

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Joana Pires Martins

**PLANEAMENTO DAS OPERAÇÕES DE
MANUTENÇÃO NUMA EMPRESA DE
TRANSPORTE RODOVIÁRIO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto e pelo Professor Doutor Miguel Jorge Vieira e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2021



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Planeamento das operações de manutenção numa empresa de transporte rodoviário

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Maintenance operations planning of a transportation company

Autor

Joana Pires Martins

Orientadores

Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto

Professor Doutor Miguel Jorge Vieira

Júri

Presidente	Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Coorientador	Professor Doutor Miguel Jorge Vieira Professor Auxiliar da Universidade Lusófona

Colaboração Institucional



Transdev

Coimbra, outubro, 2021

“Uma pessoa que nunca cometeu um erro, nunca tentou nada de novo.”

Albert Einstein

Aos meus

Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta é o culminar de 5 anos, que só foi possível com o apoio de algumas pessoas, às quais não poderia deixar de agradecer.

Ao meu orientador, professor Telmo Pinto e coorientador, professor Miguel Vieira, do Departamento de Engenharia Mecânica, pela disponibilidade e apoio ao longo deste semestre.

À Transdev, pela oportunidade da realização do estágio. Ao engenheiro, responsável de manutenção, Carlos Silva e ao chefe da oficina, Rafael Silva, por toda a disponibilidade, apoio e ajuda ao longo deste projeto.

Aos meus pais e irmão, os meus pilares. Obrigada pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Aos meus avós, por todo o carinho que me foi transmitido ao longo do meu percurso e pelas boas memórias de infância, que sempre levarei comigo. À restante família, por toda a união, convívios e momentos de felicidade.

Ao Fábio, pela amizade, conselhos e aprendizagem ao longo destes anos. Obrigada por estares sempre presente.

A todos os meus amigos, em especial às minhas companheiras do percurso académico, Sara, Bia, Marlene, Ana Isabel e Ana Filipa, Alexandrina, Miguel e Pedro. Obrigada pela amizade, pela companhia, pelos convívios e momentos partilhados. À minha madrinha da universidade, Filipa, por sempre me ajudar em tudo que precisei.

Por fim, a Coimbra, cidade que me acolheu e que me fez crescer. Levo para sempre boas recordações. Foi, sem dúvida, a melhor escolha.

Resumo

O conceito de manutenção está em constante mudança. A introdução de novas tecnologias e novos procedimentos no mercado promoveu uma transformação do paradigma de manutenção corretiva em preventiva e, progressivamente, em preditiva. O crescente aumento pela procura de serviços de transporte de passageiros em autocarros obriga ao fornecimento de serviços de qualidade e com máxima segurança. O planeamento das operações de manutenção desempenha um papel fundamental para responder à procura de uma forma eficiente, reduzindo custos para as empresas.

O seguinte trabalho resulta da colaboração realizada com a Trandev, empresa que oferece soluções de mobilidade rodoviária em Portugal. Este projeto advém da possibilidade de otimizar o planeamento das operações em oficina, já que este apresenta falhas no que toca ao seu cumprimento. Assim, as viaturas possuem um maior tempo de imobilização do que o necessário. O objetivo desta dissertação está focado em otimizar o planeamento, de modo a reduzir a probabilidade de falha e o número de viaturas imobilizadas na oficina.

Parte do problema começou por descobrir as causas que geravam as ocorrências de falha e identificar oportunidades de melhoria, recorrendo a uma ferramenta da gestão da qualidade, o diagrama de *Ishikawa*. De seguida, as oportunidades são exploradas com maior detalhe e é realizada uma experiência de um novo modelo de planeamento, que será construído tendo por base as melhorias e implementado para uma amostra de três semanas de trabalho.

Com a análise de resultados, é possível verificar que houve uma redução de ocorrências de falha com o novo modelo de planeamento, assim como o número de viaturas imobilizadas na oficina.

Palavras-chave: Manutenção, Planeamento, Transporte rodoviário de passageiros, *Lean* na manutenção

Abstract

The concept of maintenance is constantly changing. The introduction of new technologies and new procedures in the market promoted a transformation of the maintenance paradigm from corrective to preventive and, later, to predictive maintenance. The growing demand for bus services for transportation requires the provision of quality services with maximum safety. Maintenance operations planning plays a key role in responding to demand efficiently, reducing costs for companies.

The following work results from the collaboration with Trandev, a company that offers mobility solutions in Portugal. This project comes from the possibility of optimizing planning the operations in the repair workshop, as it has flaws in terms of compliance. Thus, vehicles have a longer downtime than necessary. The objective of this dissertation is to optimize the planning, in order to reduce the probability of its failure and the number of vehicles immobilized in the workshop.

Part of the problem started with discovering the causes that generated these occurrences of failures and identifying opportunities for improvement, using a quality management tool, the Ishikawa diagram. Next, the opportunities are explored in greater detail and an experiment is carried out with a new planning model, which will be built based on the improvements and implemented for a sample of three weeks of work.

After analyzing the results, it is possible to verify that there was a reduction in the occurrence of failures with the new planning model, as well as the number of vehicles immobilized in the workshop.

Keywords Maintenance, Planning, Public transportation,
Maintenance lean

Índice

Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xiii
Siglas	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Motivação e objetivos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura da dissertação	3
2. Caso de estudo	5
2.1. Empresa	5
2.1.1. Serviço oferecido em aveiro: Aveiro Bus e AVA	7
2.1.2. Contexto do setor (transporte rodoviário de passageiros)	8
2.2. Descrição do problema	9
3. Revisão da literatura	11
3.1. Manutenção	11
3.1.1. Tipos de manutenção	12
3.1.2. Custos de manutenção	13
3.2. Filosofia <i>lean</i> na manutenção	15
3.2.1. Desperdícios <i>lean</i> na manutenção	15
3.3. Diagrama de <i>ishikawa</i>	17
3.4. Planeamento na manutenção	17
3.4.1. Planeamento da manutenção no setor de transporte rodoviário de passageiros	19
3.5. Considerações finais	20
4. Diagnóstico à situação atual	23
4.1. Caracterização	23
4.1.1. Tipos de manutenção	23
4.1.2. <i>Layout</i> da oficina	24
4.1.3. Tipos de especialidades e nº de trabalhadores	25
4.1.4. Planeamento atual e imobilização de viaturas	25
4.2. Identificação dos problemas e as suas causas	29
4.2.1. Diagrama de <i>ishikawa</i>	31
4.3. Identificação das oportunidades de melhoria	34
4.4. Considerações finais	35
5. Projeto de implementação	37
5.1. Indicadores para o planeamento	37
5.1.1. Cálculo dos requisitos de trabalho anuais (O1)	38
5.1.2. Cálculo da taxa de ocupação da oficina (O2)	38
5.2. Diagnósticos às viaturas (O3)	40

5.3. Implementação do planeamento.....	42
5.3.1. Análise aos recursos da oficina (O4).....	42
5.3.2. Construção do planeamento.....	43
5.4. Análise dos resultados	49
5.5. Comparação de falhas registadas	50
5.6. Considerações finais.....	53
6. Conclusões e propostas futuras	55
Referências bibliográficas.....	57
Anexo A.....	61
Anexo B.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia adotada ao longo do trabalho	3
Figura 2. AveiroBus – Serviço Urbano da cidade de Aveiro. Fonte: Website Transdev	6
Figura 3. Serviço Interurbano da Trandev. Fonte: Website Trandev	6
Figura 4. Sede, unidades operacionais e oficinas da Transdev em Portugal.....	7
Figura 5. Coeficiente de utilização (%) por tipo de serviço em 2019. Fonte: Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020.	8
Figura 6. Número de passageiros transportados em Portugal em 2019. Fonte: Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020.	9
Figura 7. Teoria do <i>iceberg</i> , citada por Cabral em 2006	14
Figura 8. Diagrama de <i>Ishikawa</i>	17
Figura 9. Passos a seguir na construção do planeamento, citado por Duffuaa et al. em 1999	19
Figura 10. Layout oficial. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro	25
Figura 11. Exemplo do planeamento atual numa semana. Fonte: Oficina da Trandev em Aveiro	27
Figura 12. Quadro <i>Kaizen</i> utilizado pela oficina. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro..	28
Figura 13. Evolução do indicador de imobilização, desde o mês de janeiro. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro.....	29
Figura 14. Frequência relativa dos problemas no planeamento atual.	31
Figura 15. Diagrama de <i>Ishikawa</i>	32
Figura 16. Folha de Triagem. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro.....	41
Figura 17. Fluxograma.....	44
Figura 18. Taxa de ocupação da oficina para as manutenções preventivas	46
Figura 19. Taxa de ocupação por técnico para as manutenções preventivas	47
Figura 20. Taxa de ocupação da oficina para o novo planeamento.....	48
Figura 21. Taxa de ocupação por técnico para o novo planeamento.....	48
Figura 22. Frequência relativa da amostra das 3 semanas com o novo modelo de planeamento.	49
Figura 23. Frequência relativa das ocorrências de falha para as amostras dos dois modelos de planeamento	51

Figura 24. Evolução do indicador de imobilização ao longo dos meses na oficina.....	52
Figura 25. Quadro resumo	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Frota atual AVA e Aveiro Bus	8
Tabela 2. Desperdícios <i>lean management</i> na área da manutenção.....	16
Tabela 3. Especialidade e número de trabalhadores na oficina de Aveiro. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro	25
Tabela 4. Interligação entre os desperdícios <i>lean</i> referidos na revisão da literatura e a causas descobertas anteriormente	34
Tabela 5. Cálculo dos requisitos anuais (O1).....	38
Tabela 6. Recolha de dados da amostra de 22 semanas (média de viaturas SOS/dia e média de viaturas planeadas/dia).....	39
Tabela 7. Definição da taxa de ocupação da oficina e a margem para as viaturas SOS.....	39
Tabela 8. Carga máxima de cada técnico para a semana	43
Tabela 9. Carga máxima de cada especialidade para a semana.....	43
Tabela 10. Quadro resumo para o planeamento de manutenções preventivas	46
Tabela 11. Tempos standard das manutenções preventivas (horas)	46
Tabela 12. Média de viaturas SOS/dia e planeadas/dia para a amostra recolhida.....	50

SIGLAS

IPO – Inspeção Periódica Obrigatória/ Inspeção Regulamentar

MP – Manutenção Preventiva

MC – Manutenção Corretiva

CAR – Carroçaria

TAC – Tacógrafo

PNE – Pneus

PUR – Purgas

MEC – Mecânica

ELE – Eletricidade

KPI – *Key Performance Indicator*

ANT – Antecipada

ADI – Adiada

SAP – Sair antes do previsto

SDP – Sair depois do previsto

F – Faltar

1. INTRODUÇÃO

O presente documento foi desenvolvido no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra em colaboração com a Transdev Portugal, empresa de transporte público de passageiros, dedicada às oficinas de manutenção da sua frota de veículos rodoviários. O desenvolvimento deste trabalho tomou lugar numa das oficinas de manutenção da empresa, em Aveiro.

O primeiro capítulo engloba o enquadramento geral, motivação e objetivos, metodologia e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

A área da manutenção está em constante mudança devido à introdução de novas tecnologias no mercado (Thoben et al., 2017), promovendo a reformulação do conceito de manutenção ao longo dos anos. As empresas deste setor procuram adotar estratégias que promovam um aumento da produtividade e qualidade dos seus produtos/serviços. Para tal, uma filosofia pró-ativa permite normalmente obter resultados mais eficientes e com menores custos.

De acordo com o Instituto Nacional de Estatística, o número de passageiros transportados em transporte rodoviário subiu 4,2% em 2019, face ao ano anterior (Fonte: Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020.). Este resultado traduz um aumento da procura deste tipo de serviço e gradualmente os requisitos dos clientes tornam-se mais exigentes, a nível de segurança, qualidade de serviço, cumprimento de horários, entre outros. Existe, portanto, uma preocupação das empresas em fornecer um serviço de excelência ao cliente, da forma mais economicamente sustentável possível.

O planeamento da manutenção toma um papel fundamental para aumentar a eficiência e reduzir custos, segundo Al-Turki (2009). Realizar um planeamento de forma rigorosa conduz a um alinhamento entre os objetivos estratégicos e económicos das empresas e permite manter uma condição aceitável do ativo durante mais tempo. Torna-se

fundamental planear as atividades de manutenção atendendo a todas as informações disponíveis. A gestão de colaboradores, equipamentos e materiais necessários e alocação de recursos são exemplos a ter em consideração na construção do planeamento da manutenção.

A oficina de manutenção apresenta problemas no que toca ao cumprimento do planeamento. Este não é elaborado de forma rigorosa e não atende aos recursos da oficina, a todas as informações indispensáveis à realização de planeamentos corretos e com tempos realistas. Viaturas imobilizadas mais tempo do que planeado geram prejuízo para a empresa e torna-se importante para a oficina eliminar ou reduzir este problema. O trabalho proposto visa reduzir a falha no cumprimento dos planeamentos de manutenção.

1.2. Motivação e objetivos

O desenvolvimento deste trabalho surge da necessidade de melhorar o planeamento existente, visto que ocorrem falhas a cumprir o mesmo, numa das suas oficinas de manutenção da sua frota. Estas ocorrências de falhas são geradas quando as viaturas aparecem na oficina antes ou depois da data planeada, não saem na data planeada ou quando não comparecem na respetiva semana de trabalho.

A oficina elabora atualmente planeamentos sem uma análise aos recursos necessários para a execução de tarefa (tomando como exemplo alguns desses recursos: mão-de-obra, material, entre outros). Deste modo, o planeamento efetuado não se adequa à realidade e, normalmente, as viaturas ficam mais tempo imobilizadas do que previsto na oficina, o que acarreta um custo extra para a empresa por ter um ativo que não pode ser utilizado para os serviços de transporte, assim como outros problemas associados. A oficina segue um indicador de imobilização para controlar o número de viaturas imobilizadas diariamente e para perceber os períodos mais críticos, onde o indicador assume valores bastante elevados. A Transdev colaborou recentemente com o *Kaizen Institute*, que permitiu testar alguns dos princípios de melhoria nas operações da oficina de Coimbra. Um dos objetivos focou a otimização do planeamento, construindo planeamentos com uma base científica de forma a diminuir falhas no seu cumprimento. A colaboração permitiu abordar o estudo da otimização do planeamento na oficina de manutenção em Aveiro. A oficina espera que no final desta colaboração exista uma melhoria na construção do planeamento, com o intuito de haver uma continuidade do trabalho desenvolvido.

Desta forma, o objetivo principal deste estudo centra-se na análise e implementação de um planeamento de manutenção para a oficina mais eficiente, que carece de um método rigoroso e com menor probabilidade de falha que atenda a todas as informações disponíveis. O planeamento melhorado deve espelhar uma versão mais realista das operações oficinais.

1.3. Metodologia

A caracterização do problema parte de uma análise ao planeamento atual empreendido pela oficina, que permite identificar os principais problemas e oportunidades de melhoria. A partir dessa análise é possível proceder ao desenvolvimento do projeto, de acordo com a metodologia identificada na Figura 1.

Figura 1. Metodologia adotada ao longo do trabalho

Tema	<ul style="list-style-type: none"> Definição do tema do projeto
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> Acompanhamento do planeamento atual Identificação dos problemas associados ao planeamento Recorrendo ao Diagrama de <i>Ishikawa</i>, identificação das causas aos problemas
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo dos requisitos anuais de trabalho, análise da taxa de ocupação da oficina, análise aos recursos da oficina, diagnósticos às viaturas Construção de um novo planeamento
Análise de resultados e conclusões do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Análise de resultados provenientes da construção do novo planeamento Comparação entre os dois métodos Conclusões do trabalho e propostas de estudo futuras

1.4. Estrutura da dissertação

A estrutura do presente documento encontra-se dividida em 6 capítulos.

O primeiro capítulo engloba um enquadramento geral do problema, as motivações e objetivos do trabalho, a metodologia adotada e a estrutura do documento.

No segundo capítulo, é apresentado o caso de estudo, bem como a empresa onde foi realizado o estágio curricular, referindo o seu ramo de atividade e a descrição do problema.

O terceiro capítulo incide sobre a revisão da literatura, que inclui os conceitos teóricos que irão sustentar o desenvolver do problema e outros casos de aplicação semelhantes ao trabalho desenvolvido.

No quarto capítulo é apresentado um diagnóstico aos principais problemas identificados. Para tal, é feita uma caracterização da situação atual da oficina e foram identificados os principais problemas e oportunidades de melhoria.

O quinto capítulo relata o desenvolvimento do projeto, que tem por fim propor melhorias para um planeamento mais rigoroso.

O sexto capítulo apresenta as conclusões do projeto e as propostas para trabalhos futuros.

2. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo é feita uma breve apresentação da empresa que suportou o caso de estudo e o seu modo de operação. De seguida, é referido os dois tipos de serviços oferecidos na cidade de Aveiro (AVA e Aveiro Bus).

Por fim, é realizada uma descrição do problema.

2.1. Empresa

A Transdev SA é uma empresa francesa responsável por desenvolver a mobilidade. É uma das empresas líderes a nível mundial no transporte coletivo de passageiros em autocarros e distinguida como líder mundial em serviços de metro/elétrico.

