualização	36
4.2	Base de dados do SGP	37
4.2.1	Situação actual da base de dados de Estradas	37
4.2.2	Pressupostos a ter em conta na colecta de dados de um SGP.....	38
4.2.3	Procedimentos de actualização da base de dados através de SIG's	39
4.3	Vantagens e desvantagens.....	40
4.3.1	Vantagens.....	40
4.3.2	Desvantagens	40
4.4	Levantamento de patologias através do SIG na avenida av. Julius Nyerere	41
4.4.1	Localização	41
4.4.2	Características do sistema.....	41
4.4.3	Procedimentos de Levantamento	43
4.4.4	Resultados dos levantamentos	43
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	45
5.1	Conclusões	45
5.2	Recomendações.....	46
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7	ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Localização da instituição</i>	3
<i>Figura 2: Organograma da instituição, 2016 (não actualizado)</i>	4
<i>Figura 3: Camadas de Pavimentos Flexíveis Fonte: Merighi (2004)</i>	8
<i>Figura 4: Camadas de Pavimentos Rígidos, Fonte: Merighi (2004)</i>	9
<i>Figura 5: Fluxograma com o funcionamento de um SGP. Fonte: MAPC, 1986 apud FERNANDES JR. et al, 1999.</i>	12
<i>Figura 6: Defeitos em pavimentos asfaltados</i>	15
<i>Figura 7: Logo do QGIS</i>	16
<i>Figura 8: Logo Qfield</i>	16
<i>Figura 9: Processo de fresagem</i>	18
<i>Figura 10: Compactação do pavimento</i>	19
<i>Figura 11: Pontos onde foram realizados os levantamentos (interface QGIS)</i>	23
<i>Figura 12: Patologia do tipo pele de crocodilo</i>	31
<i>Figura 13: Patologia de Fissura nos pavimentos</i>	31
<i>Figura 14: Patologia de degradação superficial</i>	32
<i>Figura 15: Patologia de Decapagem</i>	33
<i>Figura 16: Patologia de Buracos</i>	33
<i>Figura 17: Patologia de Remendos</i>	34
<i>Figura 18: Patologia de passagem de serviços</i>	34
<i>Figura 19: Pontos de levantamento (interface QGIS)</i>	36
<i>Figura 20: Figura Mapa da Rede de estradas do CMM (Interface QGIS)</i>	37
<i>Figura 21: Campos existentes na base de dados do SIGEM</i>	37
<i>Figura 22: Localização Avenida Julius Nyerere (Fonte: Google Earth 2022)</i>	41
<i>Figura 23: Resultado dos levantamentos (interface QGIS)</i>	43
<i>Figura 24: Resultado dos levantamento- (interface QGIS)</i>	44
<i>Figura 25: Resultado dos levantamentos- (interface QGIS)</i>	44

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Condições das estradas da cidade de Maputo, 2016 (Fonte: CMM, Conselho Municipal de Maputo)</i>	7
<i>Tabela 2: Rua Valentim Siti</i>	25
<i>Tabela 3: Avenida Tomas Nduda</i>	26
<i>Tabela 4: Rua do Arcebispo</i>	27
<i>Tabela 5: Rua Fontes Pereira de Melo</i>	28
<i>Tabela 6: Rua da Electricidade</i>	29

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVEATURAS

AASHO - American Association of State Highway Officials

ANE – Administração Nacional de Estradas

ASSHTO – American Association of State Highway and Transportation Official

BAQ – Betão asfáltico misturado a quente

BAF – Betão asfáltico misturado a frio

CMM – Conselho Municipal de Maputo

DMIU – Direcção Municipal de Infra-Estruturas Urbanas

DMIU-DE – Direcção Municipal de Infra-estruturas, Departamento de Estradas;

EPI – Equipamento de protecção individual

EPC – Equipamento de protecção colectiva

GPS - Global Positioning System

HST – Higiene e segurança no trabalho

IPC – Índice de condição do pavimento

MC-30 – Betume fluidificado de cura média

PCI – Pavement Condition Index

RGE – Repartição de Gestão de Estradas

SIG – Sistema de informação geográfica

SGP – Sistema de Gestão de Pavimentos

SIGEM – Sistema de Gestão Municipal

TSBA – Tratamento superficial sobre base asfáltica

TSD – Tratamento superficial duplo

TSPA - Tratamento superficial sobre pavimento asfáltico

TSS – Tratamento superficial simples

Resumo

O presente relatório apresenta e descreve as actividades desenvolvidas durante o estágio Curricular, realizado no âmbito de obtenção de grau de Licenciatura em Engenharia Civil tendo como ênfase a Manutenção e Gestão de Estradas da Província de Maputo.

O conselho Municipal da cidade de Maputo, CMM tem envidado esforços com vista a melhorar o nível de serviço prestado aos munícipes, com constates intervenções de modo a reduzir o tempo de viagem, prejuízos nas cargas, os custos de manutenção dos veículos, o consumo combustível entre outros inconvenientes. Uma das tarefas importantes no planeamento da manutenção é o inventário das estradas, o qual inclui duas etapas:

- Identificação e mapeamento da rede viária municipal;
- Avaliação da condição dos pavimentos.

Diante deste contexto, o presente relatório além de descrever as diferentes actividades realizadas durante o estágio, também objectivou propor a implantação de uma ferramenta digital capaz de realizar o cadastro e classificação do pavimento através de sistemas de informação geográfica, SIG's. A ferramenta proposta visa auxiliar na gestão da rede de estradas do Município de Maputo, visto que uma base de dados actualizada sobre a rede de estradas do município, contendo aspectos técnicos sobre os pavimentos rodoviários, é imprescindível para uma melhoria na gestão dos pavimentos.

Palavras-chave: Sistema de informação geográfica, gestão de estradas, ferramenta digital, base de dados actualizada.

1 INTRODUÇÃO

Uma Rede Rodoviária constitui sem dúvida uma das infra-estruturas mais importantes para o desenvolvimento de uma região, pelo que é fundamental não só a sua concepção, devidamente articulada, mas também assegurar a qualidade na construção e posteriormente no seu funcionamento em boas condições tanto no que se refere ao nível de serviço pretendido como em termos de segurança.

1.1 Enquadramento geral

O Estágio profissional é uma forma de culminar o curso, desenvolvida pelos estudantes finalistas nas instituições ou empresas, e visa aprimorar o profissional na sua área de formação. Pretende-se com o mesmo prover os estudantes finalistas de conhecimentos práticos no exercício de suas funções profissionais e conceder aos mesmos o primeiro contacto com o ambiente de trabalho.

1.2 Formulação do problema

A província de Maputo apresenta uma grande percentagem de ruas e avenidas em estado avançado de deterioração, devido a carga excessiva, drenagem ineficiente, e por uma parte significativa já ter superado a vida útil, causando assim problemas patológicos no pavimento, não proporcionando aos utentes as condições ideais de segurança e comodidade. O CMM tem realizado constantemente intervenções sem o devido planeamento, e os resultados são questionados por razões de ordem técnica, falta de clareza sobre os locais intervencionados, recursos despendidos e a razoabilidade da estratégia de manutenção de rotina.

Portanto para garantir a melhor gestão dos recursos limitados é importante que haja um plano de gestão devidamente elaborado.

1.3 Justificativa

Há falta de modelo que permita o controlo e registo das actividades de manutenção de rotina.

Segundo Sebastião, citando (CMM-DMIU-DE, 2021), no seu trabalho de Modelagem de um Sistema de Informação para Gestão Sustentável da Rede de Estradas do Município De Maputo, há urgência na concepção de módulos de sistemas de gestão operacional, citando como exemplo, com uso do aplicativos móveis adicionando *Plugins* ao Software QGIS livre, tal é o caso do QField para colecta de dados.

Assim, apresenta-se a presente proposta de implementar um sistema de informação que sirva de apoio na tomada de decisão e definição e esclarecimentos dos critérios ou princípios nos procedimentos de conservação/manutenção ou construção de novas estruturas de pavimento.

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo geral

O estágio tem como objectivo geral, conciliar a prática com a teoria obtida durante todo o período de aprendizagem, para uma melhor consolidação técnica do aprendido.

1.4.2 Objectivo específicos

Constituíram os objectivos específicos deste relatório:

- Acompanhar as actividades de rotina;
- Efectuar o levantamento das condições da rede de estradas com base na observação visual (usando como suporte um aplicativo móvel para o levantamento e registo de dados);
- Estudar as patologias encontradas durante os levantamentos;
- Apresentar proposta de um modelo de levantamento digital;
- Demonstrar a funcionalidade do sistema de levantamento.

1.5 Apresentação da Instituição Hospedeira do Estágio

O estágio profissional foi desenvolvido no conselho municipal da cidade de Maputo, na DMIU, no Departamento de Estradas (DE), no Município de Maputo. CMM é uma

instituição pública, goza de autonomia administrativa, financeira e patrimonial, estando sujeito à tutela administrativa do Estado, conforme previsto na Lei.

1.5.1 Localização

O CMM-DMIU, fica localizado na Av. Joaquim Chissano Nº 923, Bairro do Aeroporto.



Figura 1: Localização da instituição

1.5.2 Funções do CMM

São funções do Conselho Municipal:

- Assegurar a gestão e manutenção das redes municipais de estradas, saneamento e drenagem e suas infra-estruturas conexas;
- Assegurar a gestão e manutenção dos taludes praias e zonas costeiras e infra-estruturas conexas;
- Propor políticas e planos operacionais de infra-estruturas no município;
- Assegurar a orientação estratégica na provisão dos serviços de abastecimento de água, saneamento e drenagem ao nível da cidade;
- Elaborar planos de desenvolvimento dos serviços de água drenagem e saneamento e assegurar a sua aprovação e implementação.

1.5.3 Estrutura Orgânica do CMM

O Departamento de Estradas faz parte da Direção Municipal de Infra-estruturas Urbanas (DMIU), e é composta por quatro repartições, nomeadamente, a Repartição de

Manutenção de Estradas, Repartição de Planificação e Gestão de Estradas, Repartição de Implementação de Projectos e Repartição de Fiscalização.



Figura 2: Organograma da instituição, 2016 (não actualizado)

1.5.4 Departamento de estradas

O Departamento de estradas tem a Repartição de Manutenção que dedica-se essencialmente aos trabalhos de manutenção de rotina, a Repartição de Gestão de Estradas que tem a tarefa gerir a rede de estradas, definição e gestão de contractos de manutenção periódica, construção ou reabilitação, a Repartição de Implementação de Projectos que dedica-se a gestão de contractos com base em financiamento externo e a Repartição de Fiscalização que fiscaliza as intervenções na via pública.

1.5.5 Prática de gestão da rede de estradas no Conselho Municipal de Maputo

No âmbito das actividades de manutenção e reabilitação da rede de estradas pavimentadas no Conselho Municipal de Maputo, actualmente são adoptadas como actividades de manutenção de rotina (tapamento de buracos com aplicação de betão asfáltico quente) e manutenção periódica (reconstrução localizada da base, limpeza e reparação de órgão de drenagem e resselagem de pavimentos asfálticos).

1.6 Metodologia

Assim para alcançar o objectivo final do trabalho abaixo se descreve de forma sumária, a metodologia seguida organizada em três fases, decorridas em simultâneo, nomeadamente:

1ª Fase: Análise de informação: Durante o período que decorreu o estágio realizou-se a análise de documentos do DMIU de modo a familiarização com as actividades;

2ª Fase: Acompanhamento das actividades: Realizou-se o acompanhamento das actividades de rotina que iam tendo lugar durante o período do estágio. As operações de tapamento de buracos era a actividade principal. A actividade era realizada por uma equipa multidisciplinar constituída por um engenheiro, técnicos e operários;

3ª Fase: Investigação: Interação com os supervisores, consulta bibliográfica, e realização de questionário aos técnicos.

1.7 Estrutura do trabalho

O relatório apresenta-se subdividido em 5 capítulos, com a seguinte estrutura:

Capítulo 1 – Introdução, referindo-se ao problema de pesquisa, a justificativa, os objectivos, a temática do estágio e, apresentação da instituição.

Capítulo 2 – Fundamentação teórica, são abordados conceitos gerais tais como, as funções, classificação constituição de um pavimento rodoviário, manutenção e conservação de estradas, e aspectos gerais acerca de SIG's.

Capítulo 3 – Acompanhamento das actividades, onde são descritas as actividades desenvolvidas durante o estágio, estudo das diferentes patologias.

