



DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA A ALOCAÇÃO EFICIENTE DE TÉCNICOS NUMA OFICINA DE COLISÃO

JOSÉ MANUEL MORAIS DE SOUSA

outubro de 2023

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA A ALOCÇÃO EFICIENTE DE TÉCNICOS NUMA OFICINA DE COLISÃO

José Manuel Morais de Sousa

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA A ALOCAÇÃO EFICIENTE DE TÉCNICOS NUMA OFICINA DE COLISÃO

José Manuel Morais de Sousa

1130418

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Isabel Cristina da Silva Barros Rodrigues Mendes Pinto e coorientação do Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto e do Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

À medida que alcanço o término desta jornada significativa, é com profunda gratidão que desejo expressar o meu sincero apreço a todas as pessoas que tornaram possível a concretização desta dissertação.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar a minha profunda gratidão à minha orientadora, Prof.^a Doutora Isabel Pinto, cuja orientação, apoio e perícia foram pilares fundamentais na elaboração deste trabalho. A sua dedicação e atenção ao pormenor foram verdadeiramente inspiradoras.

A minha gratidão estende-se também ao meu coorientador, Prof. Doutor Arnaldo Pinto, e ao Prof. Doutor Francisco Silva, cujas valiosas contribuições e perspicácias enriqueceram significativamente este estudo. A sua orientação foi vital para atingir os objetivos desta investigação.

Não posso deixar de expressar a minha eterna gratidão aos meus pais, que com esforço e dedicação, me apoiaram incondicionalmente ao longo destes anos. A sua fé em mim foi a força motriz que me permitiu perseguir os meus sonhos.

Aos meus avós, que infelizmente já partiram, sinto uma saudade imensurável. Agradeço-vos pela educação repleta de amor e por sempre me acolherem com corações cheios. A vossa presença, embora agora apenas em memória, continua a ser uma fonte de amor incondicional e bondade.

À minha querida namorada, agradeço pela paciência incansável e pelo amor que me deu forças para continuar, mesmo nos momentos mais desafiantes. A sua presença foi um refúgio de paz e serenidade.

Às minhas irmãs, agradeço pelo encorajamento constante e pela fé que depositaram em mim. Vocês foram a minha fonte de inspiração e alegria, incentivando-me a alcançar novas alturas

Não posso deixar de agradecer ao meu melhor amigo, Nelson Gomes, que esteve ao meu lado em inúmeras e longas noites de trabalho, não apenas durante a realização deste projeto, mas em tantos outros momentos cruciais da minha vida académica. A sua amizade e apoio foram um pilar de força e encorajamento.

Por último, mas definitivamente não menos importante, gostaria de expressar a minha profunda gratidão ao Eng. Carlos Valentim, Diretor da Divisão Após Venda da Toyota Caetano Portugal, pela confiança e partilha de conhecimentos valiosos que enriqueceram enormemente este trabalho.

A todos vós, o meu mais sincero obrigado. Este trabalho é um testemunho do amor, apoio e fé que depositaram em mim, e é com grande honra que vos dedico este significativo marco na minha jornada académica.

página propositadamente em branco

RESUMO

A eficiência operacional nos centros de reparação automóvel é um fator crítico que influencia tanto a satisfação do cliente, como a rentabilidade do negócio. Neste contexto, a presente dissertação foca-se na criação de um algoritmo destinado a otimizar a alocação de técnicos de chapa e pintura a viaturas a serem reparadas numa oficina de colisão.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta dinâmica que possa facilitar a tomada de decisão baseada num histórico de dados, promovendo assim uma gestão mais eficiente dos recursos disponíveis, sendo humanos, temporais ou materiais. Através da análise de variáveis baseada em critério como a dificuldade de reparação de chapa, a tipologia de cor, entre outros fatores relevantes, o algoritmo proposto é capaz de sugerir a melhor correspondência entre técnicos e tarefas, tendo em conta as competências de cada um.

PALAVRAS-CHAVE

Algoritmo; Reparação; Eficiência; Análise; Gestão

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Operational efficiency in automobile repair centers is a central factor that influences, not only customer satisfaction, but also, the profitability of the business. In this context, the present dissertation focuses on the creation of an algorithm aimed at optimizing the allocation of bodywork and painting technicians to vehicles.

This work aims to develop a dynamic tool that can facilitate data-driven decision-making, besides promoting more efficient management of available resources, whether human, temporal, or material. Through the analysis of variables such as bodywork repair difficulty, and color typology, among other relevant factors, the proposed algorithm is capable of suggesting the best match between technicians and tasks, taking into account the specific competencies of each technician.

KEYWORDS

Algorithm; Repair; Efficiency; Analysis; Management

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Contextualização	15
1.2. Objetivos	16
1.3. Metodologia	17
1.4. Estrutura do relatório	18
2. Revisão bibliográfica	19
2.1. Vendas	21
2.1.1. Novos	21
2.1.2. Usados	23
2.2. Indústria da reparação auto	29
2.3. Oficinas de reparação auto	33
2.3.1. Mecânica	35
2.3.2. Colisão	37
2.4. Ferramentas de Gestão Oficinal	38
3. Génese do Algoritmo	41
3.1. Fluxo do processo de reparação	42
3.1.1. Receção de viaturas	43
3.1.2. Pedido de peças	43
3.1.3. Gestão do planeamento	45
4. Algoritmo de alocação de técnicos	49
4.1. Objetivos do algoritmo	49
4.2. Principais constrangimentos	49
4.3. Solução encontrada	50
4.3.1. Principais KPI's	52
4.3.1.1. Taxa de Ocupação	52
4.3.1.2. Tempo Médio de Inatividade	52
4.3.1.3. Eficiência	52
4.3.1.4. Custos de manutenção	53
4.3.1.5. Custos de consumíveis	54
5. Desenvolvimento de um algoritmo para a alocação eficiente de técnicos.	55
5.1. Elevação da Qualidade do Serviço	55
5.1.1. Especialização dos Técnicos	55
5.1.2. Minimização de Erros	56
5.1.3. Promoção da Melhoria Contínua	57

5.2. Otimização dos Recursos.....	58
5.2.1. Gestão de Tempo	58
5.2.2. Poupança de Materiais	59
5.2.3. Maximização da Utilização de Equipamentos.....	60
5.3. Em suma	60
5.4. Base de Dados: Uma Ferramenta Fundamental	61
5.4.1. Histórico de Viaturas.....	61
5.4.2. Histórico dos Técnicos.....	61
5.4.3. Tomada de Decisão Baseada em Dados	61
5.4.4. Impacto na Eficiência Operacional e Qualidade do Serviço.....	61
5.5. Inicialização do algoritmo.....	62
5.6. Base de dados de atividades dos técnicos	64
5.7. Seleção do técnico a alocar ao serviço.....	66
5.8. Justificação das tomadas de decisão.....	71
6. Instruções para a Implementação do Algoritmo de Tomada de Decisão.....	73
6.1. Introdução	73
6.2. Estruturação da Base de Dados.....	73
6.3. Implementação do Algoritmo de Tomada de Decisão	73
6.3.1. Análise da Dificuldade de Reparação de Chapa.....	73
6.3.2. Análise da Dificuldade de Reparação de Pintura	74
6.3.3. Seleção de Técnicos	74
6.3.3.1. Identificação de Técnicos com Mais Operações	74
6.3.3.2. Avaliação da Eficiência dos Técnicos.....	74
6.3.3.3. Análise de Critérios Adicionais	74
6.3.3.4. Resolução de Empates	74
6.3.3.5. Análise de Diferença Percentual	74
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
7.1. Ferramenta.....	76
7.1.1. Folha de Algoritmo.....	76
7.1.2. Folha de Obras de Viaturas (Chapa).....	78
7.1.3. Folha de Obras de Viaturas (Pintura).....	79
7.2. Discussão	79
7.2.1. Apresentação de resultados	81
8. CONCLUSÃO, limitações e trabalhos futuros.....	85
8.1. Conclusão	85
8.2. Limitações e trabalhos futuros.....	86
8.2.1. Integração com o Sistema de Gestão de Concessionários (DMS).....	86
8.2.2. Harmonização com os Temporários dos Construtores.....	86
8.2.3. Gestão Automatizada de Recursos Humanos.....	86
8.3. Perspetivas Futuras	86

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
----------------------------------	----

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da venda de veículos novos entre 2019 e 2022 [22]	21
Figura 2 - Evolução da venda de veículos novos em Portugal entre 2019 e 2022 [23]	22
Figura 3-Evolução da empregabilidade do setor automóvel [5].....	27
Figura 4 - Segmentos tradicionais do retalho automóvel	32
Figura 5 - Processo de reparação de colisão	42
Figura 6 - Etapas do pedido de peças.....	44
Figura 7 - Gestão do planeamento de produção	46
Figura 8 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (1/4)	67
Figura 9 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (2/4)	68
Figura 10 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (3/4)	69
Figura 11 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (4/4)	70
Figura 12 - Análise SWOT do algoritmo de alocação de técnicos	75
Figura 13 - BD da secção de Chapa	78
Figura 14 - BD da secção de Pintura.....	79
Figura 15 – Folha “Start” do Algoritmo	80
Figura 16 - Seleção do Tipo de Reparação de Chapa	80
Figura 17 - Algoritmo funcional.....	80
Figura 18 - Células de cálculo do algoritmo	81
Figura 19 - 6 primeiras colunas da Figura 18	81
Figura 20 - 2ª parte da Figura 18.....	83

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Evolução do volume de negócios de 2015 a 2020 (Banco de Portugal BPstat, 10)	26
Tabela 2- Evolução do volume de negócios do CAE45 de 2015 a 2020 (Instituto Nacional de Estatística, 2021).....	28
Tabela 3 - Ferramentas da gestão.....	38
Tabela 4 - Resultados dos brainstormings	41
Tabela 5 - Etapas do processo de reparação.....	47
Tabela 6 - Tipo de inputs por operação	51
Tabela 7 - Custos de manutenção	53
Tabela 8 - Consumíveis oficinais	54
Tabela 9 - Potenciais melhorias na especialização de técnicos	55
Tabela 10 - Potenciais melhorias na minimização de erros	56
Tabela 11 - Potenciais melhorias na promoção da Melhoria Contínua	57
Tabela 12 - Potenciais melhorias na Gestão de Tempo	58
Tabela 13 - Potenciais melhorias na poupança de materiais.....	59
Tabela 14 - Potenciais melhorias na utilização de equipamentos	60
Tabela 15 - Dados a introduzir como input do algoritmo	62
Tabela 16 - Dados a completar na BD após termino da reparação	63
Tabela 17- Simulação da base de dados das viaturas reparadas	63
Tabela 18 -Cabeçalhos da base de dados.....	64
Tabela 19 - Simulação da base de dados das viaturas reparadas pelo técnico João Silva (nome fictício).....	65
Tabela 20 - Tomadas de Decisão.....	71
Tabela 21 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de chapa	76
Tabela 22 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de pintura	77
Tabela 23 - Formulas para encontrar o técnico com mais reparações do tipo filtrado.....	82
Tabela 24 - Fórmulas para encontrar o valor de eficiência dos candidatos	82
Tabela 25 - Fórmulas para encontrar o nome do candidato de acordo com a eficiência	82
Tabela 26 - Fórmulas para indicar a média de eficiência do candidato.....	82
Tabela 27 - Fórmulas para encontrar a média de consumo de materiais de pintura (consumíveis)	83
Tabela 28 - Fórmulas ordenar de forma crescente os valores de consumíveis	83
Tabela 29 - Fórmulas para encontrar o valor de CRM dos candidatos	83
Tabela 30 - Fórmula para selecionar o candidato.....	83
Tabela 31 - Fórmula para selecionar outro técnico caso o escolhido no último passo, não esteja disponível.....	83
Tabela 32 - Fórmula para selecionar outro técnico caso o escolhido pelo fator CRM, não esteja disponível	84

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

5S's	Sort (Seiri), Set in Order (Seiton), Shine (Seiso), Standardize (Seiketsu), and Sustain (Shitsuke)
AAGR	Average Annual Grow Rate
ABS	Anti-lock braking systems
ACAP	Associação do Comércio Automóvel de Portugal
ACEA	European Automobile Manufacturers' Association
AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
API	Application Programming Interface
CAFE	Corporate Average Fuel Economy
CRM	Customer Relationship Management
DIY	Do-it-Yourself
DMS	Dealer Management System
EAFO	European Alternative Fuels Observatory
EDP	ELETRICIDADE DE PORTUGAL
EUA	Estados Unidos da América
HF	Horas Faturada
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
NEV	New Energy Vehicles
OBD	On-board Diagnostic
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
TPM	Total Productive Maintenance
UE	União Europeia
VA	Veículos Autónomos
VE	Veículos Elétricos

Lista de Símbolos

\$	Dólar	\$
€	Euro	€
<i>h</i>	hora	h
%	porcentagem	%

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O setor automóvel é caracterizado por um ambiente em contínua mutação, com evolução constante em diversas áreas tais como a tecnologia, segurança, *design* e ecologia, tanto na produção, como na motorização dos veículos. Tudo isto leva a que oficinas de reparação de colisão se tenham de adaptar para atender às necessidades dos clientes e permanecerem competitivas num mercado, já de si, competitivo.

Igualmente, a procura sistemática por soluções cada vez mais “verdes” e eficientes na manutenção e reparação dos veículos requer uma atualização constante das oficinas para acompanharem as melhores práticas do mercado.

No mesmo sentido, o aumento do número de veículos em circulação implica um incremento, na mesma medida, da probabilidade de acidentes, o que leva a uma maior procura por serviços de reparação de colisão.

No entanto, embora este fator possa representar uma oportunidade de crescimento, pode também sobrecarregar a capacidade das oficinas, principalmente as mais despreparadas, de menor dimensão ou desatualizadas. Portanto, é vital que o planeamento seja eficiente e a gestão seja adequada do fluxo de trabalho, para suprir essa necessidade.

A expansão do fluxo de trabalho leva a uma gestão mais complexa para as oficinas, devido ao aumento do volume de trabalho e à escassez de mão-de-obra qualificada. A falta de profissionais qualificados pode dificultar a execução de trabalhos mais exigentes, tanto em termos técnicos como em matéria de acabamentos e proporcionar um adiamento do prazo de entrega ou em demoras na finalização do serviço.

Também, a competição por estes profissionais qualificados pode levar ao aumento dos custos com o pessoal e, conseqüentemente, o preço da mão-de-obra.

Todos estes desafios podem prejudicar a obtenção e o tratamento de dados, que são essenciais para aferir o rendimento da oficina e tomar decisões. É indispensável que as oficinas invistam em recursos tecnológicos que permitam a recolha e interpretação de dados para obter uma visão abrangente da sua operação e possibilidades de melhoria.

A estratégia de colocar o cliente em primeiro lugar (*customer-centricity*) é reconhecida como uma prática cada vez mais relevante para empresas dos mais diversos setores, incluindo as oficinas de reparação de colisão. Essa abordagem bastante difundida e enraizada pela Toyota, o chamado *Toyota Way*, coloca o cliente no centro das atividades, buscando compreender suas necessidades e expectativas e fornecer um serviço personalizado que atenda à sua procura[1]. A adoção deste tipo de abordagem centrada no cliente implica, portanto, uma mudança de cultura organizacional e uma nova forma de pensar o negócio, com o objetivo de maximizar a satisfação do cliente e sua fidelização.

Implementar esta estratégia requer que as oficinas de colisão invistam consistentemente na formação dos seus produtivos e improdutivos para serem capazes de oferecer um serviço de excelência, bem como na implementação fundamentada e estruturada de processos eficazes de comunicação e, principalmente, da opinião dos clientes.

Para que o processo seja fluido, é necessário um acompanhamento e análise de dados e indicadores de desempenho (*KPI's*) para assim entender as necessidades e expectativas dos clientes, diagnosticar falhas e oportunidades de melhoria e, assim, oferecer um serviço mais personalizado e adaptado, não perdendo o foco na qualidade do serviço.

Desta forma, torna-se indispensável a implementação de plataformas de gestão da relação com o cliente (CRM, Customer Relationship Management), adoção de uma postura centrada no cliente e o acompanhamento regular dos indicadores de desempenho, elementos-chave, para que as oficinas de colisão possam-se manter competitivas, fornecer serviços de alta qualidade e atender às necessidades e expectativas dos clientes num contexto empresarial em constante evolução.

A eficácia da adoção e implementação da uma abordagem centrada no cliente pelas unidades, demonstra que a qualidade do serviço é um fator crucial para garantir a completa satisfação e fidelização do cliente. Este tipo de comportamento e serviço leva a estabelecer a uma relação simbiótica com o cliente, desde que seja fornecido um serviço personalizado e de alta qualidade.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem os seguintes objetivos:

- Identificação dos principais indicadores utilizados na área da colisão;
- Aglomerar e automatizar todos os KPI e/ou dados relativos à reparação automóvel;
- Integrar os resultados advindos de plataformas de CRM para uma leitura mais abrangente.
- Criar as bases para a génese de um algoritmo que possibilite a chefes de oficina, responsáveis de após-venda, chefias e outros possam alocar o técnico mais otimizado a cada reparação, visualizar, criar e partilhar KPI's, introduzir e recolher informação.

1.3. Metodologia

Nesta dissertação é feito uso da metodologia de pesquisa conhecida como Investigação-Ação. Esta forma de encontrar informação é um método de investigação sistemático que se baseia nas descobertas ou conclusões de outros investigadores para gerar ações e interpretar as suas consequências.

Para isto, é usualmente utilizado o ciclo de ação ou ciclo de investigação como também é conhecido. Trata-se de um ciclo, pois tende a repetir ao longo do tempo o processo que foi pré-definido. Este ciclo é muitas vezes exemplificado da seguinte forma:

1. Identificação do problema;
2. Recolha dos dados advindos do problema;
3. Organizar, analisar e interpretar os dados;
4. Desenvolver um plano a fim de resolver o problema;
5. Implementar o plano;
6. Analisar os resultados das ações tomadas;
7. Identificar novo problema;
8. Repetir o processo.

1.4. Estrutura do relatório

Este trabalho está dividido em quatro segmentos distintos:

Introdução: contextualiza o trabalho com recurso aos objetivos e diferentes assuntos presentes na dissertação.

Revisão bibliográfica: aborda a vertente mais teórica do trabalho e que sustenta os aspetos mais técnicos em artigos científicos e outras publicações. Esta suporta os temas basilares da dissertação como o panorama da indústria automóvel e como funcionam e se gerem as oficinas de reparação automóvel.

Caracterização do problema: relata a questão que originou o tema da dissertação.

Desenvolvimento do modelo e resultados: descreve os principais requisitos do sistema, constrangimentos e conceptualização do modelo e instruções para a programação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desafio da redução das emissões de gases com efeito de estufa na indústria automóvel tem sido um tema de intensa investigação e desenvolvimento nos últimos anos. Em particular, a indústria tem vindo a explorar combustíveis e tecnologias alternativas que podem ajudar a reduzir as emissões e a melhorar a sustentabilidade. Por exemplo, os veículos a pilhas de combustível, que utilizam hidrogénio para gerar eletricidade, estão a ser desenvolvidos como alternativa aos motores tradicionais de combustão interna [2][3]. Além disso, os biocombustíveis produzidos a partir de fontes renováveis, tais como algas e biomassa residual, estão a ser investigados como uma potencial alternativa aos combustíveis fósseis [4].

A adoção de veículos com baixas emissões tem sido impulsionada por regulamentos implementados por governos da generalidade dos países. Por exemplo, na União Europeia (UE), os fabricantes de automóveis são obrigados a cumprir normas de emissões que se vão tornando cada vez mais rigorosas[5]. A UE vai proibir a venda de carros novos com motores de combustão interna na Europa a partir de 2035 [6]. Este novo regulamento faz parte da iniciativa da UE para limitar as emissões de carbono e combater as alterações climáticas [7]. De acordo com a Agência Europeia do Ambiente, quase um quarto das emissões de gases com efeito de estufa da UE são causadas pelos transportes, sendo que a maior parte destas emissões provém de veículos rodoviários [8].

Sendo assim, todos automóveis novos vendidos na Europa devem ser elétricos ou movidos a hidrogénio, já que estas são as únicas opções que não geram dióxido de carbono ou outros poluentes perigosos [9], no local onde circulam. Esta transição para veículos elétricos (VE) já começou, com grandes fabricantes de automóveis a investir consideravelmente no seu desenvolvimento e produção [10].

No entanto, a ampla utilização de VE e de hidrogénio exige investimentos substanciais em infraestruturas, como estações de carregamento e instalações de abastecimento [11]. Além disso, o custo e a acessibilidade desses novos veículos para os consumidores, bem como o impacto ambiental do fabrico das baterias e outros componentes necessários para os automóveis elétricos, representarão obstáculos [12].

Apesar desses obstáculos, o regulamento de 2035 é um marco importante na luta para reduzir as emissões de carbono e prevenir as alterações climáticas, e certamente terá um impacto duradouro na indústria automóvel e no ambiente [13][14].

A Noruega é um bom exemplo de como a mudança de paradigma é real, já que o país do norte da Europa se comprometeu a atingir a meta de vender apenas veículos com emissões zero até 2025, sendo esta meta mais ambiciosa do que a da UE, e oferece incentivos aos compradores de VE [15].

Já nos Estados Unidos, as normas CAFE (Corporate Average Fuel Economy) exigem que os fabricantes de automóveis cumpram determinados objetivos de eficiência de combustível [16]. Na China, o governo implementou um sistema de créditos de veículos de novas energias (New Energy Vehicles - NEV), que recompensa os fabricantes de automóveis pela produção e venda de NEV [17].