A Transdev opera em Portugal há mais de vinte anos, sendo a sua maior incidência nas zonas centro e norte do país. A atividade da empresa concerne os setores rodoviário e fluvial. Detém onze empresas e possui participações na Internorte, Intercentro, Rede Nacional de Expressos, Renex e Rodoviária do Tejo.

Apresenta, em Portugal, uma frota com mais de 1500 viaturas e cerca de 1800 colaboradores. O volume de negócios da empresa foi de 102,7 milhões de euros em 2019 (fonte: website Transdev).

A empresa oferece aos seus clientes diferentes tipos de serviço, tais como:

- **Urbano** (rede de transporte urbano de uma cidade) – adequada à escala da cidade e opera segundo os principais geradores de fluxo. Exemplo: Transportes Urbanos de Aveiro (Figura 2), Covilhã, Castelo Branco e Oliveira de Azeméis);

Figura 2. AveiroBus – Serviço Urbano da cidade de Aveiro. Fonte: Website Transdev



- **Interurbano**, transporte realizado entre urbanizações ou cidades, que perfazem distâncias reduzidas (Figura 3).

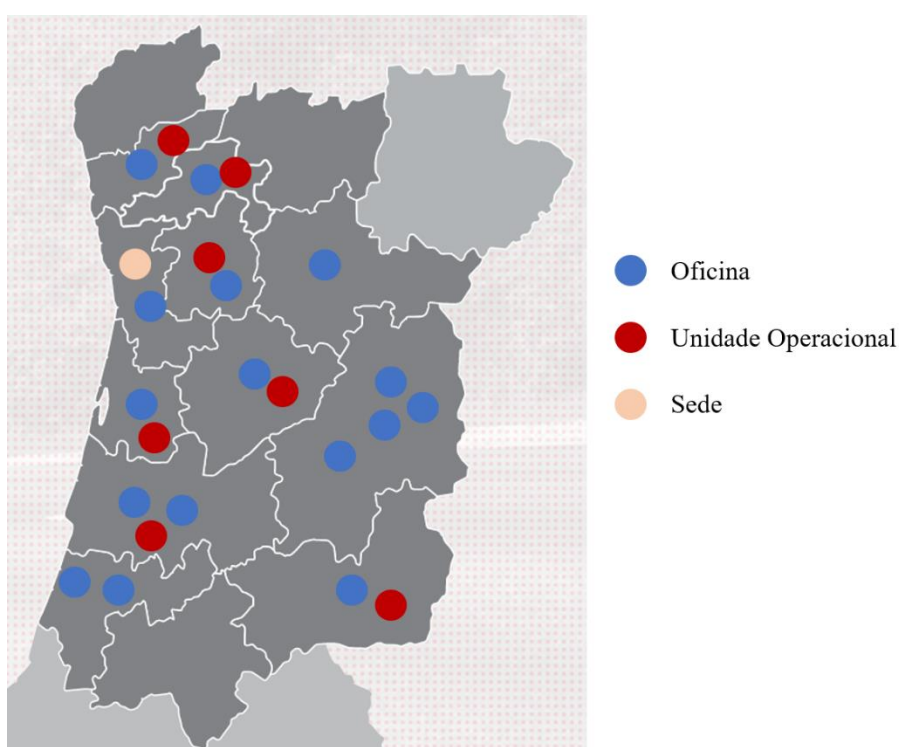
Figura 3. Serviço Interurbano da Transdev. Fonte: Website Transdev



- **Expresso**, cujas viaturas estão preparadas para percorrem distâncias longas. A Transdev detém participações em empresas que oferecem este tipo de serviço, como a Rede Expressos;
- **Internacional**, que oferece serviço para fora do país;
- **Ocasional**, ou seja, o aluguer de autocarros para serviços ocasionais.

A Transdev Portugal está sediada no Porto e apresenta 16 oficinas e 7 unidades operacionais no país, conforme ilustrado na Figura 4. As oficinas fornecem atividades de manutenção às viaturas. As unidades operacionais realizam maioritariamente uma gestão da frota, das rotas e dos motoristas, entre outras tarefas.

Figura 4. Sede, unidades operacionais e oficinas da Transdev em Portugal



2.1.1. Serviço oferecido em Aveiro: Aveiro Bus e AVA

Na cidade de Aveiro, a Transdev oferece dois serviços aos seus passageiros:

- **AVA** (Autoviação Aveirense) – rede interurbana da região de Aveiro. A AVA possui uma frota de 60 autocarros.
- **AveiroBus** (urbanos da cidade) – rede de transporte urbano da cidade de Aveiro. A AveiroBus detém uma frota de 31 autocarros e apresenta 13 linhas que ligam os pontos da cidade entre si.

A frota atual possui 104 viaturas. A Tabela 1 apresenta o total de viaturas por categoria e tipo, bem como a idade média para cada uma. As viaturas standard interurbanas representam metade dos autocarros da frota da região de Aveiro e também as viaturas com

maior idade. Os autocarros que possuem uma menor idade são os Expressos, que perfazem distâncias longas.

Tabela 1. Frota atual AVA e Aveiro Bus

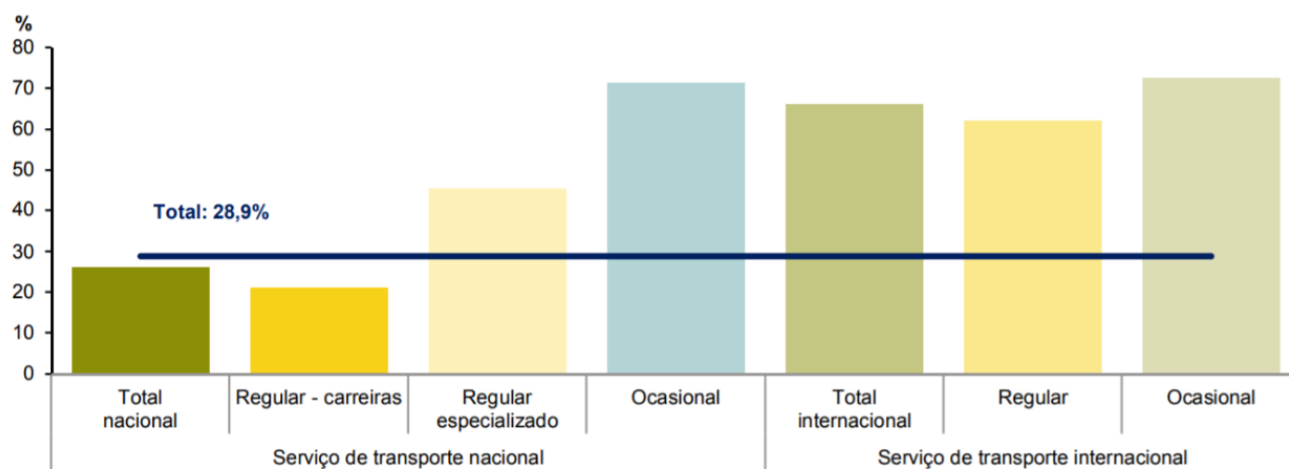
Categoria	Tipo	Frota atual	Idade Média (Anos)
3 eixos	Interurbano	3	16,3
Articulado	Urbano	3	16
Minibus	Urbano	4	6,1
	Interurbano	4	10,3
Standard	Urbano	24	10,8
	Interurbano	53	18,5
	Expresso	6	5,6
	Ocasional	7	11,6
Total		104	

2.1.2. Contexto do setor (transporte rodoviário de passageiros)

O coeficiente de utilização do transporte de passageiros foi de 28,9% em 2019.

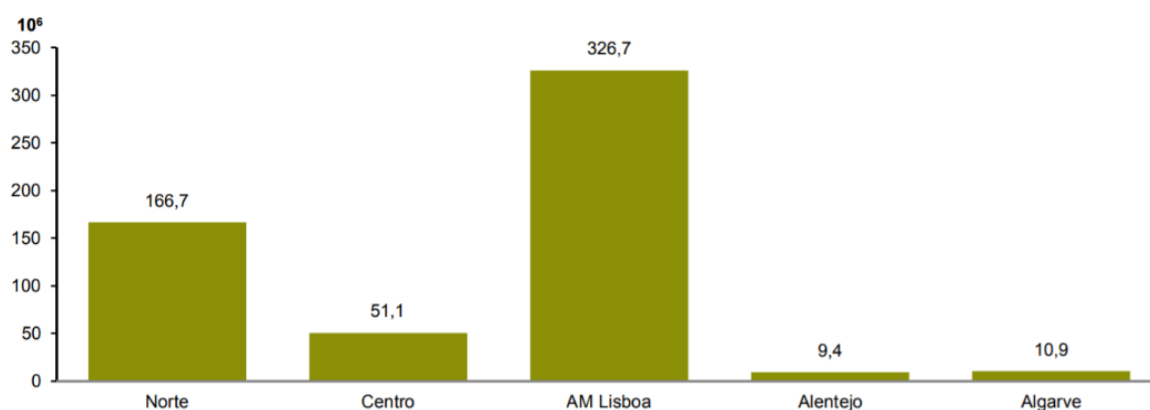
A Figura 5 revela o coeficiente de utilização (%) por tipo de serviço para o ano de 2019.

Figura 5. Coeficiente de utilização (%) por tipo de serviço em 2019. Fonte: Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020.



Em 2019 registou-se 18,8 milhões de serviços em transporte rodoviário de passageiros nacional. No total, o número de passageiros transportados foi de 564,9 milhões, que traduz um aumento de 4,2% em relação ao ano de 2018. Do total de passageiros transportados, 95,2% representa o serviço de transporte regular. Já o transporte regular especializado e o serviço ocasional representam respetivamente 3% e 1,8% do total de clientes transportados. Apresenta-se, na Figura 6, o número de passageiros transportados em Portugal no ano de 2019, por região.

Figura 6. Número de passageiros transportados em Portugal em 2019. Fonte: Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020.



O transporte internacional de passageiros em 2019 realizado pelas empresas nacionais, diminuiu 14,6%. O país que representa o maior volume de transporte de passageiros continua a ser Espanha (46,2%), seguido da França (32,3%). A região Norte continua a ser a maior parte das viagens com origem de partida, com 46,4% de viajantes transportados.

2.2. Descrição do problema

As oficinas da Transdev em Portugal trabalharam recentemente com o *Kaizen Institute*, uma parceria que levou à incorporação dos conceitos de melhoria contínua no ambiente oficial. Algumas das soluções de melhoria sugeridas pelo *Kaizen Institute* passaram pela criação e acompanhamento de alguns indicadores de desempenho, utilização da ferramenta 5S na oficinas e otimização do planeamento, de modo a reduzir a falha no que concerne o seu cumprimento. Inicialmente, desenvolveu-se um projeto piloto na oficina em Coimbra, com vista a expandir para as restantes oficinas. Devido aos tempos pandémicos

vividos atualmente, algumas das soluções de melhoria para as restantes oficinas ficaram comprometidas.

Na oficina em Aveiro e com esta colaboração com a empresa, o problema desta dissertação teve por base a otimização do planeamento, com objetivo de reduzir a probabilidade de falha do mesmo.

O planeamento atual empreendido pela oficina de Aveiro apresenta falhas no que toca ao seu cumprimento (viaturas aparecem na oficina antes ou depois da data planeada, saem da oficina antes ou depois da data planeada e até podem faltar na semana). Estas ocorrências fazem que as viaturas permaneçam mais tempo imobilizadas do que necessário, o que gera custos extra para a empresa.

Parte do problema começa por descobrir quais são as causas que levam à ocorrência destas falhas. De seguida, serão identificadas algumas oportunidades de melhoria, que tornarão o planeamento mais eficiente.

A outra parte do problema envolve a análise de cada oportunidade identificada. De seguida, numa experiência piloto na oficina, será implementado o novo planeamento que terá por base as melhorias sugeridas. Por fim, os resultados deste novo modelo de planeamento serão analisados e será investigado se este novo método consegue reduzir as ocorrências de falha.

3. REVISÃO DA LITERATURA

A área da manutenção enfrenta desafios crescentes face às mudanças constantes. Estas transformações são desencadeadas pelo desenvolvimento e introdução de novas tecnologias no mercado, que promovem uma redução de custos através de uma operação mais eficiente (Thoben et al., 2017). A gestão da manutenção propõe-se a alcançar as metas estratégicas implementadas pelas empresas, que se esforçam para aumentar a produtividade e qualidade, minimizando os custos (Fraser, 2014).

Com a finalidade de alinhar os objetivos estratégicos com os objetivos económicos das empresas, é indispensável um bom planeamento da manutenção. A manutenção tem um papel fundamental no ciclo de vida dos equipamentos, logo deve ser planeada de forma eficiente (Paz e Leigh, 1994). Em complemento, é possível utilizar ferramentas *lean* que possibilitam obter resultados mais eficientes. A identificação dos desperdícios na manutenção e as causas aos problemas ajudam no processo de construção do planeamento.

Deste modo, a revisão da literatura passará essencialmente por abordar alguns princípios da manutenção, nomeadamente o conceito, atividades, tipos e custos de manutenção. De seguida são identificados os oito desperdícios nesta área através da filosofia *lean* e é explicado o diagrama de *Ishikawa*, usado como ferramenta da gestão da qualidade. Por fim, é abordado o planeamento na manutenção e com mais detalhe no setor de transporte rodoviário de passageiros.

3.1. Manutenção

O conceito de manutenção tem-se reformulado ao longo das décadas. Anteriormente era centralizado nas funções corretivas, produto de avarias e apenas executadas quando necessário. Essa sistemática adotada, não gerava qualquer tipo de otimização ou perceção no que concerne ao tempo de inatividade. Na atualidade, a manutenção assume papéis indispensáveis para a criação de receitas para as organizações. Para Márquez (2007), o processo de manutenção atende a um conjunto de operações planeadas e não planeadas realizadas, de modo a deter um ativo físico que garanta uma

condição de operação aceitável. Engloba a combinação entre funções administrativas e técnicas incorporadas no ciclo de vida de determinado ativo. A finalidade do processo de manutenção é aumentar a fiabilidade, segurança, disponibilidade e qualidade dos equipamentos, maximizando a produtividade.

A manutenção engloba um conjunto de atividades. Muller et al. (2008) enumera as atividades com maior destaque nesta área:

- **Inspeção** – analisar a conformidade do ativo segundo as características do mesmo;
- **Monitorização** – ações executadas com o intuito de avaliar o estado atual do ativo (manuais ou automáticas) e investigar a existência de transformações dos seus parâmetros ao longo do tempo;
- **Manutenção de rotina** – atividades básicas de manutenção de rotina que não implicam ações especializadas;
- **Revisão** – conjunto de tarefas a executar, de forma a manter o ativo numa condição aceitável de disponibilidade e segurança. A revisão pode ser efetuada segundo critérios pré-estabelecidos e pode requerer uma desmontagem do equipamento;
- **Reconstrução** – desmontagem e montagem do ativo devido à reparação ou substituição de componentes com o objetivo de aumentar a vida útil do equipamento;
- **Reparo** – atividade de manutenção com a finalidade de reformar o nível necessário de operação do ativo defeituoso.

3.1.1. Tipos de Manutenção

Na manutenção corretiva as funções de manutenção são apenas realizadas após a ocorrência da falha (Márquez, 2007). Corresponde a um tipo de manutenção convencional e é praticada quando existe uma lacuna de conhecimento em relação ao comportamento de falha de determinado equipamento (Waeyenbergh e Pintelon, 2002). Dependendo do nível de prioridade, as funções corretivas podem ser desempenhadas de imediato ou retardadas e devem sempre ser executadas por técnicos especializados.

A manutenção corretiva pode-se reputar como aceitável caso não seja uma falha crucial, o equipamento disponha de tempo de inatividade e o valor dos ativos não seja

exorbitante. Não obstante, segundo Shahin et al. (2012), para as organizações assegurarem o seu lugar no mercado e a segurança no local de trabalho, devem explorar estratégias mais eficientes do que a manutenção corretiva.

Na manutenção preventiva as operações de intervenção são realizadas antes da ocorrência da falha e segundo especificações exigidas. Segundo Fouladgar et al. (2012), esta via diminui a probabilidade de erro e a degradação do equipamento.

No entanto, Galar et al. (2017) aponta como desvantagem a repetição de manutenções preventivas que podem conduzir a tempos de inatividade desnecessários, que não acrescentam valor.

A manutenção preditiva é um método pró-ativo que permite executar a manutenção apenas quando a avaria está próxima de ocorrer (Zhang et al., 2013). Surge como uma alternativa eficiente que evita uma manutenção corretiva onerosa e uma preventiva escusada. Para Kiangala e Wang (2018), a manutenção preditiva pode melhorar a qualidade, diminuir custos e reduzir o período de inatividade.

Este novo pensamento foca-se numa manutenção baseada no tempo (TBM) e manutenção baseada em condições (CBM). No TBM as operações são exercidas segundo intervalos de tempo operacionais ou sobre a quantidade de itens de saída, sem ter em conta a sua condição atual. O CBM é assente no controlo de *performance*, interligando a tecnologia com o trabalho humano (Khazraei e Deus, 2011). Recorre a todos os dados disponíveis em relação ao desempenho e diagnóstico do equipamento, a fim de estipular a probabilidade de uma potencial falha. Conforme Nezami e Yildirim (2013), o CBM implica um elevado investimento devido à aquisição da tecnologia precisa à monitorização.