Capítulo 4 – É apresentada a ferramenta digital. Neste capítulo é descrita a criação, funcionamento, procedimentos e vantagens e desvantagens, e é apresentado o levantamento efectuado na avenida Julius Nyerere.

Capítulo 5 – Conclusões e recomendações, onde se encontram algumas considerações acerca das actividades acompanhadas e considerações finais inerentes à experiência adquirida durante o estágio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Classificação da rede de estradas

A rede de estradas é uma infra-estrutura de transporte de pessoas e mercadorias, sendo um elemento essencial para o desenvolvimento socioeconómico do país, SANTOS (2013).

O Plano Director de Estradas (JICA, 2001) propõe uma classificação combinada que inclui estradas de tronco, recomendada pelo Plano de Estrutura da Área Metropolitana de Maputo. O mesmo propõe a classificação em quatro categorias: estradas de tronco principal, estrada de tronco, estrada secundária e estrada local, que usa os mesmos critérios para a classificação funcional da rede de estradas. Embora existam diferenças na nomenclatura e aplicação, no geral todos os sistemas de classificação são funcionais. Uma rede de estradas consiste numa hierarquia de três níveis, com nível mais alto dividido em dois subgrupos. Cada nível possivelmente pode ser sujeito a mais subdivisões de acordo com os requisitos locais.

A Rede de estradas no Município de Maputo inicialmente foi regida pela resolução n.º50/98 de 28 de Julho que aprovou a Política e Estratégia de Estradas, com vista a adopção de uma perspectiva de médio a longo prazo do desenvolvimento e gestão da rede de estradas classificada de Moçambique, esclarecendo que as redes de estradas urbanas não fazem parte da rede classificada e estão sob responsabilidade das autoridades locais competentes.

Estima-se que o Município de Maputo tenha uma rede de estradas de 1.001km, A rede de estradas da cidade de Maputo é de aproximadamente 1000 km, dos quais somente 40% (380 km) são estradas pavimentadas. Sendo que cerca de 40% é pavimentada e a restante são estradas de terra (CMM- DMI-DE, 2016).

Tabela 1: Condições das estradas da cidade de Maputo, 2016 (Fonte: CMM, Conselho Municipal de Maputo)

Característica da Via	Total (m)	KaMpfumo	Nlhamankulu	KaMaxakeni	KaMavota	KaMubukwana
Totais (2011)	1.001.294	236.743	135.614	201.349	176.711	250.877
Rede Pavimentada 2011	358.877	180.743	75.614	57.595	19.168	25.757
Rede em terra 2011	642.417	56.000	60.000	143.754	157.543	225.120
Manutenção de estradas de terra 2015, CMM-DMI-DE/2015			1.500	5.800	19.100	10.350
Manutenção de estradas de terra 2015, Lotes			17.000	6.400	14.400	12.000
Novas vias revestidas de 2011-2015		900	3.530	3.500	8.170	3.100
Totais (2016)	1.001.294	236.743	135.614	201.349	176.711	250.877
Rede Pavimentada 2016	386.177 [38.57%]	181.643 [76.73%]	79.144 [58.36%]	61.095 [30.34%]	35.438 [20.05%]	28.857 [11.50%]
Rede em terra 2016	614.117 [61.33%]	55.100 [23.27%]	56.470 [41.64%]	140.254 [69.65%]	141.273 [79.95%]	222.020 [88.50%]

2.2 Pavimentos

2.2.1 Conceito de Pavimento Rodoviário

Segundo Diogo (2007) citando Yoder e Witckzack, Huang (1993, 2004), a mecânica clássica define o pavimento como sendo uma estrutura composta por diversas camadas de materiais elásticos ou elasto-visco-plástico.

De acordo com Bernucci, Motta, Ceratti e Soares (2008), Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Segundo SANTANA (1993), Pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

2.2.2 Funções do Pavimento

Segundo a NBR-7207/82 da ABNT tem-se a seguinte definição:

O pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, económica e simultaneamente, em seu conjunto à:

a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;

b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;

c) Resistir aos esforços horizontais que nela actuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Segundo Branco, Pereira e Santos (2006), a função essencial de um pavimento rodoviário é assegurar uma superfície de rolamento que permita a circulação dos veículos com comodidade e segurança, durante um determinado período de vida do pavimento, sob a acção das acções do tráfego, e nas condições climáticas que ocorram.

2.2.3 Classificação dos Pavimentos

De acordo com Branco, Pereira e Santos (2006), os pavimentos rodoviários são classificados em três tipos, em função dos materiais e da deformabilidade: pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimento semi-rígido.

2.2.3.1 Pavimentos Flexíveis

De acordo com Branco, Pereira e Santos (2006), Os pavimentos flexíveis apresentam as camadas superiores formadas por misturas betuminosas, ou seja, por materiais estabilizados com ligantes hidrocarbonados, geralmente o betume asfáltico, seguidas inferiormente de uma ou duas camadas constituídas por material granular.

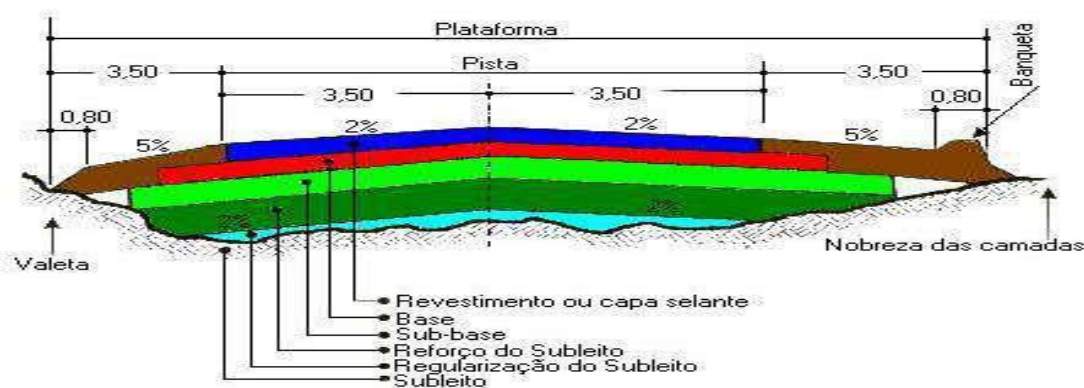


Figura 3: Camadas de Pavimentos Flexíveis Fonte: Merighi (2004)

2.2.3.2 Pavimentos Rígidos

De acordo com Branco, Pereira e Santos (2006), Os pavimentos rígidos têm uma camada superior constituída por betão de cimento, ou seja, por material granular estabilizado com ligantes hidráulicos, geralmente o cimento Portland, seguida de uma ou duas camadas inferiores constituídas também por material granular estabilizado com ligante hidráulico e/ou apenas constituído por material granular

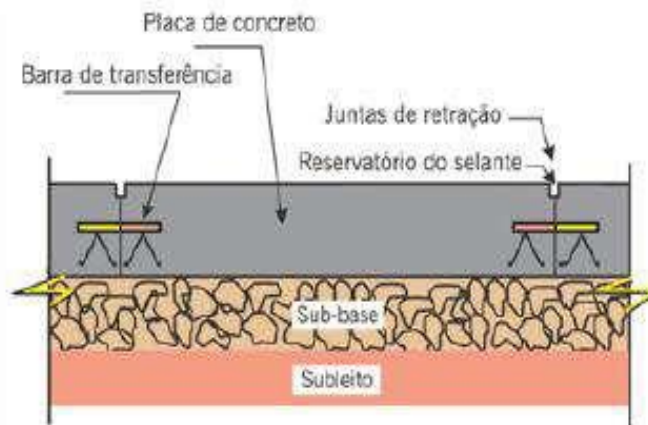


Figura 4: Camadas de Pavimentos Rígidos, Fonte: Merighi (2004)

2.2.3.3 Pavimentos semi-rígidos

Os pavimentos semi-rígidos quanto a sua constituição, apresentam características comuns aos dois tipos de pavimentos anteriores, com uma ou duas camadas superiores constituídas por misturas betuminosas, seguidas de uma camada constituída por agregado estabilizado com agregado hidráulico, podendo ainda dispor de uma camada granular na sub-base.

2.3 Conservação e Manutenção de Estradas

ROBERTS E ROBINSON (1983) E OECD (1988), definem a manutenção de pavimentos como um conjunto de actividades que são executadas para minimizar seus defeitos e, conseqüentemente reduzir os custos operacionais dos veículos, prolongar a vida das estradas e proporcionar aos usuários um meio seguro, económico e confortável de acesso para as áreas rurais.

2.3.1 Importância da Manutenção de Pavimentos

Segundo Branco, Pereira e Santos (2006), para o desenvolvimento global de qualquer país, a rede rodoviária constitui a infra-estrutura de transporte mais importante, pois mesmo existindo outras redes de transporte (vias férreas, ligações aéreas e ligações fluviais ou marítimas) é ainda a rede rodoviária que, faz interface com elas, permite completar a cobertura do território. Daí que após a abertura ao tráfego o comportamento dos pavimentos deve ser acompanhado a fim de atempadamente, serem promovidas as acções de conservação necessárias para manter a sua qualidade ao longo do tempo.

De acordo com o Manual Internacional de Manutenção Rodoviária – AIPCR/PIARC (1994), as rodovias representam um enorme investimento e requerem manutenção para mantê-las em condições satisfatórias que assegurem um tráfego a uma velocidade compatível e com baixo custo operacional

2.3.1.1 Tipos de Manutenção

Segundo (Normas de Execução da ANE 2015), Todos pavimentos sofrem deterioração no tempo em resultado do tráfego e dos efeitos ambientais. A deterioração pode ser relativamente fácil de corrigir ou pode exigir a execução de grandes trabalhos, dependendo das causas e da extensão da deterioração. Os procedimentos a adoptar para manter as estradas em boas condições dividem-se normalmente nas seguintes categorias:

(i). Manutenção de rotina — esta engloba os trabalhos que devem ser realizados regularmente ou em períodos pré-determinados durante o ano de manutenção. Estas actividades poderão incluir o corte de capim, reparação de buracos, selagem de fendas, limpeza das valetas e manutenção do equipamento rodoviário. Estas actividades constituem um aspecto importante da manutenção de estradas, uma vez que proporcionam oportunidades para as autoridades impedirem ou retardarem a deterioração das estradas.

(ii). Manutenção periódica — manutenção que deve ser executada em intervalos mais longos, por exemplo, 5 - 10 anos. Normalmente esta categoria exclui o reforço estrutural. O princípio básico desta actividade assenta no facto de que é uma actividade cuja calendarização pode ser desencadeada por limites nas condições das estradas ou nos níveis de deterioração ou nas intervenções periódicas que se baseiam no desempenho ou nos ciclos de vida. Várias actividades poderão ser abrangidas por esta categoria.

a) Colocação de um revestimento novo — depende da longevidade dos diferentes tipos de revestimento e do nível de tráfego e dos efeitos ambientais.

b) Marcação rodoviária — A visibilidade da marcação rodoviária tem tendência a diminuir com o tempo e torna-se necessário voltar a pintar as marcações de forma periódica. Este ciclo depende dos níveis de tráfego e da adversidade das condições atmosféricas.

c) Colocação de saibro nas bermas — Esta é uma actividade importante para as estradas com bermas não revestidas e aplica-se perfeitamente às estradas de baixo volume de

tráfego. O desgaste das bermas não revestidas poderá levar a um desnível da berma perigoso. Um desnível da berma importante leva a uma rotura do bordo da camada de revestimento o que se torna desagradável do ponto de vista estético e perigoso para os condutores.

(iii). Manutenção melhorada – Este não é um termo usualmente empregado no que se refere à manutenção, mas nos casos em que é aplicado, faz uma enorme diferença na gestão rodoviária. A manutenção melhorada diz respeito à intervenção que é levada a cabo numa estrada com o objectivo de reduzir as necessidades de manutenção.

Esta poderá incluir a melhoria localizada ou a execução de melhorias a baixo custo, como por exemplo os revestimentos de baixo custo de estradas em terra ou saibro que apresentem problemas. Poderá também incluir a melhoria da drenagem, particularmente no que se refere à drenagem subterrânea, o que por sua vez permitirá melhorar o desempenho da estrada e impedir ou adiar a degradação da estrada.

(iv). Manutenção de emergência – Manutenção que tem de ser imediatamente realizada em resultado de um problema inesperado, como por exemplo, limpeza da via após queda de rochas.

(v). Reabilitação – Este termo é normalmente utilizado quando é necessário efectuar um reforço estrutural e inclui recarga.