As preferências dos consumidores também desempenham um papel preponderante no panorama automóvel mundial. Muitos consumidores estão cada vez mais preocupados com o impacto ambiental das suas escolhas de transporte e estão à procura de alternativas mais sustentáveis. Os veículos elétricos, por exemplo, tornaram-se bastante mais populares nos últimos anos, com as

vendas a crescerem rapidamente em muitas partes do mundo [18]. Além disso, os consumidores exigem maior conectividade e conveniência nos seus veículos, impulsionando o desenvolvimento de novas tecnologias tais como a condução autónoma e carros conectados [19].

Globalmente, o panorama automóvel mundial é um sistema complexo e dinâmico que é moldado por uma série de fatores, incluindo os avanços tecnológicos, a mudança das preferências dos consumidores e os regulamentos governamentais, tal como já mencionado.

Em suma, a mudança para veículos elétricos e autónomos tem sido uma grande tendência na indústria automóvel nos últimos anos, já que veículos elétricos (VE) tornaram-se cada vez mais populares, com muitos países a implementar políticas e incentivos para encorajar a sua adoção. A China e os EUA também têm sido líderes na adoção de VE, com os governos a implementarem uma série de políticas para apoiar as vendas de VE, incluindo subsídios, isenções fiscais e incentivos regulamentares [20]

O desenvolvimento de veículos autónomos (VA) também tem sido um importante foco de investigação e desenvolvimento na indústria. Os VA têm o potencial de revolucionar o transporte, aumentando a segurança, reduzindo o congestionamento, melhorando a acessibilidade. Contudo, existem também desafios significativos que precisam de ser ultrapassados, incluindo questões tecnológicas, regulamentares e éticas. O desenvolvimento dos VA também levou a novos modelos de negócio, com muitas empresas a explorarem o potencial dos serviços autónomos de partilha de transporte [17].

2.1. Vendas

2.1.1. Novos

De acordo com os dados disponibilizados pela Organização Internacional de Construtores de Automóveis (OICA) [22], as vendas de veículos a nível mundial apresentaram uma queda em 2020, devido aos impactos causados pela pandemia de COVID-19. No entanto, os números vêm apresentando uma recuperação gradual desde então.

Em 2019, foram vendidos cerca de 91,3 milhões de veículos em todo o mundo, mas, em 2020, esse número caiu para cerca de 78,8 milhões, representando uma queda de cerca de 14%. Já em 2021, as vendas apresentaram uma recuperação, com a comercialização de cerca de 82,7 milhões de veículos, um aumento de aproximadamente 5% em relação a 2020. Em 2022, observou-se novamente uma queda, desta vez para 81,6 milhões, impulsionada pela instabilidade do mercado, que foi fortemente impactada pela guerra na Ucrânia. Além disso, a dificuldade em adquirir matérias-primas e a imprevisibilidade do mercado contribuíram para este declínio. Além disto, vale destacar, que as vendas de veículos podem ser influenciadas por diversos fatores, como a situação económica global, a oferta de crédito, as políticas de incentivo ao setor, entre outros. Portanto, essas previsões podem sofrer alterações ao longo do tempo.

No gráfico da Figura 1 podemos ver a evolução entre os anos 2019 e 2022, separado em comerciais e passageiros, em que estes últimos têm um número superior.

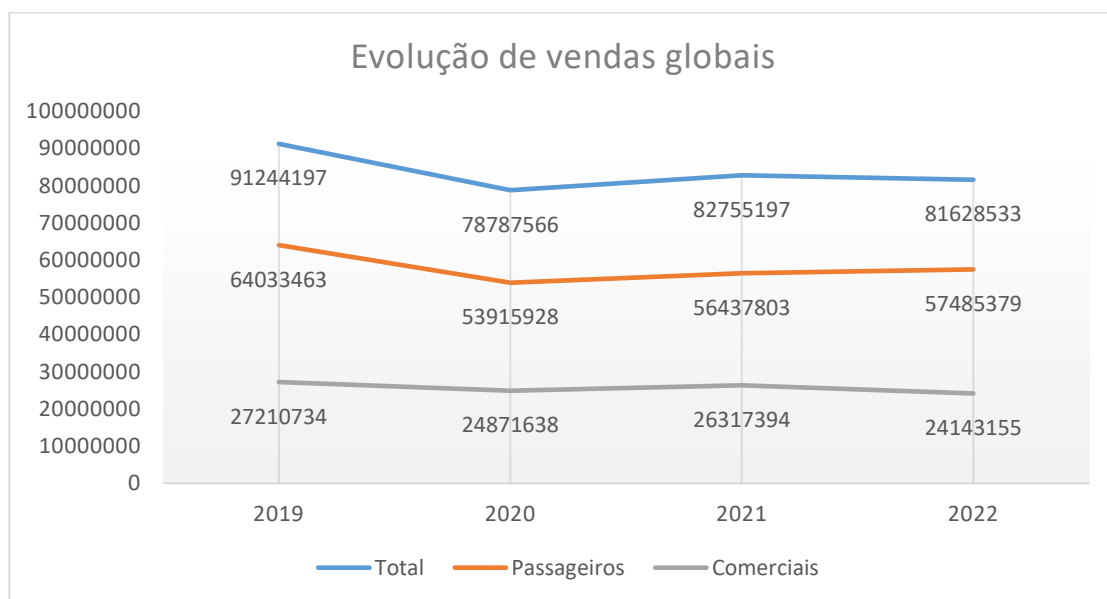


Figura 1 - Evolução da venda de veículos novos entre 2019 e 2022 [22]

Em Portugal, de acordo com os dados fornecidos pela Associação Automóvel de Portugal (ACAP) [23], a evolução das vendas de veículos novos em Portugal entre 2019 e 2022 apresentou um padrão semelhante ao observado globalmente. Em 2019, foram vendidos 267.828 veículos em Portugal, caiu para 176.992 em 2020, representando uma queda de aproximadamente 34%. Esta diminuição é maior do que a queda de 14% observada globalmente, sugerindo que o mercado português pode ter sido mais afetado durante este período.

Em 2021, as vendas em Portugal recuperaram para 180.277 veículos, um aumento de aproximadamente 2% em relação a 2020. No entanto, esta recuperação é menor do que o aumento de 5% observado no mercado global. Em 2022, as vendas de veículos novos em Portugal aumentaram novamente para 187.170, um aumento de aproximadamente 4% em relação a 2021. Isto contrasta com a queda global de vendas observada em 2022, que foi de 81,6 milhões, uma queda de aproximadamente 1,3% em relação a 2021.

O mercado português de veículos novos parece ter sido mais afetado pela pandemia de Covid-19 em 2020 do que o mercado global, mas também mostrou sinais de recuperação mais rápida. A queda de vendas de veículos em Portugal entre 2020 e 2021 foi superior (34%) em comparação com o mercado global (13,6%). No entanto, o mercado recuperou em 2022 (3%), como se pode verificar na Figura 2, contrariamente ao mercado global sofreu uma queda de aproximadamente 1,3%.

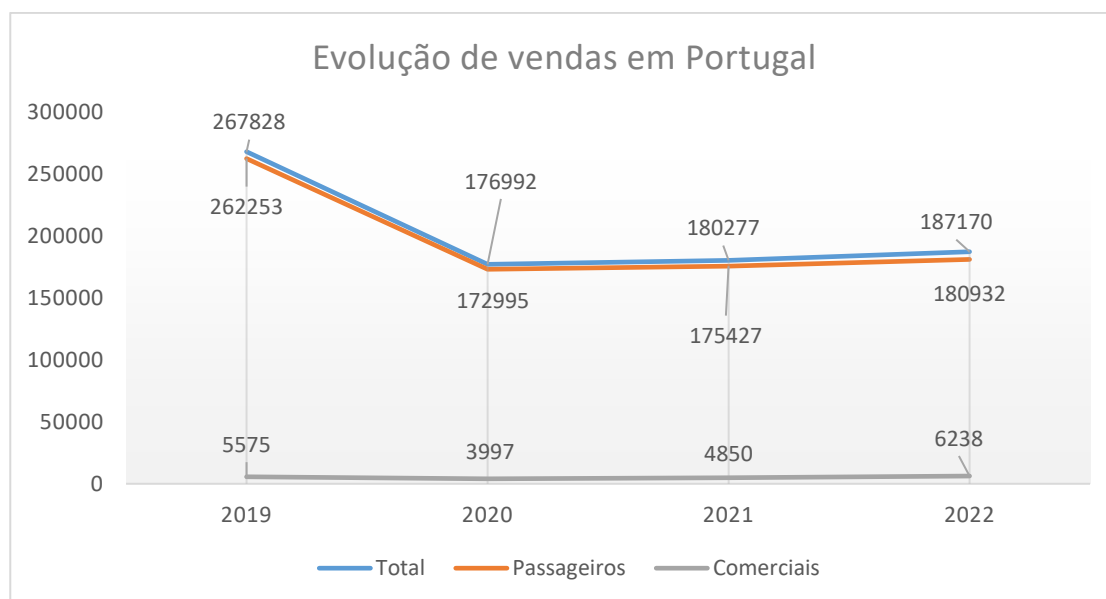


Figura 2 - Evolução da venda de veículos novos em Portugal entre 2019 e 2022 [23]

2.1.2. Usados

De acordo com o *Statista* [24], as vendas globais de veículos de passageiros apresentaram uma queda de cerca de 4% entre 2018 e 2019. No entanto, prevê-se que o volume de vendas continue a aumentar em 2022, embora os números de 2023 ainda não estejam disponíveis. De acordo com a mesma fonte, as vendas de automóveis em todo o mundo aumentaram para cerca de 67,2 milhões de automóveis em 2022, em comparação com aproximadamente 66,7 milhões de unidades em 2021.

Nos Estados Unidos, o Índice de Valor de Veículos Usados *Manheim* [25], que mede os preços que os concessionários pagam por carros usados em leilões, atingiu o pico de 257,7 pontos em janeiro de 2022 e desde então caiu para 222,5 pontos em janeiro de 2023.

Entre 2019 e 2020, as transações de carros usados nos cinco maiores mercados europeus (Alemanha, França, Itália, Espanha e Reino Unido) caíram 2,6 milhões, de acordo com a Autovista²⁴. No entanto, dados oficiais de janeiro revelam um crescimento ano a ano no volume de transações de carros usados na Alemanha, Itália e Espanha, de acordo com a mesma fonte [26].

Segundo o Statista [27], num estudo com 12 países, Portugal teve o segundo índice de preço mais elevado em 2022. A inflação fez 93% dos consumidores optarem por carros usados. Em 2022, 67% do mercado automóvel era de usados importados da UE, um aumento influenciado pela escassez de semicondutores. Desde 2012, Portugal tem vindo a ter resultados positivos no sector automóvel, mas o mercado de usados depende das importações europeias, com muitos veículos no país a excederem os 10 e 20 anos de idade.

2.2.3 PANORAMA INDUSTRIAL AUTOMÓVEL PORTUGUÊS

A indústria automóvel portuguesa tem mostrado um crescimento e inovação significativos nos últimos anos. O sector tem sido capaz de se adaptar às exigências do mercado, promovendo a mobilidade sustentável, e investindo na investigação e desenvolvimento.

A indústria também tem sido reconhecida pela sua contribuição para a economia do país. Segundo o Statista [28], a indústria automóvel representava 9,8% do PIB de Portugal em 2023. A indústria também foi responsável pela criação de oportunidades de emprego, com cerca de 63.000 pessoas empregadas no sector em 2023, com o valor do sector a atingir 13 mil milhões de euros.

Em termos de produção, Portugal tem sido capaz de se posicionar como um importante produtor automóvel na Europa. O país produziu mais de 300.000 veículos em 2020, representando os automóveis de passageiros a maior parte da produção total [29]. Este nível de produção representa um aumento em relação aos anos anteriores, uma vez que a indústria tem investido em novas tecnologias e materiais para melhorar a eficiência e reduzir o impacto ambiental.

A indústria automóvel portuguesa é também composta por um número significativo de fornecedores, envolvidos em diferentes fases da cadeia de abastecimento. Segundo a AFIA [28], a indústria é composta por aproximadamente 3.000 fornecedores, fornecendo componentes e serviços à indústria automóvel, incluindo conceção, engenharia, e processos de fabrico. Estes fornecedores são cruciais para a competitividade e inovação da indústria, uma vez que são

responsáveis pelo desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para melhorar a eficiência e sustentabilidade.

As exportações têm sido um facto crucial para o crescimento da indústria automóvel portuguesa. Segundo dados da Associação Europeia de Fabricantes de Automóveis (ACEA), Portugal foi o 15º maior exportador de automóveis da União Europeia em 2020, com 176.992 veículos exportados [30].

Globalmente, a indústria automóvel portuguesa é um sector essencial da economia, gerando emprego, exportações, e receitas significativas. A indústria tem sido capaz de se adaptar às exigências do mercado, promovendo a mobilidade sustentável, e investindo na investigação e desenvolvimento. Espera-se que o foco da indústria na inovação e competitividade impulsione um maior crescimento e investimento nos próximos anos.

A capacidade da indústria para se adaptar às exigências do mercado e promover a inovação tem sido refletida na sua carteira de exportações. Nos últimos anos, a indústria tem-se concentrado na produção de veículos mais eficientes em termos de combustível e amigos do ambiente, tais como carros elétricos e híbridos. De acordo com o Observatório Europeu de Combustíveis Alternativos (EAFO), o número de veículos elétricos registados em Portugal em 2023 aumentou 44% em 2023, atingindo 13.719 veículos, comparando com 2020 [31]. Espera-se que esta tendência se mantenha, tendo Portugal como objetivo atingir a neutralidade de carbono até 2050, como parte do seu compromisso com o Acordo de Paris sobre alterações climáticas [32].

A pandemia da COVID-19 teve um impacto significativo na indústria automóvel portuguesa. Os níveis de produção diminuíram cerca de 13% em 2020, como resultado da perturbação causada pela pandemia [33]. No entanto, a indústria demonstrou resistência, com níveis de produção a aumentar em 2021 em 9.2% e 14.4% em 2022, muito pelo investimento de marcas de automóveis em Portugal.

Um exemplo disto é o investimento feito pela empresa automóvel francesa *Groupe PSA*, que anunciou a expansão da sua capacidade de produção em Portugal até 2023 [34]

Globalmente, a indústria automóvel portuguesa tem mostrado um crescimento significativo nos últimos anos, impulsionado pelas exportações e pela inovação. Espera-se que o enfoque da indústria na mobilidade sustentável, incluindo veículos elétricos e híbridos, impulse um maior crescimento e investimento nos próximos anos, tornando a indústria num sector crucial da economia portuguesa.

Portugal tem vindo a promover ativamente a adoção da mobilidade elétrica nos últimos anos. O governo tem implementado políticas de incentivo à utilização de veículos elétricos, tais como incentivos fiscais, subsídios para a aquisição de veículos elétricos, e o desenvolvimento de infraestruturas de carregamento [35] [36] [37] [38]. Estas medidas contribuíram para o aumento do número de veículos elétricos na estrada em Portugal.

A indústria automóvel portuguesa está também a concentrar-se na inovação para promover soluções sustentáveis e reduzir o impacto ambiental dos veículos. As empresas estão a investir em novas tecnologias e materiais para melhorar a eficiência dos veículos, reduzir as emissões, e aumentar a sustentabilidade. Por exemplo, a EDP, uma empresa portuguesa produtora de eletricidade e serviços, desenvolveu um projeto que permite aos veículos elétricos carregar utilizando energia solar, reduzindo a pegada de carbono da carga [39]

O governo português estabeleceu objetivos ambiciosos para promover a mobilidade sustentável e reduzir a pegada de carbono do país. O plano inclui também o desenvolvimento de infraestruturas de carregamento e a promoção de soluções de mobilidade sustentável, tais como a partilha de carros e transportes públicos [40].

Globalmente, Portugal está a fazer esforços significativos para promover a mobilidade sustentável e reduzir o impacto ambiental dos veículos. Espera-se que as políticas e incentivos do governo, juntamente com o enfoque da indústria na inovação, impulsionem um maior crescimento na adoção de veículos elétricos e o desenvolvimento de soluções sustentáveis na indústria automóvel portuguesa.

Espera-se que o enfoque da indústria em soluções sustentáveis e inovação conduza a um maior crescimento e investimento nos próximos anos. O governo português estabeleceu objetivos ambiciosos para promover a mobilidade sustentável e reduzir o impacto ambiental dos veículos. A indústria está a concentrar-se no desenvolvimento e implementação de soluções sustentáveis, tais como veículos elétricos e híbridos, e a investir em novas tecnologias e materiais para melhorar a eficiência, reduzir as emissões e aumentar a sustentabilidade.

Globalmente, espera-se que a indústria automóvel portuguesa continue a desempenhar um papel crucial na economia do país, apresentando oportunidades de crescimento, inovação e investimento. Espera-se que o foco da indústria na sustentabilidade e inovação impulse um maior crescimento, tornando-a um sector crucial da economia portuguesa.

De acordo com as estatísticas do Banco de Portugal (BPstats [41]) o peso da indústria ligada ao setor automóvel desempenha um papel preponderante no panorama industrial português. Segundo as estatísticas publicadas pelo Banco de Portugal, em 2020, existiam 17 234 empresas ligadas ao ramo automóvel, englobando micro, pequenas, médias e grandes empresas, e outros segmentos de atividade económica ("Fabricação automóvel" e "Comércio automóvel") correspondendo a 3,58% do total do tecido empresarial português [42] excetuando as sociedades financeiras. Em termos de volume de negócio esta atividade, em 2020, fez circular 26 668 milhões de euros como se pode verificar na Tabela 1. Nesta tabela também é possível verificar a evolução entre 2015 e 2020 do volume de negócios do ramo automóvel, o volume de negócios total e a relação entre ambos.

Tabela 1- Evolução do volume de negócios de 2015 a 2020 (Banco de Portugal BPstat, 10)

Ano	2020	2019	2018	2017	2016	2015
VNA*	26667,9	32095,7	31101,3	27892,3	24649,6	22907,4
VNT*	355709,8	393803,3	379747,8	355644,7	323735,1	316232,5
%	7,50%	8,15%	8,19%	7,84%	7,61%	7,24%

VNA* Volume de negócio do ramo automóvel **VNT*** Volume de negócios nacional total
(sem sociedades financeiras)

A relação entre o volume de negócios do setor automóvel e o volume de negócio de todas as atividades (à exceção das atividades financeiras) ronda uma média de 7,7% nos anos analisados, demonstrando o peso desta atividade no conjunto de toda a indústria e serviços a nível nacional. Aliado a este indicador, em 2020 o setor empregava 123.957 colaboradores [43] correspondendo estes, a cerca de 4% dos trabalhadores em sociedades não financeiras ((3 103 895)[44]. Analisando a Figura 3-Evolução da empregabilidade do setor automóvel [45] é possível verificar a tendência crescente da empregabilidade dentro do setor auto. Isto, certamente, advém da grande aposta formativa existente em Portugal, tanto ao nível do ensino profissional com grande vertente prática automóvel (*Centro de formação Salvador Caetano, CEPRA*, etc.), como a nível do ensino superior com cursos em Engenharia Mecânica Automóvel e Engenharia Automóvel (*ISEP e Politécnico de Leiria*, respetivamente).

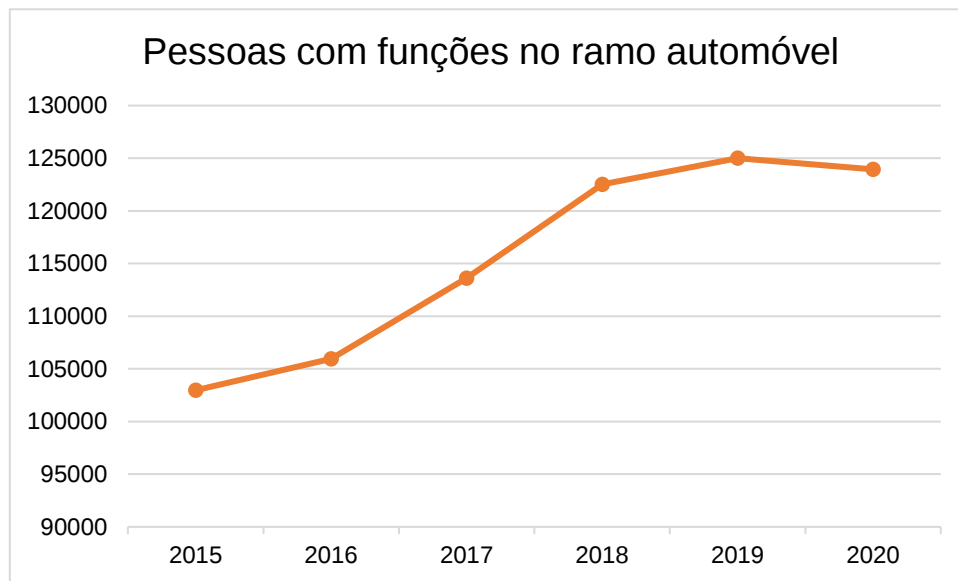


Figura 3-Evolução da empregabilidade do setor automóvel [5]

Segundo o artigo de Jordão, 2019 [46] aliado a estes números, contribui a presença no mercado de construtores como a *Toyota Caetano Portugal* em Ovar e a *PSA Peugeot Citroën* em Mangualde no fabrico/montagem de veículos comerciais ligeiros, a *Volkswagen AG* na produção de veículos ligeiros, a *Renault SA* em Cacia no fabrico de motores, a *Daimler AG* em Abrunheira, no fabrico de veículos comerciais pesados e a *CaetanoBus* em Vila Nova de Gaia, na produção de autocarros.

O que também contribui para a importância destes números não são só indústrias ligadas à produção de veículos automóveis. A título de exemplo, a *Yazaki Saltano* ou a *Ficocables* (grupo *Ficosa*) no fabrico de componentes, a *Basmorais* ou a *Lousacapotas* no fabrico de carroçarias, chassis, reboques, semirreboques, etc. Todas estas atividades (construtores, componentes e outros) encontram-se classificadas como CAE29 pela Classificação Portuguesa das Atividades Económicas [47] .

