



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Informática

**SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE VAGÕES E
LOCOMOTIVAS**

Autor: Bento Daniel Muholove Júnior

Maputo, Abril de 2026

FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Informática

SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE VAGÕES E LOCOMOTIVAS

Autor: Bento Daniel Muholove Júnior

Supervisor: Licenciada, Rossana Carimo Soares, UEM

Maputo, Abril de 2026

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha família, especialmente a minha mãe, meus irmãos, meus colegas, meus filhos e minha esposa que investiram emocionalmente no meu percurso académico e sempre me deram força para que me dedicasse e terminasse o curso de licenciatura em informática.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Informática, na faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Abril de 2026

Bento Daniel Muholove Júnior

Agradecimentos

O presente trabalho é resultado de muito esforço, contratempos e victórias, com objectivo de ter uma formação superior em licenciatura em informática e seguir uma carreira profissional. Todavia, a realização deste trabalho contou com auxílio e assistência de várias pessoas as quais serei eternamente grato.

Expresso o meu profundo agradecimento aos Portos E Caminhos De Ferro De Moçambique, CFM- Sul, pelo acolhimento, direccionamento, disponibilização de recursos, sugestões e recomendações para a realização deste trabalho.

O meu muito obrigado, Licenciada. Rossana Soares, pelas críticas, motivação e ensinamentos na supervisão deste trabalho. Um agradecimento especial ao Prof. Doutor Cachimo Assane pelos ensinamentos, apoio e exigência no trabalho e a todos professores que contribuíram de forma ímpar na minha formação.

Aos meus colegas: Acácio João Ngove, Regis Zimba, Edilson Siteo, Edson Gomes, Dercio Palé, José Pacheco, Isidro Dava, Nelson Massango e Gerbios dos Santos Neves, pela força, presença, apoio incondicional durante a realização deste trabalho e toda turma de Informática do ano 2016.

Á minha família, em especial a minha esposa Ana de Lurdes Álvaro Magaia Muholove que tem reunido esforços para que este trabalho fosse possível de se realizar e que tem cuidado de mim dia pós dia, a minha mãe Maria Isaías pelo sacrifício que tem feito para que não me faltasse o essencial e por apostar sempre na minha educação e formação, a minha irmã Julieta Muholove por ter cuidado de mim desde a infância, a meu irmão Graciano Muholove pelo apoio e noites compartilhadas desde o inicio dos estudos até ao final.

A todos os familiares e amigos, por todo o apoio e interesse manifestado.

Resumo

Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique CFM-Sul é uma empresa pública que lida com os serviços de transportes de passageiros e transportes de mercadorias, composta por vários ramais, nomeadamente: Ramal de Salamanga, linha de Goba, linha de Limpopo e linha de Ressano Garcia.

Nos últimos dois anos os CFM adquiriram mais de 300 vagões e aluguer de locomotivas para responder o crescimento do fluxo das cargas como minerais de Magnetite, carvão, ferro-crómio, açúcar, Fosfato, Combustível vindas da vizinha África do Sul.

Para este estudo recorreremos a metodologia de pesquisa aplicada, a qual nos deu a possibilidade de testar um sistema Web para o controlo sistemático de manutenção de vagões e locomotivas na área oficial.

Introduzindo este sistema nos CFM, irá melhorar o processo de gestão e planificação das manutenções, bem como ajudar aos colaboradores a diminuir o tempo diário gasto na organização e alocação dos vagões e locomotivas.

Neste âmbito, fez-se um estudo para saber como os colaboradores podem controlar a manutenção do material circulante, e também saber a capacidade necessária de vagões para reduzir a demora da estadia das cargas nas minas devido a falta de um número elevado de vagões para responder a oferta. Deste modo este trabalho tem como finalidade estudar e desenvolver um sistema para auxiliar aos colaboradores na rotação diária de vagões, melhorar o processo de gestão e planificação dos vagões, bem como ajudar aos colaboradores a diminuir o tempo gasto diário na organização e alocação dos vagões.

Palavras-chave: Sistema de Manutenção, vagões e locomotivas, Recolha de Dados, *Framework*.

Abstract

This project is inserted in informatics graduation scope, as objective to implement a mobile web management application and wagons rotation control at Caminhos de Ferro de Mozambique, in Section of Avison department.

The application is designed to interpret the actual procedure, which is, actual automation of wagons registration system used within the institution, system which, according to the institution's employees it not efficient once it's performed manually.

In order to satisfy all the institution's demand, this application was entirely designed with the institution's employees assistance, in order to accomplish and survey the needed requirements, as objective to satisfy the institution's internal users.

The objective of this project consists is to establish a web and mobile application, which will allow to identify the commodities and wagon types, by also showing the number of times the wagons are used and its respective destination.

Being aware that the wagons are valuable goods and essential for the institution, its awareness and control is strictly required. It's necessary that they are duly controlled on maintenance level; trajectory level and allocation of wagons from one corridor to the other corridor to ensure an effective and conservation control.

It has been allied the usage of communication, informatics technology, management control and wagons rotation to establish of informatics means to allow an easy method to obtain information about the wagons rotation of the Organization's case study. For the development of the prototype it was used the methodology RUP. It was carry out a biographic research for fundamental theory; the use of interview and documental analyses for data sourcing.

Key word: web application and mobile; information systems; management and wagons control.

Abreviaturas

API	Application Programming Interface
AMV	Aparelho de Mudança de via
CFM	Caminhos de Ferros de Moçambique
CCC	Comando de Circulação de Comboios
SB	Secção de Bloqueio
STC	Sistema de transporte de comunicação
OBC	Computador de Bordo
UML	Linguagem de Modelação Unificada (Unified Modeling Language)
SVO	Serviço de Via e Obras
RF	Requisitos Funcionais
RNF	Requisitos Não Funcionais
RH	Recursos Humanos
R1	Revisão de um ano
R2	Revisão de dois anos
R3	Revisão de três anos
VSCode	Visual Estúdio Code
MTC	Ministério de Transporte e Comunicação
MM	Material Motor
MR	Material Motor
MR	Material Rebocado

Glossário

Framework Refere-se a uma série de acções e estratégias que visam solucionar um problema bem específico. Assim, quando se deparam com esse cenário, os profissionais recorrem a um conjunto pronto de abordagens e optimizam os seus resultados.

Firebare é uma plataforma back-end para construção de aplicativos Web, Androids, IOS Oferece banco de dados em tempo real, visando ajudar desenvolvedores a construir aplicativos de qualidade onde são agrupados diversos serviços

IDE É um software para criar aplicações que combina ferramentas comuns de desenvolvedores em uma única interface de usuários gráficos (GUI).

GITHUB É um serviço baseado em nuvem que hospeda um sistema de controle de versão (VCS) chamado *GIT*. Ele permite que os desenvolvedores colaborem e façam mudanças projetos compartilhados enquanto mantêm um registro do seu progresso.

É uma ferramenta visual que possibilita ao time o gerenciamento de qualquer tipo de projecto, fluxo de trabalho ou monitoramento de tarefas.

Trello É uma ferramenta visual que possibilita ao time o gerenciamento de qualquer tipo de projecto, fluxo de trabalho ou monitoramento de tarefas.

Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Abreviaturas.....	vi
Glossário	vii
Índice	viii
Lista de Figura	xi
Lista de Tabelas	xii
1. Capítulo I -Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Definição do problema.....	2
1.3. Objectivos	3
1.4. Justificativa	3
1.5. Estrutura de Trabalho.....	4
2. Capítulo II - Revisão de Literatura.....	5
2.1. Material Circulante	5
2.2. Manutenção de Vagões.....	8
2.2.1. Inspeção	8
2.2.2. Manutenção Correctiva.....	8
2.2.3. Manutenção Preditiva.....	9
2.3. Sistemas de Freios de Vagões	9
2.3.1. Sistema Ar Comprimido	10
2.4. Locomotivas.....	11
2.4.1. Classificação das locomotivas	12
Locomotivas Diesel.....	13
2.4.2. Tipos de Manutenção Aplicáveis Nos CFM-Sul	14
2.4.3. Frota de locomotivas nos CFM-Sul	16
2.5. Sistemas de Informação	16

2.5.1	Impacto do uso das Tics nas Organizações.....	16
3.	Capítulo III - Material e Métodos	18
3.1.	Metodologia Investigação	18
3.2.	Técnicas de Recolha de Dados.....	18
3.2.1.	Pesquisa Bibliográfica.....	18
3.2.2.	Análise Documental	19
3.2.3.	Entrevista	19
3.3.	Metodologia de Desenvolvimento.....	20
3.4.	Ferramentas de Desenvolvimento	20
3.4.1.	Ferramentas de Modelação.....	21
3.4.2.	Linguagem de Programação	21
3.4.3.	Sistema de gestão de base de dados (SGBD).....	22
3.4.4.	Ambiente de Desenvolvimento	22
4.	Capítulo IV - Resultados e Discussão.....	23
4.1.	Modelo Actual	24
4.1.1.	Entidades Envolvidas.....	25
4.1.2.	Processo de Manutenção do Material Circulante nos CFM-Sul.....	26
4.1.3.	Arquitectura do Modelo Actual	26
4.2.	Modelo Proposto	27
4.2.1.	Arquitectura do Modelo Proposto	28
4.3.	Requisitos do Sistema.....	29
4.3.1.	Requisitos funcionais.....	30
4.3.2.	Requisitos não funcionais	30
4.4.	Modelação do Sistema Proposto.....	31
4.4.1.	Diagrama de classe.....	31
4.4.2.	Diagrama de caso de uso	32
4.4.3.	Diagrama de Sequência de eventos para criar avaria.....	37
4.4.4.	Diagrama de Sequência de eventos para criar a revisão	38
4.4.5.	Diagrama de Transição de Estado.....	39
4.4.6.	Diagrama de máquinas de estado para utilizador	39

4.4.7.	Diagrama de máquinas de estado para avaliar a reparação do material circulante	39
5.	Capítulo V - Conclusões e Recomendações	40
5.1.	Conclusões	40
5.2.	Recomendações	41
6.	Referências biográficas.....	42
7.	Apêndice	43
	Apêndice 1: Guião de entrevista.....	43
8.	Anexos	45
	Anexo 1: Mapa de controle de vagões avariado ou em Manutenção	45
	Anexo 2: Boletim de Avaria de Locomotivas	46
9.	Apêndice 2: Manual do Utilizador	47

Lista de Figura

Figura 1. Vagão especial (Brasil, 2023).....	6
Figura 2. Vagão ordinário ou bordas altass, (CFM, 2024).....	6
Figura 3. Vagão tanques (CFM, 2024)	7
Figura 4. Vagão plataformas (CFM, 2024)	7
Figura 5. Representação esquemática do sistema de freios a Vácuo (Borba, 2011)	10
Figura 6. Representação esquemática do sistema de freio automático, (Bergantini, 2011).....	11
Figura 7. Esquema de uma típica locomotiva diesel-elétrica.	12
Figura 8. Vista lateral da locomotiva ES40ACI- serie 44.	14
Figura 9. Vista lateral da locomotiva C30-ACi - serie 43.....	14
Figura 10. Vista lateral da locomotiva GE U20C.....	14
Figura 11. Processo de modelo Ágil (google, 2025)	20
Figura 12. Gráficos ilustrativo de utilização de sistema Figura 13. Gráfico ilustrativo de utilização Sistem.....	23
Figura 14. Problemas na gestão de locomotiva Figura 15. Benefícios do sistema	24
Figura 16. Implicância de formar vagões avariados Figura 17. Dificuldade na formação de vagões	24
Figura 18 . Organograma do serviço oficial.....	25
Figura 19. Arquictetura do modelo actual no processo de manutenção de vagões e locomotivas	26
Figura 20. Modelo proposto de manutenção de vagões, e locomotiva	28
Figura 21. Diagrama de Classe (fonte, autor).....	32
Figura 22. Diagrama de casos de uso: Autenticação dos utilizadores (Autor, 2025).....	33
Figura 23. Diagrama de caso de uso para Administração geral do sistema (Autor, 2025).....	34
Figura 24. Caso de Uso: registar a manutenção.....	36
Figura 25. Diagrama de Caso de Uso - Técnico de Remissa	38
Figura 26 .Diagrama de Sequência de eventos para criar avaria (Autor, 2025)	37
Figura 27. Diagrama de Sequência de Eventos para criar revisão (Autor, 2025)	38
Figura 28. Diagrama de máquinas de estado para utilizador (Autor,2025)	39
Figura 29. Diagrama de estado para avaliar a reparação do material circulante, (Autor,2025) ...	39
Figura 30. Mapa de controle de vagões avariado ou em Manutenção.....	45
Figura 31. Boletim de Avaria de Locomotivas.....	46
Figura 32. Tela do registo do utilizador normal	48
Figura 33. Tela inicial do utilizador	48
Figura 34 . Tela registrar vagões	49
Figura 35. Tela registrar locomotivas	49
Figura 36 . Gestão de manutenção	50
Figura 37. Gestão de avaria	50
Figura 38 . Tela de estatísticas do sistema	51

Lista de Tabelas

Tabela 1	Periodicidade do plano de Manutenção MT	15
Tabela 2	Disponibilidade de locomotivas do CFM- Sul, (novembro 2024)	16
Tabela 3.	histórico de avarias das locomotivas nos CFM-Sul, 3º trimestre de 2024	25
Tabela 4.	Requisitos funcionais, (Autor, 2024)	30
Tabela 5.	Requisitos não funcionais (Autor, 2024)	31
Tabela 6.	Caso de Uso. Preencher tela login (Autor, 2024)	33
Tabela 7.	Caso de uso. Validar Credenciais (Autor, 2024)	33
Tabela 8.	Caso de Uso – Registrar Técnico Manutenção, (Autor, 2025)	34
Tabela 9.	Caso de Uso: registrar locomotiva, (Autor, 2025)	35
Tabela 10.	Caso de Uso: registrar vagão, (Autor,2025)	35
Tabela 11.	Caso de Uso: registrar Técnico de Piquete, (Autor, 2025)	35
Tabela 12.	Caso de Uso: registrar técnico de manutenção	35
Tabela 13.	Caso de Uso: registrar manutenção, (Autor,2025)	36
Tabela 14.	Caso de Uso: inspecionar locomotiva, (Autor,2025)	36
Tabela 15.	Caso de Uso: Agendar Manutenção, (Autor,2025)	37
Tabela 16.	Caso de Uso: Actualizar a Manutenção, (Autor,2025)	37
Tabela 17.	Caso de Uso: entregar a locomotiva a Remissa, (Autor,2025)	37
Tabela 18..	Caso de Uso: dar desfecho do caso, (Autor,2025)	37
Tabela 19.	Caso de Uso: Gestão de Manutenção de Locomotivas, (Autor,2025)	38
Tabela 20.	Caso de uso: receber locomotiva avariada, (Autor,2025)	38
Tabela 21.	Caso de uso: entregar a locomotiva, (Autor,2025)	39
Tabela 22.	Caso de uso: programar locomotiva para manutenção, (Autor,2025)	39
Tabela 23.	Caso de Uso: registrar a locomotiva avariada, (Autor,2025)	39
Tabela 24.	Caso de uso: avaliar estado da locomotiva, (Autor,2025)	39

1. Capítulo I -Introdução

O presente capítulo da introdução apresenta a contextualização do tema e descreve o problema de estudo bem como os objectivos que se pretendem alcançar e a estrutura.

1.1. Contextualização

A empresa dos CFM é uma entidade pública vocacionada na exploração comercial e industrial do transporte ferroviário e portuário, actuando no sentido de suprir as necessidades de mobilidade e facilitar a circulação de pessoas e de bens, aquém e além-fronteiras (CFM, 2016).

Neste contexto, a localização estratégica do país junto ao mar torna o corredor importante na prestação dos serviços de transporte de passageiros, cargas e a prestação de serviços portuários (CFM, 2016), de modo geral os CFM actuam no sentido de promover e desenvolver as infraestruturas ferro-portuárias, promovendo actividade logística de bens, mercadorias e transporte de passageiros.

Esta localização preenche as necessidades ao proporcionar a melhor satisfação de mobilidade de material circulante, vagões, locomotivas e deslocação das mercadorias vindas de países vizinhos.

Contudo, o desempenho dos veículos ferroviários é de grande importância, para o sistema ferroviário, como o funcionamento dos veículos e o comportamento, sendo a planificação para manutenção dos meios essencial para funcionamento das avarias assim como para analisar as irregularidades da via permanente (Leonardo, 2019);

A manutenção ferroviária também é um factor de grande influência visto que a má ou não realização desta etapa, acarretará num agravamento das falhas, tornando o veículo cada vez mais propício ao surgimento de novas falhas.

De modo geral, entender o Sistema de freios ferroviários é imprescindível para uma operação, desde a eficiência, a avaria de um vagão, locomotiva, os tempos de espera e a taxa de consumo de combustível e danos na via provocada por qualquer que seja a avaria provocada pelos vagões ou locomotivas pondo em causa a sustentabilidade do sistema (ISUTC, 2021).

Atendendo o elevado valor agregado dos veículos ferroviários, é de extrema importância que as condições de funcionamento estejam em boa qualidade, o que diminui o tempo necessário para

reparos, acarretando um aumento da capacidade de operação do veículo, que consecutivamente proporcionara maior eficiência e diminuição dos gastos.

Como consequência do número elevado das avarias do material circulante que dão entrada para reparação no Sector Oficinal, e superior em relação ao esperado, torna o processo de reparação moroso e paragem das circulações e reboque de cargas, transporte de passageiros.

Contudo este trabalho visa desenvolver um sistema de manutenção de vagões e locomotivas para Portos e Caminhos de Ferros de Moçambique (CFM-Sul).

1.2. Definição do problema

Para que os comboios das ferrovias possam seguir viagem, sem que ocorram acidentes importantes, é fundamental que a CFM realize, de forma activa e fequente, as condições da via e dos veículos. Nesse contexto, a prática de manutenção das linhas ferroviárias, dos trilhos, dos vagões e locomotivas assume um papel essencial na garantia da fiabilidade operacional e da segurança ferroviária.

Entende-se por material circulante os veículos que se deslocam com seus próprios meios, ou seja, veículos que não necessitam de um reboque para que possam mover-se, tais como: locomotivas, Automotoras, Dresinas e zorras, assim como o material rebocado correspondente aos veículos que necessitam de outros meios para se deslocarem tais como, salões, Carruagens furgões, vagões entre outros (ISUTC, 2021).