3.1.2. Custos de Manutenção

É indispensável falar no impacto que os custos de manutenção têm para as empresas.

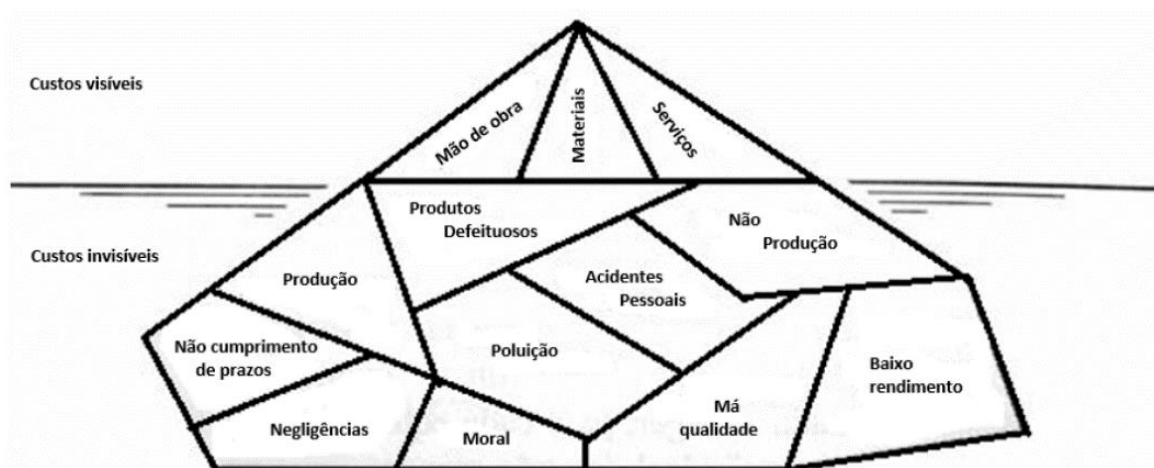
Segundo Fraser (2014), estes custos representam entre 15% a 70% dos custos totais de produção. As operações de manutenção espelham, em média, 28% do custo total dos produtos acabados (Blanchard, 1997). Com o desenvolvimento tecnológico na área da manutenção é de se esperar um aumento de custos nos próximos anos. Para Tinga (2013), os custos de manutenção são diretamente proporcionais ao tempo de inatividade, que surgem de desperdícios nas operações de manutenção.

Cabral (2006) identifica os principais custos de manutenção:

- Custos diretos, que abrangem os custos de mão de obra, material e serviços externos;
- Custos de perda de produção, associados aos custos de paragem de produção provocados pela falta de material ou equipamentos, devido a avarias ou manutenções preventivas;
- Custos de degradação, associados aos custos de degradação dos ativos em função de práticas incorretas de manutenção, gerando produtos defeituosos que diminuem a produtividade.

A teoria do *iceberg* (Cabral, 2006) ilustrada na Figura 7, mostra que os valores visíveis como os custos de mão de obra, serviços e materiais representam 20% dos custos totais de manutenção. Os restantes 80% simbolizam os custos invisíveis, relativos à não produção, baixo rendimento, má qualidade, entre outros.

Figura 7. Teoria do *iceberg*, citada por Cabral em 2006



3.2. Filosofia *lean* na manutenção

O conceito *lean* surge por volta dos anos 90, originalmente denominado por Sistema de Produção da Toyota, desenvolvido na indústria de manufatura por Taiichi Ohno. No começo, esta metodologia tinha a finalidade de fabricar produtos livres de defeitos, reduzir o desperdício e satisfazer as necessidades dos clientes. Com o seu desenvolvimento, o *lean* começa a ser aplicado nas demais indústrias e setores. A definição mais regularmente citada desta metodologia é “Integração de um sistema sociotécnico, cujo objetivo principal é eliminar desperdícios, reduzindo ou minimizando simultaneamente fornecedores, clientes e variabilidade interna” por Shah e Ward (2007). É então, uma filosofia que aponta conceber produtos com mais valor, despendendo menos recursos, detetando e suprimindo desperdícios e defeitos, mediante um conjunto de ferramentas.

O *lean thinking* concentra-se em criar valor aos clientes, eliminando o desperdício e defeitos. Existem cinco princípios a adotar neste pensamento (Goodridge et al, 2015):

1. Proporcionar aos clientes o valor que esperam obter.
2. Reconhecer o fluxo de valor e eliminar o desperdício.
3. Alinhar os próximos dois princípios para gerar um fluxo contínuo.
4. Utilizar sistemas *Pull* baseados nos consumos dos clientes.
5. Melhoria contínua dos processos, de modo a minimizar os erros e defeitos.

3.2.1. Desperdícios *lean* na manutenção

Taiichi Ohno identificou sete desperdícios que ocorrem nos vários setores da indústria. Aplicando a filosofia *lean* é possível detetar tais desperdícios nas funções de manutenção (Davies e Greenough, 2010). À luz do autor, segue-se na Tabela 2 os desperdícios *lean management* identificados na área da manutenção.

Tabela 2. Desperdícios *lean management* na área da manutenção

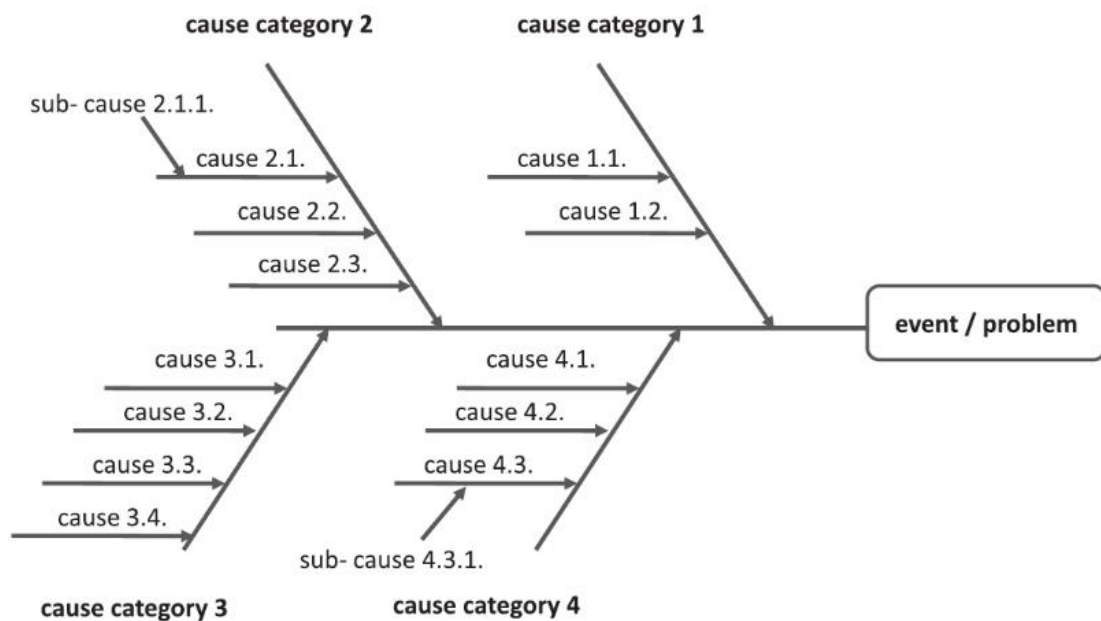
Tipo de desperdício <i>lean</i>	Desperdício na manutenção	Descrição
Superprodução	Manutenção improdutiva	Execução das atividades de manutenção preventiva e preditiva com maior frequência do que o necessário
Espera	Espera por recursos de manutenção	Envolve o tempo de espera de ferramentas, peças e outros bens indispensáveis às atividades de manutenção
Transporte	Manutenção centralizada	A manutenção centralizada gera um excesso de transporte, uma vez que os recursos não estão facilmente acessíveis
Inventário	Gestão de inventário ineficiente	Stock em excesso ou quebras de stock.
Movimento Desnecessário	Manutenção improdutiva	Normalmente relacionado com a manutenção preventiva
Defeitos	Manutenção e reparações mal executadas	Execução de operações de uma forma incorreta, que acrescenta custos e prejudica a qualidade dos produtos
Processo Desnecessário	Processamento impróprio de dados	Recolha de dados desnecessários, não reunir os dados importantes, não identificar as causas raiz dos problemas, não formalizar indicadores de desempenho
Má utilização do capital humano	Subutilização de recursos	Técnicos especializados executam tarefas inferiores ao seu domínio

3.3. Diagrama de *Ishikawa*

O Diagrama de *Ishikawa* foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943 e também pode ser denominado como Diagrama de causa e efeito ou Diagrama espinha de peixe. Esta ferramenta tem por fim identificar as diversas causas de um problema.

Gonçalves e Gasparotto (2019) referem que a ferramenta tem como intuito agregar o máximo de causas possíveis. Para isso, é necessário estipular um problema, agrupar as causas por categorias e identificar o maior número de causas para cada uma, que é possível através de um *brainstorming* entre os vários intervenientes. A Figura 8 ilustra o desenvolvimento da ferramenta.

Figura 8. Diagrama de *Ishikawa*



Muitos autores defendem na literatura o modelo 6M como o diagrama mencionado. Esta metodologia é composta por 6 categorias, respetivamente, método, máquina, medida, meio ambiente, material e mão de obra (Laurintino et al., 2019).

3.4. Planeamento na Manutenção

O planeamento das operações na manutenção engloba um conjunto de funções que têm em consideração os recursos disponíveis à manutenção, destacando requisitos de

materiais e mão de obra, o tempo de operação e informações técnicas dos equipamentos. Estes recursos devem ser devidamente preparados antes da realização da atividade (Duffuaa et al., 1999). Assim, quando o planeamento não carece de um método rigoroso, os procedimentos resultantes serão instáveis e pode mesmo haver uma interrupção da produção.

Al-Turki (2009) considera que o planeamento abrange um conjunto de ações com a finalidade de alcançar as metas estabelecidas. O autor expressa que o planeamento na manutenção contribui para o incremento da eficiência e minimiza os custos. A criação de planos de manutenção é indispensável para definir o meio mais económico de manter o valor e estado do ativo. O autor cita que existem 3 níveis de planeamento:

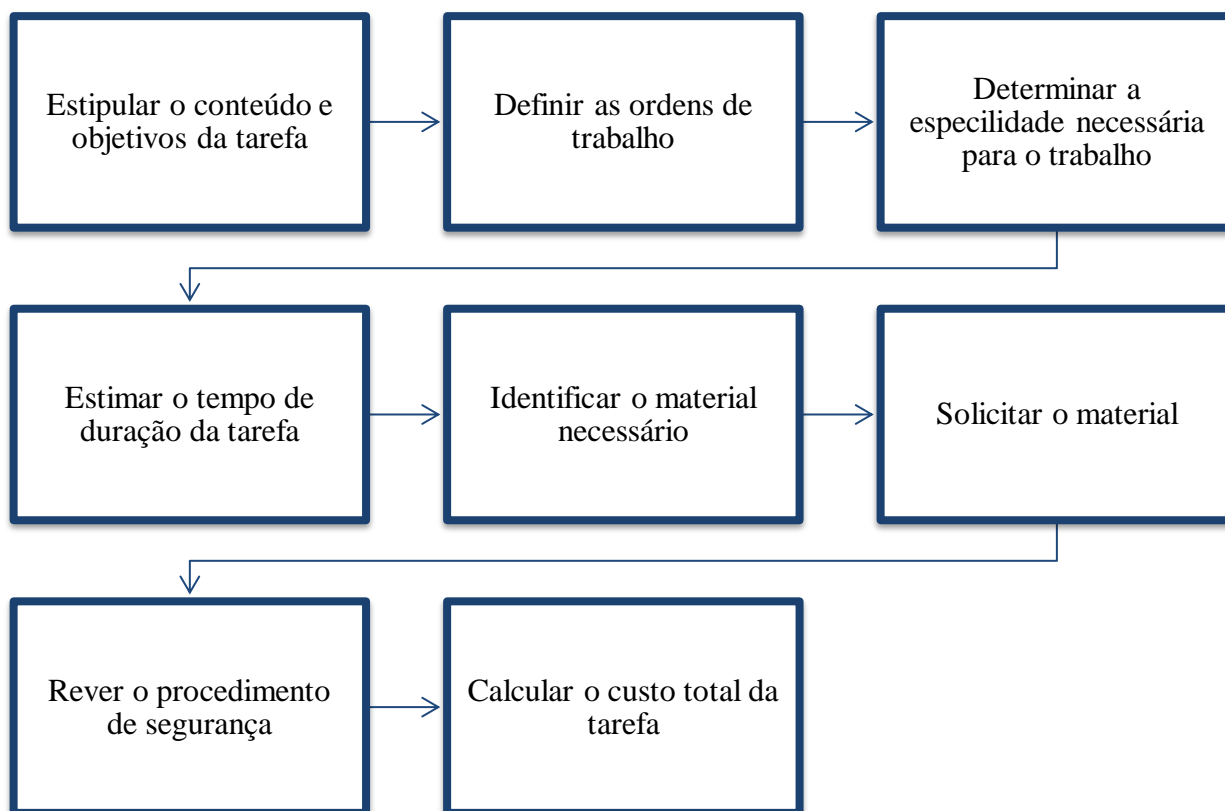
- Planeamento a longo prazo (2 ou mais anos);
- Planeamento a médio prazo (entre 1 mês a 1 ano);
- Planeamento a curto prazo (diários ou semanais).

Os principais fatores que influenciam o planeamento da manutenção são, segundo vários autores como Weiss (2013):

- **Colaboradores** – pode ser o recurso mais vulnerável, uma vez que se torna difícil de controlar. É necessário determinar o número de colaboradores e o nível de habilidade para cada tarefa;
- **Material** – disponibilidade do material pode influenciar a tarefa a realizar. Este deve ser solicitado com antecedência;
- **Equipamentos** – número de equipamentos ou postos de trabalhos disponíveis para a realização das atividades de manutenção.

Duffuaa et al. (1999) explica os passos a seguir na construção de um planeamento das operações após uma solicitação de uma tarefa, na Figura 9.

Figura 9. Passos a seguir na construção do planeamento, citado por Duffuaa et al. em 1999



3.4.1. Planeamento da manutenção no setor de transporte rodoviário de passageiros

Haghani e Shafahi (2002) apontam os principais problemas associados ao planeamento da manutenção em autocarros:

- Avarias inesperadas
- Mudanças diárias nas rotas das viaturas
- Tarefas de manutenção a executar diariamente
- Indisponibilidade de recursos de manutenção

O autor cita algumas considerações em relação ao planeamento na manutenção: todos os recursos necessários devem ser encomendados com antecedência, as tarefas de manutenção devem ser organizadas por *slots* e o planeamento pode ser modificado uma vez que está sujeito a situações inesperadas. Logo, o planeamento deve ser elaborado com as informações disponíveis e todas as restrições existentes e precisa de ser adaptado para os

problemas inesperados em tempo real (planeamento reativo). O autor apela a uma boa gestão de horários das viaturas, com o intuito de minimizar o tempo que esta se encontra fora de serviço, não agregando valor.

Também para Pinedo (2002), o planeamento da manutenção nos autocarros engloba uma alocação de recursos das funções de manutenção mediante as capacidades e restrições presentes.

Como exemplo de aplicação, Haghani e Shafahi (2002) realizaram um caso de estudo tendo por base um programa de simulação. Esta experiência foi realizada com dados reais, para uma frota de autocarros. A simulação baseou-se num conjunto de métodos heurísticos, que resultou num total de 182 dias.

Depois de uma análise de resultados, os autores concluem que o planeamento na manutenção aumenta a eficiência das operações e o fornecimento de serviços aos clientes. Os resultados da simulação evidenciam que:

- O planeamento reduz o tempo de imobilização de uma viatura no espaço onde são realizadas as atividades de manutenção. Isso resulta numa diminuição da troca de viaturas que normalmente realizam determinado serviço. Ou seja, também diminuirá o número de viaturas de substituição. Assim, a frota a longo prazo pode ser reduzida. Isto traduz uma redução de custos operacionais e de manutenção;
- O planeamento promove uma melhor gestão do tempo dos colaboradores. A longo prazo, pode haver uma redução da equipa de manutenção, que retrata também uma diminuição nos custos;
- O planeamento na manutenção reduz as manutenções em atraso, uma vez que haverá mais viaturas a serem inspecionadas. Os custos de avarias e manutenções corretivas, são por isso, reduzidos;

3.5. Considerações finais

Em síntese, a manutenção é uma área em forte crescimento, que enfrenta mudanças devido à introdução de novas tecnologias no mercado. As estratégias de manutenção preditiva permitem reduzir custos de manutenções corretivas caras e preventivas desnecessárias, representando um peso importante para a gestão das

organizações. O setor de transporte rodoviário de passageiros regista um aumento da procura neste serviço. É importante responder com eficiência às exigências dos clientes, da forma mais económica possível.

A filosofia *lean* quando aplicada na manutenção permite identificar os desperdícios nesta área. São reconhecidos 8 desperdícios nas operações de manutenção que devem ser eliminados para assegurar resultados desejados. O diagrama de *Ishikawa* é uma ferramenta muito importante para a resolução de problemas, pois permite identificar as causas pelos quais são desencadeados.