Apesar da forte vertente industrial, é o comércio por grosso e a retalho, reparação de veículos automóveis e motociclos (CAE 45) que aglomera em si o maior volume de negócio. Consultando a Tabela 2 é possível verificar que nos anos analisados, a relação entre o volume de negócio desta classificação e do total das atividades, ronda os 5,5%, deixando apenas cerca de 2 pontos percentuais para a indústria automóvel.

Tabela 2- Evolução do volume de negócios do CAE45 de 2015 a 2020 (Instituto Nacional de Estatística, 2021)

Ano	2020	2019	2018	2017	2016	2015
VN CAE45*	18 601	22 286	21 830	20 341	18 796	16 452
VNT*	355709,8	393803,3	379747,8	355644,7	323735,1	316232,5
%	5,23%	5,66%	5,75%	5,72%	5,81%	5,20%

VN CAE45* Volume de negócio CAE45 **VNT*** Volume de negócios nacional total (sem sociedades financeiras)

2.2. Indústria da reparação auto

A indústria de reparação automóvel pode ser dividida em várias áreas, incluindo manutenção e serviços, desgaste, reparação, colisão, e atualização e acessórios.

A manutenção e os serviços, como o nome sugere, incluem serviços recorrentes, tais como mudanças de óleo e/ou de filtros. Estes serviços são cruciais para manter o veículo em boas condições de funcionamento e evitar avarias mais graves no futuro, já que manutenção regular pode prolongar significativamente a vida útil de um veículo [48] e ajudar a manter o seu valor de revenda, como veículo usado [49]. Desta feita, é importante que os proprietários compreendam a importância de uma manutenção regular e sigam o plano de manutenção recomendado pelo fabricante, já que este tipo de serviços são necessários para reparar os danos que resultam da utilização normal de um veículo.

Os serviços de reparação são necessários quando um veículo sofre avarias imprevistas. Isto pode incluir coisas como problemas de motor, problemas de transmissão, e avarias elétricas [50].

Os serviços de colisão são todos os serviços relacionados com a recuperação de acidentes. Isto pode incluir aspetos como a reparação de carroçaria e trabalhos de pintura. Segundo Deroche 1971 [51], os serviços de colisão são uma componente crucial da indústria de reparação automóvel e desempenham um papel vital na devolução dos veículos danificados ao seu estado pré-acidente.

Atualizações e acessórios referem-se a características e equipamento adicionais instalados num veículo após a compra. Isto pode incluir coisas como sistemas áudio, sistemas de navegação, e atualizações de desempenho.

Em conclusão, a indústria de reparação automóvel é uma área complexa e diversificada que pode ser dividida em várias áreas, incluindo manutenção e serviços, desgaste, reparação, colisão, e atualização e acessórios. Cada uma destas áreas desempenha um papel crucial na manutenção de veículos em boas condições de funcionamento e ajuda a prolongar a sua vida útil.

Segundo Khan, MA, 2010 (Khan, 2010), o crescimento da indústria automóvel depende de fatores tais como condições económicas, condições de financiamento flexíveis, políticas governamentais e de poder de compra favoráveis aos consumidores (Khan, 2010). Reunidas as condições necessárias, passando, por vezes, pelo setor dos serviços financeiros (auxílio através de crédito, por exemplo), o cliente passa ao momento da compra, efetuada pelo departamento de vendas, muitas vezes impulsionado pelo *marketing*. Após a conclusão deste processo entramos no ramo do após-venda. No âmbito desta investigação, a derivação relativa à reparação automóvel, será discutida, analisada e recolhidos dados a seu respeito ao longo desta exposição teórica.

Segundo Schiller, et al, [52] a área da reparação automóvel pode ser dividida em:

- **Manutenção e serviços:** Serviços recorrentes, incluindo, por exemplo, mudanças de óleo e/ou filtros;
- **Desgaste:** Reparação do desgaste resultante da utilização dos veículos;
- **Reparação:** Serviços de reparação de avarias imprevistas nos veículos
- **Colisão:** Todos os serviços atribuíveis à recuperação de acidentes;
- **Atualização e acessórios:** Características e equipamento adicionais instalados no veículo após a compra;

A indústria de reparação automóvel é uma importante subdivisão da indústria automóvel que tem como objetivo fornecer serviços de manutenção e reparação de veículos já vendidos. A indústria de reparação automóvel tem registado um crescimento constante nos últimos anos devido à crescente procura de serviços de manutenção e reparação de veículos. [53] . O mercado global de reparação e manutenção automóvel atingiu os \$750,8 mil milhões em 2021, tendo tido uma taxa de crescimento de 3,8% desde 2016. Crê-se que possa crescer ainda mais, atingindo o valor de \$1,237.5 mil milhões já em 2026 a uma taxa de 10,5%. Acredita-se que em 2031 atinja os \$2,080.2 mil milhões em 2031 com uma CAGR de 10,9% a partir de 2026.

Segundo um artigo da *Deloitte*, [54], indústria de reparação automóvel é composta por três áreas distintas: vendas, pós-venda e serviços financeiros.

A área de vendas inclui todas as transações de veículos novos ou usados, incluindo vendas diretas ao consumidor ou através de concessionários. Esta área é responsável pelo abastecimento da indústria de reparação automóvel, pois quanto mais veículos forem vendidos, maior será a procura de serviços de manutenção e reparação.

A área de pós-venda é responsável por todos os serviços relacionados com a manutenção e reparação de veículos após a venda. Esta área inclui serviços tais como manutenção preventiva, reparações inesperadas, instalação de peças e acessórios e reparação de colisões. Este é o sector mais importante da indústria de reparação automóvel, uma vez que é responsável por assegurar que os veículos estão a funcionar corretamente e em segurança para os utilizadores.

Finalmente, a área de serviços financeiros inclui todas as soluções financeiras para os clientes, tais como financiamento, seguros e outros serviços relacionados. Esta área é importante para a indústria de reparação automóvel porque permite aos clientes obter financiamento para serviços de manutenção e reparação, o que pode aumentar a procura destes serviços.

As vendas de veículos são consideradas como a base da indústria automóvel, uma vez que sem vendas, não haveria necessidade de manutenção ou reparação. De acordo com o artigo de Samaddar, et al, [55] as vendas de veículos são fundamentais para o crescimento económico de uma região, pois movimentam a economia de várias formas, tais como geração de emprego, aumento de rendimentos e aumento do consumo.

O após-venda, por outro lado, é responsável por todos os serviços relacionados com a manutenção e reparação de veículos após a venda. Segundo um artigo da Modera, [56] o pós-venda é uma área extremamente importante na indústria automóvel, porque é através dele que a relação entre o construtor e o cliente é mantida e reforçada. Além disso, a manutenção e reparação de veículos é fundamental para garantir a segurança e durabilidade dos veículos, aumentando a sua vida útil e a satisfação do cliente.

Sendo assim, focando nesta fração do negócio (CAE 45 (Classificação das atividades Económicas Portuguesas)), é possível dividir em três grandes grupos como demonstra a Figura 4:

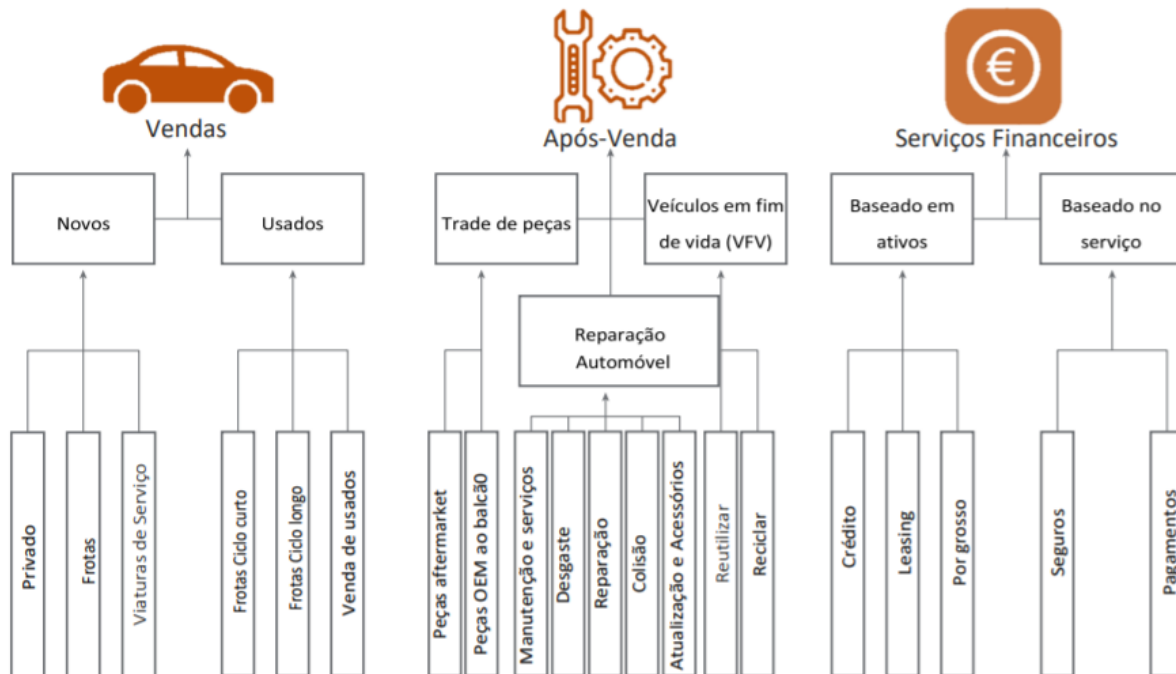


Figura 4 - Segmentos tradicionais do retalho automóvel

2.3. Oficinas de reparação auto

Novos serviços e vantagens são frequentemente oferecidos por empresas de serviços para manter relações com clientes ou para aumentar a sua satisfação, com base na personalização das suas necessidades e da diferenciação do crescimento dos serviços na economia.

O serviço contém características intangíveis que permitem uma vasta gama de interações com os clientes, resultando numa imagem favorável de confiança que serve como aspeto significativo na manutenção de uma ligação a longo prazo. Para serem bem-sucedidas na manutenção dos consumidores, as organizações devem concentrar-se na construção de relações com os seus clientes. Uma das melhores formas de manter os clientes satisfeitos na indústria de reparação e manutenção de veículos é prestar um excelente serviço após-venda, razão pela qual muitas empresas lhe atribuem um elevado valor. Como resultado, os clientes podem controlar a manutenção e reparação dos seus automóveis, incluindo o seu histórico de acidentes e o ciclo de manutenção dos componentes consumíveis, graças a novos sistemas que incluem tecnologia inovadora [57] Além disso, como resultado da revitalização da plataforma, continuaram a surgir serviços gerais, tais como lavagem de veículos, manutenção ligeira, reparação, e substituição de componentes consumíveis.

A indústria de serviços automóveis nos EUA está avaliada em 177,51 mil milhões de dólares em 2023, prevendo-se que atinja os 237,33 mil milhões de dólares em 2028, com uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) de 5,98% (2023-2028). Fatores como o envelhecimento dos veículos, que necessitam de mais manutenção e substituição de peças, e a procura por mobilidade partilhada, que aumenta a distância anual percorrida e, conseqüentemente, as despesas de manutenção, contribuem para este crescimento. Adicionalmente, a penetração de veículos elétricos também influencia o mercado, com custos de reparação e manutenção cerca de 40% inferiores comparativamente aos veículos de combustão interna[58].

Um artigo de Sivak 2009, sugere que, desde finais de 2007, a economia de combustível média dos veículos novos adquiridos aumentou mais de 5% devido, em grande parte, ao desemprego e aos preços dos combustíveis. A economia de combustível dos veículos novos melhorou de 11,7 l/100km em outubro de 2007 para 11,0 l/100km em abril de 2009. Os autores encontraram que o desemprego e o preço da gasolina juntos explicam 53% da variação na economia de combustível média dos veículos novos adquiridos durante esse período [59]

Em 2009, as taxas de reparação automóvel e manutenção anual caíram 6,4% (o ritmo mais rápido da história) [59]. Quando a situação económica não era favorável, muitos adiaram a inspeção e substituição de automóveis até ser extremamente necessário; no entanto, este sentimento foi de certa forma contrariado pelo facto de muitas pessoas terem investido nos seus automóveis atuais em vez de comprarem um novo até as coisas melhorarem [60] .

O automóvel e a forma de serviço prestado, bem como o envolvimento do cliente, foram profundamente alterados pelo progresso tecnológico a nível de OEM (*Original Equipment Manufacturer*), fornecedor de serviços, e consumidor. Componentes mais duradouros e automóveis com necessidades de manutenção mais baixas são o resultado dos avanços OEM em design e materiais. Tem havido um aumento na fiabilidade e capacidade dos veículos sem impor custos de quebra de mercado devido à utilização da eletrónica, que tem sido uma benesse para os componentes pós-venda em resultado da revolução tecnológica (apesar do aumento da

carga de diagnóstico ao nível do serviço). Já que no passado, a eletrônica automóvel preocupava-se principalmente em deslumbrar o comprador com equipamentos de alta tecnologia, em vez de melhorar a segurança, o desempenho, ou a utilidade [61]

No futuro, os serviços de diagnóstico e reparação exigirão conjuntos de competências drasticamente diferentes, devido à mudança do hardware para o *software* nos componentes. As oficinas de reparação automóvel estão a responder, utilizando cada vez mais a tecnologia. Muitas empresas de reparação utilizam agora computadores de mão para fornecer um melhor serviço ao cliente, maior familiaridade com o tipo de veículo, e acesso mais rápido à informação de recolha. Tem havido um aumento na disponibilidade de leitores de código de diagnóstico de baixo custo para *smartphones*, embora seja improvável que a capacidade dos consumidores para detetar problemas conduza a uma concorrência considerável para profissionais qualificados devido à dificuldade técnica de certas reparações - e a uma tendência cultural para se afastarem da reparação "DIY" (*Do-it-Yourself*, fá-lo tu mesmo) [62].

2.3.1. Mecânica

Em todo o mundo, a indústria automóvel tem crescido rapidamente nos últimos anos. O design moderno de veículos tem sofrido consideráveis progressos técnicos para o tornar mais seguro, mais eficiente, e mais apelativo para os clientes. O design automóvel contemporâneo necessita dos serviços de um técnico experiente. A reparação e manutenção de automóveis requer uma vasta gama de capacidades práticas, incluindo a capacidade de manusear equipamento eficientemente, de fazer tarefas de rotina como reparação de travões ou reconstrução de caixas de velocidades, e de detetar problemas que surjam durante estas tarefas.

Para desenhar um diagrama de oficina adequado é a chave para aumentar o desempenho global das oficinas. [63] Os locais de elevação de veículos, bem como os serviços necessários como infraestruturas, de fornecimento de ar comprimido, abastecimento de água e eliminação de óleo usado, estão agora a ser especificados, contrariamente ao passado, no momento de conceção de todas as novas instalações [64] [65].

O desenvolvimento de competências dos mecânicos é influenciado pelo tempo despendido em formação.[66] O técnico, deverá ser hábil na identificação e resolução de problemas. Deve também ter excelentes capacidades interpessoais e de apoio ao cliente.

Quando se trata de reparação automóvel, a primeira responsabilidade do mecânico é identificar com precisão e rapidez a fonte do problema.

A indústria automóvel está sempre a avançar com a sua tecnologia a um ritmo incrivelmente rápido. Nos automóveis atuais, existem vários sistemas regulados por meios eletrónicos. A formação e a reciclagem são as únicas opções para acompanhar esta rápida mudança tecnológica. Manter os automóveis em bom estado de funcionamento requer agora a perícia de peritos e mecânicos altamente treinados [67], como relatado por Salazar-Hernández, 2019. Nos últimos anos, a indústria automóvel tem evidenciado mudanças consideráveis no design e nas características distintivas. A mecânica é responsável por tudo, desde automóveis a autocarros, camiões a motociclos e tudo o que se encontra entre eles. Veículos deste tipo têm-se tornado mais complicados nos últimos anos. [68] O problema, contudo, é que a mecânica não consegue lidar com uma variedade de ferramentas de alta tecnologia, equipamento de diagnóstico, e eletrónica. [69]

Os sistemas de travagem, direção, arranque e suspensão são agora todos controlados por computadores na atual conceção dos automóveis. Desde o início do milénio, a tecnologia automóvel tem vindo a avançar. Segundo Halderman, 2019 [70], o corpo principal da tecnologia automóvel era mecânico, e era razoavelmente simples para qualquer técnico consertar. A introdução da tecnologia da informação no sector automóvel no início da década de 1980 desencadeou o crescimento mais rápido da tecnologia automóvel. Muitos sensores, bem como controlos, foram criados por engenheiros graças à disponibilidade de computadores. [71] Os subsistemas automóveis têm ultimamente adotado as mais recentes tecnologias e muitos outros tornaram-se prática normal. A tecnologia era a única forma de incluir características como sistemas de travões anti-bloqueio (ABS) e airbags. As preferências dos clientes por automóveis estão a mudar, e os símbolos de status que vêm com a posse de um veículo estão também a tornar-se símbolos de reputação mais importantes. Reparações e manutenção são necessárias para todos estes sistemas. As competências necessárias para reparar um automóvel

no início do século XX e as competências necessárias na década de 70 eram bastante diferentes. [72]. Já nos anos 70 e 80, a expressão "tentativa e erro" foi utilizada pelos técnicos para reparar a maioria dos automóveis. Tornou-se mais difícil para os técnicos lidar com o rápido avanço da tecnologia automóvel nos Estados Unidos. Instrumentos de digitalização como OBD (On-board Diagnostic, diagnóstico a bordo), são hoje em dia utilizados na reparação de automóveis nas instalações de serviço certificadas do fabricante. Os sistemas OBD oferecem ao reparador informações sobre o estado de numerosos subsistemas e fornecem ao mecânico sugestões sobre onde e o que verificar quando há um problema com o desempenho de um veículo. Os mecânicos, por outro lado, devem compreender os fundamentos do funcionamento desta ferramenta antes de a poderem utilizar eficazmente. [73]

Entre 2022 e 2032, o *Bureau of Labor Statistics* dos EUA [74] prevê que a necessidade de técnicos de automóveis aumentará 2% à medida que a vida útil média dos automóveis aumenta e o número de veículos na estrada aumenta no mesmo sentido. Aqueles que possuem competências ou conhecimentos específicos terão as maiores probabilidades de sucesso. O ritmo a que a tecnologia está a evoluir está a aumentar a uma enorme velocidade. Países, empresas e pessoas precisam todos de melhorar a sua adaptabilidade tecnológica e as suas capacidades de exploração. Existem vários tipos de empresas e oficinas de reparação de automóveis, sendo que maior parte das empresas de reparação de veículos é gerida por proprietários de pequenas empresas.

2.3.2. Colisão

Uma colisão de trânsito, por vezes denominada colisão de veículo automóvel, acidente de automóvel ou acidente de viação, acontece quando um veículo colide com outro veículo, passageiro, animal, objetos em queda, ou outra barreira estacionária, tal como um arbusto, poste ou edifício. Os acidentes de viação resultam frequentemente em ferimentos graves, danos, morte e perda de bens, juntamente com despesas financeiras tanto para a sociedade como para a comunidade envolvida.

As viagens por estrada são o ambiente mais perigoso com que os indivíduos se deparam regularmente, embora os números de vítimas mortais de tais situações, obtenham menor exposição mediática do que outros tipos de catástrofes menos regulares.

Reparar mossas, substituir painéis, substituir vidros, ajustar faróis, remover ferrugem, pintar, e orçamentar fazem todos parte da formação em colisão automóvel [75]. São ensinados processos de pintura ecologicamente seguros e ferramentas manuais, pneumáticas, elétricas e hidráulicas adequadas.

Existem diversos tipos de operações para reparar um automóvel após um acidente, incluindo estruturais, de supressão de danos de fogo e estéticos. O termo "reparação de colisão" engloba todos eles. Existe uma variedade de métodos que podem ser utilizados para restaurar ou renovar a existência estrutural ou estética de um automóvel para um estado o mais similar ao original ou o mais próximo possível, da situação em que se encontrava antes de o veículo ter sido envolvido num acidente.

Após um acidente, a carroçaria do veículo deverá ser reparada por profissionais de reparação de colisão [76] [77] [78] As reparações variam desde minúsculas peças a reconstruções inteiras nos centros de colisão de concessionários autorizados, bem como centros de reparação alternativos e operações de frota. Os técnicos podem concentrar-se na personalização do veículo ou em pequenas manutenções como riscos ou degradação por corrosão, se não estiverem a reparar danos por colisão.

Num serviço de um especialista de reparação automóvel, os técnicos utilizam ferramentas especializadas para reparar danos. Ferramentas manuais como martelos, limas e lixadoras são utilizadas para reparar danos na superfície. Os técnicos deverão saber como remover e reparar peças danificadas, tais como portas, para-brisas e para-lamas, utilizando enchimentos e produtos químicos de reparação de colisão, para nivelar o substrato, antes de empregarem vários tipos de abrasivos, para permitir que a carroçaria seja repintada, a fim de restaurar a peça ou painel. [79] Antes de pintar, deverá ser minuciosamente observado o substrato para detetar quaisquer imperfeições. Um aspeto adicional do papel do técnico de carroçarias automóvel implica o retoque das peças afetadas, a fim de completar o trabalho, como no caso de um polimento. As cabines de pintura são utilizadas para terminar grandes superfícies, enquanto as pistolas de pintura manual podem ser utilizadas para pintar pequenas áreas danificadas. Finalmente, quaisquer peças menores, incluindo vedações ou acabamentos, são substituídas. [79]

2.4. Ferramentas de Gestão Oficial

Na agitada indústria automóvel, os técnicos são responsáveis pelo diagnóstico, manutenção e reparação de uma forma rápida e eficaz. Com uma grande carga de trabalho, poderá ser difícil manter um espaço de trabalho racionalizado e organizado. Aqui, a aplicação de métodos de gestão tais como 5S's, JIT (Just-in-Time), Kanban, Brainstorming, Diagrama de fluxo e outros, pode revelar-se extremamente benéfica, revistos na Tabela 3 - Ferramentas da gestão.