Contudo, face á crescente ocorrência de avarias grossas em curto percurso, evidencia-se a existência de fragilidades no processo actual de controlo e gestão da manutenção do material circulante. Observa-se, em particular, a sobreposição de intervenções por parte dos técnicos de revisão e manutenção, resultante da ausência de um sistema eficaz de monitora e controlo individualizado de cada veículo no processo de entrada para manutenção

Essa limitação compromete a eficiência do planeamento da manutenção, conduzindo a intervenções redundantes ou tardias, aumento do tempo de indisponibilidade dos equipamentos e elevação dos custos operacionais. Adicionalmente, a falta de rastreabilidade do histórico de manutenção dos veículos dificulta a tomada de decisões baseadas em dados, podendo contribuir para a repetição de falhas e para a redução da vida útil dos activos.

Neste contexto, torna-se evidente a necessidade de melhorar os mecanismos de controlo e gestão do material circulante, de modo a garantir maior eficiência operacional, redução de custos e aumento da segurança ferroviária.

Contudo, é necessário que se crie políticas claras e sólidas, transparentes de modo que se abrange todo material circulante a manutenção, permitindo desta forma que há visibilidade das manutenções programadas. E dessa forma, o sistema de manutenção não deve ser entendido como um instrumento de controlo, mas sim como uma ferramenta que tem como objectivo principal a melhoria do desempenho dentro da organização.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivos Geral

- Desenvolver um sistema de manutenção de vagões e locomotivas para Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique.

1.3.2. Objectivos específicos

- Analisar os processos actuais de manutenção de vagões e locomotivas;
- Identificar constrangimentos que surgem dentro do processo actual;
- Descrever os procedimentos de manutenção ferroviária;
- Verificar o impacto da manutenção preventiva na disponibilidade do material circulante.
- Notificar via SMS sobre a data prevista para a manutenção de vagões e locomotivas;

1.4. Justificativa

As tecnologias de informação são o alicerce da organização contemporânea. Actualmente é quase impossível conceptualizar uma organização que não use tecnologia de informação, não sendo exagerado afirmar que os efeitos das tecnologias de informação têm sido (e certamente continuam a ser) profundos na realidade das organizações, quer do ponto de vista da incorporação destas tecnologias na cadeia de valor da empresa, quer do ponto de vista da constituição de vantagens competitivas.

A cada dia que passa torna-se mais claro que sem uma utilização eficiente e eficaz das tecnologias de informação, as organizações não podem ser competitivas ou rentáveis e que em muitos casos, é a sua própria sobrevivência que depende dessa capacidade (Varajão, 2003).

É importante a utilização de um sistema de informação nos Portos e Caminhos de Ferros de Moçambique para ajudar a flexibilizar os serviços realizados diariamente nos, referente a manutenção

dos vagões e locomotivas, e referir que no presente momento a informação é registada de forma manual o que o torna o processo de manutenção pouco abrangente, e resultando em avarias constante em vagões e locomotivas com sistemas de frenagem deficiente.

O sistema *Web*, não vem para trocar ou substituir a mão-de-obra existente, mas sim para auxiliar, facilitar na tomada de decisão a tempo útil na operação dia-pós-dia. Com um sistema Web operacional é possível termos relatórios a tempo e a hora, e independentemente do lugar onde quer que estejamos, torna-se mais produtivo a nível organizacional o que permitirá o acesso das previsões das manutenções e melhor planificação concernente alocação do material circulante.

Salientar que o sistema vem para minimizar e ajudar a solucionar as dificuldades que geram valores altos no pagamento da estadia das cargas nos terminais por falta de melhores serviços, e em alguns casos tem criado acidentes por falta de informação da localização exacta do material circulante.

Este estudo torna-se importante, na medida em que o controle das manutenções do material circulante é uma actividade crucial, pois com base nas informações obtidas torna-se possível saber quantas vezes os mesmos foram cumpridos as revisões programadas semanal, mensal ou anual (Gontarski, 2018).

Como forma de reduzir e melhorar os serviços ao nível organizacional, adoptou-se por este sistema Web como forma de reduzir e monitorar os casos de não cumprimento dos tempos previstos das manutenções.

1.5. Estrutura de Trabalho

O presente trabalho foi organizado de modo que pudesse ter visão de como pode ser desenvolvido um sistema de manutenção de vagões e locomotivas. Deste modo, este trabalho será estruturado em cinco capítulos, com conteúdos resumidos a seguir:

O primeiro capítulo relativo a introdução, apresenta a contextualização do tema e descreve o problema de estudo, os objectivos que se pretendem alcançar, bem como a justificativa para a sua escolha e a estrutura.

O segundo capítulo, referente a revisão de literatura, apresenta alguns conceitos fundamentais associados ao tema do trabalho, com o objectivo de apresentar a teoria que sustentará as conclusões obtidas na prática.

O terceiro capítulo, material e métodos, é dedicado a descrição dos métodos e dados utilizados no presente estudo.

No **quarto capítulo, resultados e discussões**, são apresentados e discutidos os principais resultados do estudo, confirmando ou não as hipóteses inicialmente formuladas.

Finalmente nas **conclusões e recomendações** como quinto capítulo, fazem-se as comparações entre os objectivos propostos e os resultados alcançados e são também apresentadas sugestões para trabalhos futuro

2. Capítulo II - Revisão de Literatura

Neste capítulo, fez-se o enquadramento teórico de alguns conceitos fundamentais associados ao estudo e análises que suportam o presente estudo.

2.1. Material Circulante

O material circulante ferroviário corresponde a conjunto de veículos providos de rodas que se deslocam sobre carris, sendo esse carril, sendo essencial para a realização das operações de transporte de passageiros e mercadorias.

Estes veículos constituem um dos principais recursos do sistema ferroviário, influenciando directamente a sua capacidade operacional, eficiência logística e continuidade dos serviços prestados (Silva, 2012).

A classificação do material circulante ferroviário é realizada com base na sua capacidade de tração e função operacional, sendo dividido em material motor e material rebocado. O material motor inclui os veículos com capacidade própria de locomoção, responsáveis pela tração dos comboios, enquanto o material rebocado é composto por veículos que dependem de tração externa, como carruagens, furgões e vagões, utilizados no transporte de passageiros e cargas (CFM, 2016).

Estes podem ser classificados em diferentes tipos, incluindo vagões convencionais e vagões especiais, sendo estes últimos destinados ao transporte de cargas que requerem condições específicas de manuseamento, segurança e conservação (Paulo, 2019; ISUTC, 2021)

Segundo ISUTC (2021) existem diferentes abordagens que caracterizam e que definem material circulante. Segue abaixo alguns exemplos e definições de tipos de vagões e locomotivas e as respectivas manutenções.

Vagões especiais: são utilizados para o transporte de carga que pela sua natureza requer cuidados especiais, devido a sua facilidade de carregamento e descargas de mercadorias, oferecerem a facilidade de poder fazer a lavagem e manutenção. (Especiais et al., 2021).

Para Roberto (2021), vagões especiais são aqueles que possuem formatos e utilizações fora do padrão, sendo utilizados normalmente para solucionar uma demanda bem específica de uma empresa no que se refere aos processos de carga e descarga. Como uma das vantagens do uso destes tipos de vagões reside na sua rapidez pois, são utilizados para o carregamento de carga

leveis que necessitam de maiores cuidados no carregamento e na descarga. Ex: paletes, balastros, motores diesel de locomotivas, geradores industriais.

A seguir apresenta-se os diferentes tipos de vagões e suas respectivas características;



FIGURA 1. VAGÃO ESPECIAL (BRASIL, 2023)

Para ISUTC (2021) e Belchoir (2016) definem vagões Ordinários ou Gôndola como vagões utilizados e ligadas ao transporte de cargas que não necessitam de protecção contra intempéries e são usados para carregamento de diversas cargas como açúcar, carvão, ferro-crômio, Fosfato e Magnetite. Características principais deste tipo de vagões:



FIGURA 2. VAGÃO ORDINÁRIO OU BORDAS ALTAS, (CFM, 2024)

Segundo Greenbrier (2015) **vagões tanques** são usados para o transporte de grânéis líquidos pela malha ferroviária é feito por meio de vagões tanque. Nesses casos são desenvolvidos para apresentar uma estrutura cilíndrica parecida com as carretas de caminhões que também transportam líquidos, podendo ser líquidos corrosivos ou não.



FIGURA 3. VAGÃO TANQUES (CFM, 2024)

Segundo Gontarski (2018) **vagão plataforma** é usado para transporte de contentores que contém diversas cargas, como transportar cargas que necessitam de descarga por qualquer lado ou pela parte superior. Para Renato (2019) é um vagão sem tejadilho e sem bordos, ou sem tejadilho e com bordos não superiores a 60 cm de altura, ou vagão com balanceiro transversal, do tipo corrente ou especial. Esse tipo de vagão conta com a possibilidade de realizar a carga e descarga de equipamento por vários locais e cada suporta um peso bruto máximo de 380 000kg (carga da plataforma mais a respectiva carga), Tara peso do vagão (290 000kg) e a frota em operação é de: 11.766 unidades.



FIGURA 4. VAGÃO PLATAFORMAS (CFM, 2024)

No contexto do transporte de mercadorias, os vagões desempenham um papel estratégico no sistema ferroviário, sendo projectados de acordo com a natureza da carga, as características operacionais e as exigências logísticas. Material rebocado entende-se por material rebocado os veículos que necessitam de outros meios para se deslocarem, tais como, salões, carruagens, furgões e vagões (CFM, 2016). Segundo Paulo (2019) .

2.2. Manutenção de Vagões

A manutenção tem como intuito manter os equipamentos prontos para serem utilizados sem que manifestem falhas inesperadas, conservando-os em serviço durante o maior tempo possível e com o máximo de rendimento (Tauchen, 2010).

Para que a operação logística mantenha seu desempenho óptimo, é necessário que os activos se mantenham funcionais. Este objectivo é alcançado com a estruturação de uma política de manutenção adequada, que deve garantir a disponibilidade dos equipamentos, a confiabilidade e a segurança da operação com o menor custo possível (Costa, 2018).

Neste trabalho, será abordada a política de manutenção realizada nos vagões de carga adotadas na empresa CFM- Sul, onde as manutenções classificam-se da seguinte maneira:

- Inspeção;
- Manutenção Correctiva;
- Manutenção Preditiva;

2.2.1. Inspeção

Também conhecida como manutenção sensitiva, tem como objectivo levantar informação da integridade dos activos diagnosticar falhas potenciais. É um método simples, que acompanha a condição dos equipamentos e busca encontrar anomalias perceptíveis por meio de ferramentas de medição e parâmetros (Nascif, 2012).

2.2.2. Manutenção Correctiva

É o modelo de manutenção mais utilizado e de maior simplicidade, a manutenção correctiva que pode ser dividida em duas categorias: **planejada e não planejada**. Apesar de simples esta forma de intervenção requer altos custos associados como, por exemplo, estoques de peças sobressalentes, trabalho extra, baixa disponibilidade e um custo de ociosidade das maquinarias. As análises dos custos de manutenção indicam que um reparo realizado no modo correctivo-reactivo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo (Almeida, 2000).

Manutenção Correciva não planejada: é um modelo de alto custo e baixa confiabilidade no qual a correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado somente é realizado após a ocorrência do facto, sem nenhum acompanhamento prévio.

Manutenção Correctiva Planejada: Originada de uma decisão gerencial ou de uma supervisão preditiva, esta manutenção ocorre de forma planejada e ordenada. Por este planejamento tende de ser mais barata e rápida que a anterior.

Manutenção preventiva: Modelo de manutenção planejado e com o objectivo de intervir antes que ocorre a falha, a manutenção preventiva possui como maior desafio a definição da programação de paradas dos activos com base estatística. Kardec e Nascif (2010) identificam este ponto de vista e reafirma que este modelo de manutenção representa o menor custo de indisponibilidade, porém se não bem dimensionado pode ocasionar o maior custo de peças e serviços. Realçar que esta manutenção tem como vantagem a redução na quantidade de intervenções correctivas e, com isso, a redução dos custos e o aumento da disponibilidade e confiabilidade dos activos (Araujo & Santos, 2004).

2.2.3. Manutenção Preditiva

Quando ocorre monitoramento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, com o objectivo de identificar o momento correcto de intervir, garantindo assim o máximo aproveitamento do activo (Octavio & Machado, 2008).

Manutenção Detectiva: modelo de manutenção recente e de maior utilização em ambiente altamente automatizados e/ou de grande criticidade para o processo. Objectiva-se no aumento da confiabilidade dos equipamentos através da detecção de falhas ocultas e não perspectiveis ao pessoal da operação (Souza, 2008).

2.3. Sistemas de Freios de Vagões

São distinguidos dois sistemas de freios utilizados nos vagões seguidamente, sistema **a vácuo e ar comprimido**. Sistema de vácuo são vagões que acionam o freio por meio do manipulador que está ligado com a válvula de controlo, o ar comprimido flui através das mangueiras do encanamento geral para as câmaras dos cilindros de freio localizados em cada vagão. O ar comprimido faz com que a haste do cilindro avance, aplicando uma força na timoneira de freio, que repassa essa força as rodas da composição ferroviária. Devido ao fato do ar comprimido ter que sair do reservatório principal e chegar em cada vagão, a partir da locomotiva, os primeiros vagões da composição iniciam a frenagem antes dos últimos. Os vagões finais que não iniciaram a friagem acabam empurrando os vagões iniciais que já se encontram com os freios aplicados, gerando choques e esforços na composição. O alívio dos freios se dá liberando o ar comprimido

das mangueiras e cilindros para a atmosfera. As molas dos cilindros, que se encontravam em compressão pela acção do ar comprimido, fazem a haste do cilindro retornar à posição de repouso, cessando a força aplicada nas rodas, (BORBA, 2008).

Esse sistema apresenta diversas características que não o deixa apto para uso abrangente:

- Tamanho excessivo de seus componentes;
- Eficiência reduzida para composições com mais de 12 vagões;
- Manutenção trabalhosa;
- Rendimento reduzido em grandes altitudes (devido ao ar rarefeito);
- Freios não dispunham de segurança contra a falha do sistema (rompimento das mangueiras de encanamento ou fracionamento do trem), impossibilitando a aplicação dos freios nessas situações.



FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE FREIOS A VÁCUO (BORBA, 2011)

2.3.1. Sistema Ar Comprimido

O sistema de freio a ar comprimido, são freios activados automaticamente em toda a composição em caso de vazamento ou rompimento da mangueira do encanamento geral. A Figura 6 apresenta o sistema de freio a Ar Automático. Para implementar-se o sistema ar automático foi necessário adicionar aos componentes do sistema de freio a ar automático (BERGANTINI, 2011):



FIGURA 6. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE FREIO AUTOMÁTICO, (BERGANTINI, 2011)

2.4. Locomotivas

Locomotivas são os principais veículos tratores das ferrovias, servindo para a tração de composições de vagões e/ou carruagens de todos os tipos (CFM, 2016).

Segundo ANTT (2016), existem diversos tipos de locomotivas, que atendem as mais diversas aplicações e necessidades. As pioneiras foram as locomotivas a vapor, que utilizam o vapor sob pressão para acionar êmbolos que transmitem o movimento as rodas. Existem também as locomotivas elétricas apresentadas por Siemens em 1879, que captam a energia por um pantógrafo ou um terceiro trilho e alimenta os motores de tração localizados nos truques. O mesmo princípio se aplica aos trens unidade de passageiros utilizados nos sistemas de transporte metropolitano. Por fim, surgem os modelos híbridos, usualmente locomotivas diesel-26 elétricas. Nessas locomotivas é utilizado um sistema que transforma energia mecânica dos motores a combustão em elétrica através de um gerador que alimenta motores de tração. Segundo Borba (2011), a corrente de saída do gerador alimenta os motores de tração acoplados aos eixos operando também quando a locomotiva opera em frenagem dinâmica (freio elétrico), e acoplado ao motor diesel que está o governador, responsável por manter constante a rotação do motor para todos os pontos e desaceleração de acordo com a necessidade de carga exigida pelo maquinista.

A tecnologia mais recente é a dos motores de tração a corrente alternada, que oferecem um ótimo desempenho para trens de cargas pesadas e densas que podem circular no limite da tração e em velocidades muito mais baixas. Isso se deve a facilidade do controle de velocidade e potência destes motores com o uso de inversores de frequência, porém nos CFM já não existem muitos motores de corrente contínua em locomotivas mais antigas.

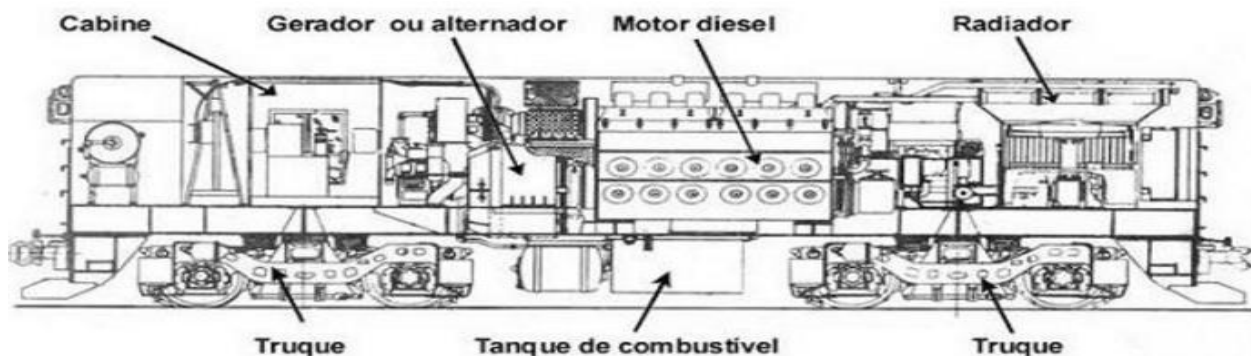


FIGURA 7. ESQUEMA DE UMA TÍPICA LOCOMOTIVA DIESEL-ELÉTRICA.

2.4.1. Classificação das locomotivas

Para CFM (2016), entende-se por Material Motor os veículos que se deslocam com seus próprios meios, ou seja, veículos que não necessitam de um reboque para que possam mover-se, tais como: Locomotivas a vapor, locomotivas a Diesel, locomotivas Elétricas, Automotoras e Zorras.