(vi). Reconstrução – Significa normalmente que pelo menos uma camada do pavimento necessita de ser novamente processada.

(vii). Melhoria – Significa normalmente que é necessário efectuar um reforço e alguma alteração do traçado

2.3.2 Sistema de gerência de pavimentos

A gerência de pavimentos, de acordo com Haas, Hudson e Zaniewski (1994), é um processo que abrange todas as actividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço. Envolve desde a obtenção inicial de informações para o planeamento e elaboração de orçamento até a monitorização periódica do pavimento em serviço, passando pelo projecto e construção do pavimento e sua manutenção e reabilitação ao longo do tempo.



Figura 5: Fluxograma com o funcionamento de um SGP. Fonte: MAPC, 1986 apud FERNANDES JR. et al, 1999.

A racionalização da gestão de conservação e manutenção das vias urbanas depende da implantação de um Sistema de Gestão que consiga demonstrar a necessidade de operações de conservação, emergência e também de carácter preventivo. Para isso, é necessário a realização de levantamentos detalhados das vias da cidade, formando-se um banco de dados consistente das vias do município.

Sendo assim um SGP é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões a encontrar estratégias óptimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante certo período de tempo, segundo definições da AASHTO (1993).

Haas et. al., (1994), demonstram cinco etapas de desenvolvimento de um SGP:

- I. **Inventário:** colecta e organização dos dados necessários para a correcta implementação e para o bom desempenho do sistema;
- II. **Avaliação da condição do pavimento:** utilização de modelos para a previsão de desempenho da condição actual e futura dos pavimentos, modelos estes baseados em avaliações periódicas dos pavimentos;
- III. **Priorização:** estabelecimento dos níveis de prioridade, ou seja, adequação das necessidades aos recursos disponíveis;
- IV. **Programação das actividades de manutenção e reabilitação:** estabelecimento dos critérios para as tomadas de decisões quanto às actividades de manutenção e/ou reabilitação do pavimento;

- V. **Implementação:** funcionamento efectivo do sistema, utilização da estratégia seleccionada.

2.3.3 Parâmetros de estado dos pavimentos rodoviários

Para realizar a avaliação dos pavimentos se desenvolveram sistemas que podem qualificar-se de subjectivos, por fundamentar-se em medições ou julgamentos de qualificação que dependem, em boa medida, da apreciação de quem intervém em sua aplicação.

Os sistemas objectivos avaliam mediante índices que compreendem parâmetros medidos objectivamente e que dão lugar a resultados de qualificação dessa mesma espécie. Pelo objectivo que persegue a gestão de pavimentos, tal como foi definida, a avaliação constitui uma actividade essencial dentro de todas as que compreende.

Os parâmetros de estado são aqueles que caracterizam objectivamente o estado estrutural e funcional de um pavimento.

Segundo ALBUQUERQUE (2007), a avaliação presente e futura de desempenho de pavimentos envolve técnicas de obtenção de parâmetros de desempenho em campo, conhecendo o comportamento esperado e utilização de modelos matemáticos que possibilitem retractor o comportamento do pavimento ao longo do tempo, esclarecendo uma condição futura. Para o efeito, é necessária a inferência da condição dos pavimentos ao longo do tempo, através de levantamentos periódicos de dados, de modo a garantir o melhor ajuste do modelo de previsão de desempenho.

SANTOS (2013), recorre ao projecto FORMAT (2004), que define os parâmetros para uma completa avaliação do estado dos pavimentos rodoviários e o impacto da actividade sobre o ambiente, nomeadamente: - qualidade estrutural; qualidade funcional; atrito transversal; ruído (interior e exterior); visibilidade; resistência ao movimento; poluição atmosférica; vibrações. Entretanto, a sua adopção está dependente de factores, tais como tipo de utilização, capacidade financeira, equipamentos.

Tal como afirma ALBUQUERQUE (2007), para o desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho é necessário conhecer, os tipos de defeitos e medidas de restauração adequada para cada tipo; Técnica de Levantamento de dado mais económico possível, mas que fornece dados confiáveis; onde a modelagem, definição do tipo de modelo, técnica de modelagem e variáveis que serão utilizadas no

desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho, definem a sua prioridade de uso quer a nível da rede ou de Projecto.

2.4 Defeitos em pavimentos

Os pavimentos rodoviários ao longo dos anos em serviço desenvolvem degradações que contribuem para uma diminuição da qualidade estrutural e funcional do pavimento. Essas degradações são originadas pelas acções do tráfego e das condições climáticas, as quais actuando sobre um pavimento com determinadas características mecânicas e geométricas originam solicitações no pavimento que alteram as suas características iniciais. A sucessiva repetição destas condições origina degradações no pavimento.

Os defeitos podem ser associados em duas classes: estrutural e funcional. Um defeito de classe estrutural está associado à diminuição da capacidade da Estrada no suporte de cargas, em perder sua integridade estrutural. Os defeitos de classe funcional estão relacionados às condições de segurança e comodidade do pavimento em termos de rolamento (DNIT, 2006). Os defeitos de superfície, que são defeitos da classe funcional, podem ser identificados a olho nú e classificados segundo uma terminologia normalizada (DNIT, 2003).

Para a descrição correcta dos defeitos na plataforma de pavimentos, é imperioso que se tenha em atenção a situação de tipo de estrada, já acima descrita, estrada asfaltada e estrada terraplenada. E para o presente relatório, teve – se em conta os defeitos de classe funcional.

Existe três famílias de degradações para os pavimentos flexíveis: deformações, fendilhamento, defeitos de superfície.

A figura abaixo ilustra a organização das diversas famílias, assim como, o tipo de degradações associado a cada família.

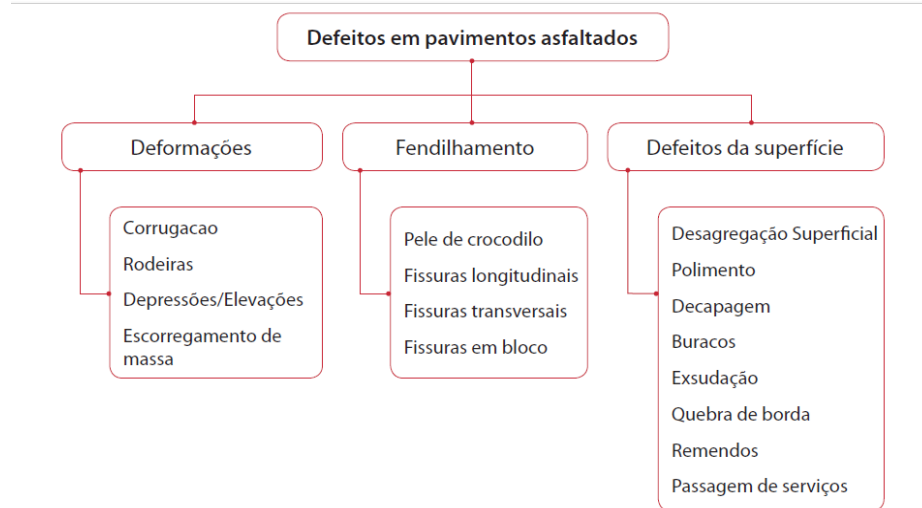


Figura 6: Defeitos em pavimentos asfaltados

2.5 Sistema de Informações Geográficas – SIG

O Sistema de Informações Geográficas – SIG é um conjunto de sistemas de *softwares* e *hardwares* capazes de produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, tendo como produto final mapas temáticos, imagens de satélites, cartas topográficas, gráficos e tabelas. Esses produtos são importantes para a análise de evoluções espaciais e temporais de um fenómeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenómenos espaciais.

Essencialmente, o SIG é um sistema de gerenciamento de banco de dados computacional para capturar, armazenar, recuperar, analisar dados espaciais (Lewis,1990). A empresa norte-americana Environmental Systems Research Institute Inc.- (ESRI, 1996) define SIG como sendo uma colecta de *hardware*, *software*, dados geográficos e pessoal, com o propósito de capturar, armazenar, actualizar, manipular, analisar e visualizar eficientemente todas as formas de informação geograficamente referenciadas.

Os SIGs compõem uma das Geotecnologias mais utilizadas e completas da actualidade, sendo utilizado por diferentes profissionais ligados às áreas de meio ambiente, saúde, transportes, demografia, engenharias e vários outros. Uma das principais aplicações do SIG é no planeamento e ordenamento territorial, como o planeamento urbano de uma cidade, o planeamento ambiental.

2.5.1 Descrição do QGIS e do QField

O QGIS É um *software* livre, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, monitoria, edição, processamento e gestão de dados georreferenciados.



Figura 7: Logo do QGIS

O QGIS permite ao usuário editar, manipular informações espaciais, criar mapas com varias camadas (permite sobrepor camadas diferentes), usando diferentes projecções cartográficas. Estes mapas podem ter varias finalidades como análises urbanas, ambientais, demográficas e outros (Pejovic et all., 2014)

Qfield é um aplicativo móvel (android) lançado em Março de 2019 que permite a edição de projectos do QGIS através do dispositivo móvel. Foi desenhado através da ferramenta de renderização do QGIS de modo que a sua interface se assemelhe exactamente no projecto QGIS (incluindo a simbologia). O QField suporta a maioria dos formatos do QGIS incluindo shapefiles e PostGIS databases e funcionamento em pleno sem acesso a Internet.



Figura 8: Logo Qfield

Com recurso ao Qfield o usuário pode configurar seu trabalho no QGIS, exportar o trabalho para o Qfield em um dispositivo Android, fazer a manipulação de dados em campo e importar os dados manipulados para o QGIS.

3 ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

3.1 Contextualização

A repartição de manutenção de estradas (RME) trata da manutenção e gestão de estradas da cidade de Maputo, envolvendo também situações de emergência.

Além de trabalhos de pesquisa, durante o estágio também foram realizados trabalhos de campo, com destaque as seguintes actividades realizadas:

- Acompanhamento das actividades de rotina;
- Levantamento da condição das obras de manutenção periódica das ruas da cidade de Maputo (lote 9 e 11) com base na observação visual (usando como suporte um aplicativo móvel para o levantamento e registo de dados);
- Estudo das patologias encontradas durante as diversas actividades;

3.2 Acompanhamento de trabalhos de rotina

Esta actividade é realizada, por brigadas compostas por técnicos do DMIU-DE. Os materiais para estas actividades são fornecidos através de contractos de fornecimento de materiais. Actualmente são adoptadas como actividades de manutenção de rotina (tapamento de buracos com aplicação de material de enchimento e revestimento)

3.2.1 Descrição do processo de execução

Durante os trabalhos de rotina foram verificadas diversas patologias do pavimento, e foi realizada a fresagem, e remendos.

As actividades de manutenção de estradas (remendo) tiveram os seguintes procedimentos:

- 1) **Identificação das zonas de intervenção** - As brigadas técnicas são previamente fornecidas o itinerário contendo a localização, trecho, estado da via, tipo de intervenção (ver documento em anexo).
- 2) **Instalação dos dispositivos de controlo do tráfego**-Esta tarefa tem como objectivo garantir a integridade física dos trabalhadores e dos condutores. A

sinalização é colocada em função da zona de intervenção, causando geralmente um embaraço ao fluxo do trânsito e até mesmo a interrupção segundo a necessidade.

- 3) **Formatação e limpeza dos buracos**-Consiste em varrer todo material solto do buraco, examinar a área cuidadosamente para ver a extensão do pavimento enfraquecido, marcar as linhas da área a remover usando lápis de cera ou tinta de giz, sendo este último material o que foi usado ao longo do estágio.

As linhas são marcadas com afastamento dos limites da área danificada igual a largura de uma mão. A área é marcada com lados rectos e ângulos próximos do angulo recto. Uso de uma picareta ou um martelo acoplado ao compressor de ar para cortar a área danificada;

Corte do centro para o buraco, procedimento este que oferece menos resistência ao corte e não enfraquece a parte boa do pavimento para além dos limites marcados;

Verificação da verticalidade dos lados em relação ao fundo para garantir a compactação; corte até encontrar material em boas condições garantindo que o fundo esteja nivelado e firme contribuindo decisivamente para uma reparação duradora. Remoção de todos os materiais soltos do buraco colocando-os em lugares apropriados; Inspeção cuidadosa do buraco para garantir que não fique material enfraquecido nos lados, no fundo e nos cantos.