Tabela 3 - Ferramentas da gestão

Referência	Análise
[80]	O artigo descreve a implementação bem-sucedida da técnica 5S em uma oficina mecânica da Universidade de Joanesburgo, melhorando a eficiência e a aparência do local de trabalho. Houve uma melhoria significativa na eficiência, de 61% antes da implementação para 86% após a implementação.
[81]	Antes da implementação dos 5S, levava mais de 4 minutos para encontrar uma ferramenta e mais de 7 minutos e 40 segundos para encontrar uma ferramenta específica. Após a implementação, o tempo médio para encontrar uma ferramenta foi reduzido para 1 minuto e 30 segundos, e o tempo médio para encontrar uma ferramenta específica foi reduzido para 3 minutos e 30 segundos, resultando numa melhoria na eficiência de 67% para 88,8%.
[82]	A implementação do método 5S resultou em benefícios, como a redução da área total utilizada e a minimização da atividade de busca. Na área de soldadura, a implementação do método 5S's foi capaz de reduzir a área total utilizada em 11,20%, o que equivale a 30,98 m ² . Além disso tempo gasto procurando por ferramentas ou itens foi minimizada em 18,75%.
[83]	O OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) foi de cerca de 43%, mas após a implementação do TPM (Manutenção Produtiva Total) e do método 5S, essa eficiência melhorou para 72%. O aumento na eficiência demonstra a eficácia da implementação do método 5S, resultando em uma economia anual total de cerca de 453 000 US\$.
[84]	Este artigo investiga o impacto do JIT na indústria dos EUA, utilizando uma amostra de 266 empresas. Os resultados mostram que a implementação do JIT levou a melhorias significativas no desempenho das empresas, incluindo redução dos níveis de Stock, aumento da qualidade dos produtos e redução nos prazos de entrega.
[85]	Este estudo examina os fatores de sucesso do JIT, utilizando uma amostra de 40 empresas japonesas (13) e norte-americanas (27). Os autores melhores valores de <i>leadtime</i> (56,5 vs 86,4), tempo de ciclo (62,7 vs 84,1) , % de <i>downtime</i> (6 vs 6,08) em empresas japonesas com o JIT implementado do que em empresas americanas.
[86]	Este estudo analisa respostas de executivos de 95 empresas que praticam JIT para entender melhor os benefícios experimentados e se uma implementação mais

	abrangente vale a pena. Os resultados mostram que a implementação das práticas de qualidade, melhoria contínua e redução de desperdícios do JIT pode aumentar a competitividade das empresas. A implementação do JIT melhora o desempenho através de menores níveis de inventário, redução de custos de qualidade e maior resposta ao cliente. Este estudo sugere que o JIT é uma estratégia de fabricação essencial para construir e manter uma vantagem competitiva
[87]	A implementação prática do método Kanban evidenciou que os desempenhos obtidos superaram os da amostra investigada, com um incremento de 10,5% na produção, um aprimoramento de 11% na utilização da capacidade e uma diminuição de 10% no inventário WIP.
[88]	Este artigo investiga o impacto do Kanban no desempenho operacional. Levou a uma redução das rotas de reabastecimento atrasadas de 50 para 3%; uma redução no coeficiente de variação do tempo de rota de 40 para 16%; e uma diminuição no tempo médio de rota de 31 para 25 minutos. Estas melhorias possibilitaram a eliminação de uma das três rotas existentes sem qualquer impacto negativo no reabastecimento.
[89]	Diagrama de fluxo: O permite que um utilizador que não esteja familiarizado com a rede compreenda facilmente a função e o funcionamento da rede.
[90]	Um hospital utilizou um diagrama de fluxo para identificar as etapas envolvidas no processo de admissão. O diagrama mostrou que havia várias áreas onde o processo poderia ser aperfeiçoado. Como resultado do diagrama de fluxo, o hospital implementou várias alterações que levaram a um processo de admissão mais curto e a uma maior satisfação dos pacientes.
[91]	A técnica de brainstorming tem origem nos esforços do executivo de publicidade Alex Osborn na década de 1940, que pretendia reestruturar as reuniões para ultrapassar constrangimentos na criação de ideias. A técnica assenta em dois princípios: aceitação de raciocínio e pesquisa alargada de ideias. Pode ser benéfica não apenas para a geração de ideias, mas também para a formação de equipas e a resolução criativa de problemas.

3. GÉNESE DO ALGORÍTMO

Gerir uma oficina é uma tarefa complexa que exige atenção e habilidade por parte dos gestores após-venda. Uma das principais dificuldades que estes enfrentam é a existência de diferentes plataformas de gestão da atividade, que podem incluir desde sistemas de gestão de peças e controlo de stock até aplicações de comunicação entre a equipa e sistemas de gestão de faturação.

A utilização destas plataformas pode gerar problemas de comunicação e integração entre os sistemas, o que pode comprometer a eficiência da gestão. Por exemplo, a falta de integração entre sistemas pode levar à duplicação de informações e à perda de dados importantes, o que pode afetar a qualidade dos serviços prestados pela oficina.

Por isso, é fundamental que os gestores procurem soluções disponíveis no mercado que possam integrar as diferentes plataformas de gestão e otimizar os processos da oficina. É também importante que conheçam as principais plataformas utilizadas no setor para que possam avaliar qual delas é a mais adequada para a gestão da sua oficina. Dessa forma, será possível gerir a oficina com maior eficiência e qualidade.

Com o objetivo de identificar as ferramentas mais frequentemente utilizadas na gestão de oficinas, foram realizados dois *brainstormings* em duas oficinas, um na mecânica e outro na colisão. As sessões tiveram lugar em duas oficinas de marca na região do grande Porto.

Neste estudo, participaram o Responsável de Após-Venda, o Chefe de Oficina e o Orçamentista em ambas as sessões. Durante os *brainstormings*, foram discutidos diversos aspetos da gestão de oficinas, tais como as ferramentas mais eficazes, os processos mais eficientes e os principais desafios enfrentados no dia a dia.

Como resultado dos *brainstormings*, foram identificadas as seguintes ferramentas utilizadas e possíveis de utilizar, divididas em quatro categorias distintas, presentes na Tabela 4:

Tabela 4 - Resultados dos brainstormings

Tipo de Sistema	Sistema
Sistemas de Gestão de Oficina (DMS)	Autoline, Serauto, Spiga+, Quiter
Gestão de Pedidos de Peças	Microcat, DOS, Spiga+; distribuidor local*
Orçamentação	Eurotax, Audatex, GTA Solution, Axiexpert
Softwares de Tintas (Fabricante)	Phoenix (Axalta), PaintManager Platform (PPG), PAINTMANAGER® (Autocolor)

*Geralmente, o pedido de peças a distribuidores locais não tem inerente nenhum *software* específico para a gestão de pedidos.

Estas ferramentas são comuns na gestão de oficinas e possuem funções específicas que podem contribuir para a eficiência do processo produtivo. Por exemplo, os sistemas de gestão de oficinas (DMS) permitem a automatização de diversas atividades, como agendamento de serviços, gestão de stock e faturação. Já os *softwares* de tintas auxiliam na obtenção de cores precisas para a realização de reparações.

3.1. Fluxo do processo de reparação

Para ajudar a perceber as áreas de foco, foi pedido a estas equipas que explicassem as etapas do processo de reparação, transcrito para o diagrama de fluxo da Figura 5 - Processo de reparação de colisão:

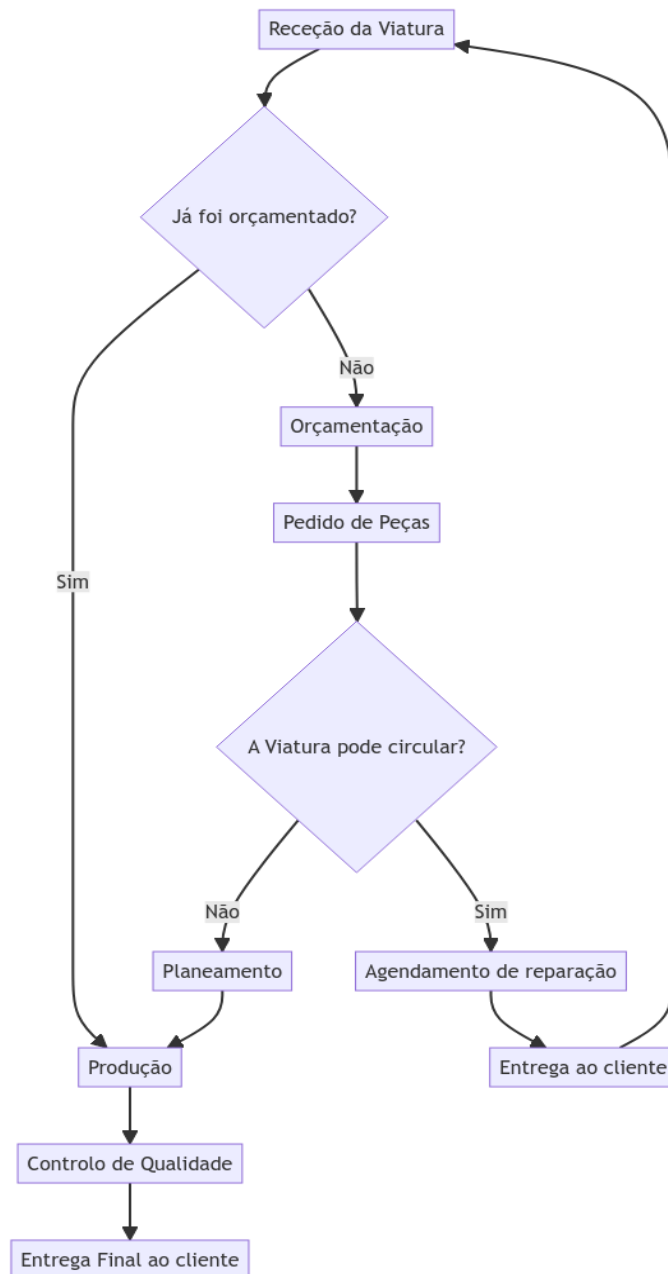


Figura 5 - Processo de reparação de colisão

Cada uma das operações mencionadas acima requer cuidado e controlo adequados para garantir que os dados introduzidos estejam corretos. O controlo de dados é fundamental para extrair diversos indicadores que auxiliam na gestão da oficina como um todo.

3.1.1. Receção de viaturas

A receção de viaturas na oficina pode ocorrer de diversas formas:

- Agendamentos previamente marcados, geralmente devido à marcação de peritagem.
- Veículos que sofreram danos em acidentes e não têm capacidade de locomoção por meios próprios.
- Veículos trazidos pelos proprietários para pequenas reparações cosméticas.
- Além disso, como resultado do primeiro ponto, a receção também é o primeiro ponto de contato para veículos que retornam à oficina para a início da reparação (veículos em condições de circulação).

3.1.2. Pedido de peças

O pedido de peças é efetuado assim que haja autorização para o início da reparação. Essa autorização ocorre quando a companhia de seguros conclui o processo de avaliação e orçamentação e aprova a reparação definitiva, ou quando um particular dá a autorização para avançar com a reparação. Normalmente, as peças necessárias a serem encomendadas estão incluídas no orçamento realizado por meio de uma plataforma específica. No entanto, pode haver casos em que as peças não tenham sido selecionadas integralmente durante a elaboração do orçamento, ou podem surgir danos ocultos que não foram identificados durante a fase de avaliação e orçamentação. Nessas situações, é necessário recorrer aos catálogos específicos de cada marca de veículo, selecionando o modelo, ano, motorização e outros dados relevantes.

Alternativamente, pode-se utilizar o número de identificação do veículo (VIN) para identificar corretamente as peças e proceder à sua encomenda. Dessa forma, assegura-se que a reparação seja realizada corretamente e com componentes compatíveis com as especificações do fabricante do veículo.

No diagrama de fluxo abaixo (Figura 6 - Etapas do pedido de peças) podemos verificar as diferentes etapas e pontos de controlo do pedido de peças.

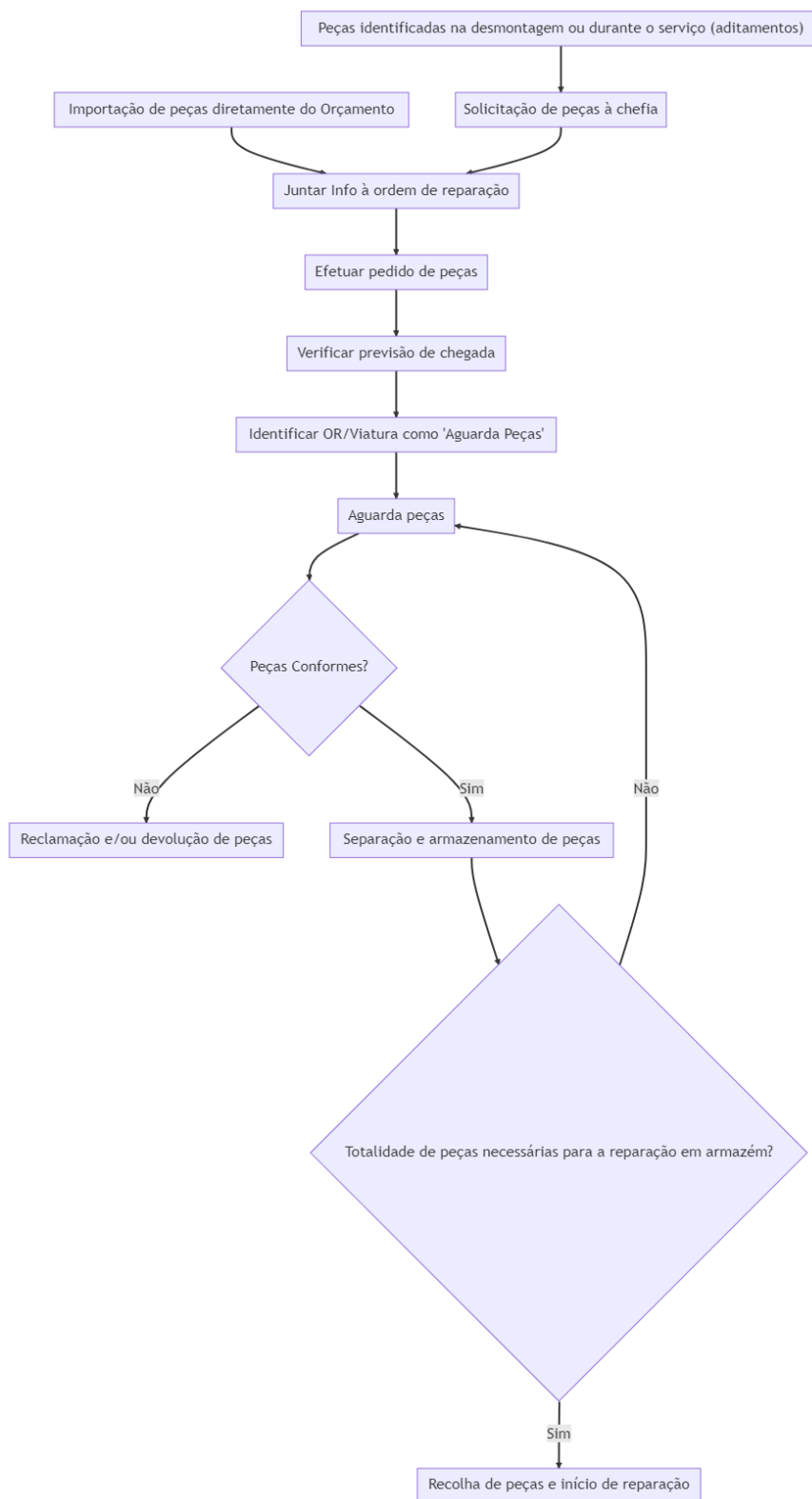


Figura 6 - Etapas do pedido de peças

3.1.3. Gestão do planeamento

A gestão do planeamento deve seguir os passos presentes na Figura 6. O planeamento da execução do serviço deve levar em consideração diversos fatores importantes: o tipo de cliente envolvido, que pode ser um cliente protocolado, uma seguradora, uma gestora de frota ou acordos especiais estabelecidos.

Além disso, é essencial avaliar se a viatura está imobilizada ou em circulação, pois isso afeta a disponibilidade do veículo para a realização dos trabalhos de reparação. Os prazos de entrega das peças também precisam ser considerados, garantindo que elas estejam disponíveis no momento necessário para a reparação.

A disponibilidade de uma viatura de substituição é outro aspeto importante a ser analisado, especialmente quando o veículo do cliente estará fora de circulação durante o período de reparação. Isso pode impactar a satisfação do cliente e garantir a continuidade de sua mobilidade.

O tempo previsto para a reparação, acordado com a companhia de seguros ou cliente, deve ser levado em conta para garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos. Além disso, é necessário considerar a carga oficial de chapa e pintura, garantindo que haja recursos humanos suficientes para realizar o serviço dentro do tempo esperado.

A disponibilidade do cliente também deve ser considerada ao agendar o serviço de reparação. É importante encontrar um horário que seja conveniente para o cliente, permitindo sua presença durante a entrega ou recolha do veículo, ou para eventuais esclarecimentos ou vendas adicionais.

Nas situações em que a oficina lida com retrabalho ou garantia, é fundamental dar prioridade a casos no que toca ao agendamento e ao tempo de reparação. Isso garante que os clientes afetados recebam a devida atenção e solução para seus problemas. Na página seguinte, na Figura 7, pode-se encontrar o diagrama de fluxo da gestão do planeamento:

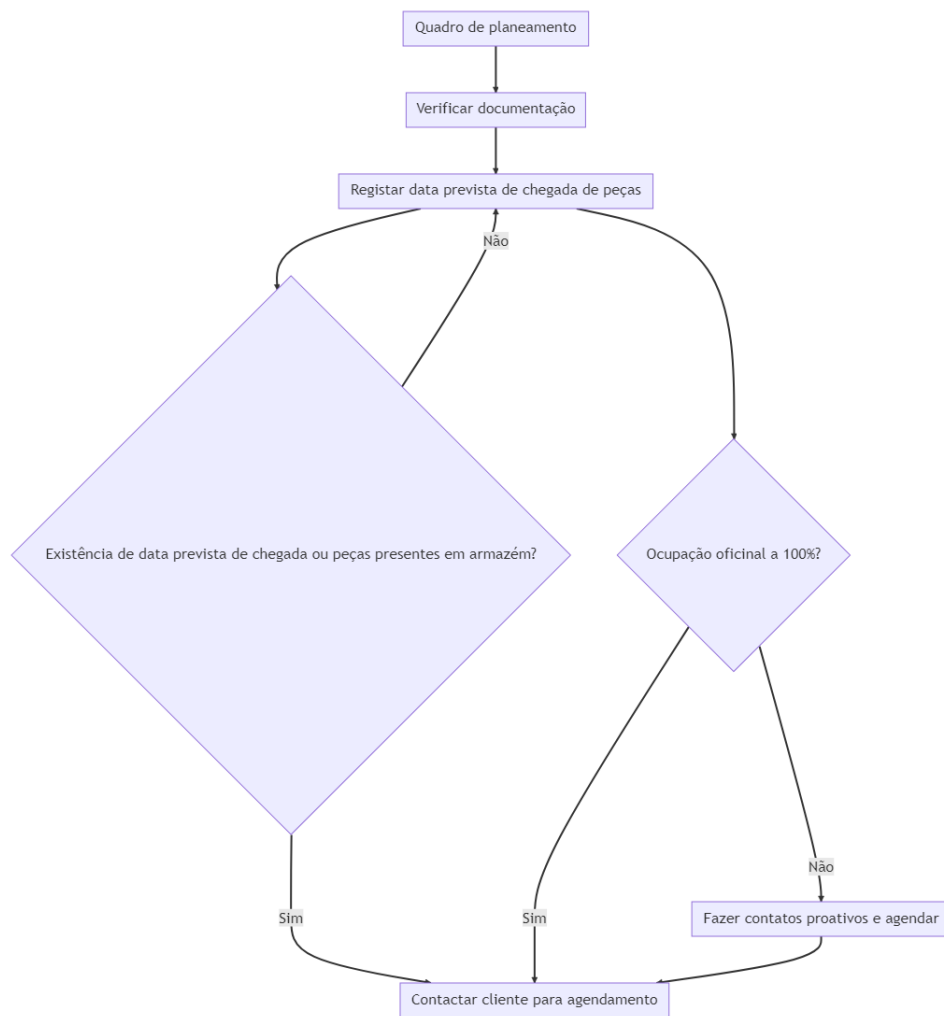


Figura 7 - Gestão do planeamento de produção

Ao considerar todos estes fatores no planeamento do serviço, é possível otimizar o processo de reparação, assegurando a satisfação do cliente, cumprimento de prazos e uma gestão eficiente dos recursos disponíveis na oficina.