A classificação das locomotivas é realizada com base em diferentes critérios, visando atender às necessidades específicas do transporte ferroviário. Esta classificação permite identificar o tipo de locomotiva mais adequado para cada operação, considerando factores como a capacidade de tração, eficiência operacional, consumo de combustível e custos de manutenção

A) Em Função do Motor Primário

- **Locomotivas de Motor Térmico:**

São locomotivas cujo funcionamento depende da produção de energia térmica através do combustível. Divide-se em:

- **Locomotivas a vapor:** são veículos ferroviários movidos pela energia produzida através do vapor de água gerado pela queima de combustível, como carvão, lenha ou óleo combustível.
- **Locomotivas a diesel:** são veículos ferroviários movidos por motores de combustão interna que utilizam óleo diesel como fonte principal de energia para gerar movimento.
- **Locomotivas Elétricas:** são locomotivas movidas por energia proveniente de sistemas de alimentação externos, sendo amplamente utilizadas em linhas elétricas devido à sua elevada eficiência e menor impacto ambiental.
- **Automotoras:** são veículos ferroviários autopropulsionados, ou seja, possuem o seu próprio sistema de tração e não necessitam de uma locomotiva para se movimentarem.
- **Zorras:** são pequenos veículos utilizados na via férrea para apoio às actividades de manutenção, inspeção e transporte de pessoal ou material ao longo da linha ferroviária.

B) Em Função de Sua Utilização

- **Locomotivas para trens de carga:** Destina-se ao transporte de mercadorias e matérias-primas, possuindo elevada capacidade de tração para movimentação de cargas pesadas.
- **Locomotivas para serviços de manobra:** São utilizadas em pátios ferroviários e terminais para movimentação, formação e organização de vagões.
- **Locomotivas para trens de passageiros;**

Esses critérios de classificação são fundamentais para otimizar a operação ferroviária, melhorar a segurança, reduzindo custos e adaptar-se às necessidades específicas do transporte de cargas e passageiros.

Locomotivas Diesel

São locomotivas que empregam como motor primário, um motor diesel de 2 ou 4 tempos, superalimentado, de alta rotação, ou seja, acima de 1200 r.p.m., podendo chegar até 3 200 r.p.m., sendo dotadas de um sistema de transmissão que pode ser mecânico, elétrico ou hidráulico. Assim, em função dos sistemas de transmissão, e apresentaremos abaixo um exemplo das locomotivas a diesel, sendo as que usamos a nível dos CFM:

a) Locomotiva Diesel com Transmissão Mecânica:

- As dimensões e complexidade da transmissão aumentam com as forças a serem transmitidas. Por esta razão, as locomotivas deste tipo estão limitadas a potências abaixo de 400 Hp.

b) Locomotiva Diesel com Transmissão Hidráulica:

As locomotivas hidráulicas podem rebocar trens mais pesados, em baixas velocidades ou em maiores rampas que as diesel elétricas, já que as elétricas se superaquecem a velocidades menores que 20 km/h, ao passo que as hidráulicas aceitam velocidades menores com maior força de tração.

- As diesel-hidráulicas são fabricadas com potências que variam entre 650 hp a 4 500Hp, com motor diesel de 1 500 hp (são empregadas em trechos montanhosos).

c) Locomotivas Diesel com Transmissão Elétrica (DE):

-A locomotiva DE é, essencialmente uma locomotiva elétrica com uma usina geradora autocontida (portátil). A figura 8 representa a locomotiva ES40ACI serie 44 fabricada pela GE, que pode ser encontrada operando nos CFM-Sul e Africa de Sul. A locomotiva ES40ACi é accionada por um motor diesel de 12 cilindros da GEVO e propulsão por motores de tracção elétricas. É equipado com Arquitetura de controlo consolidado (CCA), que é um sistema de controle eletrônico baseado em computador. O CCA executa todas as funções de medição,

cálculo, tomada de decisão e controle necessárias para operar a locomotiva e seus sistemas.



FIGURA 8. VISTA LATERAL DA LOCOMOTIVA ES40ACI- SERIE 44.

A locomotiva C30- ACi série 43 fabricada pela GE, podendo ser encontrada operando nos CFM-Sul e Centro do país. E está representada na figura abaixo.



FIGURA 9. VISTA LATERAL DA LOCOMOTIVA C30-ACi - SERIE 43.

As locomotivas GE U20C são locomotivas utilizadas para manobras nos CFM-Sul, conforme ilustra a figura abaixo.



FIGURA 10. VISTA LATERAL DA LOCOMOTIVA GE U20C

2.4.2. Tipos de Manutenção Aplicáveis Nos CFM-Sul

De acordo com os dados apresentados pelo departamento de MR As manutenções das locomotivas feitas nos CFM-Sul, são do tipo preventivas por tempo ou sistêmicas. Complementarmente, os CFM-Sul realizam também a manutenção preditiva, sobretudo nas locomotivas mais antigas. Resumidamente, os ciclos das intervenções dos CFM-Sul são apresentados na Tabela 1.

Assim, a manutenção correctiva é perfeitamente justificável sempre que:

- os custos das possíveis falhas, incluindo o lucro cessante, forem menores que investimentos necessários para evitá-los e/ou quando os problemas de segurança e do meio ambiente gerados pelas possíveis falhas são aceitáveis pela empresa, seus colaboradores e pela comunidade;
- existirem componentes com falhas aleatórias, sem padrão de degradação ou sinalização de defeitos;
- A empresa adote uma política de renovação frequente;

TABELA 1 PERIODICIDADE DO PLANO DE MANUTENÇÃO MT

Nome	Sigla	Tipo	Periodicidade
Inspeção de Viagem	IV	Inspeção realizada	Após cada viagem
Inspeção de Conservação	IC	Inspeção	Inspeção realizada a cada 23 dias
Revisão de um ano	R1	Revisão	Inspeção realizada após 1º, 5º e 7º Anos do ciclo
Revisão de dois anos	R2	Revisão	Inspeção realizada após 2º ano do ciclo
Revisão de três anos	R3	Revisão	Inspeção realizada após 3º ano do ciclo
Revisão de quatro anos	R4	Revisão	Inspeção realizada após 4º ano do ciclo
Revisão de cinco anos	R	Revisão	Inspeção realizada após 5º ano do ciclo
Revisão de seis anos	R6	Revisão	Inspeção realizada após 6º ano do ciclo
Revisão de oito anos	R8	Revisão	Inspeção realizada após 8º ano do ciclo

Fonte (CFM, 2016)

2.4.3. Frota de locomotivas nos CFM-Sul

TABELA 2 DISPONIBILIDADE DE LOCOMOTIVAS DO CFM- SUL, (NOVEMBRO 2024)

Locomotivas		Quantidade	Potência (HP)	Esforço trator (tons)	Serviço
Designação	Designação interna				
RL30SCC-3	D001 ate D005	10	3000	2700	Operação
C30ACI	D701 até D715	12	3000	2700	Operação
WDM2C	D612 e D613	2	3000	2700	Passageiro
YDM4A	D606 e D608	2	1500	1200	Passageiro
U20C	D52 até D131	16	1500	1200	Manobras
U10B	D501 até D502	2	1000	800	Manobras

Fonte: Departamento de Tracção (setembro, 2024)

2.5. Sistemas de Informação

Sistemas de informação é um conjunto organizado de pessoas, hardware, software, rede de comunicação e dados, que são colectados e transformados em informações dentro de um ambiente organizacional. (O'brien, 2004).

Um sistema de informação caracteriza-se como sendo toda ferramenta que manipula dados, transformando-os em informações, utilizando ou não meios tecnológicos para isso.

Além de dar apoio à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam os gestores e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos. (Laudon, 2009).

2.5.1 Impacto do uso das Tics nas Organizações

O desempenho das organizações deve ser avaliado pela eficácia na realização dos objectivos e pela eficiência na utilização dos recursos. Nenhum sistema consegue abordar, de forma integrada, todas as actividades e operações de uma organização. Dessa forma, os gestores utilizam diferentes instrumentos e métodos para lidar com as diversas actividades e elementos da organização (Chiavenato, 1996).

A informação assume um papel estratégico no funcionamento das organizações, sendo considerada um recurso essencial para a tomada de decisão e para a criação de valor.

Neste sentido, a informação pode ser entendida como um conjunto de dados organizados e estruturados de forma a permitir a sua utilização eficaz por indivíduos ou instituições. A sua

correcta utilização contribui directamente para a melhoria do desempenho organizacional, podendo inclusive influenciar a continuidade ou descontinuidade das actividades (Beal, 2009). Apesar da sua importância, a principal limitação no uso da informação nas organizações não está necessariamente na sua ausência, mas sim na sua má utilização ou subaproveitamento. Em muitos casos. As organizações dispõem de grandes volumes de dados, porém enfrentam dificuldades em transforma-los em informação útil para apoio à decisão. Este cenário evidencia a necessidade de mecanismos que permitam a recolha, processamento e utilização eficiente da informação disponível (Beal, 2009).

Neste contexto, a Tecnologia da Informação (TI) e os Sistemas de Informação desempenham um papel fundamental, ao possibilitarem a geração, organização e disponibilização de informação de forma estruturada e em tempo oportuno. Estes sistemas contribuem para a melhoria da tomada de decisão, redução de custos operacionais e aumento da precisão dos relatórios, especialmente em áreas como a gestão patrimonial e a administração de recursos materiais, humanos e financeiros (Dias,1998).

é alertava (Beal, 2009) que a informação é um património, ela agrega valor à organização. É um conjunto de dados classificados e organizados de forma que uma pessoa ou uma organização possa tirar proveito.

3. Capítulo III - Material e Métodos

O presente capítulo aborda de forma explicativa sobre os métodos e materiais utilizados para o alcance dos objectivos estabelecidos para o presente trabalho, sobre como e em que fase cada metodologia e material foram utilizados.

3.1. Metodologia Investigação

Os dados que auxiliaram o processo de desenvolvimento foram colhidos por meio de uma pesquisa. A pesquisa é vista como um conjunto de acções, propostas para encontrar a solução para um problema que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo (Menezes, 2005).

No presente trabalho, foi utilizada a abordagem de pesquisa aplicada, visto que esta envolve uma abordagem interpretativa dos acontecimentos vividos no sistema ferroviário mundial, o que significa que os pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender os fenómenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem (Menezes, 2025).

A pesquisa aplicada é toda aquela que tem com objectivo gerar conhecimentos para aplicação prática à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (Menezes, 2005).

3.2. Técnicas de Recolha de Dados

Como forma de alcançar os objectivos rumo a um produto que responda eficientemente os desafios decorrentes da busca de soluções para um determinado problema, é primordial colher dados que possam dar suporte a proposta de solução do problema em causa.

De modo que a eficiência do modelo proposto garanta a resolução do problema, é crucial o uso das mais adequadas técnicas de recolha de dados. Os dados colhidos são posteriormente processados e transformados em informação que, por conseguinte, é utilizada para orientar a todos aqueles que se debruçam rumo a busca de resposta do problema. Na sequência são apresentadas as técnicas de recolha de dados usadas na elaboração do presente trabalho.

3.2.1. Pesquisa Bibliográfica

De acordo com a pesquisa bibliográfica que busca o levantamento e análise crítica dos documentos publicados sobre o tema a ser pesquisado com intuito de actualizar, desenvolver o conhecimento e contribuir com a realização da pesquisa. Devido a natureza dos

constrangimentos vividos nas operações, é de extrema importância considerar e usar dados actuais e relevantes relacionados ao tema de pesquisa, para tal foram feitas consultas e análise sobre relatórios, teses, artigos, publicações de resultados de pesquisa no que diz respeito a soluções tecnológicas aplicáveis (Bocato, 2006).

3.2.2. Análise Documental

De acordo com (Oliveira, 2007) a análise documental consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica e, nesse caso, preconiza-se a utilização de uma fonte paralela e simultânea de informação para complementar os dados e permitir a contextualização das informações contidas nos documentos. A análise documental deve extrair um reflexo objetivo da fonte original, permitir a localização, identificação, organização e avaliação das informações contidas no documento, além da contextualização dos fatos em determinados momentos.

A análise documental permitiu ao autor examinar uma variedade de documentos, tais como histórico das avarias, plano de manutenção, disponibilidade do material circulante, registos e evolução das locomotivas pretendida, assim como desempenho das locomotivas e vagões no âmbito da manutenção.

Essa técnica possibilitou obter uma visão abrangente do histórico de desempenho de cada locomotiva e vagão, bem como identificar a quilometragem que cada veículo percorre e tendências ao longo do tempo. Através dessa análise, o pesquisador pôde compreender melhor a evolução do desempenho das manutenções e os pontos fortes e fracos em relação aos objectivos estabelecidos.

3.2.3. Entrevista

A entrevista permite colher dados intangíveis como sentimentos e emoções dos entrevistados que no final tem um impacto significativo na elaboração do modelo. De acordo com Lakatos e Marconi (2003), a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversa de natureza profissional, podendo ela ser estruturada ou não, onde na entrevista estruturada, o entrevistador segue uma sequência de perguntas e respostas previamente estabelecidas, minimizando a variação de respostas e uniformizando a informação obtida, enquanto, na entrevista não-estruturada o entrevistador, bem como o entrevistado, tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direcção que considere adequada.

Julgando que uma das mais imprescindíveis formas de melhor perceber um determinado objecto de estudo é buscando dados junto às entidades que lidam com o mesmo no seu dia-a-dia, pois com o passar do tempo a sua experiência e conhecimento vai aumentando em torno do objecto de estudo em causa. Para o efeito, foram efectuadas **entrevistas estruturadas** aos responsáveis

por 3 departamentos, respectivamente **Material Motor**, **Material Rebocado** e **Revisão de Material**, na qual foi usado um total de 49 colaboradores para buscar dados de sendo que turno é composto por vários colaboradores de um número mínimo de 7 a 10 membros de turnos diferentes. O objectivo dessas entrevistas foi obter informações cruciais sobre as necessidades, percepções e expectativas dos colaboradores em relação ao sistema de manutenção que está sendo desenvolvido. As entrevistas foram conduzidas de forma aprofundada, permitindo aos participantes expressar suas opiniões e experiências de maneira aberta. As questões abordaram tópicos, como o conhecimento Web de manutenção de vagões e locomotivas. As respostas obtidas nessas entrevistas desempenharam um papel fundamental na elaboração de diretrizes e funcionalidades do sistema, visando atender às necessidades reais dos funcionários e, assim, otimizar a eficiência do processo de avaliação de desempenho das manutenções programadas e realizadas.

3.3. Metodologia de Desenvolvimento

Para desenvolver o sistema Web de manutenção de vagões e locomotivas no Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique CFM-Sul escolheu-se a Metodologia em ágil, porque o mesmo modelo “tem como filosofia defender a entrega incremental e satisfação do cliente. Neste ponto o contacto com o cliente tem uma maior frequência. E como existe fragmentação do *Software* para ser uma entrega incremental, a parte de análise não é tão forte neste processo” (Sommerville, 011).

Por outro lado (Pressman,2006), também diz que, “o modelo ágil pode fornecer uma funcionalidade de alta prioridade, de forma que os clientes logo poderão obter valor do sistema durante seu desenvolvimento. Os clientes podem assim ver os requisitos na prática e especificar mudanças para serem incorporadas nos releases posteriores do sistema”.

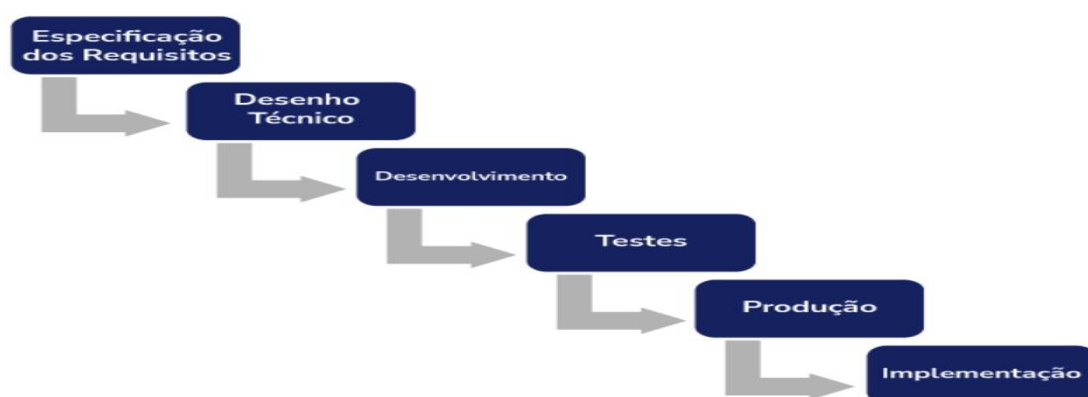


FIGURA 11. PROCESSO DE MODELO ÁGIL (GOOGLE, 2025)

3.4. Ferramentas de Desenvolvimento

Como forma de acelerar o processo de desenvolvimento do modelo proposto, foram escolhidas as ferramentas mais adequadas para o efeito. Neste capítulo serão apresentadas as ferramentas usadas durante todo o processo de desenvolvimento.

3.4.1. Ferramentas de Modelação

Para a criação de modelos visuais ilustrados no presente trabalho, e que representam o esquema de funcionamento do sistema, foi usada a ferramenta **Astah Community** na versão 10.0.0. Astah Community é uma ferramenta completa de modelação que permite a concepção esquematizada do funcionamento e interação entre as entidades que fazem parte do sistema. Esta ferramenta é baseada na UML (Unified Modeling Language), que é uma linguagem de modelação definida como padrão em quase todo o mundo devido a sua flexibilidade e disposição de funcionalidades que facilitam o processo de modelação.

3.4.2. Linguagem de Programação

Para o desenvolvimento da proposta de solução foi usado o **laravel** que é um framework livre e de código aberto baseado na linguagem de programação **PHP**, com a implementação da arquitetura MVC (Model-View-Controller).

Segundo Verma (2014) o MVC utilizado pelo laravel é um padrão que visa aumentar a modularidade de sistemas de software, sendo dividido em três componentes básicos, Model, View e Controller, e descreveu estes componentes da seguinte forma:

- Model: é o componente que trabalha a intenção com a base de dados manipulando os dados, lógica e regras;
- View: é o componente que trabalha a interação com o utilizador, a exibição das informações de saída e entrada de várias formas;
- Controller: é o componente que trabalha executando funcionalidade e requisições que manipulam dados através do model, e recebem e enviam dados a View.