Figura 9: Processo de fresagem

- 4) **Aplicação de base**-Actividade realizada em situações onde a base tivesse sido total ou parcialmente removida, isto é, em buracos relativamente grandes. Com tout Venant (G5), um material granular resultante de uma mistura de pó de pedra

de diferentes granulometrias e aprovado pela fiscalização, é enchido o volume correspondente a base e devidamente compactado para posteriormente fazer-se a rega de colagem. Ao longo dos trabalhos de manutenção foram encontrados poucos casos do género visto que são muito frequentes.

- 5) **Aplicar o ligante betuminoso**-Actividade que consiste em pulverizar o fundo e os lados do buraco com um ligante betuminoso (emulsão ou betume fluidificado), usando um pulverizador ou uma vassoura para a execução desta actividade que em lugar destes instrumentos foi usado um pulverizador adaptado dado que o recomendado se encontrava avariado. A aplicação do ligante é iniciada pêlos lados do buraco e não deve ser feita sobre a superfície do pavimento adjacente. Uso do betão asfáltico BAQ ou BAF que esteja trabalhável de modo a garantir uma boa compactação; colocação do betão asfáltico usando pás e rodas tendo o cuidado de não deixar segregar, começando pêlos cantos e pêlos lados e no fim colocado no centro e evitando sobrepor o material ao pavimento adjacente ao buraco.
- 6) **Compactação da mistura betuminosa** -Consistia em compactar, utilizando cilindros compactadores de rolos lisos, camadas de betão com espessuras não superior a 8cm antes de compactadas, cumprindo-se os aspectos seguintes: os rolos em contacto com BAQ, durante a compactação devem estar húmidos com água para evitar a sua aderência. Esta compactação feita inicialmente lateralmente não deve ser intensa para evitar o arrastamento da mistura em direcção ao centro; A boa compactação individual das camadas é observada quando o equipamento de compactação já não deixar marcas sobre a superfície da camada; A zona central da área reparada deve estar cerca de 1cm mais elevada que as partes restantes do pavimento.



Figura 10: Compactação do pavimento

- 7) **Limpeza do local de trabalho-** Uma actividade complementar e importante que consiste na remoção de todo material da faixa de rodagem e os resíduos originados no local de trabalho evitando assim acidentes, melhorando a drenagem das águas e a estética do local.
- 8) **Remoção dos dispositivos de controlo de tráfego-** Remoção dos dispositivos de controlo de tráfego pela ordem inversa a da sua colocação, de modo a inibir a invasão imediata pelos transeuntes, e proceder ao seu carregamento.

3.2.2 Observações

3.2.2.1 No processo de identificação dos buracos-

Há falta de informação detalhada: As zonas (avenidas e ruas) por se intervir eram previamente identificadas no itinerário com descrições quase genéricas acerca da situação da via, e da intervenção a ser feita. Esse aspecto tem-se revelado um grande desafio na definição do tipo de intervenção e priorização dos troços a intervir de forma sustentável. Uma base de dados tem um papel preponderante nas operações tapamento de buraco, com o auxílio das informações cadastradas, o plano operacional poderá ser mais completo e detalhado, contendo informações como o tipo de situações que irão encontrar, os materiais e equipamentos necessários e os passos subsequentes.

3.2.2.2 No processo de rega de colagem e impregnação-

O processo de rega de colagem e impregnação aplicado não é devidamente desenvolvido, visto que o produto asfáltico usado, Mc30 e a emulsão, eram distribuídos sobre as bases na área do pavimento em intervenção com recurso a um espalhador inadequado, adaptado para o efeito, em lugar de se usar um pulverizador ou uma vassoura como recomendado. Também podiam ser usadas barras de aspersão com pressão ligada a uma bomba acoplada a um distribuidor de tal modo que a distribuição fosse feita uniformemente, garantindo a boa qualidade de manutenção do pavimento. Nem sempre o compressor se encontrava disponível para a limpeza das áreas em intervenção, as vassouras e outras ferramentas utilizadas não oferecem perfeita limpeza dos buracos, isto é, a eficiência de remoção das impurezas presentes nos buracos. As impurezas não removidas (materiais finos e soltos) associadas a rega ineficiente contribuem grande e negativamente na eficiência e qualidade de manutenção, visto que elas inibem a aderência do betão asfáltico com a superfície mais estável do estrato imediatamente a baixo.

3.2.2.3 Na gestão do betão asfáltico-

Devido a necessidade de cumprimento das metas diárias, imediatamente após o tapamento de um buraco, a equipa técnica prepara-se para o próximo ponto de intervenção, e é feita a limpeza do local e conseqüentemente a remoção da sinalização para a abertura do trânsito. Assim sendo, desde a sua colocação, compactação e abertura do trânsito, o tempo de cura do betão asfáltico, não é atingido. A Quantidade de massa asfáltica no caminhão nem sempre correspondia exactamente ao necessário, devido a falta de informação acerca dos buracos (tamanho, profundidade, quantidade), assim sendo no final do dia, havia sempre défice ou excesso de material asfáltico, obrigando a brigada técnica a arranjar soluções alternativas, tais como procura de buracos para tapar, ou exagero na dosagem de material asfáltico, em casos de excedência.

3.2.2.4 Horas extras

Para o tipo de trabalhos e a forma como estes normalmente decorrem e são orientados é importante que sejam tomados em consideração o factor tempo no que diz respeito as horas extras, que por estas não merecerem a devida atenção, os trabalhadores sentem-se forçados a terminarem os trabalhos dentro das horas de expediente, proporcionando uma situação favorável a erros de execução.

Este factor, em grande medida impõe uma contribuição negativa e repetitiva na qualidade dos trabalhos de manutenção de rotina de estradas, visto que por uma negligência forçada aos trabalhadores, o comprometimento e o incumprimento dos requisitos técnicos recomendados e previstos para o alcance da eficiência nas actividades de manutenção tornam-se evidentes.

3.2.2.5 Compactação em pequenos buracos

Em relação a compactação em pavimentos asfálticos no processo de tapamento de buracos, notou-se com maior frequência a existência de buracos de raios relativamente pequenos em que os equipamentos disponíveis não eram adequados para garantir uma boa eficiência de compactação, que em lugar destes podiam ser usados outros equipamentos de dimensões reduzidas e adequadas para o devido efeito.

3.2.2.6 Reciclagem

A reciclagem é um método ecologicamente correcto, porem não é uma prática realizada no CMM-DMIU. Ele se baseia na reutilização de misturas asfálticas que estão envelhecidas ou deterioradas. Nesse caso, até mesmo os materiais da fresagem podem

ser utilizados. Ao acrescentar outras substâncias a esses resíduos, como espuma de asfalto, emulsão asfáltica, agentes rejuvenescedores para compor o revestimento, é possível criar uma nova mistura. Quando feita à quente, ela pode restaurar a capa asfáltica. Já, quando usada à frio, pode também realizar consertos em outras camadas, como a base e sub-base. É importante ressaltar, que além da diminuição do consumo de recursos naturais, a reciclagem também é uma técnica que reduz gastos, sendo indicada para grandes centros urbanos, onde esses recursos são escassos.

3.2.2.7 Microrrevestimento asfáltico

O microrrevestimento asfáltico à frio é uma das formas de realizar acções preventivas e de reabilitação, tendo em vista os cuidados com rodovias, porem não é uma prática realizada no CMM-DMIU. Ele é indicado para fazer reparos em superfícies que sofreram com a oxidação e com desgastes. Além disso, essa técnica aumenta a aderência entre os pneus dos carros e a capa asfáltica, ajuda na impermeabilização e pode ser usada para o preenchimento de trilhas de roda. Já nas camadas intermediárias, é uma óptima solução para retardar o aparecimento de trincas. Por ser um serviço rápido, onde o tráfego pode ser liberado em aproximadamente 1 hora após a aplicação, é uma opção vantajosa para locais com alto tráfego.

3.2.2.8 Recursos humanos e materiais

A falta de recursos é um dos factores para a fraca eficácia na realização das actividades. É de carácter urgente a aquisição de equipamentos tais como: máquina de corte de pavimento, Compressor de Ar, Camioneta para Transporte de Materiais, BAQ, BAF, entre outros; É também de carácter urgente o reforço das brigadas móveis com mais Técnicos, operários/Auxiliares.

3.2.2.9 Segurança e Higiene no trabalho

Os trabalhos de engenharia, em especial de engenharia civil, necessitam em grande medida de um programa de higiene e segurança no trabalho de tal forma que a produtividade na empresa ou na instituição seja positiva e crescente, visto que os trabalhadores estão directamente aliados a equipamentos mecânicos, ferramentas, produtos químicos e outros elementos capazes de condicionarem a curto, médio e longo prazo problemas a estes seres humanos.

Em contrapartida a maior parte dos trabalhadores encontravam-se desprovidos de equipamentos de protecção adequados e com uma postura que periga seu bem-estar.

É importante a criação dum plano de protecção colectiva e individual, objectivando assegurar a implementação dos equipamentos de protecção individual e colectivos adequados em função dos riscos a que os trabalhadores ficam expostos.

Dentre varias situações de higiene e segurança no trabalho e tendo em consideração o tipo de trabalhos realizados, é importante priorizar a protecção individual, podendo distinguir o EPI do uso obrigatório (ex. capacetes protecção e botas com o bico de aço) e EPI de uso temporário que devem ser utilizados pêlos trabalhadores de acordo com o tipo de tarefa a desempenhar. Neste âmbito, a título indicativo e de modo exaustivo, alustram-se a seguir alguns tipos de EPI, bem como os principais riscos que os mesmos visam proteger nos trabalhos de manutenção de estradas:

3.3 Levantamento da condição das ruas da cidade de Maputo

3.3.1 Contextualização

Durante o estágio foi realizado o levantamento com recurso ao QField, em diversos pontos das vias da cidade de Maputo. Com objectivo de conhecer a situação actual das vias, conforme as imagens ilustram:

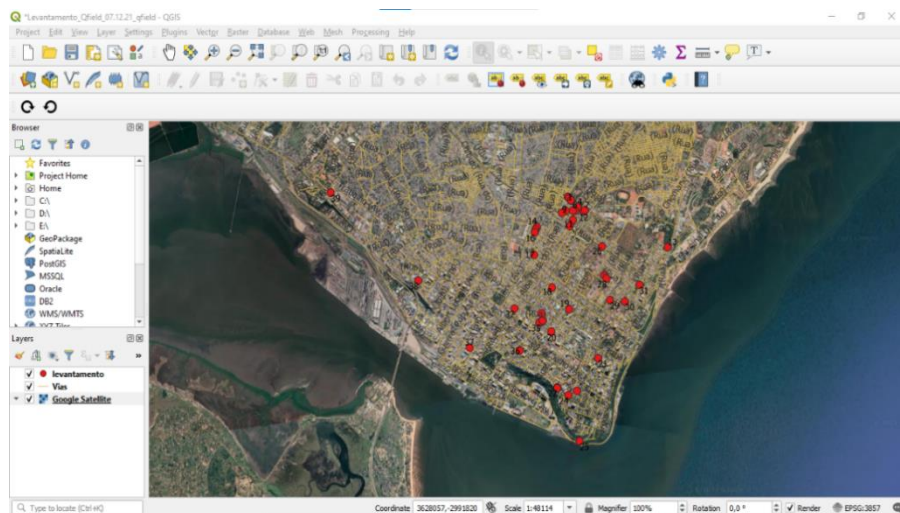


Figura 11: Pontos onde foram realizados os levantamentos (interface QGIS)

No período entre Setembro de 2014 a Julho de 2018, as vias em questão, foram realizadas obras de Manutenção Periódica, sendo o CMM o dono da obra. A empreitada consistiu essencialmente em trabalhos de resselagem das vias, limpeza de órgãos de drenagem viária, no âmbito da manutenção periódica das ruas da cidade de Maputo, de modo a garantir a continuidade da vida útil do pavimento, conforto e segurança aos utentes.

3.3.2 Resultados do levantamento

Após a avaliação visual do pavimento nas diversas ruas e avenidas, eis algumas observações nas tabelas a seguir:

.

Tabela 2: Rua Valentim Siti

Designação	Situação da Via		
	Antes da Intervenção	Depois da intervenção	Situação Actual
1 Rua Valenti Siti			
Intervenção realizada	Foi previamente realizado o tapamento de buracos de modo a reduzir as irregularidades na superfície da estrada existente, para posteriormente ser aplicado o revestimento com 30 mm de betão betuminoso.		
Situação actual e Proposta de intervenção	O pavimento apresenta um óptimo comportamento estrutural e boas condições de superfície, condições esperadas de um pavimento com pouco tempo de utilização, portanto não é necessária nenhuma intervenção.		