O planeamento das operações de manutenção permite alcançar os objetivos estratégicos das empresas minimizando os custos associados. As principais considerações a ter em causa na construção do planeamento são o número de colaboradores, material e equipamentos necessários e uma estimativa do tempo para a realização das atividades. Desta forma, as organizações podem adotar planeamentos eficientes que promovem o aumento da produtividade, qualidade e redução de custos.

4. DIAGNÓSTICO À SITUAÇÃO ATUAL

O seguinte capítulo tem por objetivo realizar um diagnóstico ao planeamento atual empreendido pela oficina de Aveiro e a todos os processos inerentes à sua construção. Numa primeira fase são expostos os tipos de manutenção que a oficina normalmente recorre, o layout oficial e o número de trabalhadores que estão disponíveis para a execução das tarefas de manutenção. De seguida, é apresentado a forma como o planeamento é construído.

Numa segunda fase são identificados os principais problemas que surgem deste modelo de trabalho. Recorrendo a uma ferramenta da gestão da qualidade, o diagrama de *Ishikawa*, é possível identificar as causas que desencadeiam as falhas no cumprimento do planeamento. Por fim, são identificadas algumas oportunidades de melhoria. Esta análise torna-se fundamental para o desenvolvimento do projeto no próximo capítulo.

4.1. Caracterização

Conforme descrito anteriormente, este subcapítulo apresentará uma caracterização da oficina, expondo a forma de trabalhar na oficina e o método de construção do planeamento atual.

4.1.1. Tipos de Manutenção

Os tipos de manutenção das viaturas executadas pela oficina de Aveiro são categorizadas da seguinte forma:

- **Inspeção Regulamentar (IPO)** – executada antes das viaturas realizarem as inspeções periódicas obrigatórias e as inspeções extraordinárias empreendidas pelo transporte coletivo de crianças. A periodicidade de inspeção de uma viatura até perfazer 7 anos é anual. No oitavo ano e seguintes, a inspeção é realizada semestralmente. Este tipo de manutenção tem como objetivo evitar a reprovação da viatura na inspeção.
- **Manutenção Preventiva (MP)** – Em conformidade com a revisão da literatura, este tipo de manutenção é efetuada antes da ocorrência de falha,

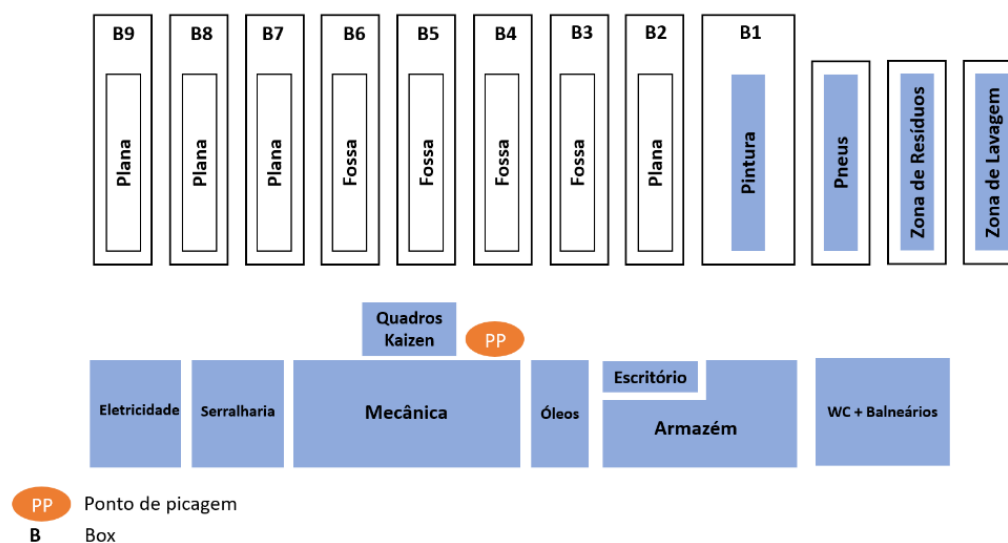
segundo especificações estabelecidas. A empresa procura manter uma elevada taxa de manutenções preventivas diariamente.

- **Manutenção Corretiva (MC)** – Em concordância com a revisão da literatura, este tipo de manutenção é executada depois da ocorrência de falha. De acordo com o grau de prioridade, as viaturas serão reparadas de imediato ou o seu conserto será adiado.
- **Carroçaria (CAR)** – associada, por norma, a sinistros e pintura de viaturas.
- **Tacógrafo (TAC)** – concretizada por uma empresa externa. Uma viatura afere o tacógrafo bianualmente.
- **Pneus (PNE)** – ação realizada por uma empresa externa. Um pneu deve ser trocado segundo um critério estabelecido.
- **Purgas (PUR)** – plano de manutenção referente à troca de óleo. As purgas são realizadas segundo critérios estabelecidos.

4.1.2. Layout da oficina

Para uma melhor perceção do desenvolvimento do projeto apresenta-se o *layout* da oficina, ilustrado na Figura 10. É constituída por 9 *boxs*, onde as viaturas permanecem imobilizadas (5 *boxs* planas e 4 fossas). A *box* 1 corresponde às tarefas de carroçaria, nomeadamente, pintura. À direita das *boxs* encontra-se a zona de pneus, onde são armazenados os vários tipos de pneus da oficina, zona de resíduos, onde são depositados corretamente os resíduos no local apropriado e zona de lavagem de peças. Nos restantes locais encontram-se as zonas de eletricidade, serralharia e mecânica para a realização das respetivas tarefas a cada especialidade. Existe ainda, a zona dos óleos para o qual são armazenados os diferentes óleos. O armazém contém as diversas peças, materiais e ferramentas que são utilizadas nas tarefas de manutenção. O escritório é utilizado para tarefas administrativas. Os balneários são usufruídos pelos técnicos da oficina. Por fim, os quadros *kaizen*, que estão situados no centro da oficina, contêm a informação das tarefas para cada trabalhador e os indicadores de desempenho. Ao seu lado, encontram-se os pontos de picagem.

Figura 10. Layout oficial. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro



4.1.3. Tipos de especialidades e nº de trabalhadores

As oficinas de manutenção da empresa apresentam três tipos de especialidades. Na Tabela 3, segue-se o número de trabalhadores para cada especialidade na oficina de Aveiro.

Tabela 3. Especialidade e número de trabalhadores na oficina de Aveiro. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro

Especialidade	Nº de trabalhadores
Mecânica (MEC)	4
Eletricidade (ELE)	2
Carroçaria (CAR)	1

4.1.4. Planeamento atual e imobilização de viaturas

O planeamento é realizado semanalmente e sempre com uma semana de antecedência. O planeamento segue um conjunto de regras e critérios estabelecidos que devem ser tomados em consideração, tais como:

- As viaturas podem ir à inspeção três meses antes da data-limite. Deste modo, quando o período de tempo para efetivar uma inspeção fica disponível, a viatura realiza uma IPO na oficina e segue para o centro de inspeções.
- As MP's PUR's são planeadas segundo dois critérios, a data-limite de MP e os quilómetros de paragem pré-definidos. As viaturas classificadas de carreiras que realizam distâncias mais curtas, executam MP de 3 em 3 meses, enquanto as viaturas categorizadas de expressos, que perfazem distâncias superiores, efetivam uma MP de 2 em 2 meses.
- As MC's são executadas consoante o número de avarias que vão surgindo nas viaturas. Conforme a capacidade da oficina, são agendadas as avarias cuja prioridade é mais acentuada. Tal situação ocorre com os reparos na especialidade de CAR.
- A empresa recorre a serviços externos para as viaturas aferirem o TAC, tangendo que não existe alguma restrição no que concerne à sua data-limite.
- A empresa recorre a serviços externos no que toca ao PNE. O critério de mudança do pneu é quando a altura do rasgo do pneu atinge um limite de 2mm.

Segue-se um exemplo de um planeamento atualmente utilizado pela oficina ilustrado na Figura 11 (semana 20 do ano de 2021).

Figura 11. Exemplo do planeamento atual numa semana. Fonte: Oficina da Trandev em Aveiro

AVA / AVEIRO BUS			Mês		Maio						Ações a realizar
			Semana		20						
			Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex		
Nº Viatura	Motivo	Oficina	15	16	17	18	19	20	21		
1212	IPO	Aveiro Bus	x	x	x	x	x	x	x	IPO + MP + Pintura geral Branco	
0103	IPO	Aveiro Bus			x					IPO + MP - 09H	
0104	IPO	Aveiro Bus				x				IPO + MP - 09H	
0127	IPO	Aveiro Bus					x			IPO + MP - 09H	
10472	IPO	Aveiro Bus						x	x	IPO + TCC + MP	
2323	Pneus	Aveiro Bus			x					Pneus frente 09 até as 13h	
7592	TAC	Renacentro				x				Aferir tacógrafo - Renacentro	
0106	TAC	Renacentro					x			Aferir tacógrafo - Renacentro - 09h	
0107	TAC	Renacentro						x		Aferir tacógrafo - Renacentro	
10474	TAC	Renacentro							x	Aferir tacógrafo - Renacentro	
0120	CAR	SORECA	x	x	x	x	x	x	x	Reparar sinistro frente direito - SORECA	
0109	CUR	Mercedes	x	x	x	x	x	x	x	Painel de instrumentos queimado (Mercedes)	
2592	CUR	Aveiro bus	x	x	x	x	x	x	x	Substituir turbo + Substituir caixa + reparar panela de escape	
2321	CUR	Aveiro bus	x	x	x	x	x	x	x	Caixa velocidades não engata	
7951	CUR	Aveiro bus	x	x	x	x	x	x	x	Motor a bater	
7952	CUR	Aveiro bus			x					Reparar banco do motorista	
7991	CUR	Aveiro bus			x					Ar condicionado não funciona	
2716	CUR	Aveiro bus				x				Substituir discos e pastilhas 1º eixo + GPS + Direção	
2181	CUR	Aveiro bus					x			Vários assinalamentos	
2325	CUR	Aveiro bus						x		Ressonância nas rodas da frente	
0124	CUR	Aveiro bus							x	Campainhas	
0117	MP	Aveiro bus			x					MP + Vários assinalamento - 09h	
2759	MP	Aveiro bus				x	x			MP + Ar condicionado + Porta da frente - 09h	
0108	MP	Aveiro bus				x				MP + Filtro de gasóleo + suspensão - 09h	
0112	MP	Aveiro bus					x			MP + Purgar motor + banco do motorista	
0116	MP	Aveiro bus							x	MP	

O planeamento uma vez acabado, necessita de estar em concordância com os responsáveis da operação, posto que são estas entidades que gerem a entrada e saída de viaturas das oficinas de manutenção.

Assim que o planeamento fica estipulado, as tarefas são distribuídas por trabalhador para cada dia na semana. Essa repartição fica esquematizada nos quadros *Kaizen* que se encontram no centro da oficina. Cada quadro representa o encargo de um trabalhador num dia, que perfaz um total de 35 quadros numa semana (7 colaboradores e 5 dias úteis). As viaturas planeadas são preenchidas nos devidos espaços, consoante o tipo de manutenção a realizar (IPO, MP, MC, CAR, TAC, PNE, PUR). Quando a viatura não comparece na oficina, o motivo da sua falta também é preenchido no quadro e pode ser causa da:

- Manutenção – normalmente associado a uma carga oficial pesada e daí a oficina não conseguir cumprir com o planeamento.
- Operação – quando a operação falha na entrega da viatura na oficina, por algum motivo externo à manutenção.

Existe ainda, um espaço reservado para as viaturas SOS a preencher, quando uma viatura sofre uma avaria e comparece na oficina com uma paragem não planeada. Na Figura 12, está ilustrado o quadro *Kaizen* utilizado pela oficina.

Figura 12. Quadro *Kaizen* utilizado pela oficina. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro

V I A T U R A S	P L A N E A D A S	I P O M P	Manhã	Entrou na oficina?	Tarde	Entrou na oficina?
				SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
				Se não, motivo?		Se não, motivo?
			Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>		Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>	
		C U R	Manhã	Entrou na oficina?	Tarde	Entrou na oficina?
				SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
			Se não, motivo?		Se não, motivo?	
		Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>		Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>		
	S I N / V A N	Manhã	Entrou na oficina?	Tarde	Entrou na oficina?	
			SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>		SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	
			Se não, motivo?		Se não, motivo?	
		Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>		Operação <input type="checkbox"/> Manut. <input type="checkbox"/>		
SOS	Manhã	Tarde	Férias / Folga	Limpeza		
			FÉRIAS <input type="checkbox"/> FOLGA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Entradas na oficina - viatura planeada - cor verde; viatura não planeada - cor vermelha						

A empresa recorre à plataforma SGM para uma boa gestão de todas as atividades da manutenção. Quando a viatura entra na oficina, é preciso realizar o *Check In* no sistema, que automaticamente gera uma ordem de trabalho (OT), sendo esta entregue ao trabalhador que realizará a operação. Quando a viatura fica pronta e sai da oficina, é necessário realizar o *Check Out* na plataforma.

A empresa estabeleceu e acompanha diariamente um conjunto de KPI's (*Key Performance Indicator*) com o intuito de avaliar e monitorizar o desempenho da oficina.

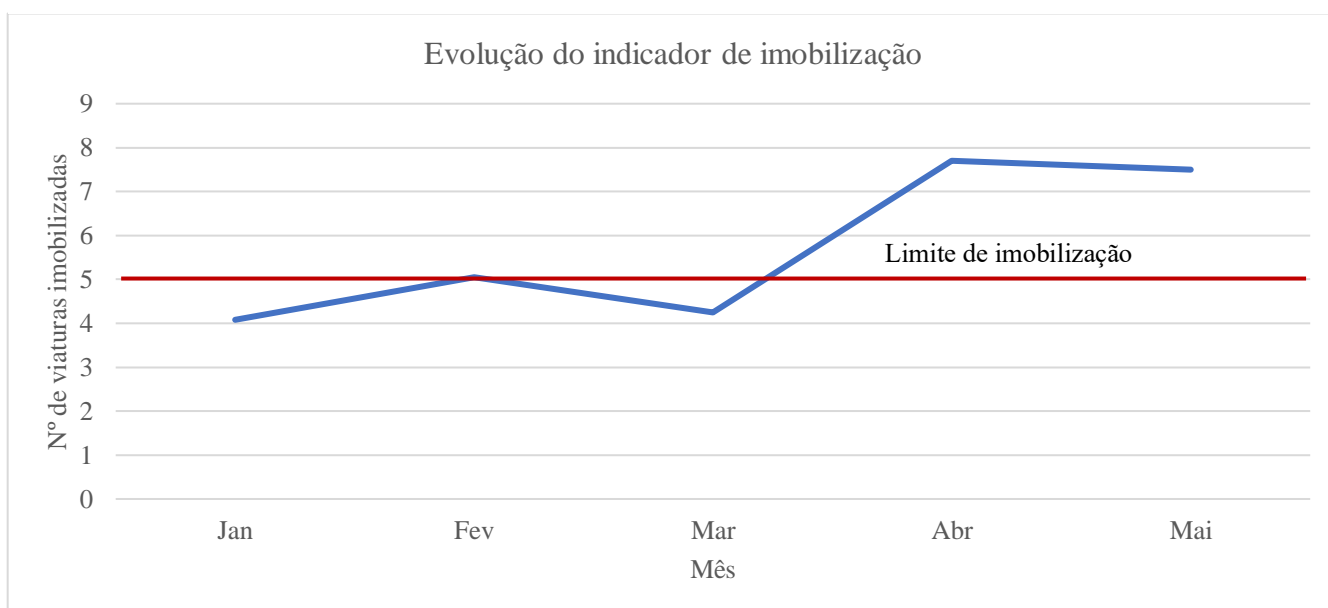
A Imobilização é um indicador referente ao número de viaturas imobilizadas na oficina após o fecho do dia. Este indicador impõe um limite de imobilização máxima de 5 viaturas. Este KPI permite identificar os períodos de maior carga de trabalho, que acompanhado de uma análise quantitativa e qualitativa, concede a constatação das principais causas de uma elevada imobilização.

Uma viatura imobilizada não gera receita para a empresa. Torna-se por isso fulcral, minimizar o número de viaturas imobilizadas diariamente.

O acompanhamento do planeamento na semana deve ser complementado com as informações deste KPI.

Na Figura 13 está representado o histórico do número médio de viaturas imobilizadas na oficina desde o mês de janeiro de 2021. Através da análise do gráfico, é possível constatar que a partir do mês de abril a oficina registou um número muito alto de viaturas imobilizadas, ultrapassando o limite de imobilização imposto. Face a este resultado, a empresa procura descobrir os principais problemas que desencadearam este efeito.

Figura 13. Evolução do indicador de imobilização, desde o mês de janeiro. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro.