O processo de reparação é desenvolvido tendo em conta 8 principais tarefas que podem ser classificadas de acordo com a Tabela 5 abaixo apresentada:

Tabela 5 - Etapas do processo de reparação

Etapas	Descrição da tarefa
Orçamentação e desmontagem	Inicia-se com uma inspeção visual do veículo para identificar todos os danos causados pela colisão. São desmontados componentes para avaliar corretamente os danos tanto na carroçaria quanto nos componentes mecânicos, tanto internos quanto externos.
Reparação estrutural	Se existirem danos na estrutura do veículo, é necessário proceder à reparação estrutural. Para isso, são utilizados equipamentos especiais, como equipamentos de medição a laser ou ultrassónicos e bancos de desempenho a fim de restaurar a geometria e a rigidez do chassis. O objetivo é devolver a estrutura do veículo às especificações originais do fabricante, garantindo a sua segurança e integridade.
Reparação de chapa	Os painéis danificados são reparados através de técnicas como o “reparar sem pintar”, soldadura, aplicação de massas e uso de esticadores. Em casos mais graves, pode ser necessário substituir painéis danificados por novos, seguindo as especificações do fabricante.
Reparação mecânica	Os componentes mecânicos danificados são reparados ou substituídos, incluindo suspensão, direção, sistema de travagem, sistema de refrigeração, sistema de escape, entre outros. É importante seguir as recomendações do fabricante e utilizar peças de qualidade para garantir o desempenho adequado e a segurança do veículo.
Pintura e acabamento	Inicia-se com a preparação da superfície, removendo oxidação e outros contaminantes, aplicando produtos adequados como betume de poliéster, primários e realizando a lixagem para obter uma superfície uniforme. A pintura é realizada utilizando técnicas como a aplicação de primário, base e verniz, garantindo uma cor e um acabamento perfeitos. O polimento pode ser efetuado para obter um acabamento final de qualidade, removendo quaisquer defeitos de pintura.
Controlo de qualidade	Após todas as etapas de reparação, é realizado um controlo de qualidade rigoroso para garantir que todas as peças foram instaladas corretamente e que o veículo está em perfeitas condições de segurança e funcionamento. Testes de condução podem ser realizados para verificar o desempenho do veículo e identificar eventuais problemas adicionais.

4. ALGORITMO DE ALOCAÇÃO DE TÉCNICOS

4.1. Objetivos do algoritmo

Neste estudo, temos como meta estabelecer objetivos S.M.A.R.T (Específicos, Mensuráveis, Alcançáveis, Relevantes e Temporais) para melhorar a gestão de oficinas automóveis. O foco principal é criar uma plataforma integrada que possa coordenar de forma eficaz todas as etapas do processo de reparação de veículos, desde a avaliação inicial das condições do veículo até à finalização da reparação.

Um dos objetivos específicos é desenvolver um sistema que permita alocar técnicos de forma otimizada para tarefas específicas, considerando as características únicas de cada veículo que entra em reparação. Esta estratégia visa não só aumentar a eficiência do processo de reparação, mas também garantir que cada técnico seja atribuído a tarefas que correspondam às suas habilidades e experiência, promovendo assim melhores resultados.

Além disso, este trabalho visa superar os desafios associados à integração de diferentes *softwares* usados nas oficinas automóveis, promovendo uma operação mais eficiente e uma maior satisfação do cliente. Através de uma análise detalhada dos processos atuais e identificação de áreas para melhorias, pretende-se facilitar a tomada de decisões baseadas em dados e otimizar a distribuição de recursos.

Com este estudo, espera-se impulsionar uma melhoria significativa na eficiência dos processos de reparação automóvel, elevando ao mesmo tempo o padrão de serviço prestado, garantindo que as oficinas possam atender às expectativas dos clientes de uma maneira mais eficaz e satisfatória, dentro de um prazo claramente estabelecido.

4.2. Principais constrangimentos

A intenção original deste trabalho visava a conceção de uma plataforma que administre integralmente uma oficina automóvel. Tendo em conta todas as fases mencionadas, é um empreendimento de extrema complexidade e elevado custo. Cada software utilizado necessita de fornecer um output que possa ser integrado com outras *plataformas*, daí ter surgido a ideia de um algoritmo para a alocação de técnicos, já que esta colmata a dificuldade que as instalações se deparam diariamente na atribuição de serviços aos técnicos, até agora, realizado de forma empírica. Em seguida irão ser abordados os pontos que levarão a esta alteração.

Começando pelo DMS (*Dealer Management System*), este permite a exportação de dados como tempos atribuídos, faturação e *follow-up* (processo de manter o contacto com o cliente após o serviço ter sido efetuado) e alguns materiais debitados nas ordens de reparação (documentos oficiais que autorizam o trabalho de reparação a ser realizado num veículo, principalmente nas operações de pintura).

Tal funcionalidade é possível graças à integração entre o *software* de gestão de tintas e o DMS, que vai debitando na ordem de reparação os materiais de pintura, mas apenas aqueles que são pesados na balança e gradualmente removidos do stock. É importante esclarecer que a tinta utilizada na reparação automóvel é composta por vários ingredientes que necessitam de ser misturados e pesados numa balança.

As peças que são requisitadas também devem ser debitadas nas ordens de reparação e irão aparecer no output do DMS. No entanto, apenas as informações provenientes dos *softwares* de orçamentação devem ser inseridas manualmente, uma vez que estes não fornecem output em forma de folha de cálculo, nem disponibilizam uma API (Interface de Programação de Aplicações - um conjunto de regras e protocolos para a utilização das funcionalidades de um *software* por outros *softwares*).

4.3. Solução encontrada

A gestão eficiente de uma oficina automóvel requer um entendimento aprofundado dos processos envolvidos em cada fase da reparação de um veículo. Desde a orçamentação e desmontagem inicial até ao controle de qualidade final, cada etapa possui um conjunto específico de entradas que podem influenciar tanto a qualidade do trabalho realizado como a eficiência do processo.

A tabela subsequente (Tabela 6 - Tipo de inputs por operação) foi concebida para servir como uma ferramenta de apoio à gestão oficial, proporcionando uma visão geral das possíveis entradas a considerar em cada fase do processo de reparação. Cada uma destas entradas pode ser medida e monitorizada de forma a identificar oportunidades de melhoria no processo, maximizar a eficiência e assegurar que a qualidade do trabalho realizado atenda aos padrões mais elevados.

É importante salientar que a relevância de cada entrada pode variar dependendo de uma série de fatores, incluindo o tipo de veículo, a natureza dos danos a serem reparados, as práticas específicas da oficina, entre outros. Assim, esta tabela deve ser utilizada como um ponto de partida e adaptada para atender às necessidades específicas de cada oficina.

Numa fase inicial, para contrapor estes pontos apresentados em 4.2, será utilizado o output do DMS em conjunto com os seguintes inputs presentes na Tabela 6 abaixo:

Tabela 6 - Tipo de inputs por operação

Etapas da Operação	Inputs
Orçamentação e Desmontagem	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade da desmontagem, condição inicial do veículo, documentação necessária (ex.: manuais do veículo).
Reparação Estrutural	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade da reparação, condição inicial da estrutura, necessidade de peças específicas ou equipamentos especiais.
Reparação de Chapa	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade da reparação, condição inicial da chapa, necessidade de peças específicas ou equipamentos especiais.
Reparação Mecânica	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade da reparação, condição inicial dos componentes mecânicos, necessidade de peças específicas ou equipamentos especiais.
Pintura e Acabamento	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade da pintura e acabamento, condição inicial da superfície a pintar, necessidade de tintas específicas ou equipamentos especiais.
Controlo de Qualidade	Profissionais envolvidos, grau de dificuldade do controlo de qualidade, testes de condução, inspeção visual, verificação de peças instaladas.

4.3.1. Principais KPI's

A avaliação de desempenho em serviços pós-venda automóveis, principalmente no contexto de reparações de acidentes e serviços de colisão, é fundamental para a melhoria operacional e a satisfação do cliente. Os Indicadores Chave de Desempenho (KPI's) podem facilitar essa avaliação. Neste capítulo, iremos discutir os principais KPI's: Taxa de Ocupação, Tempo Médio de Inatividade, Eficiência, Taxa Efetiva de Mão de Obra, Custos de Manutenção e Custos de Consumíveis. Para cada KPI, iremos descrever a sua importância e como o calcular.

4.3.1.1. Taxa de Ocupação

A Taxa de Ocupação é uma medida importante que reflete o quanto o tempo de um técnico é utilizado de forma produtiva. Para calculá-la, divide-se o tempo total de trabalho produtivo pelo tempo total disponível e multiplica-se por 100 para obter uma percentagem. O tempo de trabalho produtivo é o tempo durante o qual o técnico está efetivamente a realizar reparações, enquanto o tempo total disponível é a quantidade total de tempo durante o qual o técnico está disponível para trabalhar. Uma taxa de ocupação mais elevada indica uma utilização mais eficiente do tempo do técnico, o que pode resultar em maior produtividade e maiores ganhos para a empresa.

$$\text{Taxa de Ocupação} = \left(\frac{\text{Tempo de Trabalho Produtivo}}{\text{Tempo Total Disponível}} \right) * 100$$

4.3.1.2. Tempo Médio de Inatividade

O Tempo Médio de Inatividade é uma métrica que mede o tempo médio que um técnico passa em situações não produtivas. Isso pode incluir atrasos, tempo de espera por peças ou outras situações em que o técnico não está ativamente envolvido em atividades de reparação ou manutenção. Para calcular o tempo médio de inatividade (h), divide-se o tempo total de inatividade pelo número total de períodos de inatividade. Um tempo médio de inatividade menor pode indicar uma maior eficiência operacional, o que pode levar a uma maior satisfação do cliente e, consequentemente, ter um impacto positivo na receita da empresa.

$$\text{Tempo Médio de Inatividade} = \frac{\text{Tempo Total de Inatividade}}{\text{Número de Inatividades}}$$

4.3.1.3. Eficiência

A Eficiência é uma medida crucial da produtividade de um técnico. É calculada como a proporção da produção atual em relação à produção máxima possível, dada a mesma entrada, e é expressa em percentagem. A produção atual é a quantidade de trabalho que o técnico completa em um determinado período, enquanto a produção máxima possível é a quantidade de trabalho que seria possível completar no mesmo período, se todas as condições fossem ideais e não houvesse inatividade. Uma eficiência mais alta indica que a produção está próxima do potencial máximo, o que é desejável em qualquer operação.

$$\text{Eficiência} = \left(\frac{\text{Tempo atribuído para reparação}}{\text{Tempo gasto na reparação}} \right) * 100$$

4.3.1.4. Custos de manutenção

Os custos de manutenção de equipamentos e licenças numa oficina de colisão podem ser considerados separadamente dos custos gerais de manutenção, como por exemplo a limpeza oficial. Estes custos específicos podem ser divididos como demonstra a Tabela 7:

Tabela 7 - Custos de manutenção

Categoria	Descrição
Manutenção de equipamentos:	As máquinas e equipamentos utilizados na oficina de colisão, como medidores de carroçaria, máquinas de lixar, polir, elevadores, entre outros, requerem manutenção regular para garantir o seu bom funcionamento. Os custos de manutenção de equipamentos incluem serviços de reparação, substituição de peças desgastadas, calibração e ajustes. Esses custos podem variar dependendo da complexidade e do tipo de equipamento.
Licenças e certificações:	Para operar uma oficina de colisão, é necessário obter as licenças e certificações adequadas. Isso pode incluir licenças de funcionamento, licenças ambientais, certificações de segurança, certificação de marcas, entre outras. Os custos associados a essas licenças e certificações devem ser considerados como parte dos custos de manutenção da oficina.
Formação e atualização de competências:	Para garantir um serviço de qualidade, os técnicos da oficina de colisão precisam receber formação e atualização de competências periodicamente. Isso pode envolver a participação em cursos de formação, workshops ou programas de certificação. Os custos relacionados a essas atividades de formação e desenvolvimento também podem ser considerados como parte dos custos de manutenção.

4.3.1.5. Custos de consumíveis

Os consumíveis utilizados na oficina de colisão referem-se aos materiais e produtos que são diariamente empregados no processo de reparação de veículos. Estes consumíveis desempenham um papel fundamental nas atividades de pintura, polimento e reparação. Alguns exemplos de consumíveis comuns na oficina de colisão incluem os itens da Tabela 8:

Tabela 8 - Consumíveis oficinais

Categoria	Descrição
Tintas e vernizes	Estes produtos são indispensáveis para o processo de pintura de veículos. Compreendem tintas base, vernizes, primários, diluentes e outros produtos relacionados com a pintura.
Massas e adesivos	Estes materiais são utilizados para preencher irregularidades e reparar danos na carroçaria dos veículos. Incluem massas de poliéster, massas de enchimento, adesivos de fixação e outros produtos similares.
Lixas e abrasivos	São utilizados para preparar a superfície da carroçaria antes da pintura, bem como para remover imperfeições e polir. Abrangem lixas de diferentes granulometrias, discos de polimento e outros materiais abrasivos.
Panos e solventes	Estes recursos são utilizados para a limpeza da superfície antes da pintura, assim como para a remoção de resíduos de tintas e vernizes. Incluem panos de limpeza, solventes de limpeza e outros produtos similares.
Equipamentos de proteção individual	Estes equipamentos são essenciais para garantir a segurança dos profissionais durante as atividades de reparação. Englobam luvas, máscaras, óculos de proteção, fatos de proteção e outros equipamentos de segurança.

A gestão adequada dos consumíveis é de extrema importância para garantir a eficiência e a qualidade do trabalho na oficina de colisão. O controlo dos custos associados aos consumíveis, assim como a gestão do seu consumo, podem ser considerados Indicadores-Chave de Desempenho. A monitorização e a optimização do uso dos consumíveis ajudam a reduzir desperdícios, controlar os gastos e melhorar a rentabilidade da oficina. Além disso, assegurar que os consumíveis sejam de qualidade adequada e estejam em conformidade com as normas de segurança é essencial para obter resultados satisfatórios e garantir a satisfação do cliente.

5. DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA A ALOCAÇÃO EFICIENTE DE TÉCNICOS.

Na conjuntura atual, onde a inovação tecnológica se encontra em franco crescimento, Portugal pode afirmar-se no sector automóvel, especificamente no ramo de chapa e pintura. Neste contexto, a criação de um algoritmo que facilite a atribuição de técnicos especializados a trabalhos específicos, mediante históricos e competências individuais, emerge não apenas como um diferencial competitivo, mas como uma exigência incontornável. A seguir, exploraremos a fundo as diversas vantagens desta integração tecnológica no sector.

5.1. Elevação da Qualidade do Serviço

5.1.1. Especialização dos Técnicos

A criação de um algoritmo facilitaria uma maior profundidade na especialização dos técnicos, garantindo um serviço mais criterioso e detalhado, como demonstra a Tabela 9.

Tabela 9 - Potenciais melhorias na especialização de técnicos

Potencial melhoria	Descrição
Formação Específica	Este instrumento possibilitaria caminhos de formação altamente focados, promovendo a melhoria contínua e uma resposta ágil às novas tendências e tecnologias do sector.
Reconhecimento e Valorização profissional	A adoção de um sistema algorítmico incentivaria uma cultura de reconhecimento e valorização dos profissionais, servindo como fonte de motivação e retenção de talentos.
Diminuição de Conflitos Laborais	Adicionalmente, contribuiria para evitar conflitos laborais, assegurando uma distribuição de tarefas mais justa e alinhada com as competências de cada técnico, fomentando um ambiente de trabalho colaborativo.

5.1.2. Minimização de Erros

A criação de um algoritmo para a gestão de serviços de reparação automóvel é uma estratégia que pode trazer inúmeros benefícios para as empresas do setor. Um dos principais benefícios é a minimização de erros (Tabela 10), que pode se refletir em uma série de vantagens, como:

Tabela 10 - Potenciais melhorias na minimização de erros

Potencial melhoria	Descrição
Redução de custos associados a erros	A significativa diminuição de erros pode levar a uma poupança considerável, evitando retrabalhos e desperdícios materiais.
Cultura de melhoria contínua	A minimização de erros estimula uma cultura de melhoria contínua, onde a empresa pode se focar em inovações, em vez de corrigir falhas recorrentes.
Satisfação aumentada do cliente	Esta estratégia aumentaria expressivamente a satisfação do cliente, oferecendo serviços de maior qualidade e consistência.
Segurança reforçada	A precisão alcançada também garantiria um nível de segurança superior, assegurando que os veículos são reparados de acordo com os mais rigorosos padrões de segurança.

5.1.3. Promoção da Melhoria Contínua

A adoção de uma estratégia de melhoria contínua, delineada na Tabela 11, abaixo representada, pode ser um catalisador significativo para a inovação e a sustentabilidade no sector empresarial.

Tabela 11 - Potenciais melhorias na promoção da Melhoria Contínua

Potencial melhoria	Descrição
Adaptação às Flutuações de Mercado	Uma cultura de melhoria contínua permite uma resposta mais eficaz e rápida às flutuações e exigências do mercado, ajudando a manter a competitividade da empresa a longo prazo.
Estímulo à Inovação	Este ambiente também incita a inovação, incentivando os técnicos a criarem soluções inovadoras e eficazes para os desafios diários, elevando o padrão de excelência do serviço.
Desenvolvimento de Lideranças	Esta estratégia pode ainda descobrir líderes inatos que, movidos pela busca incessante por melhorias, podem emergir como catalisadores de uma cultura de colaboração e produtividade no local de trabalho.
Cumprimento das Normativas Ambientais e de Qualidade	A implementação de práticas focadas na melhoria contínua alinha a empresa com as normativas ambientais e de qualidade, um passo crucial para a edificação de um negócio sustentável e responsável.

5.2. Otimização dos Recursos

5.2.1. Gestão de Tempo

A implementação de um algoritmo para aprimorar a gestão do tempo, como detalhado na Tabela 12 abaixo, pode ser um passo crucial para maximizar a eficiência e a rentabilidade no ambiente de trabalho

Tabela 12 - Potenciais melhorias na Gestão de Tempo

Potencial melhoria	Descrição
Atribuição Eficiente de Tarefas	O algoritmo promoveria uma gestão de tempo mais afinada, através da designação inteligente de tarefas, evitando atrasos e promovendo uma execução mais célere e eficaz dos serviços.
Redução de Tempos de Inatividade	A otimização da gestão do tempo conduziria à significativa redução dos tempos de inatividade, maximizando a produtividade e eficiência operacional, refletindo-se diretamente na rentabilidade da empresa.
Melhor Planeamento	A tecnologia facilitaria uma estrutura de planeamento mais robusta, permitindo delineações diárias mais precisas, proporcionando uma visão integrada das tarefas e dos recursos necessários.
Ajustes Dinâmicos de Agendamentos	Adicionalmente, o sistema permitiria ajustes dinâmicos no agendamento, oferecendo uma resposta ágil e eficaz às contingências, garantindo assim uma operacionalidade fluída e sem interrupções desnecessárias.

5.2.2. Poupança de Materiais

A integração de um algoritmo que favorece a poupança de materiais, esquematizada na Tabela 13, não só otimiza os custos, mas também solidifica a reputação da empresa como um líder em sustentabilidade e responsabilidade ambiental (Tabela 13):

Tabela 13 - Potenciais melhorias na poupança de materiais

Potencial melhoria	Descrição
Redução do Desperdício	A poupança de materiais seria consideravelmente ampliada, já que a especialização técnica promove o uso consciente e eficiente dos recursos disponíveis, minimizando desperdícios e otimizando custos.
Contribuição para a Sustentabilidade	Além de representar uma significativa economia financeira, a redução de desperdício é uma contribuição vital para a sustentabilidade ambiental, uma preocupação cada vez mais central nas indústrias modernas.
Gestão de Inventário Aprimorada	Este processo facilita também uma gestão de inventário mais acurada e eficaz, evitando excessos e escassez que podem comprometer o fluxo operacional.
Adoção de Práticas Sustentáveis	O uso otimizado de materiais pode servir como ponto de partida para o desenvolvimento e implementação de práticas sustentáveis mais abrangentes, solidificando a reputação da empresa como líder em responsabilidade ambiental.

5.2.3. Maximização da Utilização de Equipamentos

A implementação de um algoritmo que auxilia na maximização da utilização de equipamentos, delineada na Tabela 14, pode ser um vetor crucial para aumentar a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

Tabela 14 - Potenciais melhorias na utilização de equipamentos

Potencial melhoria	Descrição
Manutenção Preventiva	A estratégia proposta facilita a implementação de uma manutenção preditiva, prevenindo falhas e prolongando a vida útil dos equipamentos, o que se traduz em economia de custos e aumento da eficiência.
Utilização Equilibrada de Recursos	O algoritmo permitiria uma utilização mais balanceada e estratégica dos equipamentos disponíveis, evitando sobrecargas e garantindo uma distribuição de tarefas mais homogénea e eficaz.
Investimento Estratégico em Equipamentos	Além disso, forneceria dados valiosos que poderiam guiar decisões de investimento mais estratégicas em equipamentos, focando nas áreas que proporcionem o máximo retorno sobre o investimento.
Flexibilidade Operacional	A implementação do algoritmo confere uma maior flexibilidade operacional, permitindo que a empresa se ajuste rapidamente às demandas variáveis do mercado, garantindo assim uma resposta eficiente e atempada às necessidades dos clientes.

5.3. Em suma

A integração de um sistema algorítmico no sector da reparação de colisão em Portugal não apenas auxiliaria na forma como os serviços são prestados, mas também consolidaria a posição do país como líder na adoção de tecnologias avançadas na indústria automóvel. Esta transição, marcada por uma maior eficiência, qualidade de serviço e sustentabilidade, representa um passo fundamental em direção a um futuro mais promissor e competitivo para o sector em Portugal.

5.4. Base de Dados: Uma Ferramenta Fundamental

5.4.1. Histórico de Viaturas

O histórico de viaturas compreende uma série de atributos essenciais que descrevem detalhadamente o estado e a situação de cada veículo sob reparação, já terminada. Isso inclui a matrícula, que atua como identificador único, a marca, o modelo, o ano, a localização do dano, o tipo de dano, a tipologia de cor e a dificuldade de reparação de chapa e pintura. Além disso, é adicionada informação relativa ao CRM, ou seja, se existiu alguma reclamação de cliente. Estes dados formam a base sobre a qual o algoritmo toma decisões informadas sobre a alocação de técnicos.