Tabela 3: Avenida Tomas Nduda

Designação		Situação da Via		
		Antes da Intervenção	Depois da intervenção	Situação Actual
2	Av. Tomas Nduda			
	Situação actual e Proposta de intervenção	A via apresentava-se com algumas irregularidades devido a remendos realizados. Como medidas de intervenção, foi realizada a rega de impregnação com MC-30, entretanto, foi também aplicada a emulsão aniónica SS 60 para posteriormente receber a camada de revestimento em betão betuminoso. Foram também realizados trabalhos de drenagem subterrânea com a construção sargetas e ligação através de colectores.		
	Proposta de intervenção	Pode-se verificar que o pavimento apresenta um bom comportamento estrutural, embora as condições de superfície não estão satisfatórias visto que se verificam subida de finos, portanto se propõe uma capa selante como actividade de intervenção.		

Tabela 4: Rua do Arcebisado

Designação	Situação da Via		
	Antes da Intervenção	Depois da intervenção	Situação Actual
3 Rua do Arcebisado			
Intervenção realizada	A via apresentava a base deteriorada, foi realizada a formatação e reconstrução da base para garantir um suporte estrutural para a camada de revestimento em betão betuminoso.		
Situação actual e Proposta de intervenção	A partir dos dados referentes às condições do pavimento, pode-se verificar que o pavimento apresenta um óptimo comportamento estrutural e boas condições de superfície, exceptuando alguns trocos onde foram verificados cortes no pavimento para dar lugar à passagem de serviços, como a rede de abastecimento de águas, e electricidade. Causando defeitos de depressão, e desconforto aos utentes. Nas zonas em questão é necessário a realização de fresagem de 5 cm do revestimento betuminoso juntamente com a recomposição da capa de rolamento com 5 cm de betão asfáltico.		

Tabela 5: Rua Fontes Pereira de Melo




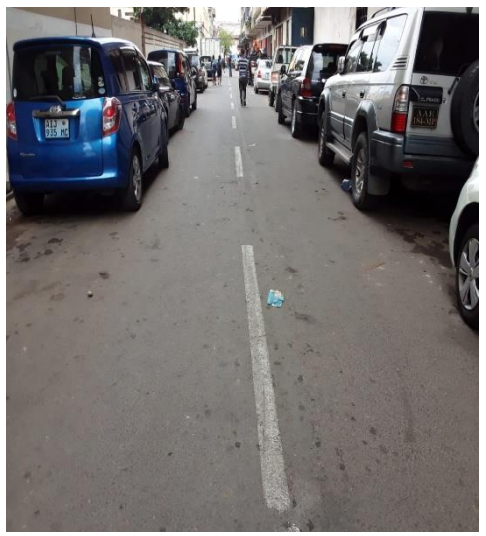
Designação	Situação da Via		
	Antes da Intervenção	Depois da intervenção	Situação Actual
4 Rua Fontes Pereira de Melo			
Intervenção realizada	A rua apresentava degradado, clamando por uma intervenção urgente. Foi realizada a formatação e reconstrução da base para garantir um suporte estrutural para a camada de revestimento em betão betuminoso. Foram também executados trabalhos adicionais de colocação de lancil, construção de passeios e rampa de acesso ao Mercado Janete.		
Situação actual e Proposta de intervenção	Pode-se verificar que o pavimento apresenta um bom comportamento estrutural e as condições de superfície não estão satisfatórias visto que se verificam subida de finos, portanto se propõe a execução de uma nova capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica), microrrevestimentos.		

Tabela 6: Rua da Electricidade

Designação	Situação da Via		
	Antes da Intervenção	Depois da intervenção	Situação Actual
5 Rua da Electricidade			
Intervenção realizada	Apresentava degradação excessiva devido a drenagem obsoleta. Foi realizada a formatação e reconstrução da base para garantir um suporte estrutural para a camada de revestimento em betão betuminoso. Foi também realizada a substituição o sistema de drenagem, através do assentamento de novos colectores mistos e construção de sarjetas.		
Situação actual e Proposta de intervenção	A partir dos dados referentes às condições do pavimento, pode-se verificar que o pavimento apresenta um óptimo comportamento estrutural e boas condições de superfície.		

3.4 Análise das patologias detectadas

3.4.1 Contextualização

Durante as diversas actividades referentes ao estágio profissional foram detectadas diversas anomalias. O diagnóstico consistiu numa inspecção técnica feita nos pavimentos realizada através da observação visual, táctil e através da análise do acervo fotográfico nas vias que sofreram intervenção durante o estágio.

A seguir, estão apresentadas as anomalias frequentes que foram encontradas ao longo dos pavimentos que em certa medida contribuem para a degradação dos mesmos e desconfortam a circulação dos veículos.

3.4.2 Descrição das patologias identificadas e suas causas

Corrugação-Deformação transversal que se repete com uma determinada frequência ao longo do pavimento com camadas de desgaste constituídas por revestimentos superficial. **São Causadas** por deficiências na distribuição do asfalto e pelo arrasto de misturas asfálticas com deficiências plásticas pela acção do tráfego.

Depressões-Levantamento assinalável na superfície do pavimento, geralmente na forma de uma onda que distorce a configuração do perfil da via. **São causados** pela expansão dos solos do tipo da camada da sub-rasante, que em muitos casos podem estar acompanhados por fissuras da superfície do pavimento.

Elevações- Depressões localizadas da superfície dos pavimentos, **são causadas** pelo assentamento da fundação, deficiência durante a construção ou por falta.

Pele de crocodilo-Resulta do desenvolvimento de diferentes estados de uma ou várias fendas ramificadas, essencialmente são um conjunto de fissuras interligadas sem direcção preferencial, assemelhando-se ao aspecto de couro de crocodilo. Essas fissuras podem apresentar ou não erosão acentuada nas bordas. Quando um pavimento apresenta uma fenda ramifica em estado avançado, aumenta a probabilidade da entrada de água no pavimento e, também, aumenta a severidade da acção do tráfego e, assim, a degradação do pavimento é acelerada. **São causadas** por defeitos de construção; Material da base de baixa qualidade, perda de suporte nas camadas inferiores devido à

má drenagem e Fadiga do revestimento asfáltico, visto que várias vias já atingiram a sua vida útil.



Figura 12: Patologia do tipo pele de crocodilo

Fissuras longitudinais e transversais - São anomalias também frequentes ao longo dos pavimentos do município, caracterizados por fracturas de extensões variáveis, longitudinais ou transversalmente aos pavimentos, **são causadas** pela perda da flexibilidade devido ao envelhecimento dos pavimentos que já clamam por uma manutenção periódica, devido a má execução da juntas de construção e também devido a baixas temperaturas com gradientes térmicos importantes.



Figura 13: Patologia de Fissura nos pavimentos

Degradação superficial -Considera-se pela designação genérica “desgaste”, a perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico. Caracteriza-se pela aspereza superficial anormal, com perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados. **São causadas** pela redução da ligação existente entre o agregado e o ligante devido à oxidação do ligante, pela acção combinada do tráfego e das adversidades climáticas; execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis; presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o descolamento da película betuminosa.



Figura 14: Patologia de degradação superficial

Decapagem - A decapagem ou descasque é a perda localizada do revestimento resultante do desprendimento de pedaços à volta de fissuras. **São causadas** pela: Falta de aderência entre o revestimento e a camada subjacente que pode ser causada por uma má preparação da superfície de ligação traduzida por presença de sujidade, excesso de humidade ou falhas na rega de colagem.



Figura 15: Patologia de Decapagem

Buracos- Trata-se de um estado último do processo de degradação localizada dos pavimentos, na camada de desgaste, que evolui através da sua espessura podendo atingir as camadas de base ou ate mesmo o subleito do pavimento. **Ocorrem em zonas** localizadas com deficiente capacidade de suporte da camada de desgaste ou das subsequentes (base, sub-bases ou subleitos), associando a drenagem deficiente, acções do trafego, ma qualidade de fabricação dos materiais e a sua execução em obra, inclusive por pequeno defeito que piora com a infiltração de água no material da base.



Figura 16: Patologia de Buracos

Remendos - Porção do revestimento onde o material original foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Os remendos existentes são geralmente considerados falhas, já que reflectem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente um incremento na irregularidade longitudinal. Deverá ser avaliada

também a deterioração da área remendada. Os remendos são considerados defeitos quando provocam desconforto. **São causados** pela solicitação intensa do tráfego; emprego de material de má qualidade; agressividade das condições ambientais; problemas no processo construtivo.



Figura 17: Patologia de Remendos

Passagem de serviços- São cortes no pavimento para dar lugar à passagem de serviços, como a rede de abastecimento de águas, telefone e electricidade. **As causas** são a reposição do pavimento em cortes longos normalmente acarreta defeitos, quer de elevação quer de depressão, causando desconforto aos utentes.



Figura 18: Patologia de passagem de serviços

3.4.3 Observações

3.4.3.1 Estratégias de mitigação de patologias

- Várias vias da cidade de Maputo, apresentam buracos com maior frequência devido ao lençol freático alto que degrada rapidamente a base, nestas situações recomenda-se a reconstrução da base e resselagem.
- A deficiência no pavimento e no sistema de drenagem, propicia o surgimento de buracos, portanto é importante que além das suas qualidades estruturais, as vias sejam providas de um bom sistema de drenagem.
- Algumas vias tem buracos profundos, desgaste de base e crateras nas bermas devido a passagem de veículos pesados, deve-se se reforçar a inspecção de viaturas em termos de limite de carga conjuntamente com outras instituições e órgãos responsáveis.
- Grande percentagem da degradação das vias é resultante da obsolescência de colectores de águas pluviais e residuais, bem como lençol freático alto, recomenda-se a substituição do colector de águas pluviais, reconstrução da base e resselagem.
- As vias que apresentam buracos com maior frequência devido ao lençol freático alto aliado a falta de drenagem adequada, que degrada a base, recomenda-se a execução de um apropriado sistema de drenagem, reconstrução da base e resselagem.
- Algumas vias estão em estado avançado de degradação por já terem excedido a sua vida útil, nesses casos recomenda-se a construção de base com vista a eliminar o ciclo de reabilitações periódicas.

4 PROPOSTA DE FERRAMENTA DIGITAL PARA A COLECTA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

4.1 Contextualização

A globalização tem trazido consigo constante avanço em várias áreas de vida (tecnologia, engenharia, etc.), tornando comum o uso de várias formas de digitais no trabalho, reduzindo assim, desperdício de tempo na realização de trabalhos, recursos materiais, equipamentos entre outros, e aumentando a eficiência e boa gestão no trabalho, através da introdução de *software* e aplicativos informáticos.

Os mecanismos actualmente existentes no sector de estradas, não permitem que os diferentes intervenientes/interessados no processo, obtenham informação relativa a condição e planos de intervenção, gerando insatisfação e sobretudo ineficiência no sistema de gestão. Para alcançar os fins colimados, o Banco de Dados necessita ser constantemente actualizado e consolidado, uma vez que a dinâmica de variação das condições dos pavimentos é bastante heterogénea, função das diversas condições de deterioração ou melhoria das rodovias.

Neste contexto, Através do uso do *software* QGIS e o aplicativo Qfield, criou se um sistema que possibilita a equipe técnica a fazer um levantamento através de observação directa associada a observação através de equipamentos fotográficos.