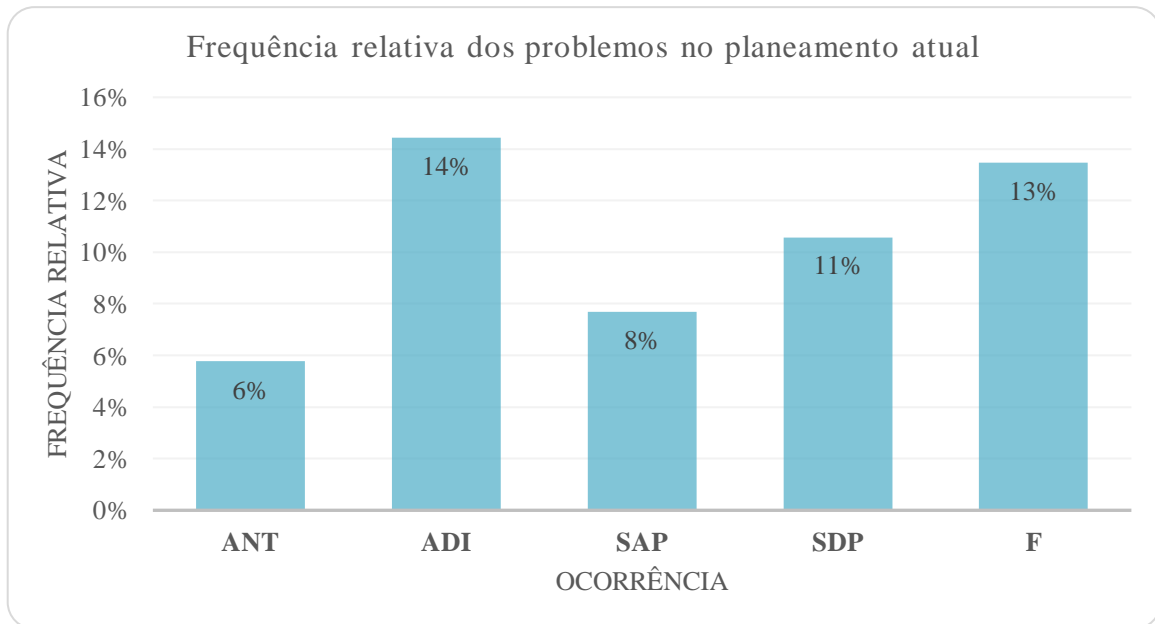
4.2. Identificação dos problemas e as suas causas

A próxima fase do trabalho foi acompanhar o planeamento atual executado pela oficina. Esta análise permitiu rapidamente perceber que o planeamento nem sempre é cumprido consoante o estipulado. Deste modo, foi possível constatar os principais problemas que geram as falhas do cumprimento do planeamento nesta oficina.

Os problemas identificados são:

- **Viatura é antecipada (ANT)**, quando comparece na oficina numa data anterior à estipulada. Normalmente resulta de uma vaga no planeamento. A oficina encontra-se disponível para receber a viatura mais cedo e antecipar trabalho.
- **Viatura é adiada (ADI)**, quando comparece na oficina numa data posterior à planeada. A oficina não consegue receber a viatura no dia planeado e normalmente está associado a uma carga oficial excessiva. Por vezes, uma viatura é adiada por ordem dos responsáveis da operação, ou seja, por motivos externos à manutenção.
- **Viatura sai da oficina antes da data prevista (SAP)**, quando o trabalho é executado em menos tempo do que estabelecido e por isso a viatura sai da oficina antes da data planeada.
- **Viatura sai da oficina depois da data prevista (SDP)**, quando a viatura sai da oficina depois da data planeada. Resulta de um conjunto de fatores, tais como, carga oficial elevada, descoberta de mais assinalamentos do que os conhecidos, falta de material, entre outros.
- **Viatura falta (F)**, quando a oficina não tem disponibilidade para a receber na semana ou por motivos externos à manutenção.

De seguida, registou-se a Frequência Relativa dos problemas identificados anteriormente, para uma amostra de 4 semanas, conforme ilustrado na Figura 14.

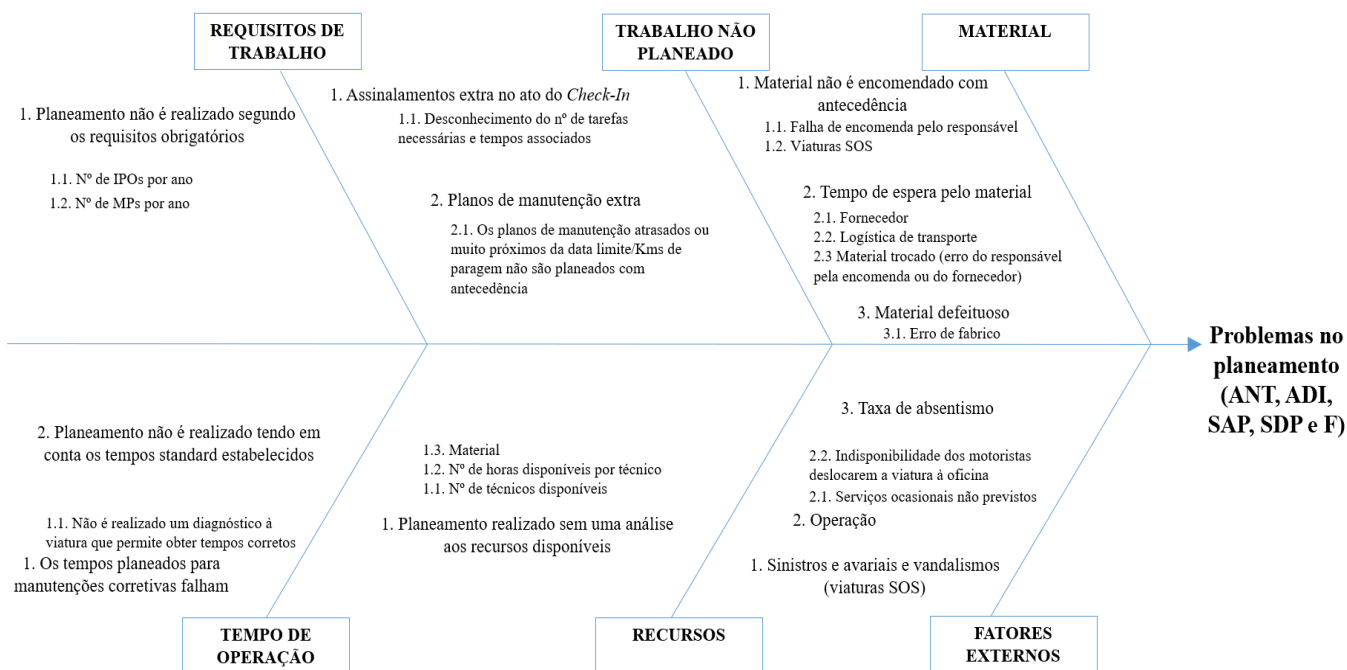
Figura 14. Frequência relativa dos problemas no planeamento atual.

Como se pode verificar, os problemas com maior destaque são ADI e F. Em geral, observam-se valores elevados para estes problemas identificados. De seguida, serão investigadas as causas que desencadeiam estes valores.

4.2.1. Diagrama de *Ishikawa*

O auxílio de uma ferramenta de gestão da qualidade, mais concretamente o Diagrama de *Ishikawa*, permitiu perceber as causas dos problemas registados. Este diagrama foi elaborado através de um *brainstorming* entre elementos da oficina e está ilustrado na Figura 15.

Figura 15. Diagrama de Ishikawa



Os problemas estipulados são os detetados anteriormente que levam à falha no cumprimento dos planeamentos e foram identificadas seis categorias de causas (material, fatores externos, trabalho não planeado, recursos, requisitos de trabalho e tempo de operação).

Em relação à categoria material, a causa principal é o facto de este não ser encomendado com antecedência. Para tal, são identificadas duas sub-causas, a falha de encomenda do material por parte do responsável pelo pedido e o facto de haver viaturas que comparecem na oficina com uma paragem não planeada (viaturas SOS), impossibilitando uma encomenda antecipada do material necessário. As restantes causas apontadas prendem-se com o tempo excessivo que o material demora a chegar, afetado pelas seguintes sub-causas: erro dos fornecedores, erros na logística de transporte e material trocado (também esta sub-causa pode ser devido ao responsável pela encomenda que trocou o material ou então erro do fornecedor). Por último, o material pode surgir defeituoso e sem a qualidade desejada, devido a erros de fabrico.

A seguinte categoria diz respeito aos fatores externos. Uma das causas associadas são os sinistros, avarias e vandalismos que as viaturas sofrem e que por isso,

chegam à oficina com uma paragem não planeada (viaturas SOS) e com maior prioridade em relação às que se encontram imobilizadas na oficina. A outra causa envolve o departamento de Operação, em situações em que as viaturas faltam ou alteram a sua data de visita à oficina por motivos externos à manutenção. Aqui destacam-se algumas sub-causas tais como, serviços ocasionais não previstos (afetado por sazonalidades, onde se verifica uma procura acentuada por este tipo de serviços entre os meses de abril a agosto) e a indisponibilidade dos motoristas deslocarem a viatura à oficina. Por último, é apontada a taxa de absentismo como uma causa.

A próxima categoria concerne o trabalho não planeado, ou seja, as tarefas de manutenção que são realizadas, mas não foram planeadas. Uma das causas apontadas são os assinalamentos extra que são descobertos no ato do *Check-In*. A sub-causa identificada tange o desconhecimento do número de tarefas necessárias e tempos associados (não é realizado um pré-diagnóstico à viatura, que permitiria identificar todas as atividades a executar e os seus respetivos tempos). A próxima causa é a realização de planos de manutenção extra que não foram planeados. De igual forma é apontada uma sub-causa, a falta de rigor em planear com antecedência os planos de manutenção que estão em atraso ou muito próximos da data-limite/quilómetros de paragem.

Relativamente à categoria dos recursos, a causa principal prende-se na realização do planeamento sem uma análise aos recursos disponíveis. Mais concretamente, o planeamento não é realizado tendo em conta o número de técnicos disponíveis, assim como o total de horas de trabalho para cada um e o material necessário para a execução das atividades de manutenção.

Quanto à categoria requisitos de trabalho, a principal causa é não haver uma análise dos requisitos anuais de trabalho, que podem servir como um indicador na construção do planeamento. No que toca a manutenções preventivas e regulamentares, é possível determinar o número de IPO's e MP's a realizar por ano para responder aos requisitos obrigatórios. Este número deve servir como indicador que permite elaborar planeamentos que tenham em conta estes requisitos e especificações obrigatórias e impostas pela empresa.

Por fim, na categoria do tempo de operação são identificadas duas causas. A primeira causa tange os tempos de manutenções corretivas que falham. Mais uma vez, o problema encontra-se na falta de um diagnóstico à viatura, que permitiria planear com antecedência as operações de manutenção com tempos realistas. A seguinte causa concerne

os tempos *standard* das IPOs, MPs e purgas que são conhecidos, mas não são utilizados para executar planeamentos com maior certeza.

De seguida, é possível interligar as causas descobertas com os desperdícios *lean* na manutenção, descritos na revisão da literatura (Tabela 4).

Tabela 4. Interligação entre os desperdícios *lean* referidos na revisão da literatura e a causas descobertas anteriormente

Desperdício lean na manutenção	Desperdícios detetados no planeamento
Espera por recursos de manutenção	Tempo de espera pelo material necessário
Gestão de inventário ineficiente	Falta de material, material trocado
Processamento impróprio de dados	Não reúne dados importantes como os recursos necessários, tempos corretos e requisitos de trabalho

4.3. Identificação das oportunidades de melhoria

Depois de uma análise aos problemas que o planeamento atual enfrenta e a identificação das suas causas, é possível estipular as seguintes oportunidades de melhoria:

O1. Cálculo dos requisitos de trabalho anuais – As manutenções preventivas e regulamentares têm requisitos de trabalho anuais, que devem ser levados em consideração na construção do planeamento semanal. Deve ser calculado o número de manutenções a executar por ano, que servirá como indicador semanal. Esta ação terá impacto na categoria dos requisitos de trabalho.

O2. Cálculo da taxa de ocupação da oficina – O planeamento atual sofre falhas no seu cumprimento, devido a viaturas SOS que entram na oficina com uma paragem não planeada e quando faltam/alteram a sua visita à oficina por fatores externos. Deste modo, o planeamento não deve ser efetuado com a carga máxima da oficina. É necessário estabelecer a margem a deixar para as viaturas SOS. Esta ação terá impacto na categoria dos fatores externos.

O3. Realização de diagnósticos às viaturas – Esta ação permite descobrir os recursos necessários para execução de uma tarefa de manutenção, nomeadamente, o material, número de técnicos, tipo de especialidade e total de

horas. Desta forma, é possível encomendar o material com antecedência e construir planeamentos com tempos de operação corretos de modo a diminuir a probabilidade de falha dos mesmos. Esta ação terá impacto nas categorias de causa do material, recursos, trabalho não planeado e tempo de operação.

O4. Análise dos recursos da oficina – É fundamental construir planeamentos acompanhados de uma análise aos recursos da oficina. Para isso deve ser feita uma análise semanal aos seguintes recursos: número de técnicos e horas de trabalho para cada um, número de boxes disponíveis e o material indispensável às tarefas da semana. Esta ação terá impacto na categoria dos recursos.

4.4. Considerações finais

No final deste capítulo é possível confirmar que o planeamento atual da oficina de Aveiro sofre de falhas no que toca ao seu cumprimento. São identificados 5 problemas associados, viaturas que são antecipadas, adiadas, saem antes da data prevista, saem depois da data prevista e faltam. Os problemas que mais constituem um impacto para as falhas no cumprimento do planeamento são as viaturas que são adiadas e que faltam.

Recorrendo a uma ferramenta de gestão da qualidade, o diagrama de *Ishikawa*, foi possível perceber as causas que desencadeiam este problema. As causas identificadas prendem-se por motivos associados a material, tempos de operação, viaturas SOS, requisitos de trabalho e trabalho extra não planeado.

Por fim, foram identificadas quatro oportunidades de melhoria, que serão implementadas no próximo capítulo.

5. PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo tem como finalidade apresentar o desenvolvimento do projeto. Inicialmente serão analisados os indicadores para o planeamento, mais concretamente os requisitos anuais de trabalho (O1) e a taxa de ocupação da oficina (O2). Estes indicadores permitem construir planeamentos que atendam aos requisitos de trabalho estabelecidos pela empresa. Assim, esses requisitos podem ser distribuídos uniformemente ao longo do ano. A segunda oportunidade permite perceber a margem que deve existir para as viaturas SOS, de forma a não haver períodos de carga oficial pesada, conforme se verificou no capítulo anterior. De seguida, será explorada a terceira oportunidade identificada (O3). Esta oportunidade diz respeito à necessidade de uma viatura realizar um diagnóstico, de forma a obter todas as informações indispensáveis ao planeamento. É então, introduzido o conceito de triagem e a sua forma de funcionamento. Posteriormente é analisada a última oportunidade identificada (O4), a análise aos recursos da oficina. Desta forma, é possível determinar o número de técnicos disponíveis, assim como as suas especialidades e o número de horas de trabalho disponíveis para cada um. Com todas as oportunidades exploradas é possível prosseguir para a construção do planeamento. O planeamento tem como auxílio a taxa de ocupação da oficina e por técnico, de modo a distribuir as tarefas uniformemente pelos técnicos e respeitar a margem de viaturas SOS. Esta construção do novo planeamento foi posta em prática para uma semana, experiência possibilitada pela oficina.

Em seguida, é possível realizar uma análise aos resultados obtidos com este novo planeamento e fazer uma comparação ao planeamento anterior. Por fim, são retiradas as conclusões deste novo modelo para o planeamento de manutenção da oficina de Aveiro.

5.1. Indicadores para o planeamento

O seguinte subcapítulo tem como intuito analisar dois indicadores que devem ser levados em consideração na construção do planeamento. Em primeiro lugar, é determinado o número de manutenções regulamentares e preventivas a executar, de forma a responder aos requisitos obrigatórios e estipulados pela empresa. De seguida, é calculada a taxa de ocupação da oficina na construção do planeamento.

5.1.1. Cálculo dos requisitos de trabalho anuais (O1)

Começou-se por calcular o número de IPO's e MP's que devem ser realizadas anualmente com a finalidade de cumprir os requisitos de trabalho.

No caso das IPO's, foram agrupadas as viaturas com uma idade inferior ou igual a 7 anos, que têm obrigatoriedade de executar uma IPO uma vez por ano. De igual forma, são associadas as viaturas com idade superior a 7 anos, que executam a inspeção bianualmente.

No caso das MP's, foram aglomeradas as viaturas que perfazem distâncias mais curtas, realizando uma manutenção preventiva 4 vezes ao ano. Os expressos são o tipo de viaturas que realizam uma MP 6 vezes ao ano, já que as distâncias percorridas são bastante superiores, exigindo maior rigor na manutenção.

Posteriormente, é determinado o número de IPO's e MP's por ano, consoante demonstrado na Tabela 5. Assim, é possível estipular o número de manutenções regulamentares e preventivas a realizar por dia, que servirá como indicador na construção do planeamento.

Tabela 5. Cálculo dos requisitos anuais (O1)

	IPO	MP
Nº / ano	197	428
Nº/ mês	16,4	35,7
Nº/ dia	0,7 \cong 1	1,6 \cong 2

5.1.2. Cálculo da taxa de ocupação da oficina (O2)

No último capítulo constatou-se que uma das causas que impede o cumprimento do planeamento atual é o número de viaturas SOS que entram na oficina com uma paragem que não foi planeada. Nessas situações, os técnicos interrompem a tarefa que estão a executar para resolverem problemas que surgem com maior prioridade. Em consequência, o trabalho que estava planeado é atrasado, retardando de igual forma as restantes tarefas ao longo da semana. Denota-se também, um aumento do número de viaturas imobilizadas, um fator negativo para a oficina.