5.4.2. Histórico dos Técnicos

O histórico dos técnicos é uma faceta fundamental deste sistema, pois fornece informações não apenas sobre as viaturas, mas também sobre o desempenho dos técnicos envolvidos nas operações de reparação. Cada técnico está associado a múltiplos atributos, incluindo o tempo faturado (horas), o tempo trabalhado (horas), o custo do material consumível debitado (exceto peças) em euros (€), a eficiência (calculada como uma percentagem, utilizando a fórmula: $(\text{Tempo faturado (horas)} / \text{Tempo Trabalhado (horas)}) * 100$), e a indicação de retrabalho (Sim ou Não), já que este indicador dita se houve retrabalho na viatura em questão, por falha no controlo de qualidade intermédio, devido a erro deste operador. Esses dados permitem uma análise detalhada do desempenho individual de cada técnico e são cruciais para a alocação adequada de tarefas com base nas competências e na eficiência de cada um.

5.4.3. Tomada de Decisão Baseada em Dados

A utilização desses dois conjuntos de dados possibilita a tomada de decisões informadas e estratégicas na gestão de serviços automotivos de reparação. A combinação do histórico de viaturas e do histórico dos técnicos permite que o algoritmo aloque técnicos especializados de acordo com a natureza da reparação, a eficiência demonstrada anteriormente e a capacidade de lidar com retrabalho, se necessário.

5.4.4. Impacto na Eficiência Operacional e Qualidade do Serviço

A análise cuidadosa desses dados contribui para a otimização da alocação de recursos humanos e materiais, resultando em uma maior eficiência operacional. Técnicos são alocados para tarefas que melhor se adequam às suas competências, reduzindo o tempo de reparo e minimizando o retrabalho. Isso, por sua vez, melhora a qualidade do serviço prestado aos clientes, proporcionando um atendimento mais rápido e preciso.

5.5. Inicialização do algoritmo

A inicialização do algoritmo requer a inserção dos seguintes dados (Tabela 15), que serão utilizados nos cálculos subsequentes:

Tabela 15 - Dados a introduzir como input do algoritmo

Campo	Descrição
Matrícula	Identifica a viatura em questão
Marca	A identificação do construtor do veículo em questão, constituindo um elemento fundamental na caracterização da viatura.
Modelo	O modelo do veículo, que auxilia na especificação das características e dimensões do automóvel.
Ano	O ano de fabrico do veículo, que é relevante para avaliar a idade e potenciais diferenças, já que existem modelos com o mesmo nome construídos em épocas e utilizando tecnologias completamente díspares.
Localização do Dano	A área específica do veículo onde se encontra o dano a ser reparado, podendo ser frontal, traseira, lateral, tejadilho, piso ou múltiplo. Esta informação é crucial para determinar a complexidade das operações de reparação.
Tipo de Dano	A classificação do dano como leve, médio ou forte, descrevendo a gravidade dos danos no veículo.
Tipologia de Cor	A especificação da tipologia de cor da pintura do veículo, que pode ser lisa, metalizada, nacarada ou tricamada. Este dado é essencial para a gestão adequada da pintura do veículo.
Dificuldade de Reparação de Chapa	A atribuição de um grau de dificuldade à reparação da chapa, que pode variar entre fácil, média, <i>expert</i> , Montagem/Desmontagem ou Sem Necessidade. Esta categorização é fundamental para determinar a complexidade do trabalho de chapa a ser realizado ou a necessidade da alocação de um técnico de chapa ao serviço.
Dificuldade de Reparação de Pintura	A classificação da dificuldade da reparação da pintura, que pode ser Pintura Geral, Pintura a Corte, Esbatido* ou Sem Pintura. É importante notar que o termo "Esbatido" denota uma técnica de pintura utilizada para disfarçar a cor devido à dificuldade de obtenção da cor exata, particularmente em comparação com peças adjacentes. Sem pintura, pode indicar que a peça a reparar pode vir de fábrica já à cor do veículo ou em plástico cru/texturado.

Após a reparação devem ser complementados, na informação relativa a cada veículo, os seguintes dados apresentados na Tabela 16:

Tabela 16 - Dados a completar na BD após termino da reparação

Campo	Descrição
Eficiência Global (%)	Este indicador é calculado como: $Efic. Global = \frac{(tempo faturado de chapa + tempo faturado de pintura)}{(tempo trabalho de chapa + tempo trabalhado de pintura)} * 100$
CRM (Sim ou Não)	Refere-se à existência ou não de reclamação por parte do cliente após a entrega da viatura. O valor "Sim" indica que a viatura deu origem a uma reclamação, enquanto o valor "Não" indica que não houve reclamação por parte do cliente.

Desta forma, a base de dados de viaturas reparadas deverá ter o aspeto da Tabela 17 apresentada na página seguinte, preenchida com dados fictícios:

Tabela 17- Simulação da base de dados das viaturas reparadas

Matrícula	BD33DB	AZ25QX	AE45TD	AA99TZ	21ZO12
Marca	Volkswagen	Renault	Peugeot	Fiat	Opel
Modelo	Golf	Clio	208	500	Corsa
Ano	2023	2022	2021	2020	2019
Localização do Dano	Frontal	Lateral	Tejadilho	Traseira	Múltiplo
Tipo de Dano	Leve	Médio	Forte	Leve	Médio
Tipologia de Cor	Lisa	Metalizada	Nacarada	Tricamada	Lisa
Dificuldade de Reparação de Chapa	Fácil	Média	Expert	Sem Necessidade	Média
Dificuldade de Reparação de Pintura	Pintura a Corte	Esbatido	Esbatido	Sem Pintura	Pintura Geral
Eficiência Global %	90%	85%	70%	100%	80%
CRM	Sim	Não	Sim	Não	Sim

5.6. Base de dados de atividades dos técnicos

Esta base de dados contém informações sobre as atividades realizadas pelos técnicos de uma oficina mecânica. Os dados incluem informações sobre o veículo reparado, o técnico que executou a atividade e os custos associados à atividade.

Cabeçalhos da base de dados estão presente na Tabela 18

Tabela 18 -Cabeçalhos da base de dados

Campo	Descrição
Matrícula	Ver Tabela 15
Marca	
Modelo	
Ano	
Localização do dano	
Tipo de dano	
Tipologia de cor	
Dificuldade de reparação de chapa	
Tempo faturado (horas)	Tempo de trabalho faturado ao cliente
Tempo trabalhado (horas)	Tempo total de trabalho realizado pelo técnico
Material consumível debitado (exceto peças) (€)	Valor do material consumível utilizado na atividade
Eficiência (%)	Percentagem de tempo faturado em relação ao tempo trabalhado
Retrabalho (Sim ou não)	Indicação de se houve necessidade de retrabalho
CRM (Sim ou não)	Indicação de se houve reclamação de cliente após entrega

Desta forma, a base de dados de viaturas reparadas por determinado técnico deverá ter o aspeto da Tabela 19 apresentada na página seguinte, preenchida com dados fictícios

Tabela 19 - Simulação da base de dados das viaturas reparadas pelo técnico João Silva (nome fictício)

Matrícula	12-A0-34	44-BC-56	34-CL-78	22-II-90	98-EE-12	67-FG-34
Marca	Ford	Toyota	BMW	Audi	SEAT	Renault
Modelo	Fiesta	Corolla	X3	A3	Ibiza	Zoe
Ano	2015	2018	2020	2017	2016	2019
Localização do Dano	Frontal	Lateral	Traseiro	Tejadilho	Piso	Frontal
Tipo de Dano	Leve	Médio	Forte	Leve	Médio	Leve
Tipologia de Cor	Metalizado	Nacarado	Tricamada	Liso	Metalizado	Nacarado
Dificuldade de Reparação de Chapa	Fácil	Média	Expert	Fácil	Média	Fácil
Tempo faturado (horas)	3	5	8	2	4	3
Tempo trabalhado (horas)	3.5	4.0	9.5	1.8	4.5	2.5
Material Consumível Debitado (exceto peças) (€)	100	150	300	50	200	100
Eficiência (%)	85.71%	125%	84.21%	111.11%	88.89%	120%
Retrabalho	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
CRM	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não

5.7. Seleção do técnico a alocar ao serviço

Para uma seleção otimizada do técnico a ser designado para cada serviço, o algoritmo segue um processo estruturado para identificar o técnico mais adequado, levando em consideração vários fatores, incluindo a especialização necessária para a tarefa específica em mãos.

Inicialmente, o algoritmo avalia a disponibilidade dos técnicos, já que não faria sentido um técnico ser adjudicado a um serviço, no mesmo espaço temporal em que se encontra a trabalhar numa outra viatura. Além disso, o técnico poderá estar ausente por motivo de férias, baixa médica, licença de paternidade ou outro qualquer motivo diferente destes. Em seguida, o algoritmo avalia dificuldade da reparação de chapa, apresentando várias opções de dificuldade. Se a opção selecionada for "Sem Necessidade", o algoritmo prossegue diretamente para avaliar a dificuldade da reparação de pintura, onde são apresentadas diferentes opções relacionadas à pintura.

Em cada etapa, o algoritmo procura os técnicos com o maior número de operações desse tipo específico, seguido pela identificação dos técnicos com a eficiência mais elevada. Posteriormente, dependendo da natureza da reparação (chapa ou pintura), o algoritmo procura o técnico com o menor número de retrabalhos (para chapa) ou o técnico com o menor valor de consumíveis por hora faturada (para pintura).

Se, no final deste processo, houver um empate entre os técnicos, é necessário avaliar se a diferença entre eles é igual ou inferior a 15%. Se sim, o técnico com o menor número de "Sim" no fator CRM é escolhido. Se a diferença for maior que 15%, o técnico é diretamente designado.

Após a designação de um técnico de chapa, o algoritmo retorna à etapa de avaliação de reparação de pintura, garantindo que todas as necessidades de reparação foram atendidas de forma eficiente e sem alocar recursos desnecessariamente.

Este processo está ilustrado no diagrama de fluxo apresentado nas Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11, que foram separados por questões de tamanho:

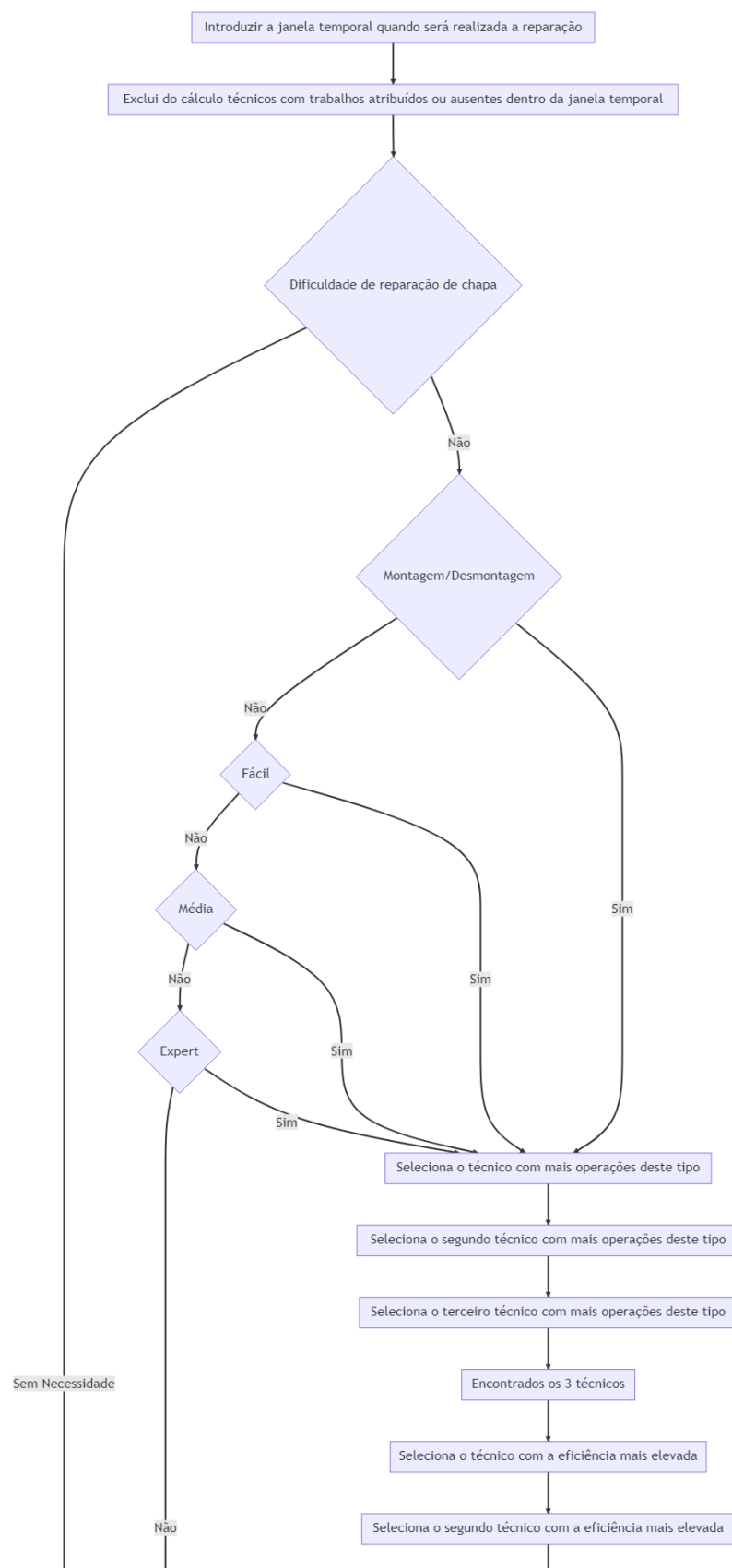


Figura 8 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (1/4)

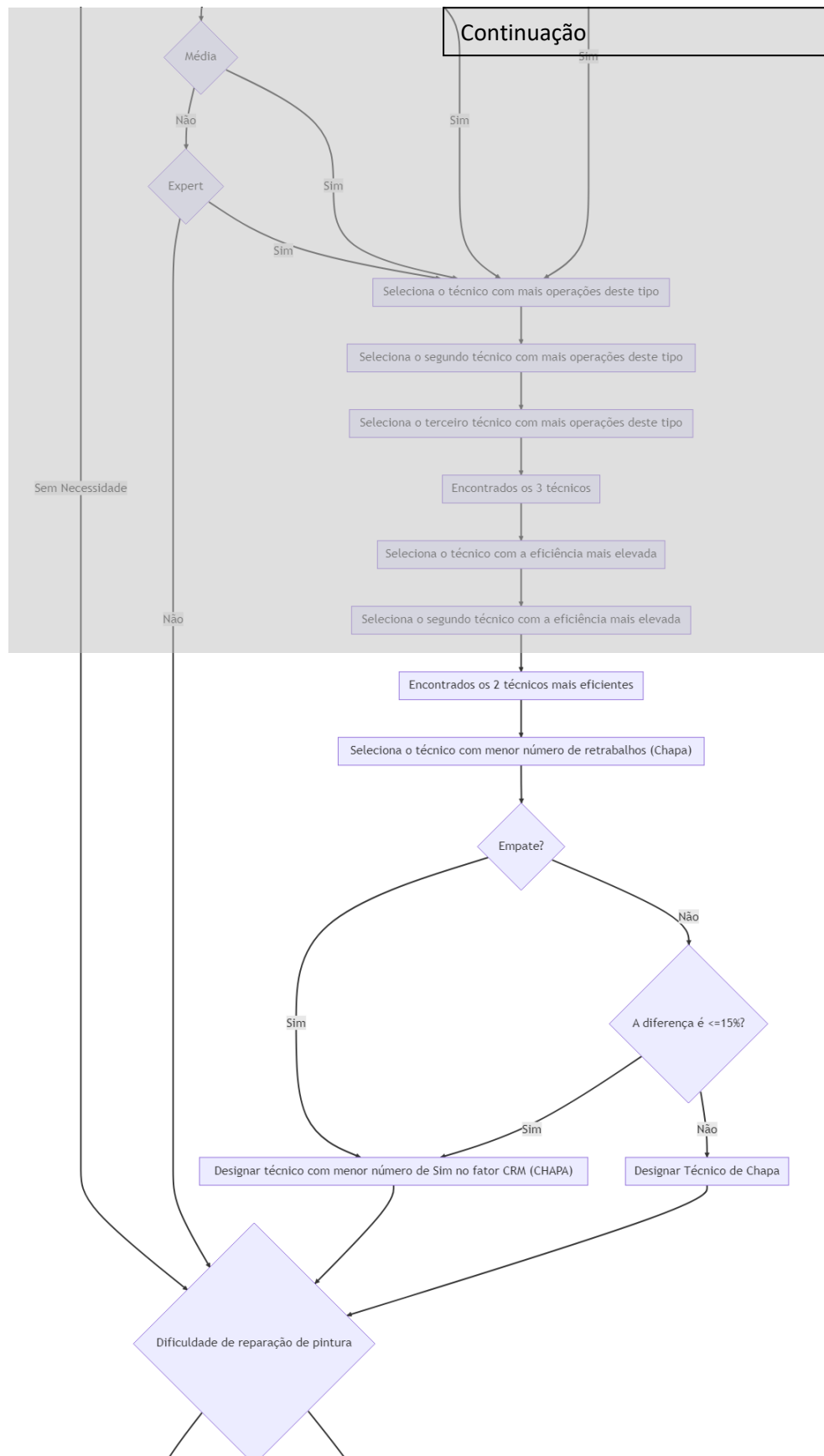


Figura 9 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (2/4)

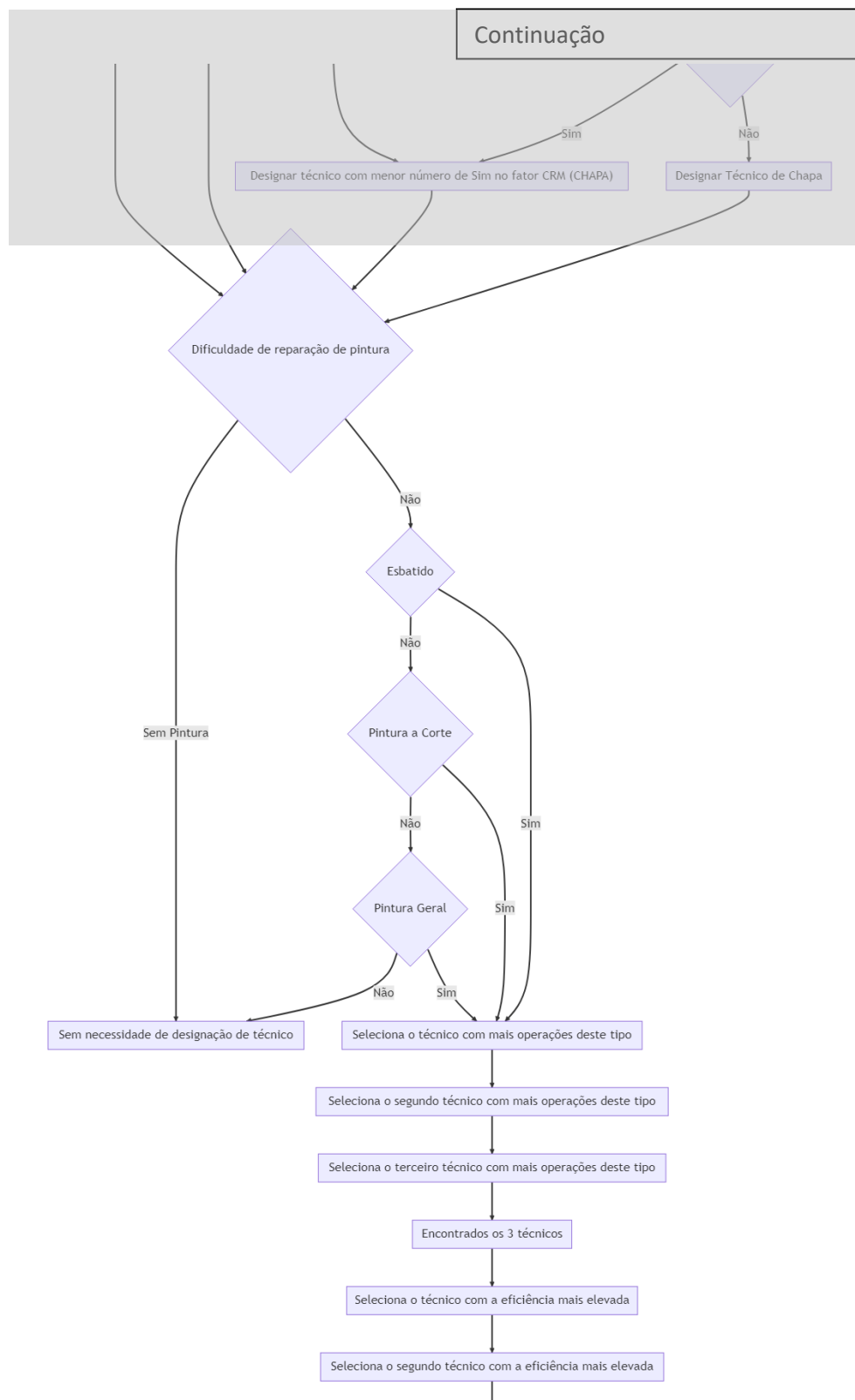


Figura 10 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (3/4)