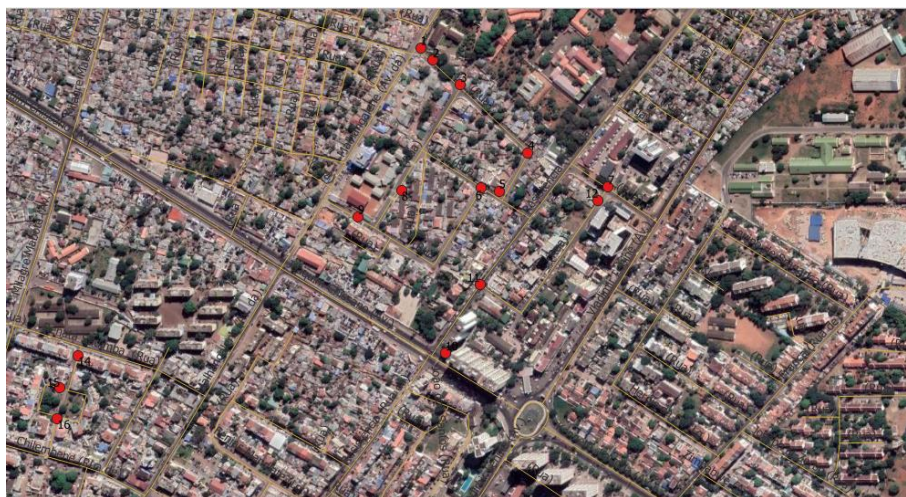


Figura 19: Pontos de levantamento (interface QGIS)

4.2 Base de dados do SGP

4.2.1 Situação actual da base de dados de Estradas

Actualmente o DMIU-DE dispõe de uma base de dados georreferenciados em uso no programa SIGEM, permitindo explorar dados, através da integração e representação de modelos de gestão da rede de estradas, conforme a figura

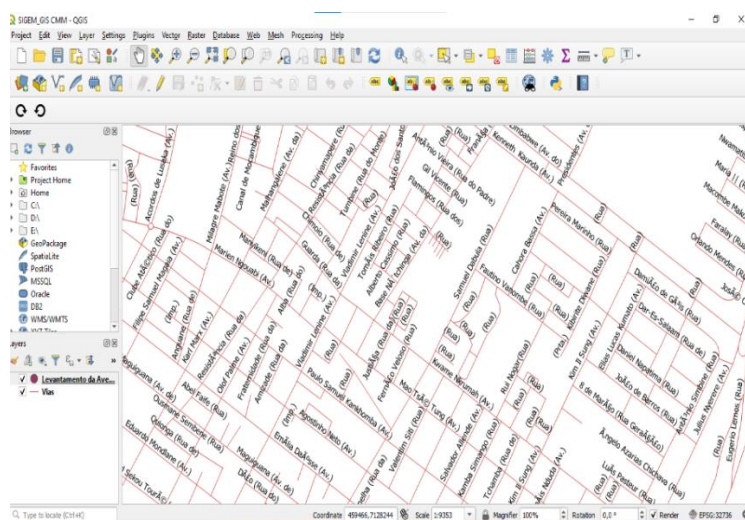


Figura 20: Figura Mapa da Rede de estradas do CMM (Interface QGIS)

A base de dados existente no SIGEM, é suportado pelo *software* QGIS permitindo o seu tratamento, conforme pode ser visualizado nos tópicos seguintes.

OBJECT_ID	SIGEM_ID	NVA	IPOVL	TOPONIMO	DISTMUNICI	DERECRARQ	COMPRIMENT	LARGURA_M	OBS_HAPE_fi	Shape_Leng	Shape_STLe	
1	24	2918	E3415E...	2.313	Rua Zundap (Rua de)	D.M. de Nhamankulu	2	T	262,000000000000	13,000000000000	5963 287,53913226300	287,53913226300
2	59	2177	8045FT...	5.208	Rua Zumbo (Rua de)	D.M. KaMubukwana	1	T	670,000000000000	0,000000000000	7965 708,6094229000	708,6094229400
3	28	2136	D324B...	2.284	Rua Zixaxa (Rua de)	D.M. de Nhamankulu	2	T	415,000000000000	20,000000000000	5996 431,29411195000	431,29411195200
4	39	789	DFE660...	1.374	Av. Zimbabwe (Av. do)	D.M. KaMufumu	2	S	1771,000000000000	13,000000000000	5655 1779,80888523000	1779,80888523000
5	15	115	0578C...	1.034	Av. Zedequias Manganhela (A...)	D.M. KaMufumu	1	S	1765,000000000000	20,000000000000	5754 1760,38181335000	1760,38181335000
6	32	2310	30F8B0...	5.392	Rua Zebras (Rua das)	D.M. KaMubukwana	2	T	450,000000000000	0,000000000000	8083 459,38320328000	459,38320328000
7	33	1366	54A4FF...	2.334	Rua Zevala (Rua)	D.M. de Nhamankulu	2	T	402,000000000000	12,000000000000	6033 416,54842678000	416,54842678000
8	17	2458	4DA26...	4.694	Rua Zandamela (Rua)	D.M. KaMavota	3	T	369,000000000000	0,000000000000	7082 1527,07858443000	1527,07858442000
9	10	1082	6E3332...	5.390	Rua Zambesia (Rua da)	D.M. KaMubukwana	2	T	450,000000000000	0,000000000000	7999 308,36242090200	308,36242090200
10	35	1026	3756C9...	2.304	Rua Zambeze (Rua do)	D.M. de Nhamankulu	2	P	760,000000000000	13,000000000000	5957 788,52441649000	788,52441649400
11	21	901	DF23C...	1.056	Pr. Zambeze (Pr. Travessia de)	D.M. KaMufumu	1	P	157,000000000000	20,000000000000	6338 160,61675646300	160,61675646300
12	17	2771	E751A...	5.816	Rua Zaida Lhongo (Rua)	D.M. KaMubukwana	4	T	440,000000000000	0,000000000000	8055 472,77349825900	472,77349825900

Figura 21: Campos existentes na base de dados do SIGEM

Conforme pode-se verificar os campos já existentes fornecidos pelo SIGEM não são suficientes como dados de entrada de um SGP, havendo necessidade de adição de novos campos com vista a enriquecer e convencionar as necessidades do CMM.

4.2.2 Pressupostos a ter em conta na colecta de dados de um SGP

Num banco de dados relativo a vias devem estar armazenadas características de caracter técnico relevantes do segmento rodoviário, nomeadamente:

a. Dados relativos à caracterização física e histórica do pavimento- Os dados necessários à caracterização física e histórica dos segmentos devem ser colectados em projectos já efectuados ou, no caso de estes não estarem disponíveis, deve ser elaborado o cadastro dos mesmos, devem constar informações como:

- Tipo de pavimento;
- Largura da pista;
- Largura do acostamento;
- Número de faixas de tráfego;
- Caracterização climática;
- Data das actividades de manutenção e reabilitação;
- Velocidade limite
- Tipo e espessura do revestimento existente;
- Tipo e espessura do revestimento anterior.
- Data da construção;

b. Dados relativos ao desempenho funcional

- Defeitos da superfície: identificação dos defeitos na superfície a partir de levantamento visual contínuo, é o parâmetro mais relevante, no que se refere ao desempenho funcional de um pavimento,
- Irregularidade longitudinal. Conceitua-se irregularidade longitudinal de um pavimento, ou simplesmente irregularidade, como o conjunto de desvios da superfície viária em relação a um plano de referência, desvios estes que afectam a qualidade do rolamento, a dinâmica dos veículos e a acção dinâmica das cargas sobre a via.

c. Dados relativos ao desempenho estrutural:

- Deflexão;
- Tipo e espessura do pavimento;
- Coeficiente estrutural de cada camada do pavimento;
- Condições de drenagem;
- Número estrutural;

d. Dados relativos ao desempenho operacional e da segurança:

- À resistência à derrapagem;
- Potencial de hidroplanagem.

4.2.3 Procedimentos de actualização da base de dados através de SIG's

4.2.3.1 Procedimentos de adição de novos campos

Com base no *software* QGIS, é possível acrescentar campos na base de dados SIGEM e exportar formato .csv . O sistema permite a criação de uma base de dados dinâmica, onde podem ser armazenadas diferentes dados técnicos da estrada conforme a relevância. Os procedimentos estão taxativamente descritos no documento em anexo.

4.2.3.2 Observações

Os dados colectados, devem ser armazenados e disponibilizados em um banco de dados a ser implementado e centralizado, junto à equipa técnica responsável pelo desenvolvimento do SGP. Este banco de dados deve ser inteiramente informatizado, utilizando *Softwares* de edição de texto, de planilhas electrónicas e de representações gráficas usualmente empregadas.

Para alcançar a actualização dos dados devem ser executados periodicamente levantamentos de campo, através de campanhas de levantamentos das condições de pavimento em toda a rede ou em trechos específicos.

4.3 Vantagens e desvantagens

4.3.1 Vantagens

- O QGIS e o QField são *softwares* livres e de fácil manuseamento;
- O sistema permite a criação de uma base de dados dinâmica, onde podem ser armazenadas diferentes dados técnicos da estrada via geolocalização e registo fotográfico.
- É uma importante ferramenta para os Administradores na análise das vias que necessitam de recuperação em diversos níveis de intervenção, de modo a evitar o desperdício de recursos disponíveis (matérias, equipamentos e humanos);
- No caso particular das operações “tapa buraco”, com o auxílio das informações cadastradas, o plano operacional poderá ser mais completo e detalhado, contendo informações como o tipo de situações que irão encontrar, os materiais e equipamentos necessários;
- Alguns dos seus dados (tabelas), podem ser visualizados processados no Excel;
- Dados manipulados no Excel podem ser visualizados no *software* QGIS.

4.3.2 Desvantagens

- No processo de levantamento de buracos é necessário que haja interrupção do trânsito no troço em estudo;
- A preparação dos dados para o aplicativo Qfield, o tratamento de dados deve ser feito por técnicos devidamente qualificados;
- Execução de levantamentos de campo deve ser periódicos. De modo que os dados estejam actualizados, visto que a situação da via é dinâmica.

:

4.4 Levantamento de patologias através do SIG na avenida av. Julius Nyerere

4.4.1 Localização

A região escolhida para o estudo de caso, onde foi feito uma aplicação real do *software* em carácter experimental, foi a avenida Julius Nyerere na cidade de Maputo, a jusante da praça de combatentes. A Avenida Julius Nyerere é uma estrada com 11,5 quilómetros de comprimento na capital Moçambicana, Maputo, tendo quatro faixas de rodagem em aproximadamente metade da sua extensão. O eixo norte – sul liga o centro oriental da cidade em torno da Polana com os bairros de Sommerschield, Polana Caniço A, Maxaquene, Mavalane, Hulene, Laulane e Magoanine. É considerada uma das ruas mais importantes da cidade.



Figura 22: Localização Avenida Julius Nyerere (Fonte: Google Earth 2022)

4.4.2 Características do sistema

O sistema consiste na utilização de um aplicativo livre instalado em celular com o sistema Android funcionando com GPS do telemóvel ligado. Para o caso do levantamento efectuado, foram criados os seguintes campos a serem preenchidos no terreno:

Ponto – indicação do ponto (troço ou secção) da estrada em que estiver a se fazer o levantamento;

Referência – uma referência descrita por palavra que da indicação da localização exacta do ponto referido no campo acima, criando facilidade de localização do troço no dia da eventual intervenção e/ou visita de monitoria;

Escala – representadas por letras (A, B, C, D e E), que indicam as divisões entre as secções de estudo.

Escala A: distância de 10 em 10m

Escala D: distância de 50 em 50m

Escala B: distância de 20 em 20m

Escala E: distância de 100 em 100m

Escala C: distância de 40 em 40m

Buracos – neste campo é indicado o número de buracos observados no ponto ou secção de estudo, referentes a escala adoptada;

Length – neste campo é indicado a largura total acumulada dos buracos observada na secção de estudo. A largura é medida através de um instrumento de medição (pedómetro) na direcção transversal à estrada;

Comp – neste campo é indicado a comprimento total acumulado dos buracos observada na secção de estudo. O comprimento é medido através de um instrumento de medição (pedómetro) na direcção longitudinal à estrada;

Prof – neste campo é indicado a profundidade total acumulada dos buracos observados na secção de estudo. A profundidade pode ser medida através de um instrumento de medição ou de forma simplificada, multiplicado o número de buracos pela espessura média da camada asfáltica do pavimento;

PCI – este campo é indicado o índice de condição de pavimento;

Foto – este campo e preenchido por uma foto indicando a condição actual (buracos e outras formas de degradação) da estrada na secção de estudo;

Data – este campo é de preenchimento automático, não editável, que corresponde a data do levantamento e/ou conservação/manutenção.

4.4.3 Procedimentos de Levantamento

Através do uso do *software* QGIS e o aplicativo Qfield, criou se um sistema que possibilita a equipe técnica a fazer um levantamento através de observação directa associada a observação através de equipamentos fotográficos.

O levantamento com recurso ao sistema foi realizado por dois operadores, um responsável pela leitura de dados e o outro responsável pelo registo dos dados no aplicativo (Qfield) instalado no seu telemóvel e registo de algumas fotografias do troço de levantamento.