Pelizza et al. (2027) afirma que o laravel tem como principal objetivo, auxiliar no desenvolvimento de aplicações seguras e de alto desempenho de forma ágil e simplificada, com código limpo, incentivo a boas práticas de programação e a utilização de padrões específicos a ele determinado.

O laravel implementa o Blade, que dispõe de uma gama de ferramentas que ajudam na criação de interfaces amigáveis e ainda evita a redundância de código. O mesmo utiliza também uma implementação simples do Eloquent ORM, que é uma ferramenta que trás várias funcionalidades para facilitar a inserção, actualização busca e exclusão de registos. Com uma configuração simples e com pouco código, permite configurar a conexão com a base de dados. Para o *front-end* foi usado o **PHP** que é um framework baseado em Javascript, que dispõe de vários recursos que permitem uma experiência de utilizador agradável, dinâmica e prática.

3.4.3. Sistema de gestão de base de dados (SGBD)

Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) é um conjunto de programas que possibilitam a criação e manipulação de (inserção, eliminação, actualização e consulta) dados, onde os dados são independentes dos programas que os manipulam.

Como Sistema de Gestão de Base de Dados optei por usar o **MySQL**, que é um sistema de gestão de base de dados relacional baseado na linguagem **SQL** (Linguagem de Consulta Estruturada), de licença dupla (sendo uma delas de código aberto), projectado inicialmente para trabalhar com aplicações de pequeno e médio porte (Milani, 2006). O **MySQL** dispõe de vários recursos, capacidade de manipulação e armazenamento de grandes volumes de dados, adaptabilidade com sistemas de diferentes linguagens de programação.

Um dos factores que faz com que o MySQL se destaque dos demais SGBD é o facto do mesmo ser suportado pela maioria dos sistemas operativos existentes no mercado, visto que o MySQL é um programa escrito em C e C++, isto torna extremamente fácil a sua portabilidade entre diferentes plataformas (Milani, 2006).

3.4.4. Ambiente de Desenvolvimento

As ferramentas de desenvolvimento são frequentemente agrupadas para criar um ambiente de desenvolvimento integrado (ID). Um IDE é um conjunto de ferramentas de software que suporta diversos aspectos de desenvolvimento de software, dentro de um *framework* comum e uma interface de usuário. Geralmente, os IDE's são criados para apoiar o desenvolvimento de uma linguagem programação específica (Sommerville 2011). O IDE usado para a concepção do modelo foi o **Visual Studio Code**. Optei em usar o Visual Studio Code pelo facto de este ser um editor de código – fonte leve, porém poderoso, que oferece suporte para a linguagem de programação (PHP) usada no desenvolvimento do modelo. O Visual Code roda na sua área de trabalho e está disponível para Windows, macOS e Linux. Este vem com suporte para Javascript, TypeScript e Node.js e possui um rico ecossistema de linguagens de programação como (C++, C#, PHP, Java, python, Go).

4. Capítulo IV - Resultados e Discussão

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos por via da investigação realizada, apresentando o caso de estudo, o modelo actual de modo a perceber o problema a resolver. De seguida será apresentado o modelo proposto, a arquitectura, os requisitos da solução proposta e os diagramas resultantes da modelação do sistema.

Responderam do questionário funcionários de diferentes departamentos diferentes, distribuídos da seguinte forma: 16 colaboradores do Departamentos manobras, (16) dezasseis colaboradores Departamento de Material Rebocado e (17) dezassete colaboradores do Departamento de Revisão de Material escolhidos como forma da mostra, e seguem abaixo os resultados dos dados obtidos através das entrevistas realizadas:

Na figura 13 **observamos** o gráfico que representa os profissionais que alguma vez usaram o sistema Web nos departamentos supracitados em fevereiro de 2025, onde 33% referiram que já usaram. Explicados o que poderia ser um sistema de gestão de manutenções e vagões dos 49 participantes 55% referiram que o mesmo ajudaria a facilitar a previsão da próxima manutenção, 33% referiram que o sistema ajudaria a saber quantas vezes a locomotiva deu entrada na manutenção e os restantes 12% dos participantes referiu que ajudaria no controlo da vida útil do equipamento, ver a figura 12.

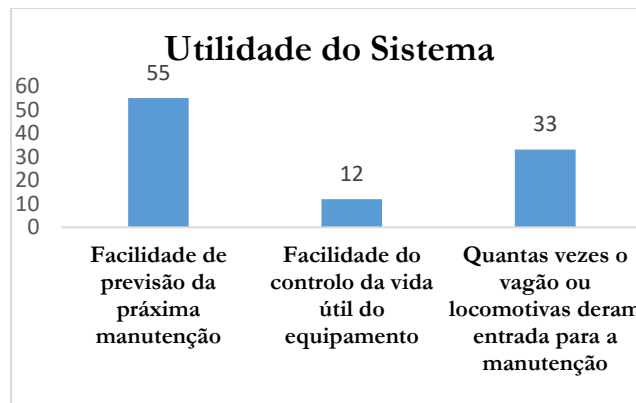
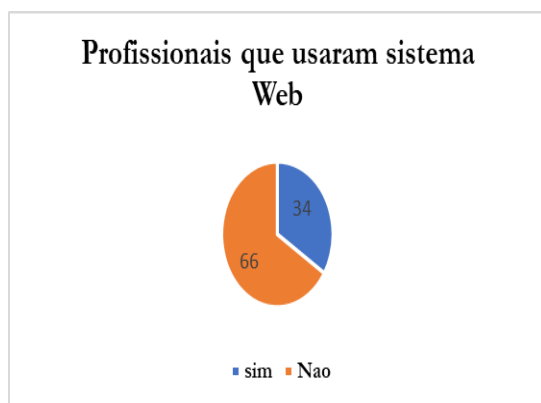


FIGURA 12. GRÁFICOS ILUSTRATIVO DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA

FIGURA 13. GRÁFICO ILUSTRATIVO DE UTILIZAÇÃO SISTEM

Questionados sobre quais os problemas na gestão de locomotivas referiram em 35% o controle manual de avarias, 25% identificação de testes de freios, 25% recepção de material avariado simultaneamente e 15% dependência do plano do ciclo num intervalo de dois em dois anos figura 15. Buscou-se saber se um sistema Web poderia ter benefícios na gestão destes problemas e 77% referiram que sim, 12% disseram talvez e 11% referiram que não teriam benefícios, figura 14.

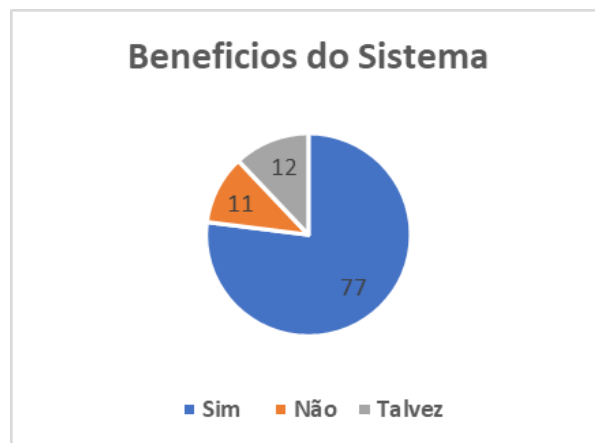
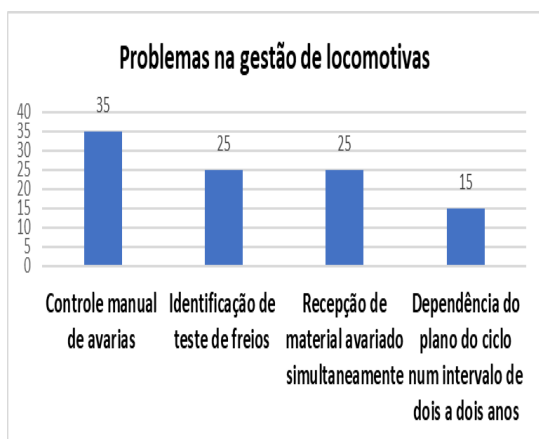


FIGURA 14. PROBLEMAS NA GESTÃO DE LOCOMOTIVA FIGURA 15. BENEFÍCIOS DO SISTEMA

Durante a entrevista foram questionados sobre a implicação de formar vagões avariados e mais do que a metade (51%) referiu que havia uma perda de tempo significativa desses vagões da composição, o que poderia levar a perda de tripulação no processo de remoção dos vagões avariados (35%), ver a figura 17. no que toca a dificuldade na formação 52% dos participantes referiram que a identificação de vagões avariado no meio da formação era a maior dificuldade ver a figura 16.

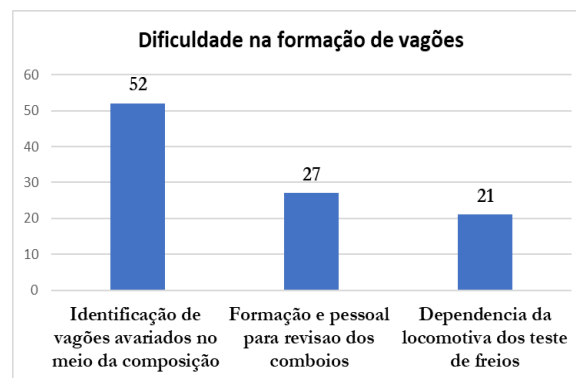
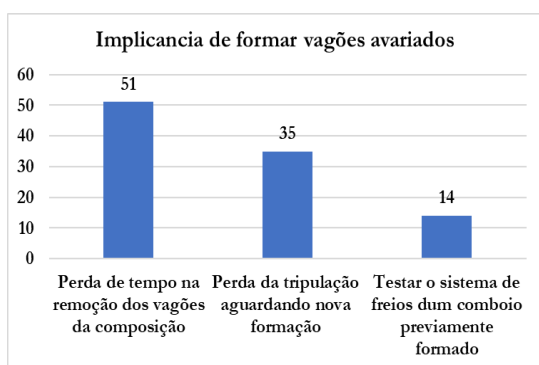


FIGURA 16. IMPLICÂNCIA DE FORMAR VAGÕES AVARIADOS FIGURA 17. DIFICULDADE NA FORMAÇÃO DE VAGÕES

4.1. Modelo Actual

Os dados mais actualizados sobre o histórico das avarias das locomotivas, indicam que a cada viagem feita são detectados casos de actuação no sistema que as mesmas usam. A linha em que esses casos são mais verificados é a de Ressano Garcia e Limpopo devido ao fluxo de comboios e a extensão das linhas (CFM, 2024).

TABELA 3. HISTÓRICO DE AVARIAS DAS LOCOMOTIVAS NOS CFM-SUL, 3º TRIMESTRE DE 2024

Locomotiva	Data	Quilómetros	Tipo de Avaria	Local da Falha	Estado da Loco
D4003	09.09.2024	Km250	Fuga de água no tanque de expansão	Chóckwe	Operacional
D105	03.09.2024	Km225	Fraca Potência	Limpopo	Não operacional
D701	31.08.2024	km5	Actua interpretor de controle	MMP	Operacional
D712	15.08.2024	Mpaka	Actua constantemente PCs	Goba	Operacional
D3006	20.07.2024	KM192	Actuação de Relé Terra	limpopo	Operacional

Fonte: Departamento de Material Motor - Oficinas gerais (setembro, 2024)

4.1.1. Entidades Envolvidas

Nos meios usados actualmente no processo de manutenção e reprogramação do material circulante identificam-se 3 actores relevantes, definidos a seguir.

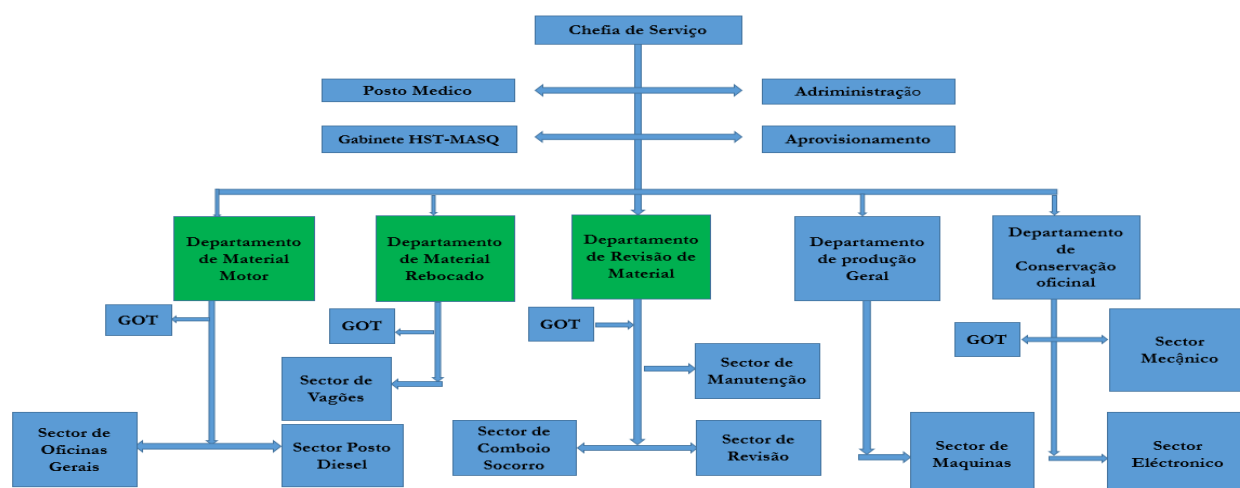


FIGURA 18 . ORGANOGrama DO SERVIÇO OFICIAL

Departamento de Material Motor: departamento que lida com toda engenharia mecânica, manutenção das locomotivas e aquisição dos respectivos equipamentos a nível da área dos serviços oficiais e fazem a previsão da entrega das locomotivas.

- Departamento de Material Rebocado:** departamento responsável pelo reboque dos equipamentos no caso de descarrilamento das locomotivas ou vagões, e que seja necessário equipamento de carrilamento como gruas etc.

b) **Departamento de Revisão de Material:** departamento responsável pela reparação e manutenção de vagões, que é composta pelo pessoal do sector de manutenção e sector de revisão.

4.1.2. Processo de Manutenção do Material Circulante nos CFM-Sul

Actualmente, CFM realiza a programação das manutenções do material circulante por meio de planilhas em Excel, no qual o chefe da tracção faz o controle diário da rotação das locomotivas o que permite controlar o percurso de cada locomotiva e a mesma informação é partilhada via Whatsapp com os demais agentes interessados, e quanto a manutenção de vagões são feitas na planilha Eexcel, e só é sabida como avaria quando são feitos testes de freios quando o comboio estiver formado e pronta para partir. Para a realização das manutenções, existem três actores a citar: Departamento de Material Motor, Departamento Material Rebocado, Departamento de Revisão de Material.

4.1.3. Arquitectura do Modelo Actual

Na sequência, segue a arquitetura do modelo actual, com vista a melhor clarificar as interações das entidades envolvidas nos procedimentos actualmente usados no processo de manutenção de vagões e locomotivas.

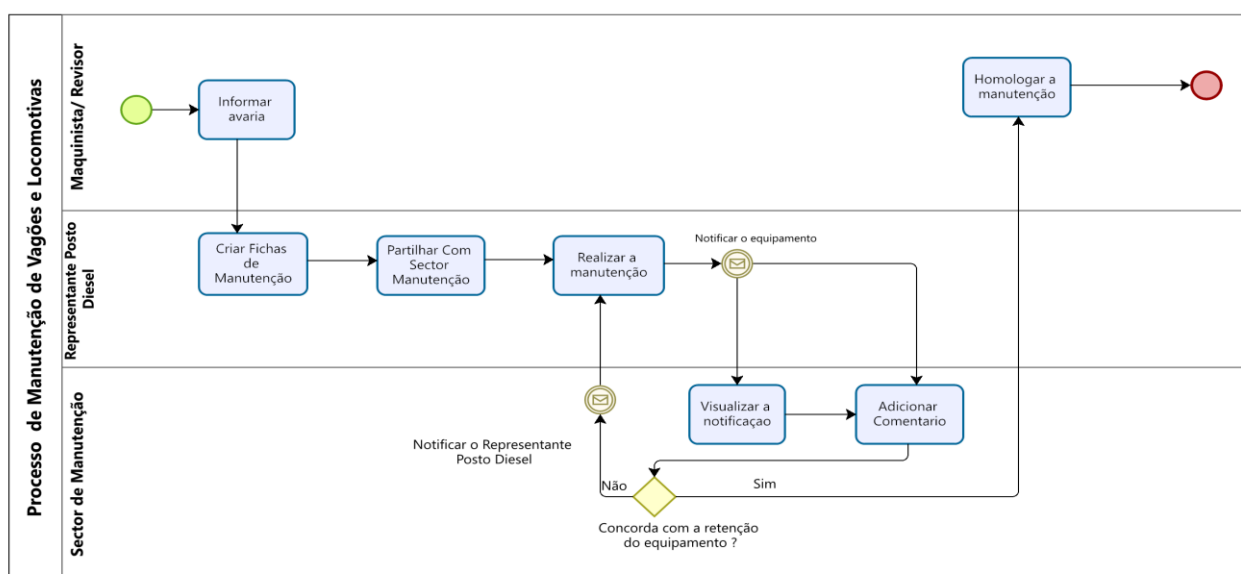


FIGURA 19. ARQUITETURA DO MODELO ACTUAL NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE VAGÕES E LOCOMOTIVAS

4.2. Modelo Proposto

O modelo proposto visa tirar proveito das TIC para tornar o processo de manutenção de vagões e locomotivas mais fácil, dinâmico e eficiente. A proposta de solução irá compreender a concepção de um modelo do sistema de manutenção de material circulante em uma plataforma web que irá abranger os 4 principais intervenientes em volta do processo de avarias de vagões e locomotivas, as avarias que precisam de manutenção são intervencionadas seguindo algum plano. Neste, como em outros, é crucial entender o fluxo de dados e as actividades disponíveis para os principais intervenientes do mesmo. Sendo este modelo concebido em uma plataforma web, os 4 principais intervenientes acima citados apenas precisam de ter posse de algum dispositivo (computador, tablet, computador, ou algum outro dispositivo com conexão a internet) com algum browser instalado para poder aceder ao modelo do sistema de manutenção de vagões e locomotivas.