Em suma, não é viável construir um planeamento para a sua carga máxima, ou seja, para 100%. É necessário calcular uma taxa de ocupação da oficina para a construção do planeamento. Essa taxa deve englobar uma margem para receber viaturas SOS na oficina. Para tal, é importante perceber o peso que estas ocupam sobre o planeamento atual. Para calcular a margem, elaborou-se a seguinte equação:

$$\text{Margem para as viaturas SOS} = \frac{\text{Média de viaturas SOS/dia}}{\text{Média de viaturas planeadas/dia}} \times 100 \quad (1)$$

Os dados usados para o cálculo da margem advêm de uma amostra de 22 semanas de trabalho. Os valores registados da amostra recolhida estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6. Recolha de dados da amostra de 22 semanas (média de viaturas SOS/dia e média de viaturas planeadas/dia)

Média de viaturas SOS/dia	Média de viaturas planeadas/dia
3	8

O número médio de viaturas SOS/dia reflete que realmente existe um peso considerável de viaturas não planeadas. Segundo os dados recolhidos pela amostra, a margem para as viaturas SOS toma um valor de 37,5%. Face a este valor e em conjunto com os membros da oficina, definiu-se que a percentagem recolhida pode ser uma margem elevada para as viaturas SOS. Neste sentido, estabeleceu-se que um valor mais adequado seria uma percentagem de 30%. Esta margem pode ser adaptada futuramente.

É então estabelecida a taxa de ocupação da oficina e a margem para as viaturas SOS na Tabela 7.

Tabela 7. Definição da taxa de ocupação da oficina e a margem para as viaturas SOS

Taxa ocupação da oficina	Margem para as viaturas SOS
70%	30%

A taxa de ocupação para o planeamento assume um valor de 70%. Os restantes 30% englobam as viaturas não planeadas. Desta forma, as viaturas SOS não vão atrasar as restantes tarefas planeadas, consoante ocorria no planeamento anterior. No caso de não haver entrada de viaturas SOS num dia, os técnicos não ficariam sem trabalho, uma vez que existe trabalho de balcão a ser realizado, como tratamento de peças.

5.2. Diagnósticos às viaturas (O3)

Uma das oportunidades de melhoria identificadas foi a realização de diagnósticos às viaturas. O diagnóstico à viatura funciona como uma triagem, cujo objetivo é determinar com antecedência os recursos indispensáveis à realização da manutenção corretiva, como o material necessário, número de tarefas e total de horas. Esta ação irá permitir realizar planeamentos mais realistas e com menor probabilidade de falha.

A triagem possui uma duração standard de 45 minutos e segue um conjunto de passos de verificação, que podem ser consultados em anexo. No final, o técnico deve preencher a folha de triagem, que fornecerá as informações importantes para a construção do planeamento, tais como:

- Tipo de box;
- Tarefas a realizar;
- Tempo de operação para cada tarefa;
- Especialidade para cada tarefa;
- Material necessário.

A folha de triagem está ilustrada na Figura 16.

Figura 16. Folha de Triagem. Fonte: Oficina da Transdev em Aveiro

		Folha de Triagem		Data: ___/___/___
				Técnico: _____
Viatura: _____		Km's: _____		
Pode Circular?	Sim		Não	
BOX	Fossa		Plana	
Tarefas		Tempo	Especialidade	
Peças	Referência	Descrição		Qtd

O diagnóstico à viatura, pode ser feito segundo duas possibilidades:

- **Paragem da viatura na oficina** – Esta via obriga a duas paragens da viatura na oficina. A primeira vez será para a realização do diagnóstico e a segunda para a execução das tarefas. Esta ação envolve um custo extra, uma vez que a viatura realiza quilómetros em vazio para a sua primeira deslocação à oficina.
- **Realização do diagnóstico juntamente com uma MP/IPO** – Esta via funciona como uma alternativa para a viatura não realizar mais paragens do que o necessário. Para tal, a triagem será realizada quando uma viatura executa uma MP ou IPO. Posteriormente, é preenchida a folha de triagem.

Na construção do planeamento, as manutenções corretivas são retiradas do histórico das triagens e são planeadas com as informações necessárias.

Face a estas duas possibilidades, a via mais eficiente será realizar a triagem juntamente com a MP/IPO, visto que este método não obriga a viatura a realizar mais paragens do que o devido.

5.3. Implementação do planeamento

Este subcapítulo tem como finalidade a implementação do novo planeamento, que irá englobar as oportunidades de melhoria identificadas no capítulo anterior. O planeamento vai ser realizado para a semana de 12 a 16 de julho.

5.3.1. Análise aos recursos da oficina (O4)

Esta última oportunidade analisa os recursos que a oficina possui para poder operar. Neste caso, explora-se a mão-de-obra disponível, visto que são estes os recursos necessários para a execução de tarefas.

A Tabela 8 e a Tabela 9 definem a carga máxima de cada técnico e especialidade para a semana. Como se pode verificar, existem 2 técnicos que estão ausentes durante a semana, sendo que um deles ocupa a especialidade elétrica. Logo, o planeamento desta semana não pode ser planeado para manutenções corretivas com componente elétrica. É preciso também ter em atenção a falta de técnicos para a semana.

Tabela 8. Carga máxima de cada técnico para a semana

	12/jul	13/jul	14/jul	15/jul	16/jul
DEFINIÇÃO DA CARGA MÁXIMA PARA CADA TÉCNICO	seg	ter	qua	qui	sex
Técnico1 (MEC)	0	0	0	0	0
Técnico 2 (MEC)	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Técnico 3 (MEC)	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Técnico 4 (MEC)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Técnico 5 (ELE)	0	0	0	0	0
Técnico 6 (CAR)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
MÁXIMO A PLANEAR	34	34	34	34	34

Tabela 9. Carga máxima de cada especialidade para a semana

	12/jul	13/jul	14/jul	15/jul	16/jul
DEFINIÇÃO CARGA MÁXIMA PARA CADA ESPECIALIDADE	seg	ter	qua	qui	sex
MEC	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
ELE	0	0	0	0	0
CAR	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Esta análise permite perceber os técnicos, tipo de especialidade e horas de trabalho disponíveis. Esta deve ser sempre a primeira etapa para a construção do planeamento.

5.3.2. Construção do planeamento

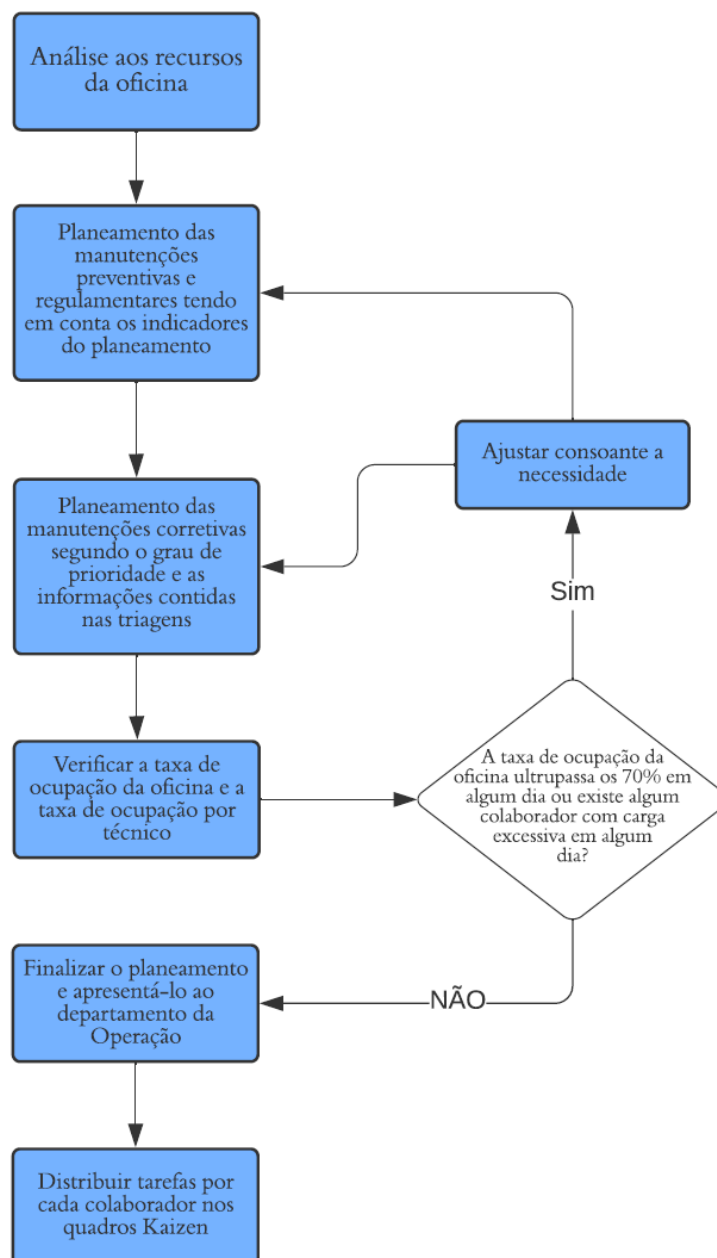
Depois de uma análise a todas as oportunidades de melhoria identificadas, pode-se pôr em prática o novo planeamento. A oficina permitiu a realização de uma experiência piloto da construção de um novo modelo de planeamento. Este, será feito semanalmente (como anteriormente) e construído com o auxílio da ferramenta *Excel*. O novo planeamento terá em conta as oportunidades exploradas.

A construção do planeamento será realizada em simultâneo com a análise da taxa de ocupação da oficina e da taxa de ocupação por técnico. Desta forma, é possível verificar

a distribuição de carga para cada técnico e para cada dia. O objetivo é realizar o planeamento que respeite a taxa de ocupação da oficina estipulada (70%) e distribuir as cargas de trabalho por cada técnico de forma equilibrada. As manutenções TAC (tacógrafo) e PNE (pneus), não são planeadas, uma vez que a empresa recorre a serviços externos para este tipo de manutenções.

De forma a tornar mais simples a construção do planeamento foi elaborado o seguinte fluxograma que deve ser seguido nesse momento (Figura 17).

Figura 17. Fluxograma



Começamos então pelo planeamento das manutenções preventivas e regulamentares. Os critérios de realização destas manutenções como descritas no capítulo 4, prendem-se pela data-limite e quilómetros de paragem:

- **IPO** – é permitido planear IPO's com 3 meses de antecedência até à data-limite. A oficina mantém um ficheiro *Excel* com as datas de IPO's das viaturas, que é consultado no momento do planeamento. As viaturas cuja data-limite se encontra próxima são agendadas em primeiro lugar. O indicador aponta uma execução de 5 IPO's por semana. No entanto, nesta semana há falta de técnicos e por isso não se pode planear todas as 5 viaturas. Começa-se então por planear 4 viaturas. Este número pode ser ajustado posteriormente.
- **MP** – rege-se por dois critérios, data-limite e quilómetros de paragem. A oficina segue o programa SGM que contém os critérios descritos e as viaturas com data ou número de quilómetros mais próximas são planeadas em primeiro lugar. O indicador mostra uma realização de 10 MP's por semana. Identicamente, por falta de mão de obra, começa-se por planear 4 MP's para a semana.
- **PUR** – rege-se por dois critérios, data-limite e quilómetros de paragem. A oficina possui um ficheiro *Excel* que mantém esses critérios. De igual forma, são agendadas as viaturas com datas mais próximas, ou até ultrapassadas. Nesta semana, encontram-se 2 purgas de caixa de velocidades em atraso. São então agendadas 2 PUR para a semana.

Na Tabela 10 está esquematizado o quadro resumo para o planeamento das manutenções preventivas.

Tabela 10. Quadro resumo para o planeamento de manutenções preventivas

Tipo de Manutenção	Indicador	Planeamento
Preventiva	(viaturas/semana)	(viaturas/semana)
IPO	5	4
MP	10	4
PUR	-	2

Estas manutenções preventivas têm tempos *standard* de operação, conforme ilustrado na Tabela 11.

Tabela 11. Tempos *standard* das manutenções preventivas (horas)

Tipo de Manutenção	Tempo Standard (Horas)
IPO	5
MP	2
PUR	2

Depois desta recolha de informação e planeamento destas viaturas de acordo com o seu tempo *standard*, é possível analisar a taxa de ocupação por oficina e por técnico para a semana para estas manutenções preventivas, ilustradas na Figura 18 e Figura 19.

Figura 18. Taxa de ocupação da oficina para as manutenções preventivas

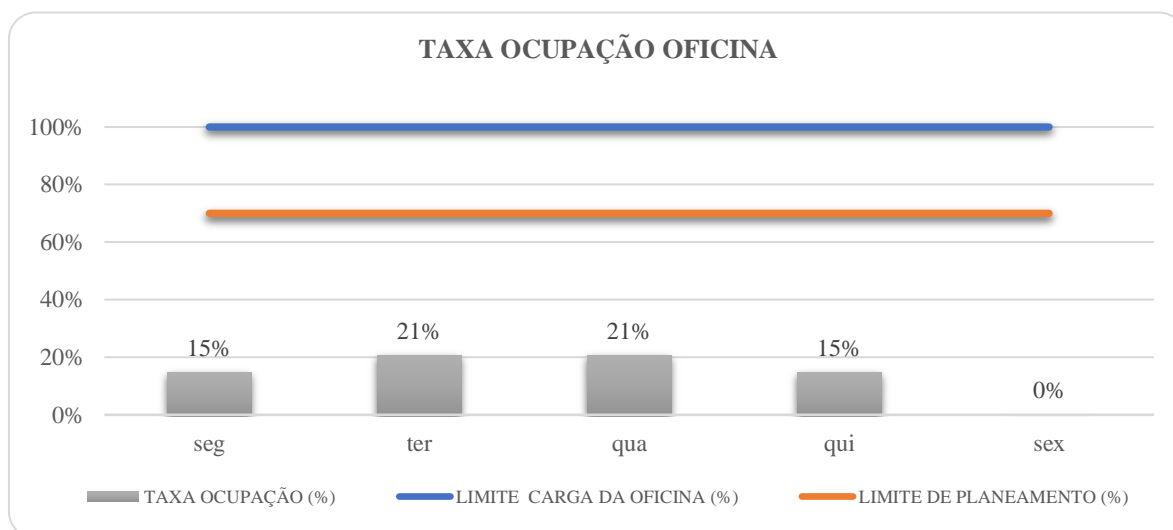
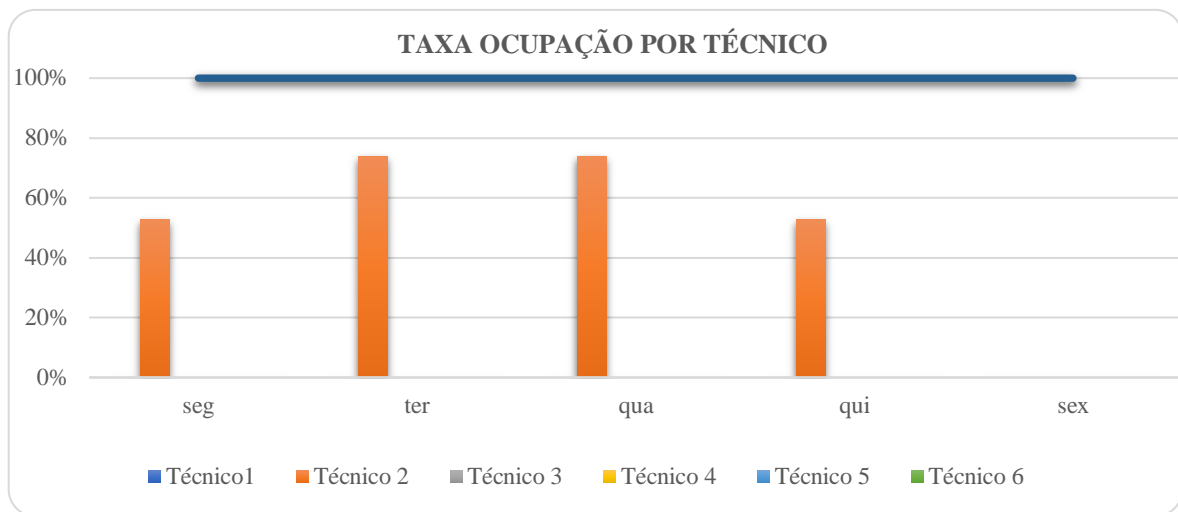


Figura 19. Taxa de ocupação por técnico para as manutenções preventivas

Como se pode verificar, estas manutenções foram planeadas todas para o mesmo técnico (costuma ser responsável das manutenções preventivas), mas em dias diferentes. Para já, o dia de sexta-feira ainda se mantém livre de carga.

De seguida são planeadas as MC's e CAR's. O objetivo é planear as viaturas com maior grau de prioridade. As informações necessárias à realização da tarefa devem estar contidas nas folhas de triagem. Nesta primeira experiência do novo planeamento, ainda não é possível aceder às informações das triagens. Os tempos de operação vão então, ser estimados.

Estas manutenções corretivas e de carroçaria devem ser planeadas por grau de prioridade e até ao limite de planeamento estipulado.

Por fim, apresenta-se nas Figura 20 e Figura 21, a taxa de ocupação da oficina e a taxa de ocupação por técnico finais que engloba todas as manutenções a realizar para a semana.