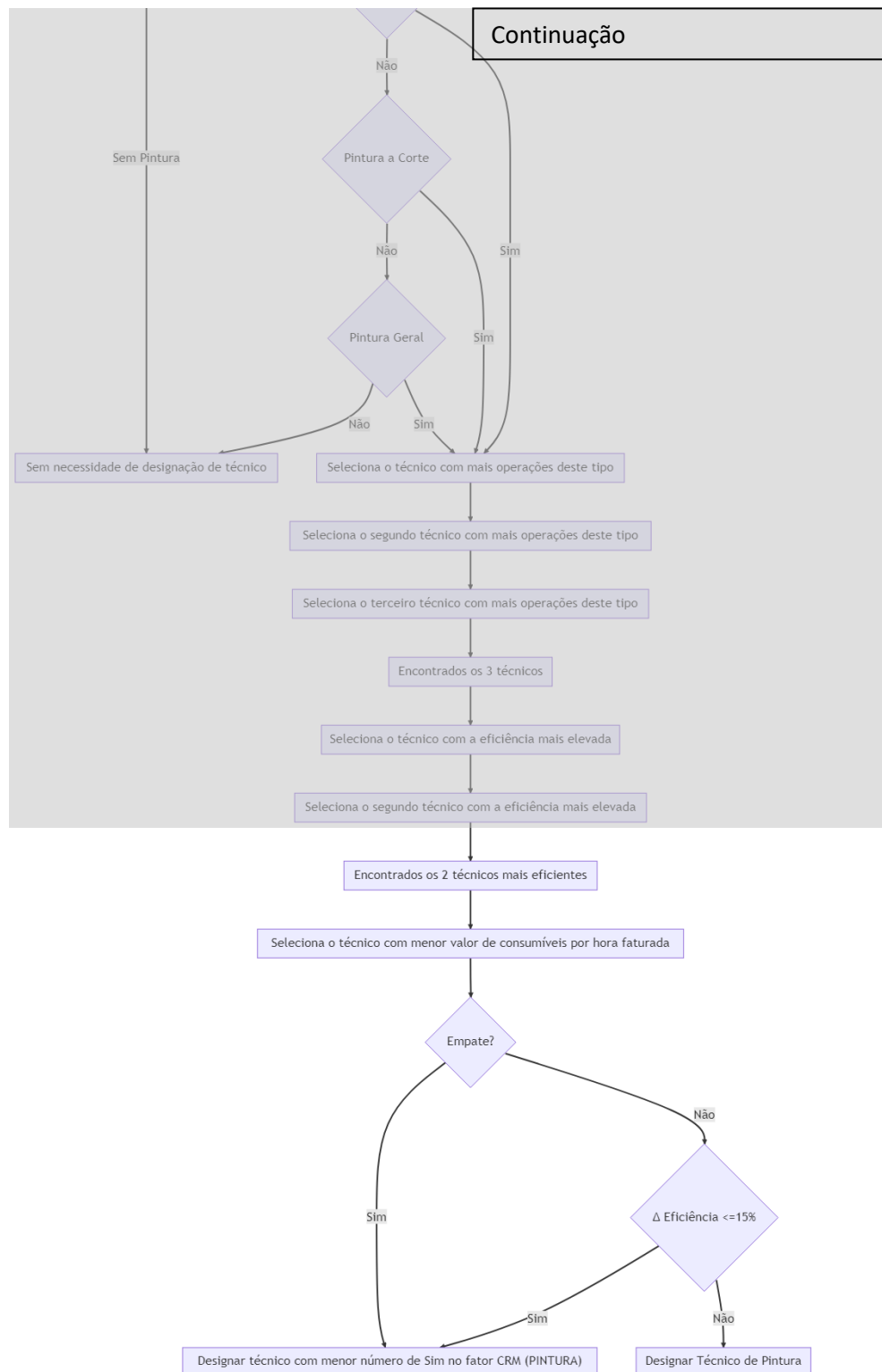


Figura 11 - Diagrama de fluxo do Algoritmo (4/4)

5.8. Justificação das tomadas de decisão

Após uma análise detalhada do diagrama de fluxo apresentado, é evidente que cada etapa da tomada de decisão é crítica para garantir a seleção otimizada de técnicos para tarefas específicas. Para facilitar uma compreensão mais profunda e uma implementação eficaz deste processo, é vital fornecer justificações claras e bem fundamentadas para cada tomada de decisão delineada no diagrama.

A Tabela 20 desempenha um papel crucial nesse aspeto, delineando cada etapa crítica do processo de tomada de decisão e fornecendo justificações robustas para cada uma. Estas justificações não só servem como um guia para os programadores na implementação do algoritmo, mas também ajudam a garantir que todas as partes interessadas tenham uma compreensão clara e transparente das razões por trás de cada decisão tomada durante o processo.

Tabela 20 - Tomadas de Decisão

Etapa de Decisão	Justificação
Introduzir a janela temporal (quando será realizada a reparação)	Necessário para assegurar que a atribuição de técnicos seja de acordo com a disponibilidade dos técnicos e com a ocupação oficial. Além disto leva a um melhor racionamento da carga oficial.
Exclui do cálculo técnicos com trabalhos atribuídos ou ausentes dentro da janela temporal	Otimiza o processo. Já que na seleção de técnicos, devem ser excluídos aqueles que já têm serviço atribuído ou que não estarão presentes durante o período especificado, por férias, por exemplo, o que garante que apenas os técnicos disponíveis sejam considerados para a tarefa.
Procura os 3 técnicos com mais operações deste tipo	Esta etapa é de extrema importância para garantir que os técnicos selecionados tenham uma vasta experiência e familiaridade com o tipo específico de operação em questão. A seleção de técnicos mais qualificados pode resultar em uma execução mais produtiva e de alta qualidade, reduzindo a probabilidade de erros e retrabalhos.
Procura os 2 técnicos com a eficiência mais elevada	Após a seleção inicial, é vital afinar ainda mais a lista de técnicos potenciais, focando naqueles que demonstraram alta eficiência em suas operações anteriores. A eficiência pode ser um indicador de habilidade técnica, gestão eficaz do tempo, e a capacidade de concluir tarefas de forma satisfatória, o que pode aumentar a satisfação do cliente.

Procura o técnico com menor valor de consumíveis por hora faturada (para pintura) / Procura o técnico com menor número de retrabalhos (para chapa)	Esta etapa é fundamental para garantir a rentabilidade e a qualidade do serviço. No caso da pintura, minimizar o custo dos consumíveis pode ajudar a manter os custos da atividade baixos, enquanto se tenta alcançar um serviço de alta qualidade. No caso da chapa, minimizar o número de retrabalhos é indicativo de um técnico que pode realizar o trabalho corretamente na primeira tentativa, economizando, principalmente, tempo e recursos.
Empate?	Em situações onde há um empate entre os técnicos, é necessário ter um critério de desempate garantindo uma tomada de decisão justa. Este passo ajuda a evitar favoritismos na escolha de técnicos e garante que a decisão seja tomada com base no mérito.
A diferença é <= 15%?	Esta etapa é útil para determinar se a diferença de eficiência entre os técnicos é mínima ou não. Se a diferença for pequena, pode ser mais prudente considerar outros fatores, como o feedback do CRM, para tomar uma decisão informada, garantindo assim que a escolha do técnico seja justa e bem ponderada.
Escolher técnico com menor número de Sim no fator CRM	O fator CRM pode ser um indicador valioso da satisfação do cliente e da qualidade geral do trabalho de determinado técnico. Ao considerar este fator na tomada de decisão, a instalação pode garantir que seleciona um técnico que não só é eficiente e económico, mas também é bem avaliado pelos clientes, contribuindo, também para uma reputação positiva no mercado.
Designar Técnico	Após uma análise cuidadosa e detalhada através das etapas anteriores, a decisão final de designar um técnico, demonstrará a confiança da oficina na destreza e eficiência do técnico selecionado. Esta etapa finaliza o processo de tomada de decisão, permitindo que o trabalho prossiga com o técnico mais qualificado, garantindo assim a satisfação do cliente e a eficiência operacional.

6. INSTRUÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO DE TOMADA DE DECISÃO

6.1. Introdução

O presente capítulo visa orientar programadores na implementação de um algoritmo de tomada de decisão, que tem como objetivo otimizar a seleção de técnicos para tarefas específicas, levando em consideração uma série de critérios predefinidos. Este algoritmo é uma ferramenta crucial para garantir a eficiência e a eficácia dos processos operacionais em ambientes de trabalho técnico.

6.2. Estruturação da Base de Dados

Antes de iniciar a implementação do algoritmo, é imperativo que a base de dados esteja estruturada de maneira a facilitar a análise subsequente. Os dados necessários são os seguintes:

- **Dificuldade de Reparação de Chapa:** Este é o primeiro critério de avaliação. As categorias possíveis são 'Fácil', 'Média', 'Expert', 'Montagem/Desmontagem' e 'Sem Necessidade'. Cada uma dessas categorias deve ser claramente definida com base em parâmetros específicos que devem ser meticulosamente documentados para garantir uma avaliação precisa.
- **Dificuldade de Reparação de Pintura:** no caso de a análise de chapa indicar 'Sem Necessidade', este critério entra em jogo. As categorias aqui são 'Pintura Geral', 'Pintura a Corte', 'Esbatido' e 'Sem Pintura'. Semelhante ao critério anterior, cada categoria deve ser bem definida para facilitar uma análise precisa.
- **Dados dos Técnicos:** esta seção deve conter informações detalhadas sobre os técnicos, incluindo, mas não se limitando a, o número de operações realizadas, a eficiência, e outros dados relevantes que influenciam a tomada de decisão.

6.3. Implementação do Algoritmo de Tomada de Decisão

A implementação do algoritmo de tomada de decisão é um processo multifacetado que envolve várias etapas críticas, detalhadas a seguir.

6.3.1. Análise da Dificuldade de Reparação de Chapa

A primeira etapa do processo é avaliar a dificuldade de reparação de chapa. Esta análise inicial ajuda a direcionar o fluxo do algoritmo, determinando se é necessário prosseguir para a análise da dificuldade de reparação de pintura.

6.3.2. Análise da Dificuldade de Reparação de Pintura

Caso a análise inicial indique a necessidade de avaliação adicional, o sistema deve então proceder à avaliação da dificuldade de reparação de pintura. Esta etapa é crucial para identificar os técnicos mais adequados para tarefas específicas de pintura.

6.3.3. Seleção de Técnicos

Esta é uma das etapas mais críticas do processo. O sistema deve adotar uma abordagem faseada para a seleção de técnicos, como detalhado abaixo:

6.3.3.1. Identificação de Técnicos com Mais Operações

Inicialmente, o sistema deve identificar os três técnicos que têm o maior número de operações do tipo identificado em seu histórico. Esta etapa é vital para garantir que os técnicos com a maior experiência sejam considerados primeiro.

6.3.3.2. Avaliação da Eficiência dos Técnicos

Após a identificação inicial, o sistema deve avaliar a eficiência dos técnicos selecionados, focando-se nos dois com a eficiência mais elevada. Esta análise deve ser baseada em critérios claramente definidos e documentados.

6.3.3.3. Análise de Critérios Adicionais

A última etapa da seleção envolve a análise de critérios adicionais que ajudam a identificar o técnico mais adequado para a tarefa em mãos. Dependendo da natureza da tarefa (chapa ou pintura), diferentes critérios serão aplicados.

6.3.3.4. Resolução de Empates

Em situações onde há um empate entre os técnicos, o sistema deve adotar medidas adicionais para resolver o empate. Isso envolve considerar o número de respostas 'Sim' no fator CRM, um indicador crítico da adequação do técnico para a tarefa.

6.3.3.5. Análise de Diferença Percentual

Se não houver empate, o sistema deve então proceder para uma análise mais detalhada, onde a diferença percentual de eficiência entre os técnicos é avaliada. Dependendo do resultado desta análise, diferentes ações são tomadas para garantir a seleção do técnico mais adequado.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de uma aplicação de raiz ou a integração no sistema de gestão de documentos (DMS) pode ser um processo demorado e custoso. Para mitigar esses desafios, foi criada uma ferramenta de gestão simplificada baseada em folhas de cálculo Excel, que visa facilitar a análise e monitorização de várias métricas no contexto da reparação automóvel.

No sentido de avaliar a viabilidade da introdução deste algoritmo, foi realizada uma análise SWOT, analisando as Forças (*S-Strenght*), Fraquezas (*W-Weaknesses*), Oportunidades (*O-Oportunities*) e Ameaças (*T-Threats*), presentes na Figura 12.

Análise SWOT

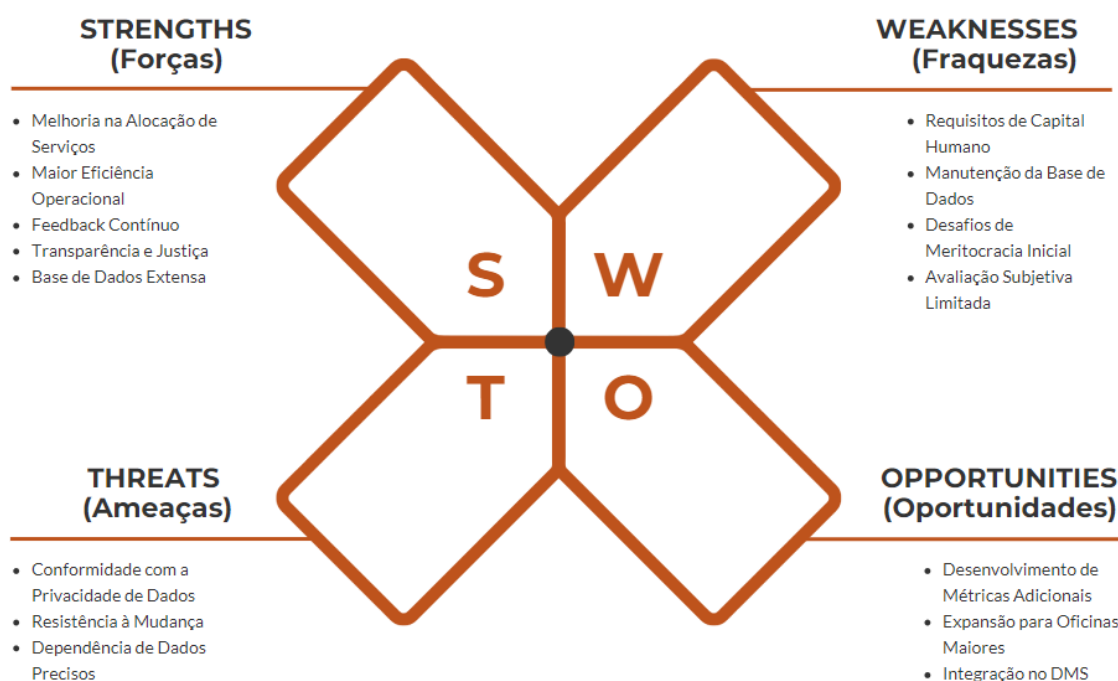


Figura 12 - Análise SWOT do algoritmo de alocação de técnicos

7.1. Ferramenta

A ferramenta de gestão é composta por três folhas principais: Algoritmo, Obras de Viaturas (Chapa) e Obras de Viaturas (Pintura), cada uma focada em aspetos específicos da operação de reparação automóvel.

7.1.1. Folha de Algoritmo

Esta folha é dividida em duas secções principais: uma para a secção de chapa e outra para a secção de pintura.

Secção de Chapa: contém cinco tabelas dinâmica que inclui detalhes de todos os técnicos, juntamente com métricas como contagem de dificuldade de reparação de chapa, média de eficiência (%), contagem de retrabalho e contagem de CRM.

Tabela 21 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de chapa

Dificuldade de Reparação de Chapa	Montagem/Desmontagem	-T			
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Chapa	Média de Eficiência (%)	Contagem de Retrabalho	Soma de CRM	
António Santos	20	104,65%	20	8	
João Ferreira	30	109,17%	30	4	
Luís Pereira	16	104,69%	16	4	
Miguel Silva	18	105,06%	18	4	
Pedro Almeida	4	100,00%	4	0	
Pedro Oliveira	20	106,12%	20	1	
Total Global	108	106,08%	108	21	
Dificuldade de Reparação de Chapa	Fácil	-T			
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Chapa	Média de Eficiência (%)	Contagem de Retrabalho	Soma de CRM	
António Santos	117	107,43%	117	27	
João Ferreira	95	106,21%	95	23	
Luís Pereira	121	108,63%	121	17	
Miguel Silva	132	108,35%	132	29	
Pedro Almeida	17	101,59%	17	3	
Pedro Oliveira	120	105,71%	120	20	
Total Global	602	107,17%	602	119	
Dificuldade de Reparação de Chapa	Média	-T			
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Chapa	Média de Eficiência (%)	Contagem de Retrabalho	Soma de CRM	
António Santos	100	107,03%	100	11	
João Ferreira	124	107,57%	124	22	
Luís Pereira	104	107,41%	104	16	
Miguel Silva	118	106,96%	118	26	
Pedro Almeida	19	111,37%	19	1	
Pedro Oliveira	108	106,66%	108	20	
Total Global	573	107,28%	573	96	
Dificuldade de Reparação de Chapa	Expert	-T			
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Chapa	Média de Eficiência (%)	Contagem de Retrabalho	Soma de CRM	
António Santos	104	107,86%	104	19	
João Ferreira	114	105,75%	114	21	
Luís Pereira	98	107,99%	98	20	
Miguel Silva	97	108,38%	97	20	
Pedro Almeida	15	104,80%	15	4	
Pedro Oliveira	79	103,94%	79	12	
Total Global	507	106,81%	507	96	

Seção de Pintura: Similar à seção de chapa, mas focada nos técnicos de pintura, apresentando métricas como contagem de Dificuldade de Reparação de Pintura (vezes que o técnico realizou operações deste tipo), média de eficiência (%), média de material consumível debitado por hora-fatura (€), excluindo peças, e contagem de CRM, que, no intuito de facilitar o cálculo, a resposta de Sim/Não foi troca por 1 para Sim e 0 para Não, podendo então somar a quantidade de vezes que uma reparação realizada por um técnico específico gerou reclamação, representado abaixo.

Tabela 22 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de pintura

Dificuldade de Reparação de Pintur: Esbatido				
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Pintur	Média de Eficiência (%)	Média de Material Consu	Soma de CRM
Ana Rodrigues	65	104,97%	36,63	22
Bruno Soares	71	110,89%	32,68	26
Carlos Almeida	70	105,77%	37,68	26
Diogo Barbosa	66	108,80%	34,38	23
Francisco Martins	77	110,00%	34,24	28
Rui Mendes	86	107,45%	28,54	32
Total Global	435	108%	33,79	157
Dificuldade de Reparação de Pintur: Pintura a Corte				
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Pintur	Média de Eficiência (%)	Média de Material Consu	Soma de CRM
Ana Rodrigues	39	104,36%	34,71	10
Bruno Soares	39	110,23%	23,80	17
Carlos Almeida	25	104,16%	38,57	6
Diogo Barbosa	31	105,16%	29,15	11
Francisco Martins	26	103,97%	34,71	7
Rui Mendes	30	111,53%	35,95	15
Total Global	190	107%	32,27	66
Dificuldade de Reparação de Pintur: Pintura Geral				
Etiquetas de Linha	Contagem de Dificuldade de Reparação de Pintur	Média de Eficiência (%)	Média de Material Consu	Soma de CRM
Ana Rodrigues	166	106,64%	35,61	54
Bruno Soares	154	107,05%	31,01	64
Carlos Almeida	147	105,92%	36,45	60
Diogo Barbosa	133	106,31%	36,12	49
Francisco Martins	156	105,67%	36,69	58
Rui Mendes	165	106,55%	31,80	55
Total Global	921	106%	34,55	340

7.1.2. Folha de Obras de Viaturas (Chapa)

Esta folha contém registos de obras de viaturas aleatórias, detalhando informações como matrícula, marca, modelo, ano, localização do dano, tipo de dano, tipologia de cor, dificuldade de reparação de chapa, tempo faturado (horas), tempo trabalhado (horas), material consumível debitado por hora-fatura (€), excluindo peças, eficiência (%), retrabalho, CRM e técnico responsável.

Matrícula	Marca	Modelo	Ano	Localização do Dano	Tipo de Dano	Tipologia de Cor	Dificuldade de Reparação de Chapa	Tempo Faturado (horas)	Tempo Trabalhado (horas)	Material Consumível Debitado (exceto peças)	Eficiência (%)	Retrabalho	CRM	Técnico
12-AO-34	Ford	Fiesta	2015	Frontal	Leve	Metalizad	Fácil	3	3,5	6	85,71%	Sim	Sim	Miguel Silva
44-BC-56	Toyota	Corolla	2018	Lateral	Médio	Nacarado	Média	5	4	12	125%	Não	Não	João Ferreira
34-CL-78	BMW	X3	2020	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	8	9,5	24	84,21%	Sim	Não	António Santos
22-II-90	Audi	A3	2017	Tejadilho	Leve	Liso	Sem neces	0	0	0		Não	Não	Pedro Oliveira
98-EE-12	Seat	Ibiza	2016	Piso	Médio	Metalizad	Média	4	4,5	26	88,89%	Sim	Sim	Luís Pereira
67-FG-34	Renault	Zoe	2019	Frontal	Leve	Nacarado	Fácil	3	2,5	20	120%	Não	Não	Pedro Almeida
12-AO-34	Ford	Fiesta	2015	Frontal	Leve	Metalizad	Fácil	3	3,5	21	86%	Sim	Sim	Pedro Oliveira
44-BC-56	Toyota	Corolla	2018	Lateral	Médio	Nacarado	Média	5	4	34	125%	Não	Não	João Ferreira
34-CD-78	BMW	X3	2020	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	8	9,5	50	84%	Sim	Não	Pedro Almeida
22-DD-90	Audi	A3	2017	Tejadilho	Leve	Liso	Fácil	2	1,8	40	111%	Não	Não	Pedro Oliveira
98-EE-12	Peugeot	508	2016	Piso	Médio	Metalizad	Média	4	4,5	38	89%	Sim	Sim	Pedro Oliveira
67-FG-34	Renault	Megane	2019	Frontal	Leve	Nacarado	Sem neces	3	2,5	27	120%	Não	Não	Pedro Almeida
77-GH-45	Citroen	C4	2019	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	7	8	49	88%	Sim	Sim	João Ferreira
88-HI-56	Volvo	V40	2014	Lateral	Médio	Liso	Média	5	5,5	27	91%	Não	Não	Pedro Almeida
99-IJ-67	Mercedes	C-Class	2021	Frontal	Leve	Metalizad	Fácil	3	2,8	48	107%	Não	Não	Miguel Silva
00-JK-78	Nissan	Qashqai	2015	Traseiro	Forte	Nacarado	Expert	9	10	20	90%	Sim	Não	Pedro Oliveira
11-KL-89	Opel	Astra	2018	Lateral	Médio	Tricamad	Montagen	2	3,2	7	92%	Não	Sim	Pedro Almeida

Figura 13 - BD da secção de Chapa

7.1.3. Folha de Obras de Viaturas (Pintura)

Esta folha representada na Figura 14 - BD da secção de Pintura replica a estrutura da folha de obras de viaturas (chapa), mas é focada na secção de pintura, contendo métricas relevantes para essa área.