Ao aceder ao sistema, primeiramente todos os utilizadores terão acesso a página principal. Ainda na página principal os utilizadores terão a possibilidade de autenticar-se no sistema.

Para poder ter acesso a todas as funcionalidades que o sistema dispõe de acordo com cada nível de utilizador, os mesmos deverão estar devidamente registados e autenticados.

O administrador do modelo deverá estar autenticado, para poder executar actividades como registo dos utilizadores normais (técnicos da revisão, técnicos de manobras e maquinistas),

Como forma de solucionar os constrangimentos encontrados e apresentados no modelo actual, é apresentado um modelo que consiste no desenvolvimento de uma aplicação *Web* que visa facilitar a gestão de processos de manutenções.

O sistema é composto por quatro níveis de acesso principais, sendo Administrador, Revisor de Manobras, maquinista e Sector de Manutenção.

O Administrador: será responsável por realizar a parametrização do sistema, que é o cadastro dos maquinistas, operador e a mexida de alguns cadastros a nível do sistema no *back-end*.

Técnico de Revisão: pessoal responsável por formar o comboio, testar e detectar avarias e testes de freios vagão por vagão e em coordenação com maquinista reportar ao Sector de Manutenção caso haja alguma anomalia.

Técnico de Piquete: é o maquinista tem que como função tripular o comboio, fazer toda operação, refiro-me a movimentação dos vagões ou do comboio de um destino para outro, assim como o reportar avarias das locomotivas e bem como a falta de marcação de freios dos vagões.

Técnico de Remissa são as áreas responsáveis pela manutenção dos equipamentos, deteção das avarias e estimativa da data provável da entrega.

4.2.1. Arquitetura do Modelo Proposto

Com vista a melhor clarificar as interações dos actores do sistema e o seu princípio de funcionamento, de seguida é apresentada, na figura 20, a representação gráfica do modelo do sistema de manutenção de vagões e locomotivas.

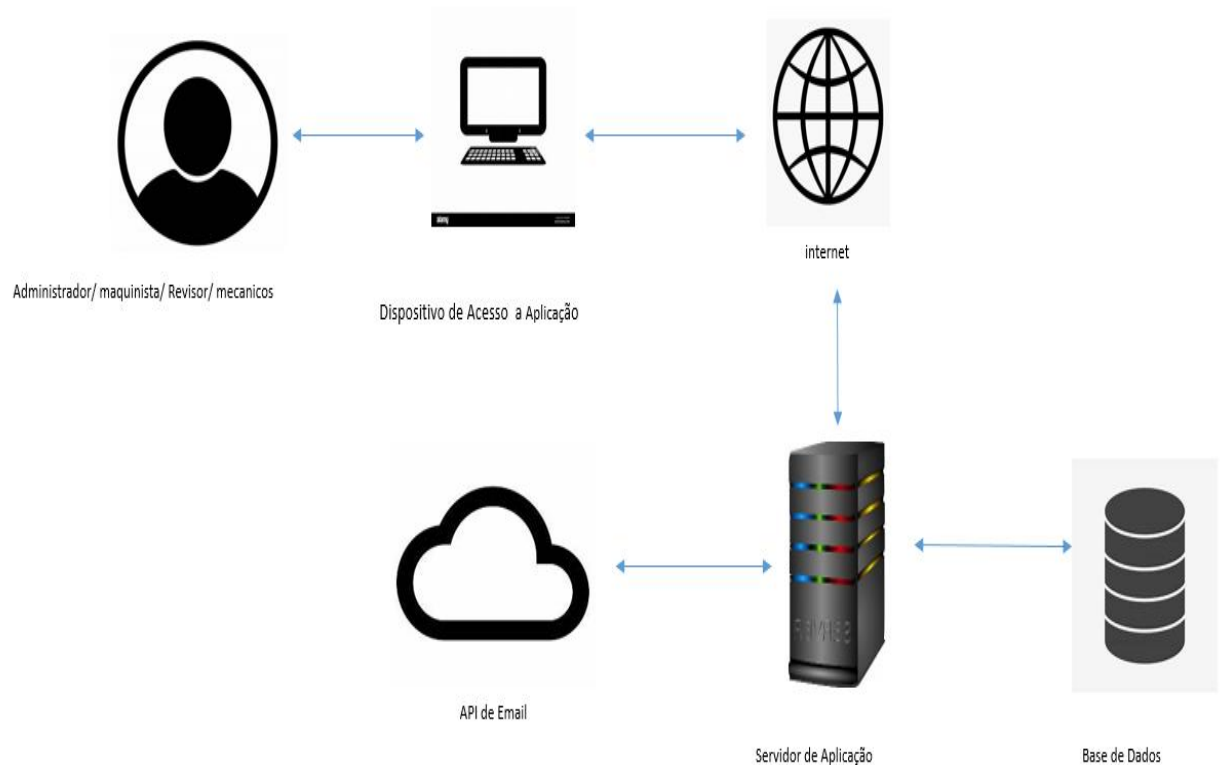


FIGURA 20. MODELO PROPOSTO DE MANUTENÇÃO DE VAGÕES, E LOCOMOTIVA

4.3. Requisitos do Sistema

Os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferece e as restrições a seu funcionamento. Esses requisitos refletem as necessidades dos clientes para um sistema que serve a uma finalidade determinada, como controlar um dispositivo, colocar um pedido ou encontrar informações (Sommerville, 2011).

i. Identificação dos Requisitos

Para a representação dos requisitos funcionais do sistema, foi usada a denotação **RF** e **RNF** para os requisitos não funcionais. De forma que se tenha uma interpretação correcta da tabela de requisitos é necessário ter conhecimento de algumas identificações e termos específicos usados durante a sua elaboração, que são descritos a seguir: ■

A coluna **Código** define o identificador único do requisito que inicia por **RF** denotada por requisitos funcionais, e **RNF** denotada por requisitos não funcionais;

■ A coluna **Descrição** define a funcionalidade básica do requisito escrito usado uma linguagem natural.

ii. Prioridade de Requisitos do Sistema

Para estabelecer a prioridade dos requisitos, foram adoptadas as seguintes designações: Alta, Média e Baixa. Abaixo temos a descrição de significado de cada uma dessas designações:

■ **Alta** – É o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. São requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados obrigatoriamente;

■ **Média** – É o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim;

■ **Baixa** – É o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. São requisitos que podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo suficiente para implementá-los na versão que está sendo especificada.

4.3.1. Requisitos funcionais

São declarações de serviços que o sistema deve fornecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais também podem explicitar o que o sistema não deve fazer. Sommerville (2011).

TABELA 4. REQUISITOS FUNCIONAIS, (AUTOR, 2024)

Código	Descrição	Prioridade
RF001	Permitir o registo do Técnico Manutenção	Alta
RF002	Permitir o registo do Técnico de Piquete	Alta
RF003	Permitir o registo de Técnico de Remissa	Alta
RF004	Permitir actualizar dados	Média
RF005	Iniciar sessão	Alta
RF006	Terminar sessão	Baixa
RF007	Permitir o registo de vagões	Alta
RF008	Visualizar perfil	Média
RF009	Bloquear utilizador	Baixa
RF010	Listar vagões disponíveis no sistema	Média
RF011	Listar. Técnicos inactivos	Média
RF012	Listar detalhes das manutenções nas locomotivas	Alta
RF013	Permitir que o sistema insira partidas e chegadas de comboios	Alta
RF014	Listar detalhes das avarias de vagões e locomotivas	Alta
RF015	Imprimir o relatório das avarias	Média
RF016	Notificar o tipo de manutenção a ser realizada nas locomotivas	Média
RF017	Exibir relatórios	Baixa
RF018	Listar a categoria do maquinista	Baixa
RF019	Listar. Técnicos activos	Média
RF020	Listar as avarias em curso	Alta
RF021	Listar as avarias resolvidas	Média

4.3.2. Requisitos não funcionais

São restrições às funções ou serviços oferecidos pelo sistema. Ao contrário das características individuais ou serviços do sistema, os requisitos não funcionais, muitas vezes, aplicam-se ao sistema como um todo. Ou seja, estes requisitos representam as qualidades globais de um software: usabilidade, desempenho, custos, segurança, tempos de resposta, volume de informação, restrições de acesso, entre outros (Sommerville, 2011).

A Tabela abaixo, apresenta os requisitos não funcionais.

TABELA 5. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS (AUTOR, 2024)

Código	Descrição	Prioridade
NF001	Apresentar uma interface amigável e de fácil utilização	
NF002	Permitir que o sistema tenha boa performance independentemente do volume de dados	
NF003	Permitir que o sistema seja responsivo	
NF004	Encriptar as senhas dos usuários na base de dados	
NF005	Permitir fazer backups diariamente	
NF006	Garantir que o sistema seja protegido contra acesso não autorizado	

4.4. Modelação do Sistema Proposto

Os modelos do sistema permitem fazer uma ilustração gráfica das funcionalidades do sistema, e estes podem ser usados para ilustrar estas funcionalidades tanto para clientes como para a equipe de desenvolvimento, pois estes são de extrema utilidade em praticamente todo ciclo de desenvolvimento do *software* (Sommerville, 2011).

Modelação é usada durante o processo de engenharia de requisitos para ajudar a extrair os requisitos do sistema. Durante o processo do projecto, são usados para descrever o sistema para os engenheiros que o implementam, e depois do desenvolvimento são usados para documentos a estrutura e funcionamento do sistema.

4.4.1. Diagrama de classe

É um Modelo que serve para representar a estrutura do sistema em termos de componentes (objectos) que compõem o sistema e o relacionamento entre eles. Um relacionamento é um link entre classes que indica que há uma relação entre essas classes (Sommerville, 2011).

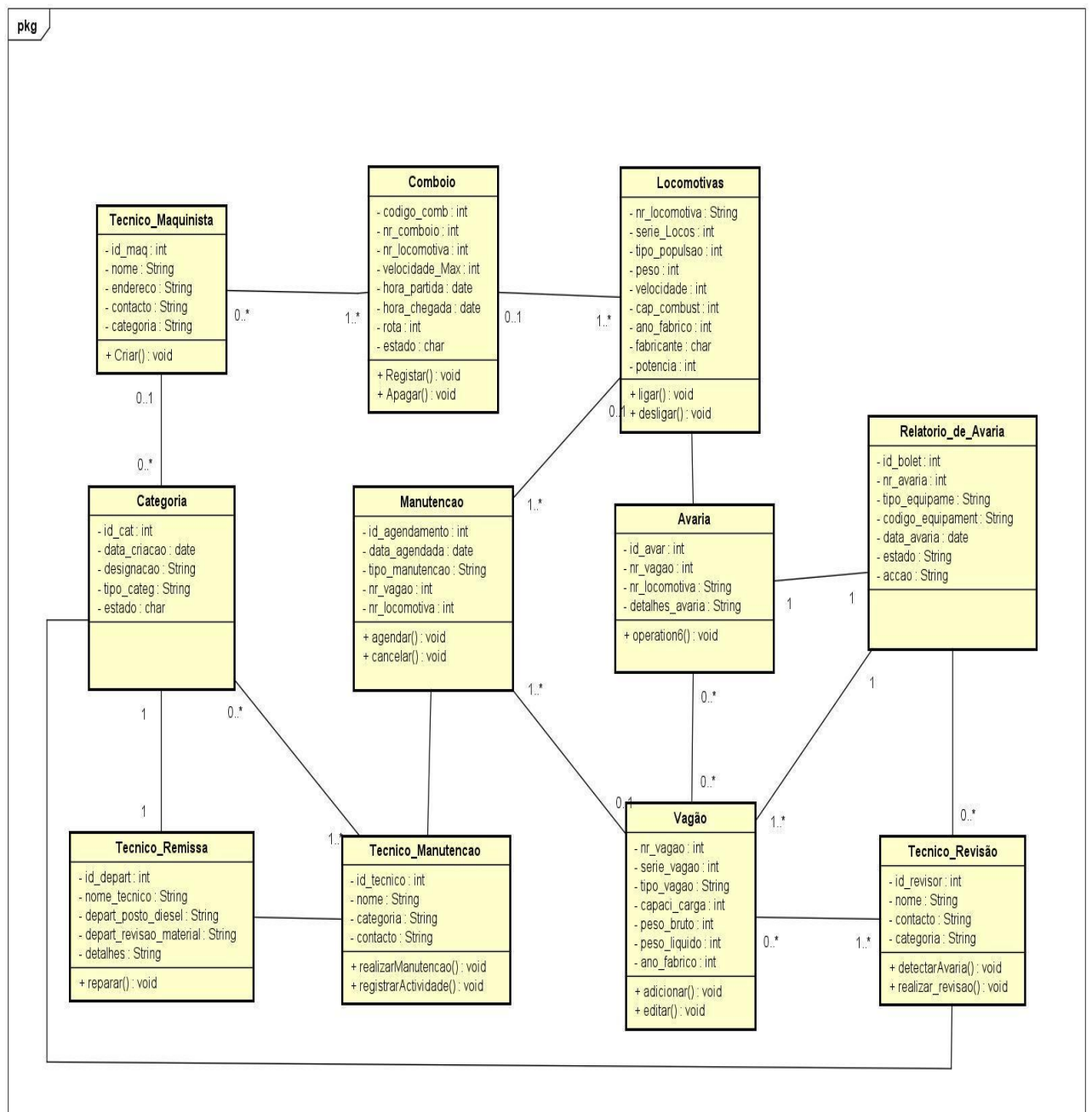


FIGURA 21. DIAGRAMA DE CLASSE (FONTE, AUTOR)

4.4.2. Diagrama de caso de uso

O diagrama de casos de uso é uma técnica utilizada para descrever a funcionalidade de um sistema através de actores que interagem com o sistema. De acordo com Furtado (2002), actores representam um papel e iniciam o caso de uso que, por sua vez, deve entregar um valor concreto de retorno ao actor. Actores e casos de uso estão conectados através de associações.

a) Diagrama de caso para autenticação dos utilizadores

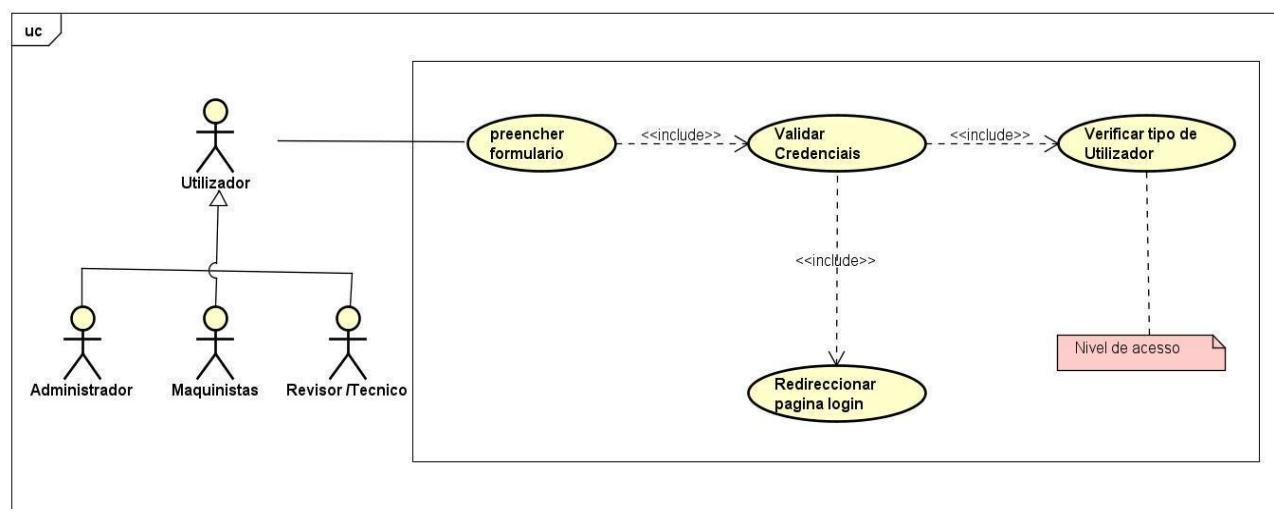


FIGURA 22. DIAGRAMA DE CASOS DE USO: AUTENTICAÇÃO DOS UTILIZADORES (AUTOR, 2025)

TABELA 6. CASO DE USO. PREENCHER TELA LOGIN (AUTOR, 2024)

UC001	Preencher Tela login
Actor	Todos
Prioridade	Alta
Pré-condição	Possuir conta para acesso ao sistema
Fluxo principal	Independentemente do perfil do utilizador, é imperioso já ter sido registado no sistema. Durante a autenticação, deverá preencher o formulário de autenticação, composto por e-mail e senha.
Pós-condição	Utilizador autenticado no sistema com sucesso

TABELA 7. CASO DE USO. VALIDAR CREDENCIAIS (AUTOR, 2024)

UC002	Criar Validação
Actor	Todos
Prioridade	Alta
Pré-condição	Possuir conta para acesso ao sistema
Fluxo principal	A validação das credenciais é feita quando o utilizador preenche o formulário e clica no botão para submeter o mesmo.
Pós-condição	Utilizador autenticado no sistema com sucesso

a) Diagrama de casos de uso para Administrador geral do sistema.