Figura 20. Taxa de ocupação da oficina para o novo planeamento

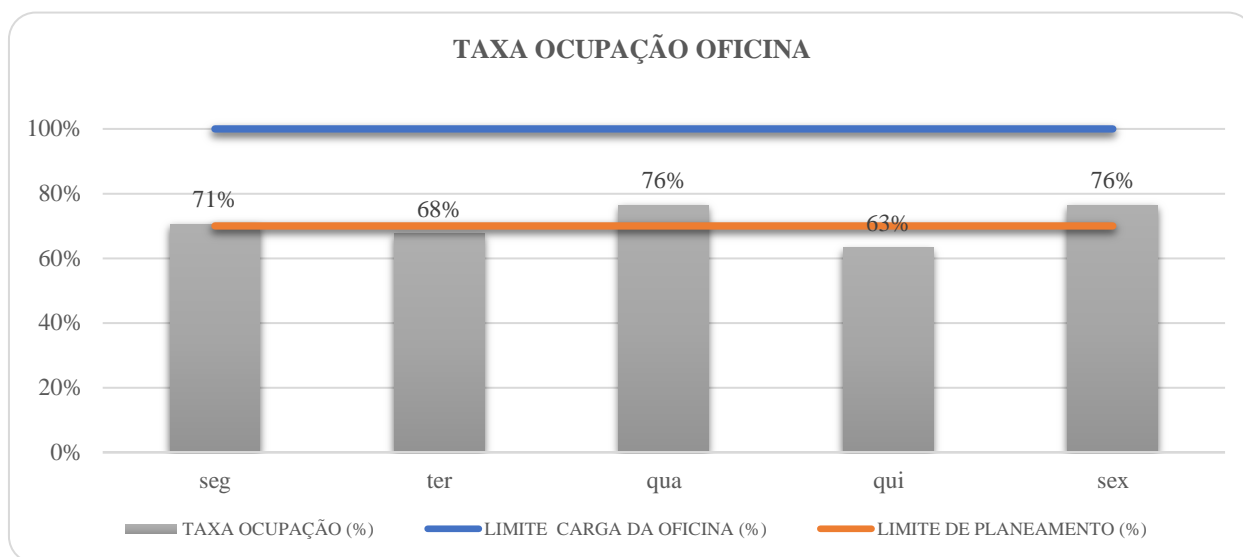
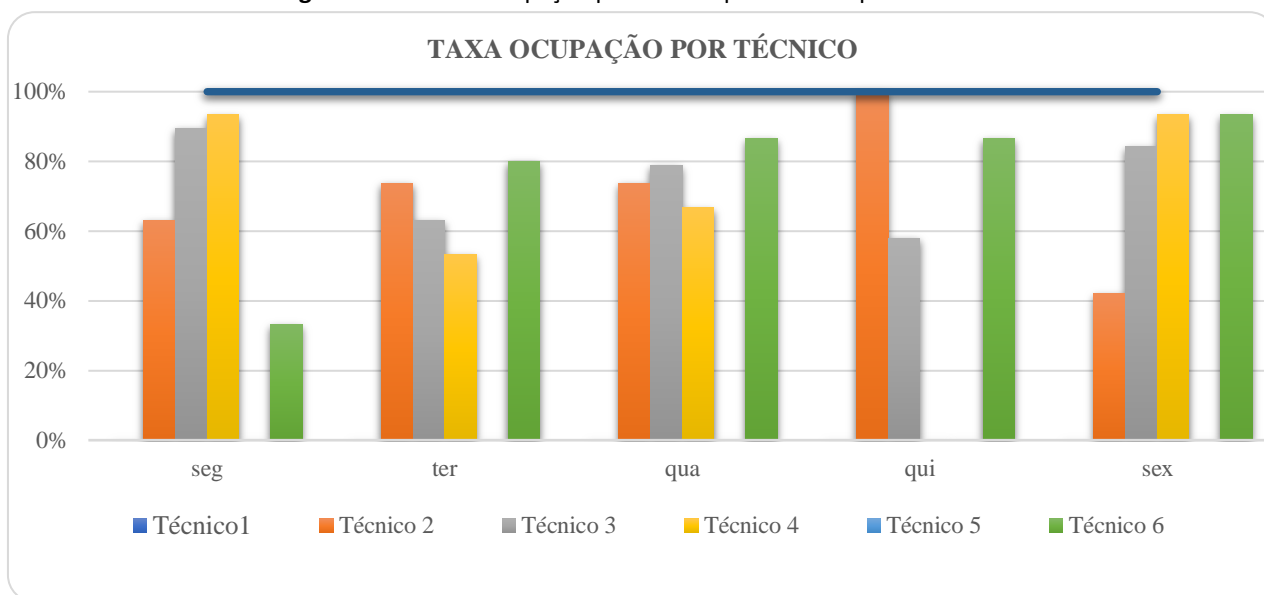


Figura 21. Taxa de ocupação por técnico para o novo planeamento



Como se pode verificar, a taxa de ocupação da oficina rondou os 70%, como tinha sido estipulado. Desta forma, a oficina tem margem para receber as viaturas SOS sem comprometer as restantes manutenções planeadas.

No que toca à taxa de ocupação por técnico, os técnicos 1 e 5 não têm nada planeado, uma vez que estão ausentes durante a semana. Os restantes técnicos têm uma percentagem de ocupação por dia. A restante taxa de ocupação não planeada para os técnicos 2, 3, 4 e 6 diz respeito às viaturas SOS.

5.4. Análise dos resultados

Depois de construído o planeamento e confirmado pelo departamento da Operação, é então posto em prática. Este subcapítulo tem como finalidade apresentar os resultados da implementação deste novo modelo de planeamento.

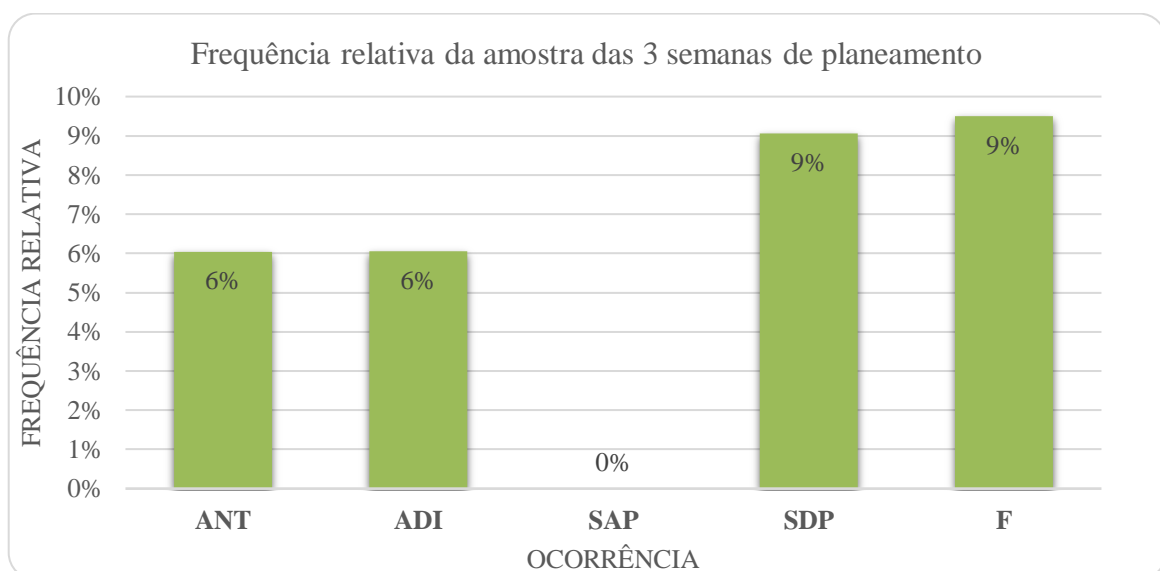
De igual forma como no capítulo 4, é apresentada a Frequência Relativa (FR) das ocorrências de falha no planeamento, como se pode visualizar na Figura 22.

Para obter conclusões que correspondam a um cenário mais realista, foi alargado o período da amostra para 3 semanas, até ao final do mês de julho (dados relativos ao mês de agosto poderiam ser influenciados pelas férias entre os trabalhadores e as mudanças de rotas ou tipos de serviço). Assim, são analisados os resultados dos planeamentos para as semanas:

- 12 a 16 de julho de 2021
- 19 a 23 de julho de 2021
- 26 a 30 de julho de 2021

A Figura 22 mostra a frequência relativa da amostra das 3 semanas com o novo modelo de planeamento.

Figura 22. Frequência relativa da amostra das 3 semanas com o novo modelo de planeamento.



As ocorrências SDP e F possuem as maiores percentagens de falha no planeamento. As ocorrências ANT e ADI possuem uma percentagem com alguma relevância. Por fim, a ocorrência SAP encontra-se nos 0%.

Como referido anteriormente, os tempos para as manutenções corretivas foram estimados, uma vez que a oficina não tem as informações provenientes das triagens para esta experiência. Deste modo e enquanto não for iniciado esse trabalho os tempos para planearem manutenções corretivas nunca serão totalmente corretos ou até podem diferir bastante da realidade. A realização do diagnóstico também servirá para detetar o material necessário para as ações de manutenção. Sem uma informação sobre ambos os tempos de operação e o material necessário, a realização de um planeamento correto será comprometido.

No final desta experiência foi possível determinar o número de viaturas SOS por dia. Para tal e recorrendo à fórmula do capítulo anterior, foi possível calcular a margem de viaturas SOS que efetivamente a oficina recebeu na amostra das 3 semanas. Este cálculo também servirá como indicador para perceber se a margem de viaturas SOS, calculada anteriormente, se encontra num valor aceitável ou se deve ser adaptada. Segue-se na Tabela 12, o número médio de viaturas SOS/dia e o número médio de viaturas planeadas/dia para a amostra recolhida.

Tabela 12. Média de viaturas SOS/dia e planeadas/dia para a amostra recolhida

Média de viaturas SOS/dia	Média de viaturas planeadas/dia
2,7	8,3

Segundo a equação (1), a margem de viaturas SOS por dia é 32%. Pode-se concluir que esta margem se encontra num valor aceitável.

5.5. Comparação de falhas registadas

Este subcapítulo tem por finalidade comparar a melhoria dos resultados com o novo procedimento de planeamento.

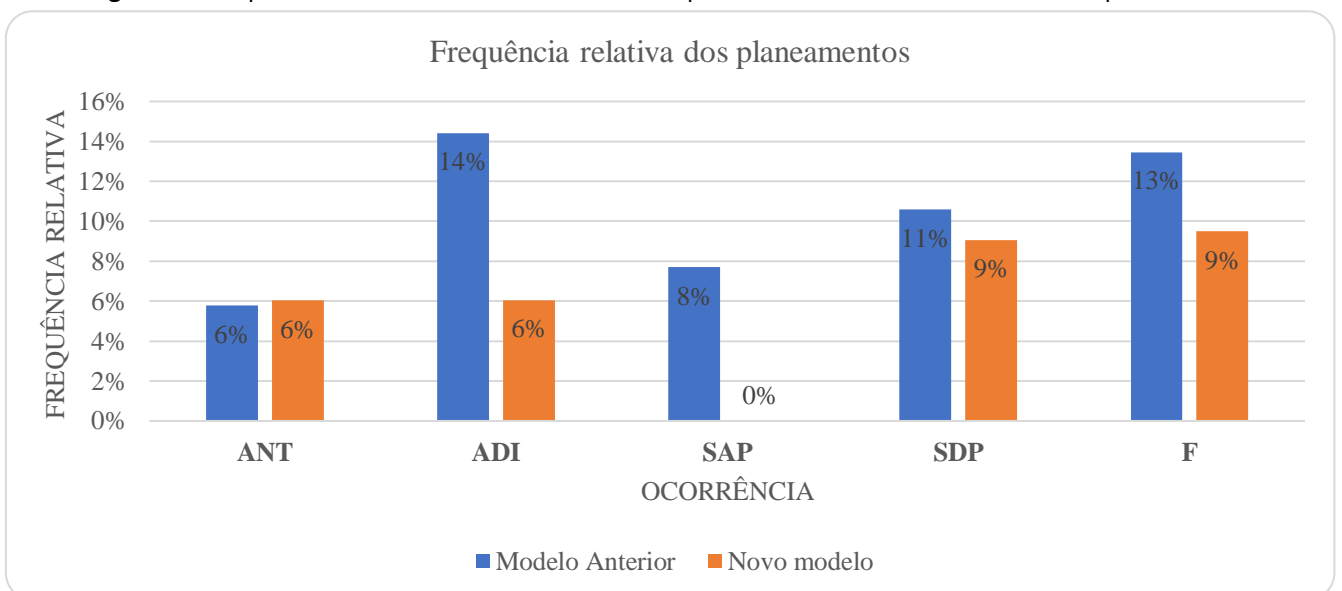
Começa-se por analisar as ocorrências de falha de ambos. Conforme ilustrado na Figura 23, é possível concluir que:

- A ocorrência SDP sofreu decréscimo de 2%, a ocorrência F de 4% e a ocorrências SAP e ADI de 8%;
- A ocorrência ANT manteve o mesmo valor.

Face a estes valores, confirma-se que o novo planeamento, que foi construído segundo as oportunidades de melhoria identificadas leva a um aumento do cumprimento do mesmo. Deste modo, as viaturas não estarão mais tempo imobilizadas do que o necessário, o que se torna uma melhoria para a oficina.

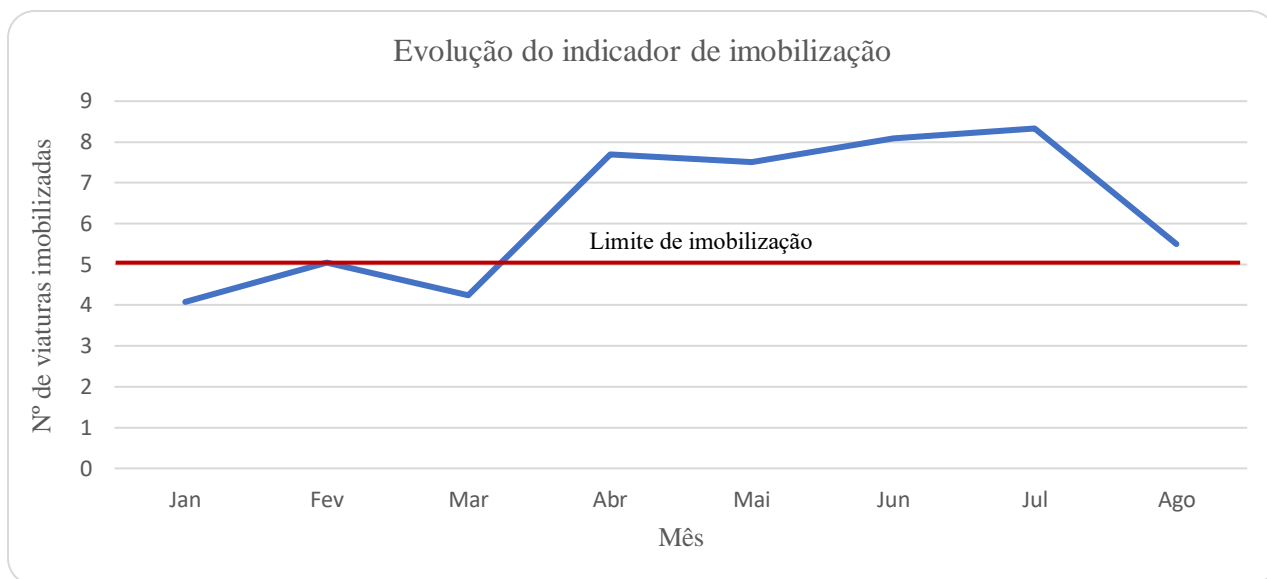
Os valores apresentados ainda podem ser melhorados, quando o processo de triagem for iniciado na oficina. Assim, torna-se possível planear viaturas com tempos corretos e planear todos os materiais necessários à execução da atividade de manutenção com antecedência.

Figura 23. Frequência relativa das ocorrências de falha para as amostras dos dois modelos de planeamento



De seguida, é apresentada a evolução do indicador de imobilização ao longo dos meses na oficina na Figura 24. Depois da implementação do novo modelo de planeamento, o número médio de viaturas imobilizadas por mês reduziu (início do mês de julho), aproximando-se do limite de imobilização imposto pela oficina. Assim, pode-se afirmar que estes novos modelos de planeamento diminuem o número de viaturas imobilizadas em oficina, que também era um dos objetivos estabelecidos.

Figura 24. Evolução do indicador de imobilização ao longo dos meses na oficina



Por fim, apresenta-se um quadro resumo, representado na Figura 25.