4.4.4 Resultados dos levantamentos

Depois de sincronizar do QField para o QGIS, os pontos marcados aparecerão na interface do *software* QGIS. Para a visualização dos dados de cada pontos, conforme as figuras abaixo ilustram o resultado dos levantamentos, onde os pontos a vermelho representam os locais onde foram realizados os levantamento

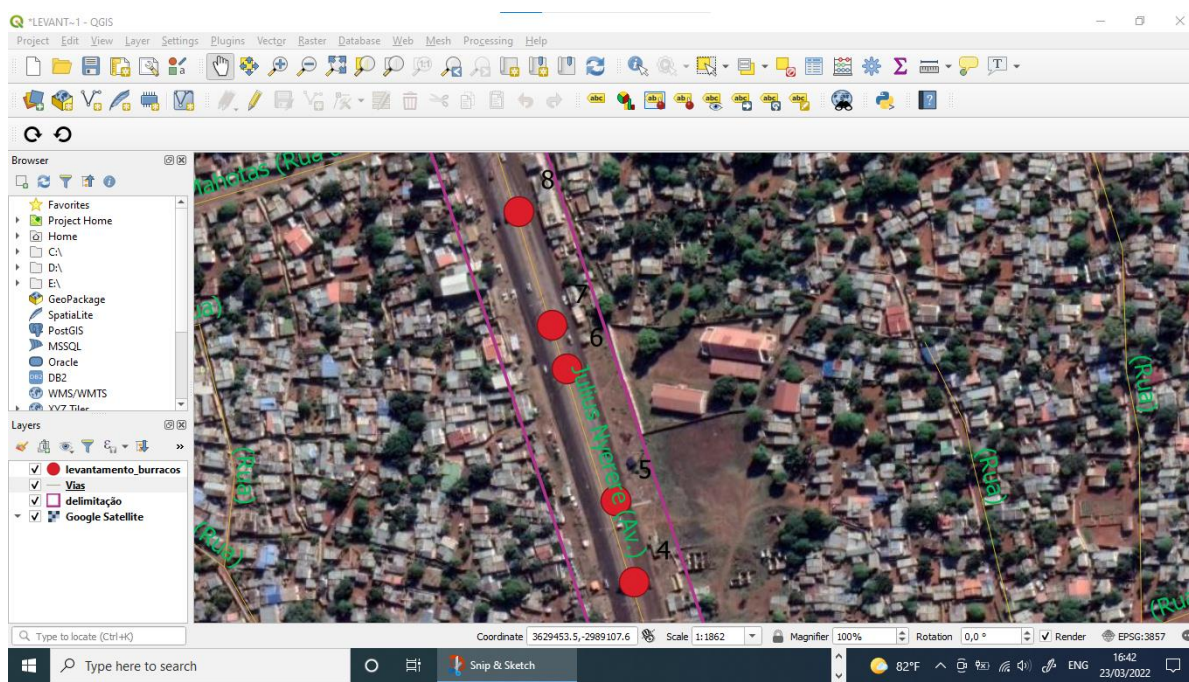


Figura 23: Resultado dos levantamentos (interface QGIS)

levantamento_buracos :: Features Total: 13, Filtered: 13, Selected: 0

Ponto	Referencia	Escala	lurraco	length(m)	Comp(m)	Prof(m)	Foto	Data	PCI
1	10m da ponte	A	9	4,50	5,00	0,90	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	60
2	20m do ponto 9	B	15	9,60	8,70	1,50	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	38
3	20m do ponto 10	B	18	15,40	20,10	1,80	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	10
4	10m do ponto 11	A	8	7,60	7,20	0,80	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	21
5	10m do ponto 12	A	13	15,90	13,50	1,30	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	9
6	20m do ponto 13	B	7	11,20	10,20	0,70	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	9
7	10m do ponto 1	A	8	4,90	5,00	0,80	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	60
8	20m do ponto 2	B	14	18,10	5,50	1,40	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	36
9	10m do ponto 3	A	7	23,20	10,00	0,70	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	36
10	20m do ponto 4	B	10	15,10	18,30	1,00	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	41
11	40m do ponto 5	C	8	18,20	13,40	0,80	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	36
12	10m do ponto 6	A	9	9,20	13,10	0,90	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	27
13	40m do ponto 7	C	11	18,30	15,80	1,10	DCIM/JPEG_2...	2021-10-17	17

Show All Features

Figura 24: Resultado dos levantamento- (interface QGIS)

levantamento_buracos :: Features Total: 13, Filtered: 13, Selected: 0

Expression

- 1
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Ponto: 14

Referencia: 20m do ponto 13

Escala: B


Buracos: 7

length(m): 11,20

Comp(m): 10,20

Prof(m): 0,70

Foto: DCIM/JPEG_20211017111322803.jpg



Data: 17-10-2021 00:00

PCI: 9

Show All Features

Figura 25: Resultado dos levantamentos- (interface QGIS)

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Como referido inicialmente, o presente estágio pretendeu (e conseguiu) a interligação desejada entre a componente teórica e a prática;

O SIG não é um “fim”, mas sim um “meio”, que para o trabalho em particular pode ser usada como auxiliar na gestão de estradas, pela sua capacidade de espacializar informações.

A colecta de informações sobre pavimentos rodoviários constitui tarefa de importância fundamental para um SGP. Quanto maior for o grau de detalhes e a frequência das colectas e medições necessárias, melhor poderá ser o nível de gerência.

Uma política manutenção/conservação de estradas ajustada e devidamente suportada, é imprescindível para assegurar o funcionamento da estrada ao longo da sua vida útil, assegurando o nível de serviço para que foi construída e simultaneamente garantir as condições de segurança.

5.2 Recomendações

Embora seja considerada uma medida correctiva, o tapamento de buracos, é a principal operação de manutenção de rotina feita pelo DMIU-DE. Portanto o DMIU-DE não deve negligenciar a sua gestão, visto que, ela acarreta custos muito elevados, devido ao crescente volume de buracos e ao preço do material asfáltico.

O DMIU-DE deve apetrechar a instituição com tecnologias de informação e comunicação, e investir mais na formação da equipa técnica de modo a acompanhar os avanços tecnológicos (visto que a utilização de ferramentas informáticas na gestão de pavimentos está sendo usada em vários países).

É urgente a implementação da ferramenta digital proposta, visto que um dos componentes mais relevantes para as organizações é a capacidade de gerar informações correctas para a tomada de decisões.

O DMIU-DE deve dar mais ênfase ao correcto diagnóstico dos defeitos dos pavimentos, de modo a adoptar-se o correcto procedimento, no que concerne a manutenção, reabilitação ou reconstrução dos pavimentos. Todos os pavimentos com a proximidade do fim da sua vida útil necessitam de uma manutenção mais frequente.

Todos os pavimentos com a proximidade do fim da sua vida útil necessitam de uma manutenção mais frequente. É necessário diagnosticar os defeitos dos pavimentos, para adoptar-se procedimentos correctos para restauração e manutenção dos pavimentos.

Embora o custo inicial desencoraja a utilização, o DMIU-DE deve investir na implantação de novas tecnologias (o SIG) de modo a aumentar a sua produtividade, e gerando um retorno financeiro (poupança dos recursos do estado), de modo a melhorar a imagem da empresa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type- Severity Descriptions. Washington, D.C., 1993.
- Agência de cooperação internacional de Japão JICA, Estudos Sobre Plano Diretor e Estudo de Viabilidade para o Desenvolvimento De Estradas da Cidade de Maputo, Na Republica De Moçambique, Relatório Final, Maputo, 2001.
- CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – Pesquisa CNT de Rodovias 2016 – Relatório Gerencial. Confederação Nacional de Transportes. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/> Acesso em 30/05/2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT).Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Rodovias. Publicacao IPR -719, 3. ed., 274 p., 2006.
- FERNANDES, F. M. L. da S. Software de gerenciamento de pavimentos aplicado a vias urbanas de cidades de pequeno a médio porte. Projeto de Graduação. Departamento de Engenharia de Transportes. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 106 p., 2017.
- NICOLS Celso, DIOGO José, SEBASTIÃO Sérgio: Conferências das aulas de vias de comunicação – 2011
- SANTOS, Picado L., FERREIRA, Paulo., BRANCO, Fernando. Pavimentos Rodoviários. 2a ed. Lisboa, Almeida, 2013.
- SEBASTIÃO, Sérgio. Modelagem de um Sistema de Informação para Gestão Sustentável da Rede de Estradas do Município De Maputo, UP.FET.2021
- <https://qfield.org/>, 1 de Dezembro 2021
- <https://www.qgis.org/en/site/>, 1 de Dezembro 2021
- <https://vilabetume.com.br/manutencao-de-estradas-manual-das-melhores-praticas/>, 14 de Fevereiro 2022

- <https://www.pdul.gov.mz/layout/set/print/Manuais-Guioes-e-Estudos/Infra-estrutura-e-servicos/MANUAL-DE-CONSTRUCAO-E-MANUTENCAO-DE-ESTRADAS-URBANAS-MUNICIPAIS>, 21 de Janeiro 2022
- <http://www.cmmaputo.gov.mz/Conselho-municipal>, 16 de Dezembro 2021

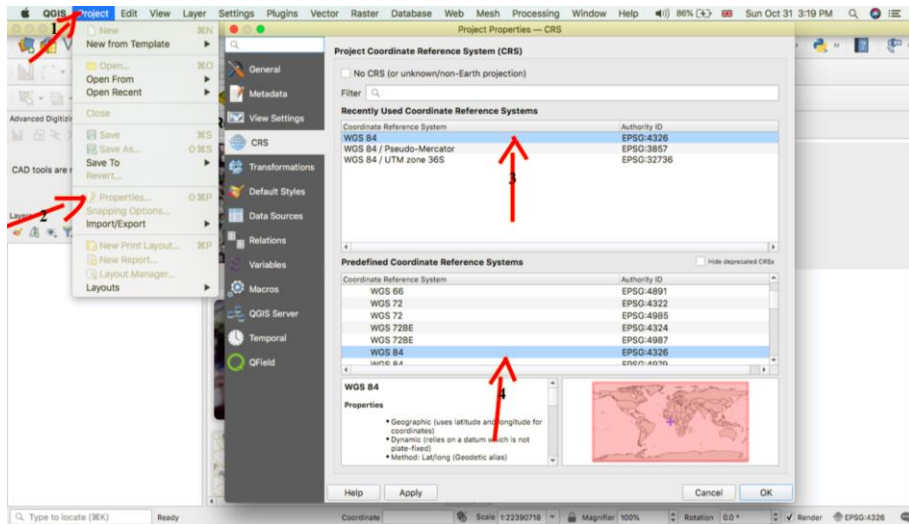
7 ANEXOS

- I. Guião de Criação da ferramenta digital de levantamento de dados

CRIAÇÃO DO SISTEMA DIGITAL DE LEVANTAMENTO DE BURACOS

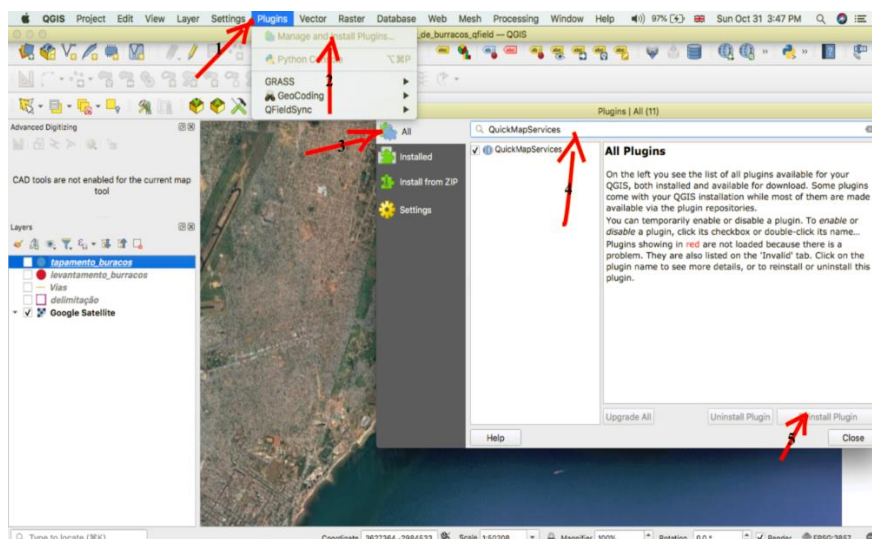
O sistema digital de levantamento de buracos foi criado, seguindo se o passos abaixo:

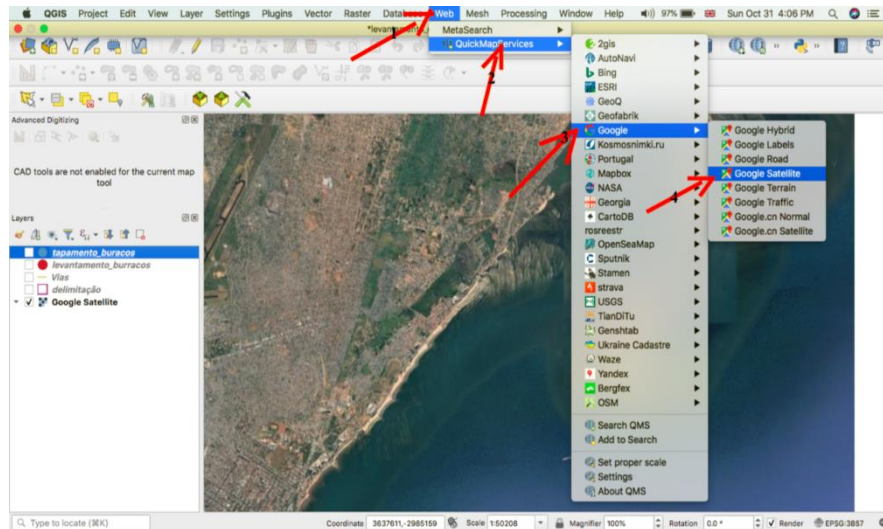
1. Abrir o programa;
2. Iniciar um novo projeto;
3. Verificar o sistema referencial de coordenadas → *Project* → *Properties* → *CRS* → *definir (EPSG: 4326)* → *Apply* → *OK*



Procedimento de verificação do sistema referencial de coordenadas

4. Inserir imagem satélite → *Plugins* → *Manage and install plugin* → *search (quickMapServices)* → *Install* → *Web* → *QuickMapService* → *Google* → *Google satellite*;
Inserido a imagem Google satélite, está aparecerá na interface do software e do lado esquerdo aparecerá uma camada correspondente a essa imagem.

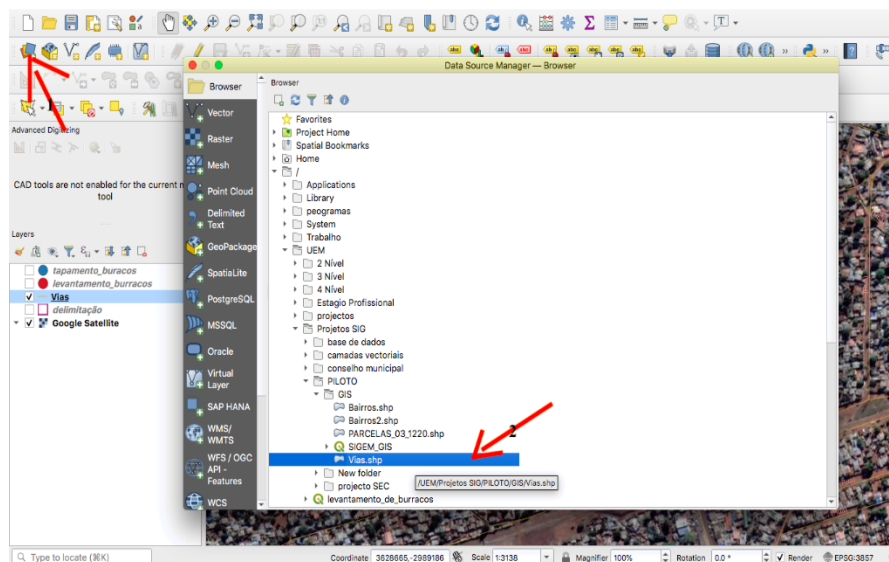




Procedimento de colocação da imagem satélite

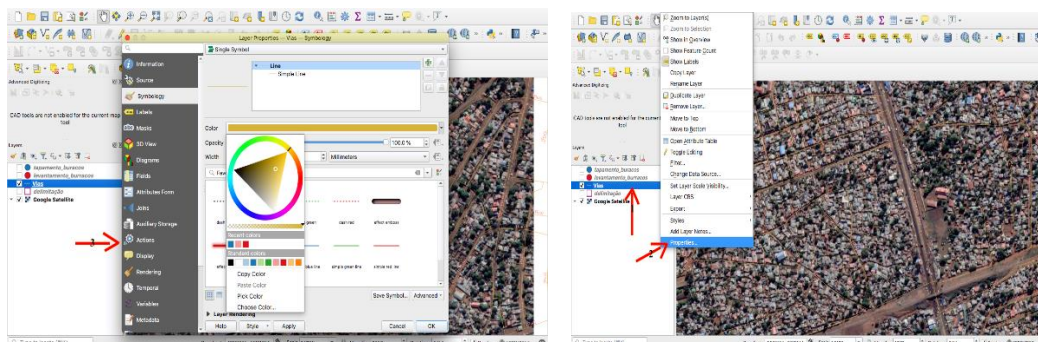
- Introduzir um novo shapefile de vias (estradas) → Open data source manager → inserir o shapefile;

Inserido o shapefile, este aparecerá na interface do software e do lado esquerdo aparecerá uma camada correspondente a esse shapefile.



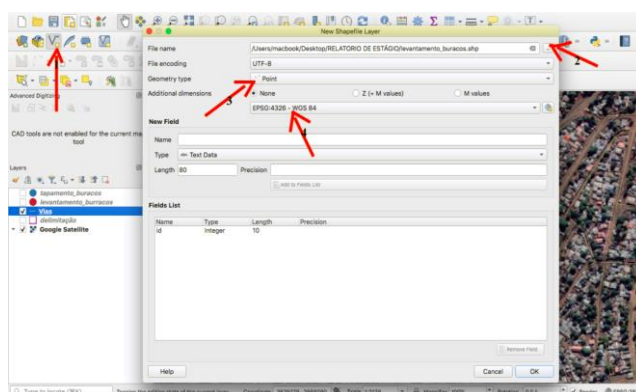
- Formatar o shapefile (definir a coloração, visualização de informação, etc.) → marcar a camada do shapefile → botão opções do mouse → properties → fazer as formatações Apply → OK;

NOTA: *verificar sempre que inserir um shapefile o sistema referencial de coordenadas do shapefile em causa.*



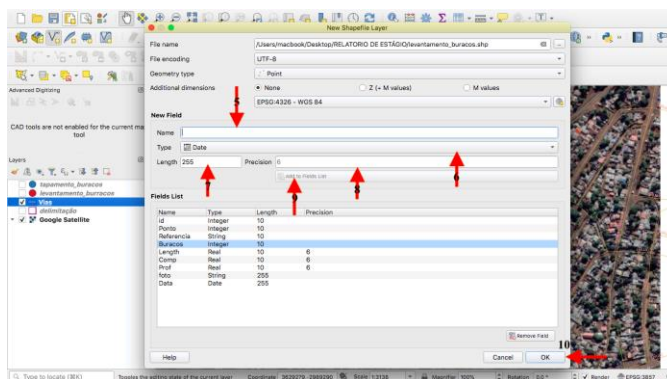
Formatação do shapefile

7. Criar uma camada vetorial de levantamento de buracos → *new shapefile* → *file name* (opções- escolher o nome e o local onde salvar) → *Geometry* (point) → *Adicional geometry* (none) → *Sistema referencial de coordenadas* (Atribuir o adotado para o projecto);



Criação de uma camada vetorial

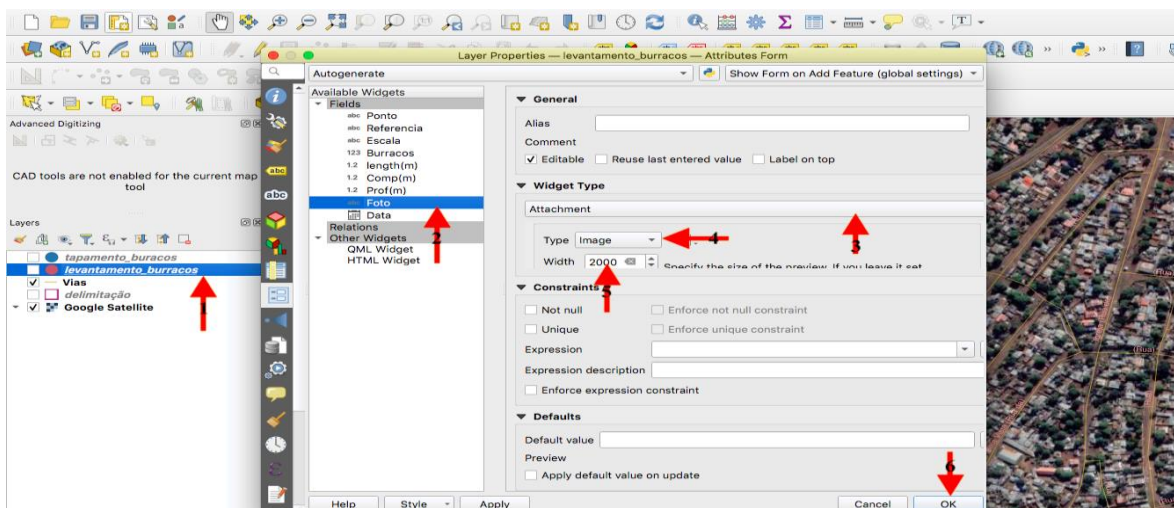
8. Iniciar a criação da tabela de atributos → *Name* (inserir nome do campo) → *Type* (podendo ser numero inteiro, numero decimal, texto ou data, dependendo da natureza dos dados a serem registados) → *length* (numero de algarismos ou letras a serem inseridos no campo) → *Precision* (numero de casas decimal se o campo for preenchidos por números decimal) → *Add the field* (repetir o processo até que tenha introduzido toda tabela) → *OK*.



Criação da tabela de atributos

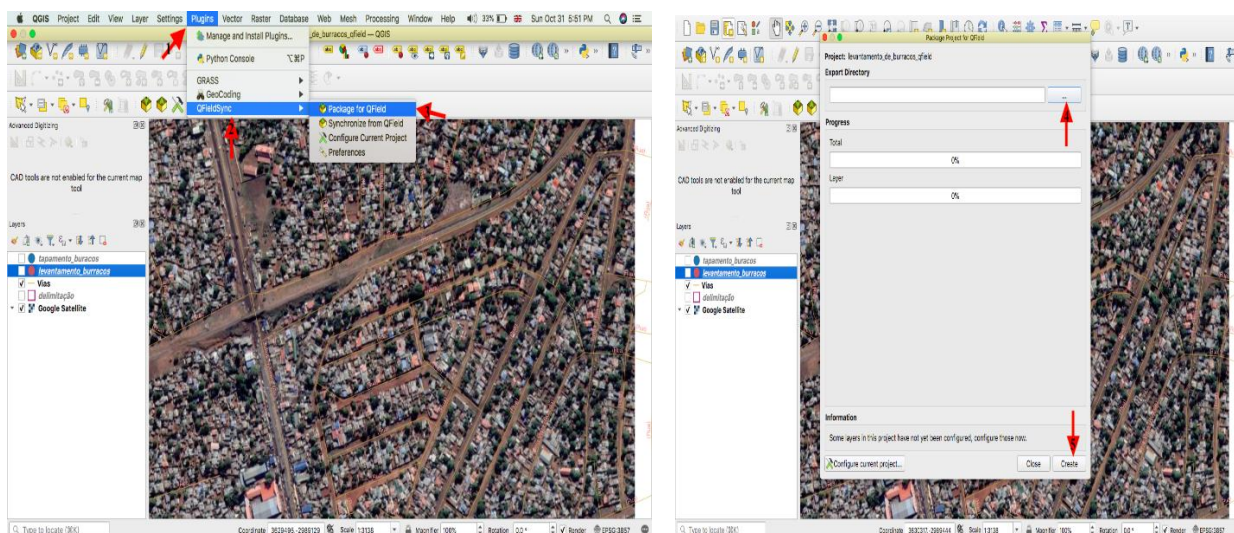
9. Formatar a camada vetorial (definir a coloração, visualização de informação, etc.)
marcar a camada do shapefile → botão opções do mouse → Properties → fazer as formatações → Apply → OK

NOTA: Na formatação deve se ter sempre o cuidado de mudar as propriedades da foto, colocando ela como anexo e aumentar o seu tamanho de visualização.



Formatação da camada vetorial

10. Exportar para o Qfield → Ir para o Plugins → QfieldSync → pack for Qfield Selecionar a pasta destino no computador → synchronise → OK.



Exportação do projeto para o QField