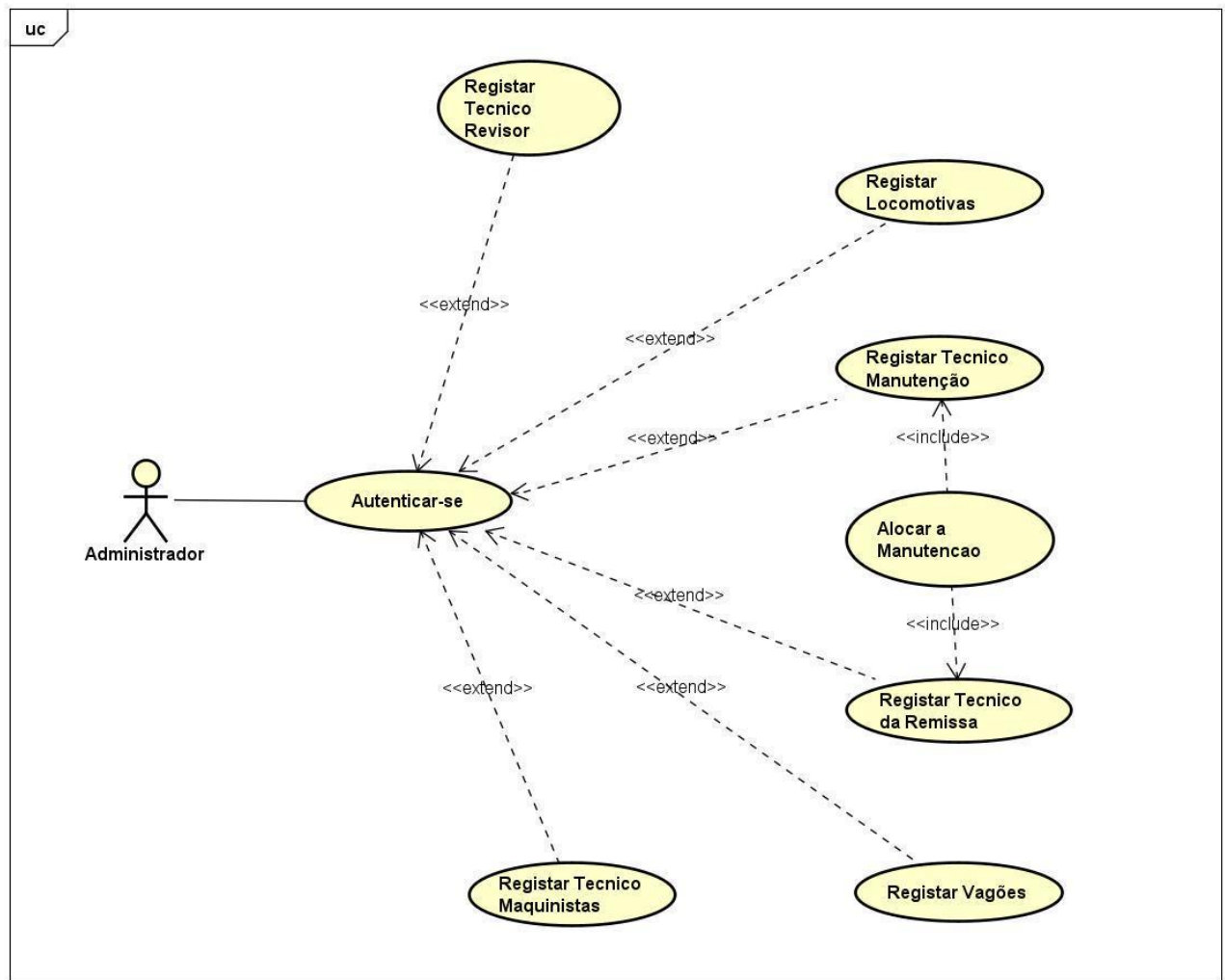


FIGURA 23. DIAGRAMA DE CASO DE USO PARA ADMINISTRAÇÃO GERAL DO SISTEMA (AUTOR, 2025)

TABELA 8. CASO DE USO – REGISTRAR TÉCNICO MANUTENÇÃO, (AUTOR, 2025)

UC003	Registrar Técnico Manutenção
Actor	Administrador
Prioridade	Alta
Pré-condição	Estar autenticado como Administrador
Fluxo principal	Preencher o formulário do registo dos Técnicos e clicar no botão “Salvar” para submeter os dados, caso todos os dados estejam devidamente preenchidos, serão guardados na base de dados.
Pós-condição	Técnico Registrado

TABELA 9. CASO DE USO: REGISTRAR LOCOMOTIVA, (AUTOR, 2025)

UC004	Registrar Locomotiva
Actor	Administrador
Prioridade	Alta
Pré-condição	Estar autenticado como administrador
Fluxo principal	Preencher o formulário de registo de locomotiva com os dados possíveis, adicionar toda informação relacionada com a sua capacidade, serie, ano de fabrico e submeter para gravar.
Pós-condição	Locomotiva Registrada com sucesso

TABELA 10. CASO DE USO: REGISTRAR VAGÃO, (AUTOR,2025)

UC005	Registrar Vagão
Actor	Administrador
Prioridade	Alta
Pré-condição	Estar autenticado como administrador.
Fluxo principal	O Sistema deve solicitar número de vagão, capacidade de carga e tipo (Bordas baixas, tanques, plataformas).
Pós-condição	Vagão está registrado no sistema e pode ser designado para operação.

TABELA 11. CASO DE USO: REGISTRAR TÉCNICO DE PIQUETE, (AUTOR, 2025)

UC006	Registrar Técnico de Piquete
Actor	Administrador
Prioridade	Alta
Pré-condição	Técnico de Piquete deve possuir certificações válidas.
Fluxo principal	Preencher o formulário de registo de maquinistas com dados pessoais, como nome, categoria, contacto, número de agente e clicar no botão Gravar'para gravar.
Pós-condição	Técnico de Piquete Registrado

TABELA 12. CASO DE USO: REGISTRAR TÉCNICO DE MANUTENÇÃO

UC006	Registrar Técnico de Manutenção
Actor	Administrador
Prioridade	Alta
Pré-condição	O técnico deve ter acesso ao sistema de manutenção.
Fluxo principal	Preencher o formulário de registo de técnico com dados pessoais, como nome, categoria, contacto, número de agente e clicar no botão “Salvar’ para gravar
Pós-condição	Técnico registado e poder ser designado para serviços de manutenção.

b) Diagrama de Casos de Uso – Registrar a Manutenção

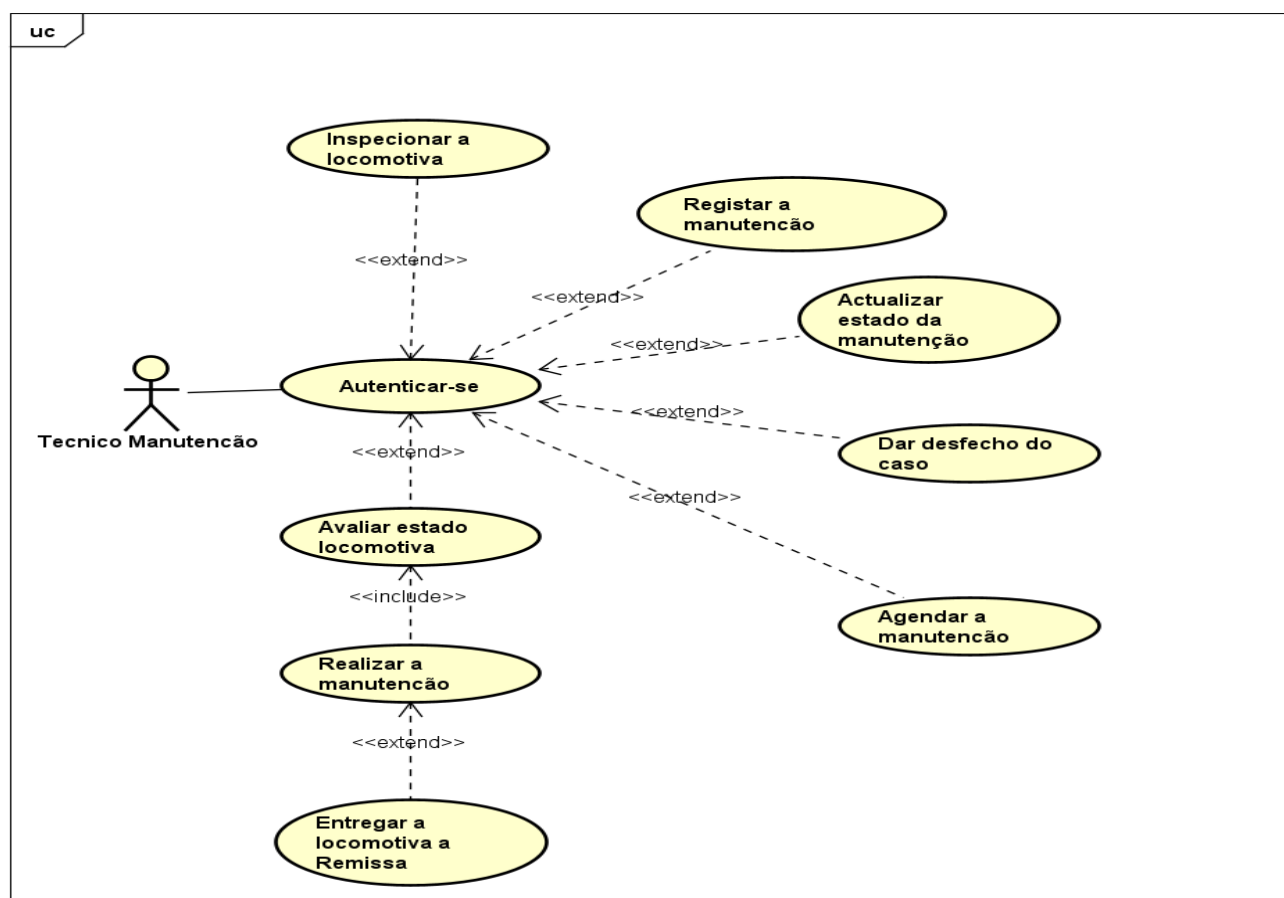


FIGURA 24. CASO DE USO: REGISTRAR A MANUTENÇÃO

TABELA 13. CASO DE USO: REGISTRAR MANUTENÇÃO, (AUTOR,2025)

UC007	Registrar a manutenção
Actor	Técnico Manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar cadastrada no sistema.
Fluxo principal	O técnico deve acessar ao sistema e selecionar “Registrar Manutenção” e inserir os dados da manutenção (tipo de serviço, acessórios, prioridade) salva o registo e passa a ter o seu estado pendente.
Pós-condição	Manutenção Realizada

TABELA 14. CASO DE USO: INSPECIONAR LOCOMOTIVA, (AUTOR,2025)

UC008	Inspecionar. Locomotiva
Actor	Técnico de Manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar disponível para inspeção.
Fluxo principal	O técnico acessa a lista de veículos e seleciona “Realizar Inspeção”. Ainda preenche relatório indicando estado geral, problemas identificados).
Pós-condição	Inspeção Realizada

TABELA 15. CASO DE USO: AGENDAR MANUTENÇÃO, (AUTOR,2025)

UC009	Agendar Manutenção
Actor	Técnico Manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	Deve haver manutenções registradas no Sistema.
Fluxo principal	Gestor de Remissa visualiza as manifestações pendentes, define a data de execução, o técnico responsável e o estado da manutenção muda para “Agendado”.
Pós-condição	Manutenção Agendada

TABELA 16. CASO DE USO: ACTUALIZAR A MANUTENÇÃO, (AUTOR,2025)

UC010	Actualizar Manutenção
Actor	Técnico de Manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	A manutenção deve estar registada no Sistema
Fluxo principal	O técnico selecciona a manutenção em andamento, altera o estado para “Em Andamento ou Concluído” assim como observações sobre o trabalho realizado.
Pós-condição	Manutenção Actualizada

TABELA 17. CASO DE USO: ENTREGAR A LOCOMOTIVA A REMISSA, (AUTOR,2025)

UC010	Entregar a locomotiva a Remissa
Actor	Gestor Remissa
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve dar entrada nas oficinas gerais e estar cadastrada no sistema
Fluxo principal	Registra a entrega, documenta o estado da locomotiva, problemas relatados e conduz a locomotiva ate ao destino.
Pós-condição	Locomotiva Entregue

TABELA 18.. CASO DE USO: DAR DESFECHO DO CASO, (AUTOR,2025)

UC010	Desfecho de Caso
Actor	Gestor de Remissa
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva já foi entregue á equipe de manutenção
Fluxo principal	A equipe de manutenção verifica a locomotiva/realiza uma inspeção inicial para registrar o estado da locomotiva e confirmar as avarias.
Pós-condição	Entrega da Locomotiva formalizada

c) Diagrama de Caso de Uso - Técnico de Remissa

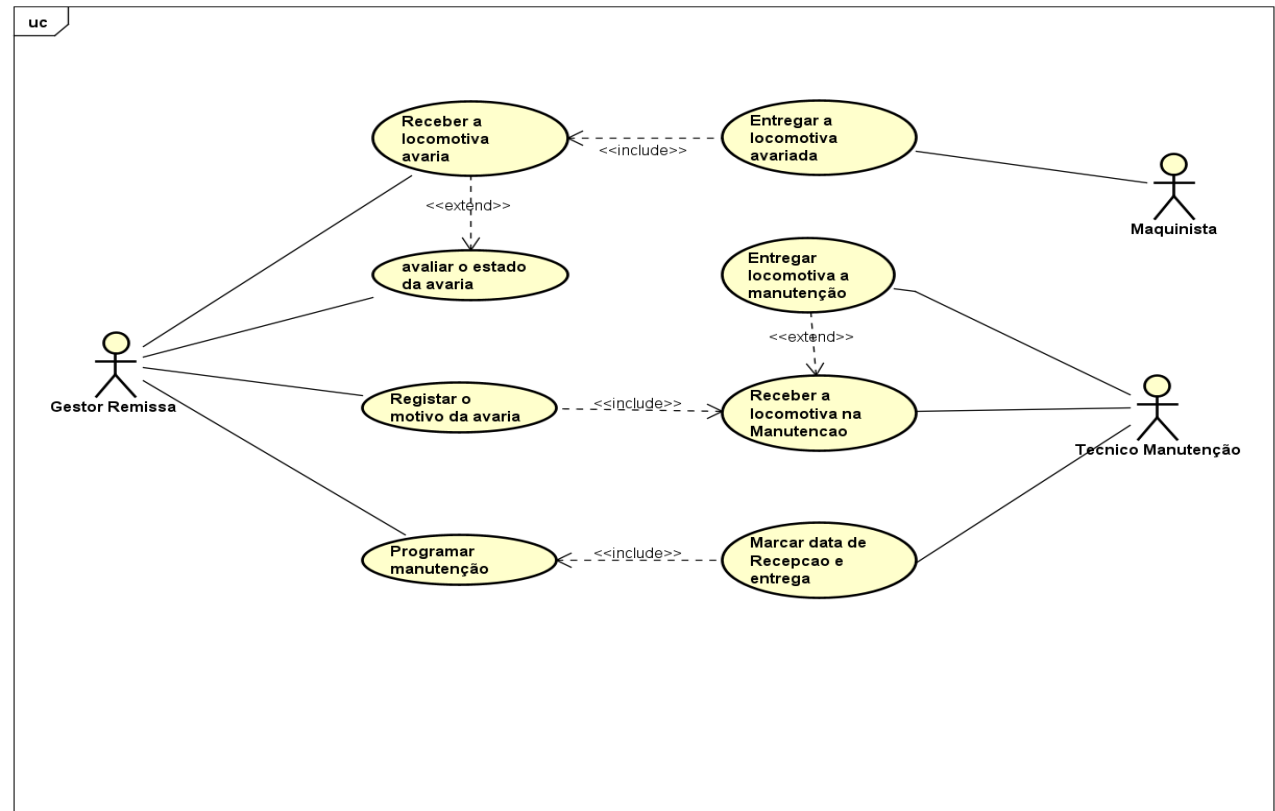


FIGURA 25. DIAGRAMA DE CASO DE USO - TÉCNICO DE REMISSA

TABELA 19. CASO DE USO: GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE LOCOMOTIVAS, (AUTOR,2025)

UC011	Gestão de Manutenção
Actor	Técnico Remissa
Prioridade	Alta
Pré-condição	O operador deve ter acesso ao Sistema para relatar as falhas e ter dados actualizados das locomotivas, incluindo histórico de manutenção.
Fluxo principal	O operador da locomotiva detecta uma avaria ou necessidade de manutenção, ainda se a falha for grave a locomotiva pode ser imediatamente retirada da operação e o reparo será tratado como prioridade.
Pós-condição	A locomotiva retorna a operação com manutenção registrada no histórico

TABELA 20. CASO DE USO: RECEBER LOCOMOTIVA AVARIADA, (AUTOR,2025)

UC011	Receber locomotiva
Actor	Técnico de Remissa
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar devidamente reportada como avariada.
Fluxo principal	O maquinista identifica uma avaria e comunica o problema ao Gestor de Remissa.
Pós-condição	A locomotiva está formalmente recebida e registrada para manutenção.

TABELA 21. CASO DE USO: ENTREGAR A LOCOMOTIVA, (AUTOR,2025)

UC011	Entregar a locomotiva
Actor	Técnico Maquinista
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar devidamente reportada como avariada.
Fluxo principal	O maquinista identifica uma avaria e comunica o problema ao Gestor de Remissa.
Pós-condição	A locomotiva está formalmente recebida e registrada para manutenção.

TABELA 22. CASO DE USO: PROGRAMAR LOCOMOTIVA PARA MANUTENÇÃO, (AUTOR,2025)

UC011	Programar locomotiva para Manutenção
Actor	Técnico de manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	O Sistema deve estar disponível para agendar a manutenção
Fluxo principal	O gerente visualiza as manutenções pendentes e define a data de execução e o técnico responsável.
Pós-condição	A manutenção é registrada no sistema

TABELA 23. CASO DE USO: REGISTRAR A LOCOMOTIVA AVARIADA, (AUTOR,2025)

UC011	Registrar a locomotiva avariada
Actor	Maquinista
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar identificada na base dados
Fluxo principal	Operador registra locomotiva avariada
Pós-condição	A locomotiva é marcada como avariada até que a manutenção seja concluída.

TABELA 24. CASO DE USO: AVALIAR ESTADO DA LOCOMOTIVA, (AUTOR,2025)

UC011	Avaliar estado locomotiva
Actor	Técnico de Manutenção
Prioridade	Alta
Pré-condição	A locomotiva deve estar devidamente reportada como avariada.
Fluxo principal	Avaliar o estado da locomotiva e o Sistema solicita a identificação da locomotiva
Pós-condição	O estado da locomotiva é actualizado no sistema.