Figura 25. Quadro resumo

	Planeamento anterior	Planeamento novo
Manutenções planeadas	IPO, MP, PUR, TAC, MC, PNE, CAR	IPO, MP, PUR, TAC, MC, PNE, CAR
Planeamento das ações preventivas	Dois critérios (data-limite e quilómetros de paragem)	Dois critérios (data-limite e quilómetros de paragem) Tempos standard Requisitos de trabalho anuais como indicador
Planeamento das ações corretivas	Por grau de prioridade	Por grau de prioridade Recurso às triagens
Margem para viaturas SOS	Não	Sim (30%)
Análise aos recursos da oficina	Baseado na experiência	Análise aos recursos da oficina semanalmente antes da construção do planeamento

5.6. Considerações finais

No final deste capítulo, é possível afirmar que o novo procedimento do planeamento construído, que tem por base as oportunidades identificadas, traz benefícios para a oficina. Este novo modelo consegue reduzir significativamente as ocorrências de falha, o que promove uma menor imobilização. Possibilita também uma melhor gestão das atividades na oficina e a distribuição de tarefas pelos vários técnicos.

No entanto, o começo do processo das triagens deve ser iniciado o mais rápido possível, visto que fornecerá os tempos corretos, ações e materiais necessários às atividades de manutenção. Sem estas informações, haverá sempre uma maior probabilidade de ocorrência de falhas no que toca ao cumprimento do planeamento.

A oficina irá dar continuidade ao trabalho desenvolvido ao longo deste projeto, pois considera que este modelo é uma melhoria na oficina.

6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

Este trabalho surgiu da necessidade de melhorar o planeamento utilizado na oficina de manutenção de uma operadora nacional de transporte rodoviário, Transdev. A colaboração com a empresa permitiu suprir essa necessidade da oficina e foi proposto analisar a otimização do planeamento de forma a diminuir a probabilidade de falha no que toca ao seu cumprimento.

Inicialmente foram identificadas as ocorrências de falha do planeamento empreendido. Tais ocorrências suscitavam que o planeamento não fosse cumprido, conforme o estabelecido e parte do problema centrou-se em identificar as causas que originavam estas falhas. Apontou-se que a oficina não usava os requisitos de trabalho anuais como indicador semanal, não possuía uma margem para receber viaturas SOS na semana e não analisava os recursos da oficina semanalmente. Também havia uma dificuldade em planear manutenções corretivas, visto que para grande parte destas eram desconhecidas as tarefas a realizar, o tempo de operação e o material necessário. Face a estas causas, identificaram-se quatro oportunidades de melhoria.

No seguinte capítulo, essas oportunidades de melhoria foram exploradas e o novo planeamento foi implementado na oficina, cujos resultados foram analisados. Depois de uma análise aos resultados, conclui-se que quatro ocorrências de falha tiveram um decréscimo entre 2% a 8%. Em relação ao indicador de imobilização, foi possível verificar que no mês de implementação do novo modelo de planeamento o número médio de viaturas imobilizadas na oficina reduziu em relação aos restantes meses, aproximando-se do limite estabelecido.

Assim, esta implementação de um novo modelo de planeamento apresenta um procedimento mais rigoroso e estruturado, promovendo uma menor probabilidade de falha no que toca ao seu cumprimento. Os resultados apresentados indicam que a gestão da oficina irá dar continuidade a este novo procedimento em funcionamento na operação atual.

Ao longo deste trabalho em colaboração direta com a operação da oficina foi possível identificar algumas propostas futuras que serão relevantes para a empresa. Primeiramente, recomenda-se o início do processo de triagem, aquando da realização de

MP's e IPO's. Esta ação permitirá planear as manutenções corretivas de um modo mais correto, pois permite perceber quais são as tarefas a realizar, o tempo de operação para cada uma e o material necessário para as atividades. Esta é uma ação essencial para construir planeamento fiáveis. Uma vez dado início a este processo de triagem, estas informações são colocadas no histórico de triagem, que será consultado mais tarde, no momento da construção do planeamento.

Outra proposta será explorar a possibilidade de aplicação de manutenções preditivas. Uma ferramenta de planeamento eficiente deve integrar igualmente a análise criteriosa aos seus ativos, como descrito na revisão da literatura, realizando as atividades de manutenção apenas quando a avaria está próxima de ocorrer. Assim, as ações preventivas são substituídas por preditivas, as manutenções que ocorriam desnecessariamente são eliminadas e os custos são potencialmente reduzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Turki, U. (2009). Maintenance Planning and Scheduling. In Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D., *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (Springer, London, 237-262).

Blanchard B. (1997). An enhanced approach for implementing total productive maintenance in the manufacturing environment. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 3(2), 69-80.

Cabral, J. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática*. LIDEL Edições Técnicas Ltd, Lisboa, Portugal.

Davies, C., & Greenough, R. (2010). Measuring the effectiveness of lean thinking activities within maintenance.

Duffuaa, S., Raouf, A. & Campbell, J. (1999). *Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Fouladgar, M., Yazdani-Chamzini, A., Lashgari, A., Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2012). Maintenance strategy selection using AHP and COPRAS under fuzzy environment. *International Journal of Strategic Property Management*, 16(1), 85-104.

Fraser K. (2014). Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Facilities Management*, 12(1), 18-37.

Galar, D., Sandborn, P., & Kumar, U. (2017). *Maintenance costs and life cycle cost analysis*. CRC Press. Boca Raton.

Gonçalves, L., & Gasparotto, A. (2019). Um estudo sobre gestão pela qualidade total na indústria de máquinas e equipamentos. *Revista Interface Tecnológica*, 16(2), 428-440.

Goodridge, D., Westhorp, G., Rotter, T., Dobson, R., & Bath, B. (2015). Lean and leadership practices: development of an initial realist program theory. *BMC Health Service Research*, 15(1), 15-362.

Haghani, A., & Shafahi, Y. (2002). Bus maintenance systems and maintenance scheduling: model formulations and solutions. *Transportation Research*, 36(5), 453-482.

- Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2019. Lisboa: INE, 2020. Acedido no dia 22/05/2021 em <https://www.ine.pt/xurl/pub/71883472>.
- Khazraei, K., & Deuse, J. (2011). A strategic standpoint on maintenance taxonomy. *Journal of Facilities Management*, 9(2), 96-113.
- Kiangala, K., & Wang, Z. (2018). Initiating predictive maintenance for a conveyor motor in a bottling plant using industry 4.0 concepts. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 97, 3251–3271.
- Laurintino, T., Souza, T., & Chinelate, G. (2019). Ferramenta da gestão da qualidade total: estudo de caso em uma indústria de laticínio. *Revista Brazilian Journal of Development*, 5(8), 12033-12072.
- Márquez, C. (2007). *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer-Verlag. London.
- Muller A., Crespo M., & Iung, B. (2008). On the concept of e-maintenance: Review and current research. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(8), 1165-1187.
- Nezami, F., & Yildirim, M. (2013). A sustainability approach for selecting maintenance strategy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 6(4), 332-343.
- Paz, N., & Leigh, W. (1994). Maintenance scheduling: issues, results and research needs. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(8), 47-69.
- Pinedo, M. (2002). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*, 2nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25 (4), 785-805.
- Shahin, A., Shirouyehzad, H., & Pourjavad E. (2012). Optimum maintenance strategy: a case study in the mining industry. *International Journal of Services and Operations Management*, 12(3), 368-386.
- Thoben, K., Wiesner, S., Wuest, T. (2017), “Industrie 4.0 and Smart manufacturing – a review of research issues and application exemples”. *Int. J. Autom. Technol.* 11, 4–16
- Tinga T. (2013). Maintenance Concepts. In *Principles of Loads and Failure Mechanisms* (Springer Series in Reliability Engineering. Springer, London, 161-186).
- Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2002). A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, 77, 299-313.

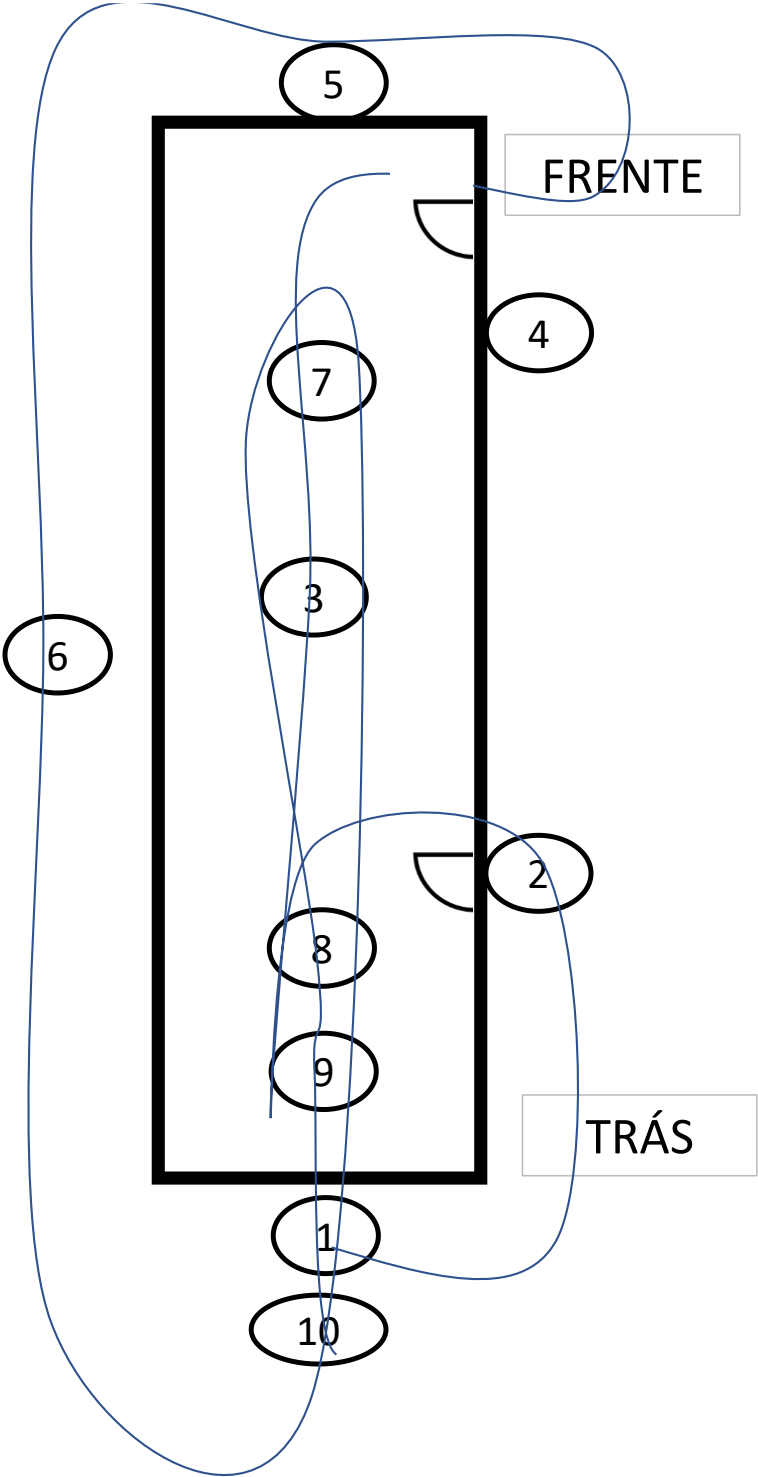
Weiss, M. (2013), “Challenges of matching maintenance programs to an aging rolling stock fleet”, Apresentado na 2013 Rail Conference (02-06-2013 até 05-06-2013) em Philadelphia PA, United States.

Zhang, Z., Wang, Y., & Wang, K. (2013). Fault diagnosis and prognosis using wavelet packet decomposition, Fourier transform and artificial neural network. *J Intell Manuf*, 24, 1213–1227.

ANEXO A

Checklist Triagem

	Ordem	Passo de Verificação	✓ X
Coordenado com ação do motorista	0	Se houver software de diagnóstico para o carro, conectar máquina/computador de diagnóstico ao carro e deixar programa a correr, e passar aos passos seguintes	
	1	Verificar luzes traseiras - verificar stops, mínimos, piscas, luzes de nevoeiro, luz marcha-atrás, chapa matrícula	
	2	Verificar luzes laterais lado direito e funcionamento porta de trás	
	3	Entrar porta de trás e verificar visualmente bancos, cintos luzes e quadrante tablier	
	4	Verificar funcionamento porta da frente e sair	
	5	Verificar luzes frente - mínimos, piscas, luzes de nevoeiro, médios e máximos	
	6	Verificar luzes laterais esquerdas	
	7	Verificação eixo frente - folgas direção, calços, amortecedores, barra estabilizadora, barras fixação do eixo e tubagens de água/ar/óleo, pneumáticos suspensão; Estado dos pneus	
	8	Verificação eixo trás - calços, amortecedores, barra estabilizadora, barras fixação do eixo e tubagens de água/ar/óleo, pneumáticos suspensão; Estado dos pneus	
	9	Verificar folga transmissão, folga, fugas e desgaste do disco de embraiagem; Verificar fugas fluidos; Verificar escape, tubagem de admissão e fixação de tubagens	
	10	Verificar estado dos tensores, correias, polis, nível de óleo motor e refrigerante; Verificar fixação todas as tubagens;	
	11	Verificar baterias	
	12	Verificar assinalamentos	
	13	Registar ações standard (com recurso à lista de ações standard) e peças necessárias	



ANEXO B

Novo planeamento (semana 12 a 16 de julho)

Nº frota	EXTERNOS?	1		2		MOTIVO DA PARAGEM							NOTAS							
		TÉCNICO	TÉCNICO	TÉCNICO	TÉCNICO	12/jul	13/jul	14/jul	15/jul	16/jul	CORR	PREV		IPO	TAC	PUR	CAR	PNEUS		
10446	NÃO	TÉCNICO 2				X						X	X							IPO + MP
10447	NÃO	TÉCNICO 2					X					X	X							IPO + MP
10255	NÃO	TÉCNICO 2						X				X	X							IPO + MP
10444	NÃO	TÉCNICO 2							X			X	X							IPO + MP
2335	NÃO	TÉCNICO 2							X					X						Purgar caixa de velocidades
10469	NÃO	TÉCNICO 2						X						X						Purgar caixa de velocidades
109	SIM					X	X	X	X	X	X	X	X							Quadrante queimado - Mercedes
2321	SIM					X	X	X	X	X	X	X	X							reparação caixa de velocidades
127	SIM					X	X	X	X	X	X	X	X							Detetar avaria no talo - abarba muito ao deslizar a direção
10474	NÃO	TÉCNICO 3	TÉCNICO 4			X	X				X									Tração elétrico
117	SIM						X				X									Digifro - Ventilação para o motorista + AC não funciona
2181	SIM						X	X			X									Digifro AC não faz frio
2715	SIM						X	X			X									Digifro - ac não trabalha
7888	SIM							X			X									Digifro - AC tem a luz vermelha a piscar
2330	NÃO	TÉCNICO 3	TÉCNICO 6			X					X									Retarder não funciona+motor demora a arrancar+Maneio de temperatura não funciona bem+Limpas vidros não funciona corretamente a posição de intermitente
2594	NÃO	TÉCNICO 3				X					X									Motorista José Martin - A viatura tem falha de alimentação. A viatura falha, segundo o motorista, o pré-filtro estava entupido, sugerindo que se limpe o pré-filtro de 15 em 15 dias.
2588	NÃO	TÉCNICO 3					X				X									Ao travar a direção foge para os dois lados
2590	NÃO	TÉCNICO 3					X				X									Info Motorista: gasta liquido de refrigeração
7948	NÃO	TÉCNICO 3						X			X									Embragem vibra (diagnosticar na próxima MP)
129	NÃO	TÉCNICO 4						X			X									Suporte do espelho direito rachado, quase a partir+Porta da frente deixa o carro andar+Correas do motorista mau funcionamento

106	NÃO	TÉCNICO 4		X																Fuga de gasóleo pelo depósito+Pressão de ar nos reservatórios demasiado baixa - Possível fuga de ar
110	NÃO	TÉCNICO 6			X															Espeelho lado direito abana muito
112	NÃO	TÉCNICO 2								X										Farol novoiro atrás partido +Banco do motorista precisa ser estofado arcos interiores partidos+
115	NÃO	TÉCNICO 2		X																avaria no comando dos travões - Modulador do EBS
116	NÃO	TÉCNICO 3	TÉCNICO 6				X													Dois bancos partidos atrás do motorista +Motorista informou que a viatura anda a consumir água. De um dia para o outro consumiu 5 litros.
119	NÃO	TÉCNICO 4	TÉCNICO 6						X											Fuga de ar junto ao rodado de trás+Fedro da portinha de acesso ao reservatório de líquido de refrigeração avariado, abre em andamento.
2322	NÃO	TÉCNICO 6				X														Banco do motorista em mau estado - não amortece
2326	NÃO	TÉCNICO 2					X			X										Máquina não envia contas
2592	NÃO	TÉCNICO 3					X			X										motor puxa mal
7922	SIM					X														Substituir pára-brisas
10270	NÃO	TÉCNICO 6							X											Filtros de habitáculo muito sujos, necessário limpar/substituir
2175	NÃO	TÉCNICO 3							X											sensores marcha atrás emite sinal sonoro mesmo circulando para a frente +máquina de bilhética apertar parafuso no suporte em baixo+Ar condicionado não funciona corretamente+Banco do motorista com fuga de ar, anda sempre a subir e descer
110	NÃO	TÉCNICO 6					X		X											Sinistro
10255	NÃO	TÉCNICO 2	TÉCNICO 4						X											Substituir pendurais
10462	NÃO	TÉCNICO 3							X											Embragem patina
10472	NÃO	TÉCNICO 4					X													Bomba de direção
10276	NÃO	TÉCNICO 6		X																Amortecedor de bagageira