4.4.3. Diagrama de Sequência de eventos para criar avaria

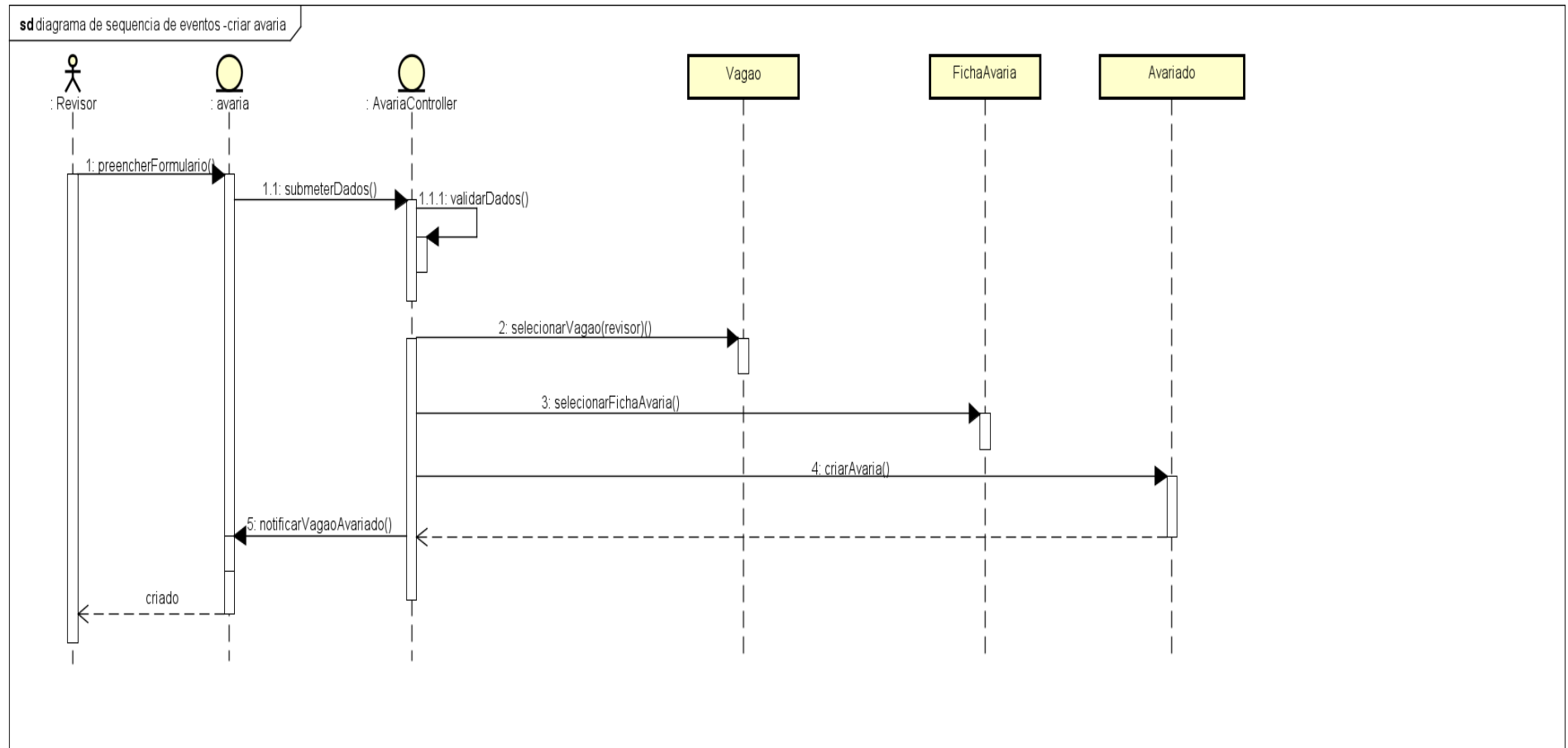


FIGURA 26 .DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DE EVENTOS PARA CRIAR AVARIA (AUTOR, 2025)

4.4.4. Diagrama de Sequência de eventos para criar a revisão

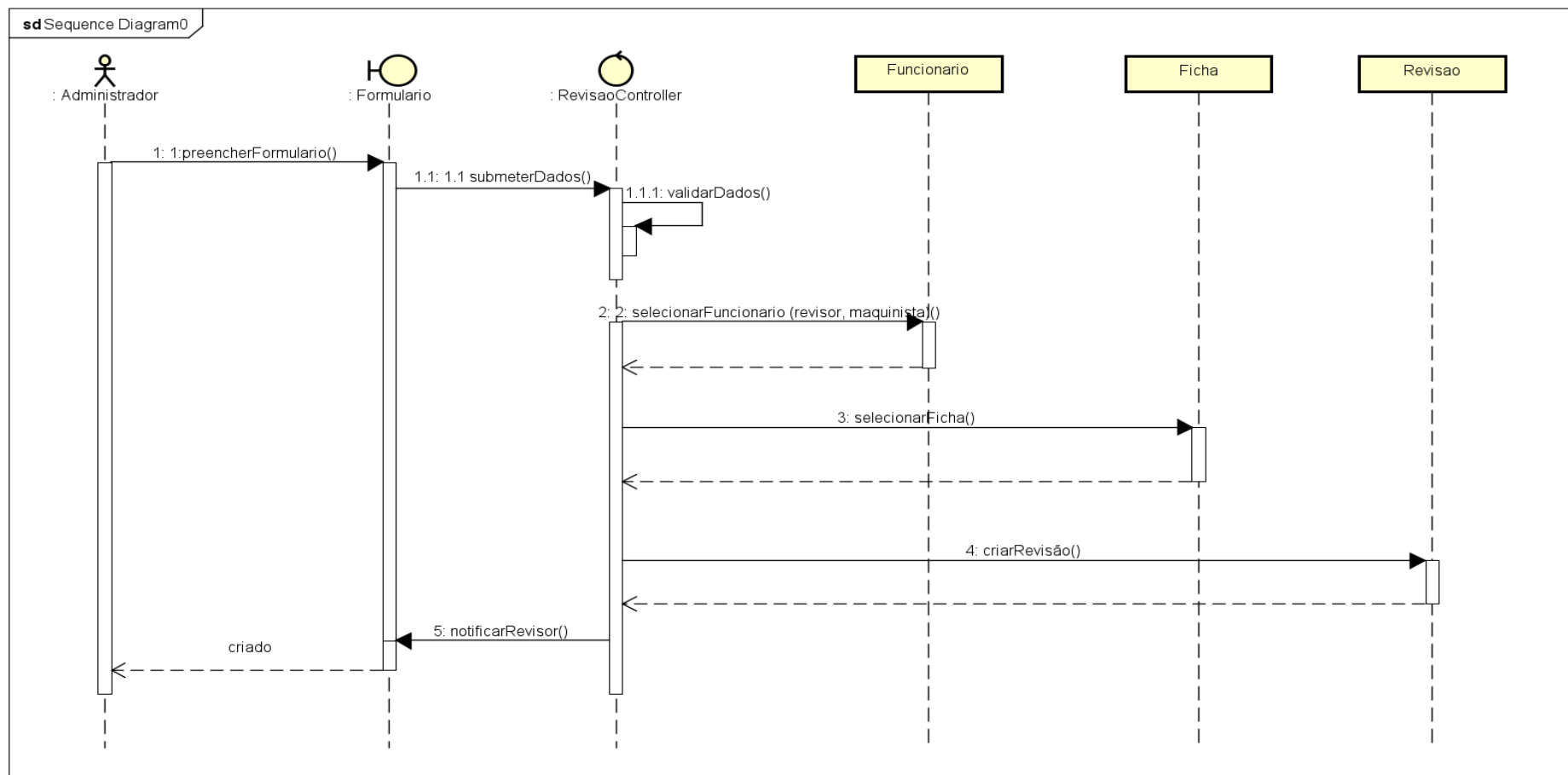


FIGURA 27. DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DE EVENTOS PARA CRIAR REVISÃO (AUTOR, 2025)

4.4.5. Diagrama de Transição de Estado

É uma representação do estado ou situação em que um objecto pode se encontrar no decorrer da execução de processos de um sistema. Com isso, o objecto pode passar de um estado inicial para um estado final através de uma transição.

A figura abaixo apresenta o diagrama transição de estado:

4.4.6. Diagrama de máquinas de estado para utilizador

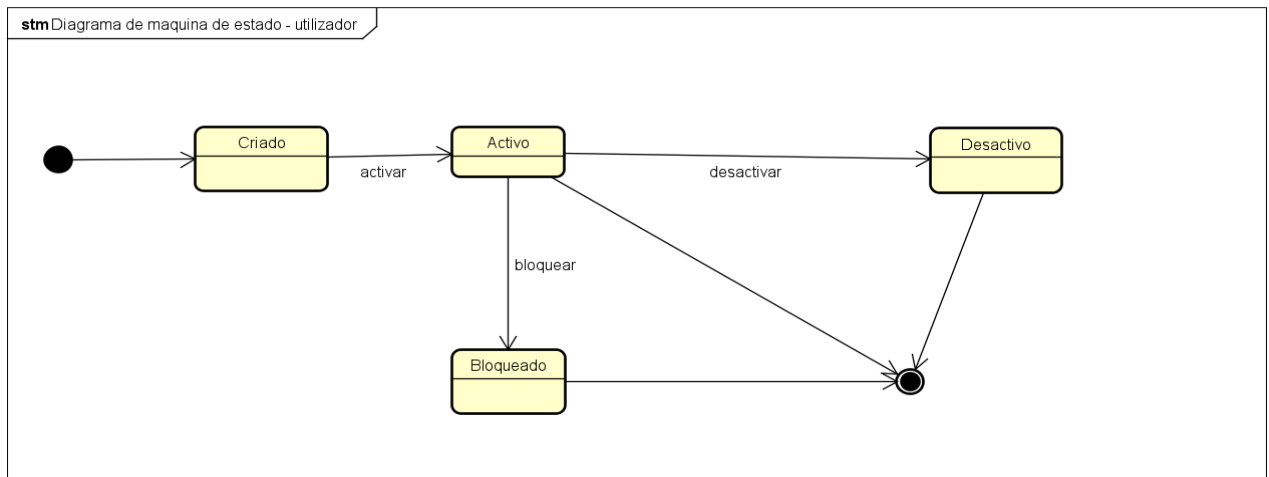


FIGURA 28. DIAGRAMA DE MÁQUINAS DE ESTADO PARA UTILIZADOR (AUTOR,2025)

4.4.7. Diagrama de máquinas de estado para avaliar a reparação do material circulante

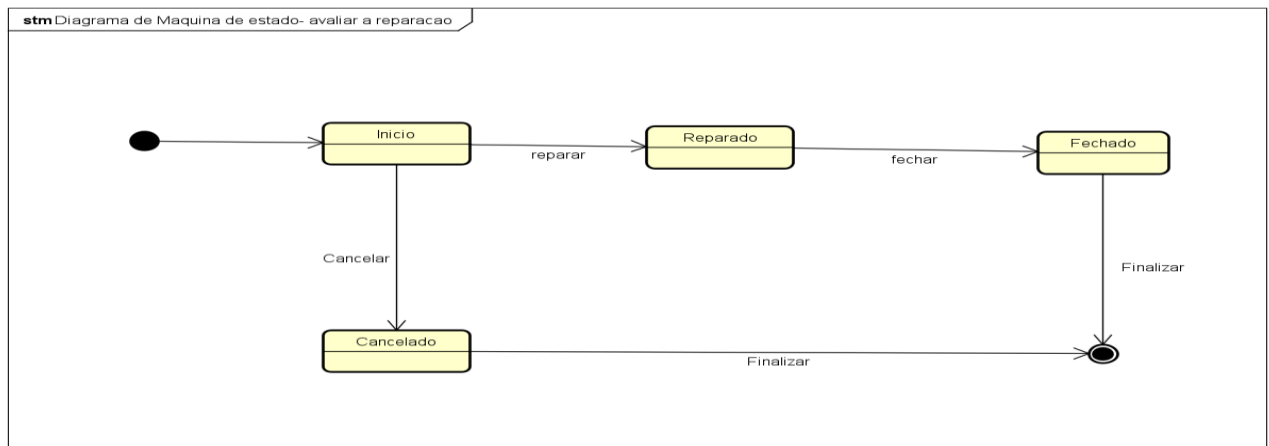


FIGURA 29. DIAGRAMA DE ESTADO PARA AVALIAR A REPARAÇÃO DO MATERIAL CIRCULANTE, (AUTOR,2025)

5. Capítulo V - Conclusões e Recomendações

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões advindas da realização da pesquisa, mostrando que os objectivos definidos foram alcançados e as recomendações.

5.1. Conclusões

O presente trabalho consistiu no desenvolvimento do modelo de um sistema **Web** de manutenção de vagões e locomotivas. Para tal, foi feita uma análise profunda em torno do processo actualmente usado para controlo das manutenções nos vagões e locomotivas nos mapas de registrados pelas áreas, análise e levantamento dos constrangimentos decorrentes no mesmo.

As técnicas utilizadas na recolha de dados permitiram colher as principais informações necessárias nas entidades envolvidas no processo actual de controlo das manutenções. Os dados colhidos foram posteriormente analisados de forma minuciosa com vista a identificar os constrangimentos que tornam o modelo actual não eficiente, onde ficou evidente a real necessidade de concepção da solução proposta. As técnicas escolhidas permitiram ainda mais uma pesquisa em volta dos principais conceitos ligados à problemática das manutenções do material circulante de modo a dar suporte ao estudo.

Com base nos conhecimentos adquiridos durante o processo de recolha de dados, foi possível desenvolver um sistema de manutenção de vagões e locomotivas com recurso a uma plataforma **Web**, fazendo uso da metodologia, tecnologias e ferramentas de desenvolvimento mais adequadas ao estudo de caso de modo a alcançar o objectivo traçado. O sistema de manutenção de vagões e locomotivas permite o controlo da programação das manutenções dos vagões e locomotivas de forma fácil, rápida, eficiente e segura, garantindo a disponibilidade de toda a informação necessária em volta do caso de estudo, onde se espera que o sistema seja mais abrangente e de fácil acesso aos usuários.

No decorrer deste trabalho foi possível notar a importância das TIC na resolução dos problemas do quotidiano e a sua grande aplicabilidade no auxílio de actividades das maisdiversas áreas.

Com a conclusão das etapas descritas anteriormente, é possível afirmar que os objectivos traçados para o presente trabalho foram alcançados.

5.2. Recomendações

Com base nos resultados obtidos ao longo do presente trabalho, recomenda-se que as empresas ferroviárias reforcem a implementação de sistemas de tecnológicos voltados para a gestão da manutenção de vagões e locomotivas, de forma a melhorar a eficiência operacional e a fiabilidade do material circulante.

Recomenda-se igualmente o fortalecimento dos programas de manutenção preventiva, garantindo inspeções periódicas e intervenções atempadas, com vista à redução de avarias e diminuição dos tempos de imobilização dos equipamentos ferroviários.

É fundamental investir na capacitação contínua dos técnicos de manutenção, através de formações relacionadas com novas tecnologias ferroviárias, sistemas digitais de monitoria e técnicas modernas de diagnósticos de falhas.

Sugere-se também a digitalização dos processos e registos de manutenção, permitindo maior controlo das intervenções realizadas, melhor gestão da informação e apoio eficaz à tomada de decisões.

As empresas ferroviárias devem ainda promover uma melhor coordenação entre os sectores operacionais e de manutenção de recursos técnicos.

Por outro lado, recomenda-se a adoção de indicadores de desempenho monitorar a eficiência da manutenção, tais como disponibilidade das locomotivas, tempo médio de reparação e índice de falhas operacionais.

Por fim, recomenda-se a continuidade de estudos relacionados com a aplicação das Tecnologias de Comunicação e Informação na manutenção ferroviária, de modo a acompanhar a evolução tecnológica e identificar soluções inovadoras que contribuam para a modernização e sustentabilidade do sector ferroviário.

6. Referências biográficas

- BRASIL, Pereira. M. A.; LENDZION (2014). Apostila de sistemas de transporte. Panara.
- Boccato, V. R. C. (2006). Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo*, São Paulo, 18(3), 265-274.
- CHRISTIANE, E. S.; FABRI, J. A. (2009). Ensinando Diagramas UML para Estudantes Cegos. Panamá: UTFPR.
- GIL, A. C." (1991). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- GONTARSKI, T. D. L. (2018). Desenvolvimento De Uma Ferramenta Geradora De Alternativas Ao Projeto De Vagões, Baseada Na Matriz Morfológica.
- JÚNIOR, R. A. de A. (2008). Procedimento para Gestão de Descarga de Vagões Siderúrgicos na Eng.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. 5ª edição. São Paulo.
- MAIA, L. R. N. C. (2008). O Transporte Ferroviário de Mercadorias: O Caso Europeu.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. 2ª edição, 310 pp. São Paulo: Atlas S.A.
- MAIA, L. R. N. C. (2008). O Transporte Ferroviário de Mercadorias: O Caso Europeu.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. 2ª edição, 310 pp. São Paulo: Atlas S.A.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. (2003). Fundamentos de Metodologia Científica. 2ª edição, 310 pp. São Paulo: Atlas S.A.
- MILANE, A. (2006). MySQL-Guia do Programador. São Paulo: Novatec Editora Lda.
- MOREIRA, S. V. (2005). Análise Documental como método e como técnica. São Paulo.
- MYSQL. Documentação MySQL. Disponível em: <http://www.dev.mysql.com/doc/>. Último acesso em 10 de setembro de 2023.
- NASCIMENTO, S. L. (2013). A crise do software e a metodologia ágil Scrum. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*.
- Oliveira, A. A. P. D. (2007). Análise documental do processo de capacitação dos multiplicadores do projeto Nossas Crianças: Janelas de Oportunidades no município de São Paulo à luz da promoção da saúde (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- PAULO, A. (2014). Astah - Desenvolvimento de Plugins para o software. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/astah-desenvolvendo-plug-ins-para-o-software/31127>.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. (2005). Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4ª edição. Florianópolis: UFSC.
- SOMMERVILLE, I. (2011). Engenharia de Software. 9ª edição. São Paulo: Pearson Education.

7. Apêndice

Apêndice 1: Guião de entrevista



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
DEPARTAMENTO DE MATEMATICA E INFORMATICA**

GUIÃO DE ENTREVISTA

O controlo da manutenção de vagões e locomotivas desempenha um papel fundamental na instituição pois é através das manutenções que se torna possível saber sobre a disponibilidade dos materiais a serem utilizados na maximização das metas do escoamento das cargas mensalmente o que determina as receitas empresariais. O objectivo deste questionário é investigar o significado das manutenções para os funcionários na empresa Caminhos de Ferro de Moçambique, como parte da conclusão do curso de Licenciatura em Informática na Universidade Eduardo Mondlane.

1. Durante o seu exercício profissional já usou ou teve a oportunidade de usar um sistema Web de vagões e locomotivas?
 - a) Sim
 - b) Não
2. Caso estivesse a usar um sistema de informação, como é que poderia ajudar nas manutenções dos vagões e locomotivas?
 - a) Facilidade de previsão próxima manutenção;
 - b) Facilidade do controlo da vida útil do equipamento;
 - c) Quantas vezes o vagão ou locomotivas deram entrada para manutenção;
3. Quais são os problemas que a empresa enfrenta na gestão das manutenções de vagões e locomotivas?
 - a) Controle manual de avarias;
 - b) Identificação de teste freios;
 - c) Recepção de material avariado simultaneamente;
 - d) Dependência do plano do ciclo num intervalo de dois a dois anos;
4. Será que com o uso das tecnologias de informação poderia trazer algum benefício ou impacto no funcionamento normal da empresa, e nos problemas que a empresa tem enfrentado?
 - a) Sim;

- b) Talvez;
- c) Não.

5. Quais são as implicações de formar um comboio com vagões avariados?

- a) Perda de tempo na remoção dos vagões identificados no meio da composição;
- b) Perda da tripulação aguardando nova formação;
- c) Testar o sistema de freios dum comboio previamente formado.

6. Que tipo de sistema os vagões e locomotivas usam?

- a) Sistema de ar comprimido;
- b) Sistema vácuo;
- c) Sistema Dual.

7. Quais são as dificuldades enfrentadas no processo de formação vagões?

- a) Identificação de vagões avariadas no meio da composição;
- b) Formação e pessoal para revisão dos comboios;
- c) Dependência da locomotiva dos testes de freios;

8. Anexos

Anexo 1: Mapa de controle de vagões avariado ou em Manutenção

CPM MOÇAMBIQUE PORTS AND RAILWAYS PORTOS E CAMINHOS DE FERRO DE MOÇAMBIQUE, S.A.						Direção Executiva CPM - Sul Serviço de Oficinas Gerais - Departamento de Revisão de Material			
INFORMAÇÃO DIÁRIA						Data: 07.10.2024 Período: 05/10/2024 a 10/10/2024			
Local	Número do Veículo	Tipologia	Qtd	Data de referência	Previsão de saída/reparação	Situação	Intervenção	Estado	Observação
Maputo	C190, C191 e C192	Carroagem de 2ª Classe	3	07.10.2024	08.10.2024	Vazio	Reparação Local	Retido	Falta elétrica
	DM90	Furgão	1	07.10.2024	07.10.2024	Vazio	Reparação Local	Retido	2º rodado com rolamento gripado
	ASB13	Safo	1	03.10.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OG	Retido	Montagem de contrapesos
	C170	Carroagem de 2ª Classe	1	27.09.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Manutenção
	Bc161	Carroagem de 2ª Classe	1	08.09.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Santa entulhada e falta de iluminação na WC (aguarda o fornecimento do material)
	C202	Carroagem de 2ª Classe	1	31.07.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OG	Retido	Montagem de assentos e rodapés
	C171	Carroagem de 2ª Classe	1	06.06.2024	10.12.2024	Vazio	Reparação OG	Retido	Manutenção Geral
	C161	Carroagem de 2ª Classe	1	30.01.2024	02.11.2024	Vazio	Reparação OG	Retido	Manutenção Periódica
	AR-22	Safo	1	07.07.2023	11.10.2024	Vazio	Reparação OG	Retido	Manutenção Geral
	AR-21	Safo	1	10.10.2022	Sem previsão	Vazio	Reparação OG	Retido	Manutenção
Beira	FR-841053	Fogão/força	1	22.06.2023	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Modificação de parte interna
	BA-917221, 3086, 1082 e 9130191	Mínimo	4	07.10.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Aguarda a instalação e programação do novo módulo por parte da NRP
	BA-9930118	Apucar	1	13.07.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OT	Retido	Copos gastos por fornecer na OT
	TG-8893014	Combustível	1	23.09.2024		Vazio	Reparação Local	Reparado	Excesso partida (aguarda retorque para OG)
	TG-8893111	Combustível	1	02.10.2024	03.10.2024	Vazio	Reparação Local	Reparado	Entregues a operação.
	TG-NRZ-479126	Combustível	1	02.10.2024		Vazio	Reparação NRZ	Devolução	Recondicionado e retornado para NRZ
	BLT-971522	Balastro	1		Sem previsão	Carnegado	Reparação Local	Retido	Palmeiras inferiores e superiores em falta (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
	BA-9930214	Apucar	1	07.10.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Quadrante partido e eixo do fusão (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
	BA-9930214 e 9775214	Apucar	2		Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Quadrante partido e eixo do fusão (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
	BLT-9940090	SVO	1	30.09.2024	Sem previsão	Carnegado	Reparação Local	Retido	Trombada designada (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
Machava	TG-NRZ-471734	Combustível	1		Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Cilindro avariado (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
	BLT-971108	Balastro	1	23.09.2024	Sem previsão	Carnegado	Reparação Local	Retido	Palmeiras inferiores em falta (solicita-se fornecimento na linha de reparação)
	BA-9171134	Mínimo	1	16.09.2024	11.10.2024	Vazio	Reparação Local	Retido	Arrumada de apoio em falta, elevador do eixo partido e sistema furado
	BA-9170737	Mínimo	1	21.08.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OT	Retido	Palmeiras inferiores, balancins, cavilha de eixo em falta (aguarda retorque para OT)
	BB-9702833	Calcular	1	20.08.2024	10.10.2024	Vazio	Reparação Local	Retido	Tramete da barra de multiplicação em falta
	BB-9702668	Calcular	1	21.08.2024		Vazio	Reparação Local	Retido	Balancim e palmeiras inferiores em falta
	BA - 9173572	Mínimo	1	05.09.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OG	Retido	Buzim que dá engate danificado (aguarda retorque para OG)
	BA-9770908	C. Geral	1	10.09.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Um rodado com rolamento gripado
	977030, 9775712 e 977894	C. Geral	3	01.07.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação Local	Retido	Palmeiras inferiores e superiores, Balancins, forquilha e hastes dos cilindros em falta
	Caia de Minério	TG-NRZ-476401	Combustível	1	03.10.2024	Sem previsão	Carnegado	Reparação NRZ	Retido
TG-9893014		Combustível	1	07.10.2025	Sem previsão	Vazio	Reparação MVA	Retido	Cilindros avariados (solicita-se retorque para MVA)
Moamba	BA-TFR-64063615	Mínimo	1	07.09.2024	10.09.2024	Vazio	Reparação KTR	Devolução	Palmeiras inferiores empurradas, travessão de eixo e adaptador em falta e um adaptador fora do lugar (enviando em descarregamento. Foi recondicionado no dia 10.09.2024 e aguarda retorque para KTR)
	BLT-971539	Balastro	1		Sem previsão	Carnegado	Reparação MVA	Retido	Cilindro fora do lugar (foi recondicionado no dia 10.09.2024, e sofreu muito de componentes, aguarda recondicionamento)
TSB	BLT-971539	Balastro	1	07.09.2024	Sem previsão	Carnegado	Reparação Local	Retido	Tubo de conduta danificada, engate danificado e duas Palmeiras inferiores em falta (aguarda recondicionamento)
	BA-9773572	Apucar	1	24.06.2024	Sem previsão	Vazio	Reparação OG	Sinistrado	Chavetas avulsas (entulho do material e a composição do comboio no Normal devido ao corte de material no dia 23.06.2024, aguarda avaliação por parte da TFR para autorizar o processo de retorque para Mapai)
Mapai	BB-ESR-5030	Mínimo	1	07.10.2024	07.10.2024	Vazio	Reparação Local	Retido	Pescopo de eixo partido

Nota: SDR

FIGURA 30. MAPA DE CONTROLE DE VAGÕES AVARIADO OU EM MANUTENÇÃO

Anexo 2: Boletim de Avaria de Locomotivas

SERVICO DE TRANSPORTES FERROVIARIO
DEPARTAMENTO DE COMANDO DE CIRCULACOES
BOLETIM DE AVARIA DE LOCOMOTIVAS Nº 225

ESTADO DE MOÇAMBIQUE
DIRECÇÃO FERROVIARIA
Serviço de Transportes Ferroviários
DEPARTAMENTO DE COMANDO DE CIRCULACOES

1. DADOS GERAIS

Locomotiva nº 112 Comboio nº 018 Data: 01/09/24 Linha Reservado

Nome do Maquinista Titular Xavier Costa

Categoria Magt Locos

Nome do Maquinista Assistente Aires Amade

Categoria Magt Locos

Nome do Supervisor Benedito Guarnibe

Categoria J. Função

Ultimo serço da Locomotiva

Comboio nº E em

Manobras 157 Disponível

R. P/Diesel R. O. Gerais

2. DADOS ESPECIFICOS

Local de avaria Km 35+860 Hora de avaria 23:00

Salvação de Locomotiva

Precisa de reparação no local de Avaria Não

Precisa de socorro no local de Avaria Sim Socorrido pela Loco nº 61

Regressou a procedência Isolada? Não Comboio nº 013

Foi asocorrido até a estação mais proxima afim de ser reparada

Foi socorrido e voltou em comboio nº Atel 018 Distancia percorrida pela loco socorro 25Km 860m

Foi socorrida ou reparada e ficou pronta às Parou da MVA.

Foi reparada e seguiu com a sua marcha

Tipo de Avaria Parou motor diesel e não arranca.

3. OUTROS REGISTOS

Tempo de detenção da Locomotiva por Avaria (Horas)

Distancia percorrida circulando após detenção da Avaria

Custo de movimentação da locomotiva avariada de detenção até ao destino

Custo directo de movimentação da locomotiva avariada incluindo a de socorro

Outros prejuizos resultantes da locomotiva (detalhes)

Este Boletim Foi Aprovado Por: Benedito Guarnibe

Data: 01 / 09 / 2024

FIGURA 31. BOLETIM DE AVARIA DE LOCOMOTIVAS

9. Apêndice 2: Manual do Utilizador

O presente manual tem como principal objectivo instruir os utilizadores sobre o funcionamento do modelo do sistema de Manutenção de Vagões e Locomotivas. O autor apela aos demais utilizadores do sistema a fazer uso racional do mesmo, introduzindo valores reais pois os mesmos são posteriormente processados e usados com vista a apoiar as entidades competentes no processo de tomada de decisões em volta do processo de manutenções de vagões e locomotivas. Para uma melhor percepção, o presente manual contém imagens ilustrativas onde cada imagem é acompanhada pela descrição correspondente.

I. Acesso ao Sistema

O sistema foi desenvolvido para operar em um ambiente web, e o seu acesso é feito com recurso a um *browser* instalado em um computador, tablet, celular, ou qualquer outro dispositivo com acesso a internet. Ao aceder ao sistema será apresentada a tela inicial do mesmo onde o utilizador tem uma visão geral do escopo do sistema, e com base nas diferentes opções que constam na barra do menú, o utilizador tem a possibilidade de visualizar alguns casos de avarias com a possibilidade de expandir para a tela de visualização de casos de gestão de pessoal, gestão de carris e gestão de avarias, ou ainda registar vagões e locomotivas.

O sistema apresenta 4 perfis, nomeadamente:

- Administrador
- Técnico Remissa
- Técnico Revisão
- Técnico Maquinista

II. Registo de utilizador normal

Para poder ter acesso as funcionalidades do sistema correspondentes ao seu nível de acesso, o utilizador normal (Técnico de manutenção, técnico de Remissa e Maquinista) deverá se registar, introduzindo correctamente os dados solicitados, dos quais o email e a senha serão usados para aceder ao sistema. Os dados introduzidos pelo utilizador são de extrema importância pois os mesmos serão sempre associados as ocorrências registadas ou reportadas no acto de detecção de qualquer avaria que o maquinista ou revisor for a reporter.

CFM Bento Muholove

Adicionar Técnico

Informação do Técnico

Nome: Nelson Honwana

Email: Nelson.honwana@cfm.co.mz

Data de Nascimento: 01/06/2025

Telefone: 827671285

Celular: 8666666

Nunt: 1234

Categoria: Maquinista

Localização

Morada: Patrice

Caixa postal: 1233

Cancelar Enviar

Copyright © 2025 . All rights reserved. Versão 1.0.0

FIGURA 32. TELA DO REGISTO DO UTILIZADOR NORMAL

III. Autenticação

O acesso ao sistema é feito com recurso ao email e a senha introduzidos durante o registo. Após inserir os dados de acesso e os mesmos estando correctos, o utilizador será redireccionado ao ambiente de trabalho correspondente. Ainda na tela de autenticação, caso tenha esquecido a sua senha, o utilizador tem a possibilidade de reocuperar a mesma, bastando facultar o seu email (O email deve ser o mesmo usado a quando do registo, pois é o email para o qual será enviado um link e instruções de recuperação da senha).



FIGURA 33. TELA INICIAL DO UTILIZADOR

IV. Registo de vagões

Para registar um vagão deverá preencher os campos ilustrados na figura abaixo e clicar em enviar de forma a proceder com registo.

CFM

Dashboard

Gestão de Pessoal

Gestão de Carris

Locomotivas

Vagões

Comboios

Gestão de Avarias

Perfil + Novo Vagão

60800127

Configuração geral

Codgio do Vagão 60800127

Tip do Vagão Vagão Gôndola

Capacidade de Carga 60000.00

Peso Vazio 19608.00

Peso Bruto Maximo 79608.00

Comprimento 13.00

Largura 2.50

Altura 3.00

Ano de Fabricação 2015

Estado Activo

Cancelar Enviar

FIGURA 34. TELA REGISTRAR VAGÕES

V. Registo de Locomotivas

Para registar uma locomotiva deverá preencher os campos ilustrados na figura abaixo e clicar em enviar de forma a proceder com registo.

CFM

Dashboard

Gestão de Pessoal

Gestão de Carris

Locomotivas

Vagões

Comboios

Gestão de Avarias

Locomotiva

Informações da Locomotiva

Serie 43 - 707

Propulsão Combustão Interna

Potencia 2

Peso 2700

Outros Detalhes

Capacidade de Combustivel 7000

Ano de Fabricacao 2005

Velocidade 60

Fabricante Hyundai Rotem

Cancelar Enviar

Copyright © 2025 . All rights reserved. Versão 1.0.0

FIGURA 35. TELA REGISTRAR LOCOMOTIVAS

VI. Gestão de manutenção

Para gerir as avarias, é necessário preencher os campos ilustrados na figura abaixo, selecionando o código da avaria, a brigada na qual será intervencionada referência e data de entrada.

CFM

Manutenção

Avarias * AV-0002/2025

Brigadas de Manutenção * Remissa

Referência * MT- 0002/2025

Data * 13-06-2025

Estado Resolvida

Nota
Sofreu cortes nas mangueiras de ligacao

Cancelar Enviar

Copyright © 2025 . All rights reserved. Versão 1.0.0

FIGURA 36 . GESTÃO DE MANUTENÇÃO

VII. Gestão de Avarias

Após a inserção de vagões e locomotivas, segue-se com a informação relativa ao registro de avarias que consiste no preenchimento da ficha, descrevendo os detalhes como, data da avaria, tipo de equipamento a ser registado, código, em que estado se encontra que dispara um email para área de manutenção para afim de se monitorar a respectiva manutenção.

CFM

Avaria

+ Nova Avaria

2 Total de Avaria(s)

0 Avaria(s) Resolvida(s)

2 Avaria(s) Pendente(s)

0 Avaria(s) em Curso

0 Avaria(s) Fechadas

A partir de 03-06-2025 To 03-06-2025 Imprimir Relatórios

Show 10 entries Search:

Data da Avaria	Avaria n°	Tipo de Equipamento	Código do Equipamento	Estado	Ação
03-06-2025	AV-0002/2025	Vagão	VG-0001	Pendente	🔍 🗑️
03-06-2025	AV-0001/2025	Locomotiva	LC-276328764/h-IP	Pendente	🔍 🗑️

Showing 1 to 2 of 2 entries Previous 1 Next

Copyright © 2025 . All rights reserved. Versão 1.0.0

FIGURA 37. GESTÃO DE AVARIA

VIII. Área do Trabalho

Para melhor visibilidade estatísticos, no concernete a número de locomotivas, avarias registradas, manutenções realizadas, em termos percentuais para casos pendentes, estado de avarias e segue abaixo a figura que ilustrará toda informação relacionada.

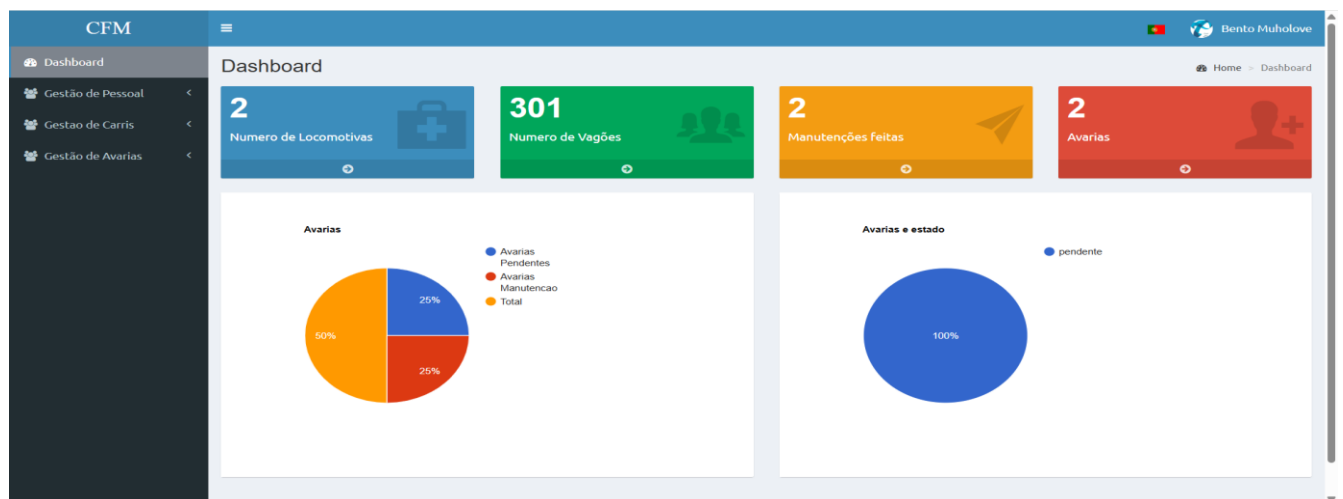


FIGURA 38 . TELA DE ESTATÍSTICAS DO SISTEMA