Matrícula	Marca	Modelo	Ano	Localização do Dano	Tipo de Dano	Tipologia de Cor	Dificuldade de Reparação de	Tempo Faturado (hora)	Tempo Trabalhado (hor)	Material Consumível Debitado/HF (e	Material Consumível Debitado (ex	Eficiência (%)	Retrabalho	CRM	Técnico
12-AQ-34	Ford	Fiesta	2015	Frontal	Leve	Metalizac	Fácil	3	3,5	33,33	100	85,71%	Sim	1	Carlos Almeida
44-BC-56	Toyota	Corolla	2018	Lateral	Médio	Nacarad	Média	5	4	30,00	150	125%	Não	0	Bruno Soares
34-CL-78	BMW	X3	2020	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	8	9,5	37,50	300	84,21%	Sim	0	Francisco Martins
22-II-90	Audi	A3	2017	Tejadiho	Leve	Liso	Fácil	2	1,8	25,00	50	111,11%	Não	0	Ana Rodrigues
98-EE-12	Seat	Ibiza	2016	Piso	Médio	Metalizac	Média	4	4,5	50,00	200	88,89%	Sim	1	Diogo Barbosa
67-FG-34	Renault	Zoe	2019	Frontal	Leve	Nacarad	Fácil	3	2,5	33,33	100	120%	Não	0	Rui Mendes
12-AQ-34	Ford	Fiesta	2015	Frontal	Leve	Metalizac	Fácil	3	3,5	33,33	100	86%	Sim	1	Bruno Soares
44-BC-56	Toyota	Corolla	2018	Lateral	Médio	Nacarad	Média	5	4	30,00	150	125%	Não	0	Carlos Almeida
34-CD-78	BMW	X3	2020	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	8	9,5	37,50	300	84%	Sim	0	Rui Mendes
22-DD-90	Audi	A3	2017	Tejadiho	Leve	Liso	Fácil	2	1,8	25,00	50	111%	Não	0	Carlos Almeida
98-EE-12	Peugeot	508	2016	Piso	Médio	Metalizac	Média	4	4,5	50,00	200	89%	Sim	1	Ana Rodrigues
67-FG-34	Renault	Megane	2019	Frontal	Leve	Nacarad	Fácil	3	2,5	33,33	100	120%	Não	0	Ana Rodrigues
77-GH-45	Citroen	C4	2019	Traseiro	Forte	Tricamad	Expert	7	8	35,71	250	88%	Sim	1	Francisco Martins
88-HI-56	Volvo	V40	2014	Lateral	Médio	Liso	Média	5	5,5	44,00	220	91%	Não	0	Bruno Soares
99-IJ-67	Mercedes	C-Class	2021	Frontal	Leve	Metalizac	Fácil	3	2,8	36,67	110	107%	Não	0	Pedro Almeida

Figura 14 - BD da secção de Pintura

7.2. Discussão

Os dados organizados nestas folhas fornecem uma visão abrangente das operações de reparação automóvel, permitindo uma análise detalhada da eficiência e dos custos associados. É importante notar, que o valor de consumíveis por hora faturada na secção de chapa, não foi considerado significativo, uma vez que geralmente está incluído nos custos operacionais. No entanto, valores mais elevados nesta métrica, podem indicar o uso de materiais mais caros, como colas estruturais ou mástiques.

Através desta ferramenta, é possível identificar áreas de melhoria potencial, facilitando a implementação de estratégias de otimização para aumentar a eficiência e reduzir os custos. Além disso, a ferramenta pode servir como um ponto de partida para o desenvolvimento de uma aplicação mais robusta no futuro.

A Figura 15 ilustra o separador “Start” da folha de cálculo do Excel, onde irão ser apresentados ao utilizador os técnicos alocados a cada um dos serviços, e a forma como se seleccionam os *inputs* podem ser vistos na Figura 16. Nesta página existem diversos *inputs* e *outputs* que irão ser cobertos a seguir. A Figura 17 demonstra a alteração de *outputs* ao modificar os valores de entrada.

Dificuldade de Reparação de Chapa		Dificuldade de Reparação de PINTURA		Data de Início do Serviço	Tabela de Técnicos			
Selecione				Introduza no formato dd/mm/aa	Técnico	Término do Trabalho em Curso	Presente?	Disponível?
->	Montagem/Desmontagem	Pintura Geral		27/10/23	Miguel Silva	19/10/23	Sim	Sim
					João Ferreira	13/10/23	Não	Não
					António Santos	18/10/23	Sim	Sim
					Pedro Oliveira	19/10/23	Sim	Sim
					Luís Pereira	14/10/23	Sim	Sim
					Pedro Almeida	16/10/23	Sim	Sim
					Carlos Almeida	18/10/23	Sim	Sim
					Bruno Soares	15/10/23	Sim	Sim
					Francisco Martins	12/10/23	Sim	Sim
					Ana Rodrigues	19/10/23	Sim	Sim
					Diogo Barbosa	20/10/23	Não	Não
					Rui Mendes	22/10/23	Sim	Sim

Técnico de Chapa designado: Miguel Silva

Técnico de Pintura designado: Rui Mendes

Campos a amarelo devem ser preenchidos manualmente

Figura 15 – Folha “Start” do Algoritmo

Dificuldade de Reparação de Chapa		Dificuldade de Reparação de PINTURA		Data de Início do Serviço	Tabela de Técnicos			
Selecione				Introduza no formato dd/mm/aa	Técnico	Término do Trabalho em Curso	Presente?	Disponível?
->	Montagem/Desmontagem	Pintura Geral		27/10/23	Miguel Silva	13/10/23	Sim	Sim
	Fácil				João Ferreira	14/10/23	Não	Não
	Média				António Santos	14/10/23	Sim	Sim
	Expert				Pedro Oliveira	08/10/23	Sim	Sim
					Luís Pereira	14/10/23	Sim	Sim
					Pedro Almeida	21/10/23	Não	Não
					Carlos Almeida	20/10/23	Sim	Sim
					Bruno Soares	11/10/23	Sim	Sim
					Francisco Martins	14/10/23	Sim	Sim
					Ana Rodrigues	16/10/23	Não	Não
					Diogo Barbosa	12/10/23	Não	Não
					Rui Mendes	09/10/23	Sim	Sim

Técnico de Chapa designado: Miguel Silva

Técnico de Pintura designado: Rui Mendes

Campos a amarelo devem ser preenchidos manualmente

Figura 16 - Seleção do Tipo de Reparação de Chapa

Dificuldade de Reparação de Chapa		Dificuldade de Reparação de PINTURA		Data de Início do Serviço	Tabela de Técnicos			
Selecione				Introduza no formato dd/mm/aa	Técnico	Término do Trabalho em Curso	Presente?	Disponível?
->	Média	Esmatido		27/10/23	Miguel Silva	10/10/23	Sim	Sim
					João Ferreira	18/10/23	Não	Não
					António Santos	18/10/23	Sim	Sim
					Pedro Oliveira	10/10/23	Sim	Sim
					Luís Pereira	21/10/23	Sim	Sim
					Pedro Almeida	19/10/23	Não	Não
					Carlos Almeida	18/10/23	Sim	Sim
					Bruno Soares	11/10/23	Sim	Sim
					Francisco Martins	14/10/23	Sim	Sim
					Ana Rodrigues	08/10/23	Não	Não
					Diogo Barbosa	14/10/23	Não	Não
					Rui Mendes	20/10/23	Sim	Sim

Técnico de Chapa designado: Luís Pereira

Técnico de Pintura designado: Carlos Almeida

Campos a amarelo devem ser preenchidos manualmente

Figura 17 - Algoritmo funcional

Dificuldade de Reparação de Chapa: neste menu suspenso, deve ser seleccionado o primeiro parâmetro que será utilizado no cálculo de alocação de técnicos. Deverá ler o resultado do cálculo proveniente da análise de dados da Tabela 21 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de chapa, já apresentada anteriormente.

Dificuldade de Reparação de Pintura: realiza a mesma função que a entrada de "Dificuldade de Reparação de Chapa", mas neste caso, irá ler o resultado do cálculo da Tabela 22 - Tabela dinâmica relativa aos técnicos de pintura.

Tabela de Técnicos:

- **Data de Início do Serviço:** Um dos fatores-chave do algoritmo, assegura que não são alocados técnicos ao serviço que não estejam disponíveis.
- **Término do Trabalho em Curso:** deve ser introduzida a previsão de quando o técnico X termina o seu trabalho em curso.
- **Presente:** indica a presença ou ausência do técnico na data após o término do trabalho em curso.
- **Disponível?:** Indica, comparando se a data de início do serviço é após o término do trabalho em curso e a presença na oficina após esse término, se o técnico pode ser levado ou não em consideração para a alocação ao trabalho pretendido.

Outputs (Campo a verde nas Figura 16 - Seleção do Tipo de Reparação de Chapa e Figura 17 - Algoritmo funcional):

- **Técnico de Chapa Designado:** indica qual técnico foi alocado ao serviço, após o cálculo do algoritmo.
- **Técnico de Pintura Designado:** realiza a mesma operação, mas para a alocação do técnico de pintura.

7.2.1. Apresentação de resultados

Lendo os resultados de cada tabela dinâmica, para cada tipo de reparação de chapa ou pintura apresentam-se as células a seguir, as fórmulas de cálculo na Figura 18:

Contagem de Dificuldade de Reparação de Pintura	Valores de Eficiência dos candidatos	Ordem	Técnicos	Média de Eficiência (%)	Valor de consumíveis	Ordem	Técnicos	Média de Material Consumível Debitado/HF (exceto peças) (€)	Soma de CRM	Esbatido	Se-1 Ausente	Se-1 Ausente
1ª sel												
Francisco Martins	105,69%	108,91%	Diogo Bar	Diogo Barbosa	35,93	32,86	Carlos Alr	Carlos Almeida	30	25	Ana Rodrigues	Carlos Almeida
Carlos Almeida	107,21%	108,08%	Ana Rodri	Ana Rodrigues	35,66	35,66	Ana Rodri	Ana Rodrigues	25	30		
Diogo Barbosa	108,91%	107,21%	Carlos Alr	Carlos Almeida	32,86	35,93	Diogo Bar	Diogo Barbosa				
Ana Rodrigues	108,08%	105,69%	Francisco	Martins								

Figura 18 - Células de cálculo do algoritmo

Para uma melhor visualização, a Figura 18 será dividida pela metade e explicado a seguir

Contagem de Dificuldade de Reparação de Pintura	Valores de Eficiência dos candidatos	Ordem	Técnicos	Média de Eficiência (%)	Valor de consumíveis
1ª sel				2ª sel	
Francisco Martins	105,69%	108,91%	Diogo Bar	Diogo Barbosa	35,93
Carlos Almeida	107,21%	108,08%	Ana Rodri	Ana Rodrigues	35,66
Diogo Barbosa	108,91%	107,21%	Carlos Alr	Carlos Almeida	32,86
Ana Rodrigues	108,08%	105,69%	Francisco	Martins	

Figura 19 - 6 primeiras colunas da Figura 18

Na primeira coluna da Figura 19, são encontrados os técnicos com mais reparações do tipo filtrado na tabela dinâmica (Pintura a corte), através das fórmulas da Tabela 23, colocadas depois por ordem decrescente:

Tabela 23 - Formulas para encontrar o técnico com mais reparações do tipo filtrado

=ÍNDICE(A40:A45; B40:B45;0))	CORRESP(MÁXIMO(B40:B45);	Encontra o maior valor
=ÍNDICE(A40:A45; B40:B45;0))	CORRESP(MAIOR(B40:B45;2);	Encontra o 2º valor
=ÍNDICE(A40:A45; B40:B45;0))	CORRESP(MAIOR(B40:B45;3);	Encontra o 3º valor
=ÍNDICE(A40:A45; B40:B45;0))	CORRESP(MAIOR(B40:B45;4);	Encontra o 4º valor

Na segunda coluna da Figura 19 obtemos os Valores de Eficiência dos candidatos, onde serão colocados por ordem decrescente na coluna seguinte, demonstrado na Tabela 24:

Tabela 24 - Fórmulas para encontrar o valor de eficiência dos candidatos

=+PROCV(G41;A40:C46;3;0)	Encontra o valor de eficiência do candidato
Repetir	Idem
Repetir	Idem
Repetir	Idem

Após esta ordenação, são encontrados os técnicos relativos a estas eficiências da seguinte forma, na Tabela 25:

Tabela 25 - Fórmulas para encontrar o nome do candidato de acordo com a eficiência

=PROCV(I29;C27:F33;4;0)	Diz qual o nome do candidato
Repetir	Idem
Repetir	Idem
Repetir	Idem

Após selecionar os 3 melhores candidatos, procura a sua média de eficiência, de acordo com a Tabela 26

Tabela 26 - Fórmulas para indicar a média de eficiência do candidato

=+PROCV(K29;A28:D33;4;0)	Indica a média de eficiência
Repetir	Idem
Repetir	Idem

Após identificar a média de eficiência coloca por ordem decrescente para em seguida procurar para cada candidato a média de gasto de consumíveis por hora faturada, como demonstra a:

Tabela 27 - Fórmulas para encontrar a média de consumo de materiais de pintura (consumíveis)

=+PROCV(M29;D28:F33;3;0)	Procura a média do consumo de materiais de pintura do candidato
Repetir	Idem
Repetir	Idem

Em seguida abordaremos a segunda parte da Figura 18, presente na Figura 20.

Ordem	Técnicos	Média de Material Consumível Debitado/HF (exceto peças) (€)	Soma de CRM	Esbatido	Se-1 Ausente	Se-1 Ausente
32,86	Carlos Alr Carlos Almeida		30	25	Ana Rodrigues	Carlos Almeida
35,66	Ana Rodri Ana Rodrigues		25	30		
35,93	Diogo Barbosa					

Figura 20 - 2ª parte da Figura 18

Destes, após serem colocados por ordem, devem ser selecionados os dois menores através da indicação da sua célula, na Tabela 28:

Tabela 28 - Fórmulas ordenar de forma crescente os valores de consumíveis

=N29	Menor
=N30	2º menor

Em seguida busca qual o seu valor somado de CRM, para lidar com possíveis empates, presente na Tabela 29:

Tabela 29 - Fórmulas para encontrar o valor de CRM dos candidatos

=+PROCV(O29;A28:E33;5;0)	Encontra o valor de CRM do candidato
=+PROCV(O29;A28:E33;5;0)	Idem

O técnico a selecionar é encontrado com a fórmula presente na Tabela 30

Tabela 30 - Fórmula para selecionar o candidato

=ÍNDICE(O29:O30;CORRESP(Q29;P29:P30;0))	Seleciona o Candidato
--	------------------------------

Mesmo assim, tornam-se necessários, métodos para excluir, o técnico, caso este não esteja presente no momento da reparação ou esteja ocupado com outro serviço. Este problema foi resolvido, selecionando o técnico que foi excluído pelo fator CRM, presente na Tabela 31.

Tabela 31 - Fórmula para selecionar outro técnico caso o escolhido no último passo, não esteja disponível

=SE(PROCV(R29;Start!\$G\$19:\$J\$30;4;FALSO)="Sim";Algoritmo!R29;ÍNDICE(O29:O30;CORRESP(Q30;P29:P30;0)))

Caso este também esteja ausente, seleciona o técnico excluído no fator média de material consumível /HF, segundo a fórmula da Tabela 32.

Tabela 32 - Fórmula para selecionar outro técnico caso o escolhido pelo fator CRM, não esteja disponível

=SE(PROCV(S29;Start!\$G\$19:\$J\$30;4;FALSO)="Sim";Algoritmo!S29;ÍNDICE(L29:L31;CORRESP(MENOR(M29:M31;3);M29:M31;0)))

Repetir para todas tabelas dinâmicas.

8. CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

8.1. Conclusão

O objetivo central deste estudo foi identificar os principais indicadores na área de colisão automóvel e desenvolver uma ferramenta capaz de auxiliar a melhoria de eficiência e gestão de recursos nos processos da reparação automóvel. No entanto, devido a restrições técnicas, temporais e financeiras, não foi possível desenvolver uma plataforma integrada como inicialmente previsto. Não obstante, foi criado um algoritmo simples, mas funcional, que possibilita a alocação mais correta de técnicos com base no histórico de serviços realizados. Este algoritmo considera vários *inputs* relevantes, como tipo de reparação, eficiência, material consumido, retrabalho e satisfação do cliente, proporcionando uma solução acessível para a alocação de técnicos, mesmo na ausência de uma plataforma integrada nas restantes operações e *softwares* utilizados numa oficina de colisão.

Durante os testes, o algoritmo demonstrou ser estável, não apresentando erros mesmo quando aplicado a uma base de dados dinâmica que gera dados aleatórios, como matrículas, datas, modelos, resultado CRM, entre outros já abordados. Este resultado sugere que, com uma base de dados mais extensa em contexto real, o algoritmo pode ajudar a evitar empates frequentes e promover um processo de alocação mais justo para todos os trabalhadores. No entanto, devido a restrições de tempo não foram considerados fatores como a remoção do cálculo técnicos com maior taxa de ocupação para, por exemplo, evitar que estes sejam sempre selecionados em detrimento de outros técnicos, evitando favoritismos.

No entanto, é de salientar o trabalho aqui é um ponto de partida, já que é de considerar que surge como oportunidade para expandir e refinar este algoritmo, incorporando *inputs* adicionais para atingir, futuramente, soluções mais personalizadas.

Um dos refinamentos poderá ser a integração de dados relativos à tipologia de cliente - seja particular, seguradora ou recondicionamento - no processo de alocação de técnicos. A análise detalhada desta variável poderá refinar a forma como os técnicos são alocados ao serviço, que eficiência esperar e quais são as reparações que mais consomem recursos. Poderá, no mesmo sentido, ser possível avaliar como diferentes tipologias de clientes estão associadas a diferentes intervalos de eficiência, uma análise que poderia, por sua vez, influenciar a forma de como a orçamentação é realizada nas viaturas a intervencionar.

8.2. Limitações e trabalhos futuros

8.2.1. Integração com o Sistema de Gestão de Concessionários (DMS)

A presente fase do projeto delineou a necessidade crítica de uma integração mais profunda com os DMS. Esta integração visa facilitar o acesso direto ao histórico de dados das viaturas e aos registos técnicos, promovendo assim uma gestão mais fluida e informatizada. No entanto, esta integração apresenta-se como uma tarefa complexa, exigindo uma análise detalhada das estruturas de dados existentes e a criação de protocolos seguros para a transferência de informações sensíveis.

8.2.2. Harmonização com os Temporários dos Construtores

Outra dimensão crucial que merece atenção é a integração com os temporários dos construtores. A implementação de um sistema que possa determinar com precisão o tempo previsto para cada operação técnica é vital. O manual de tempos médios fornecido pelos construtores pode servir como uma ferramenta valiosa para atribuir tempos realísticos aos técnicos, permitindo uma gestão mais eficaz da carga de trabalho na oficina.

Esta integração permitiria uma comparação mais acurada entre o tempo estimado pelos construtores e o tempo atribuído durante a fase de orçamentação. Esta análise comparativa pode oferecer *insights* valiosos sobre a eficiência operacional, auxiliando na otimização da gestão da carga oficial e, em última análise, na avaliação da precisão da orçamentação.

8.2.3. Gestão Automatizada de Recursos Humanos

A integração com o DMS também abre caminho para melhorias significativas na gestão de recursos humanos. A capacidade de excluir automaticamente técnicos que estão de férias, em licença médica ou ausentes, da contabilização para a alocação de serviço, pode evitar sobrecargas e garantir uma distribuição mais equitativa do trabalho. Esta funcionalidade não apenas otimiza a alocação de recursos, mas também pode contribuir para um ambiente de trabalho mais harmonioso e produtivo.

8.3. Perspetivas Futuras

À medida que avançamos, é imperativo explorar mais profundamente estas integrações e desenvolver soluções robustas que possam facilitar uma operação mais suave e eficiente. A pesquisa futura deve focar-se em desenvolver protocolos de integração segura e eficiente, bem como em explorar as potencialidades de análise de dados para uma gestão oficial mais refinada. Além disto, deve também ter mecanismos para evitar favoritismos, mantendo sempre, o foco no cliente como premissa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Toyota Motor Corporation, "TOYOTA CODE OF CONDUCT," in *TOYOTA CODE OF CONDUCT*, 2018.
- [2] Y. Manoharan *et al.*, "Hydrogen Fuel Cell Vehicles; Current Status and Future Prospect," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 11, p. 2296, Jun. 2019, doi: 10.3390/app9112296.
- [3] L.-S. Qiu, D.-X. Yang, K.-R. Hong, W.-P. Wu, and W.-K. Zeng, "The Prospect of China's Renewable Automotive Industry Upon Shrinking Subsidies," *Front Energy Res*, vol. 9, Apr. 2021, doi: 10.3389/fenrg.2021.661585.
- [4] L. Brennan and P. Owende, "Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no. 2, pp. 557–577, Feb. 2010, doi: 10.1016/j.rser.2009.10.009.
- [5] European Parliament & Council, "Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles," 2009.
- [6] Kate Abnett, "EU lawmakers approve effective 2035 ban on new fossil-fuel cars," *Reuters*, Feb. 14, 2023.
- [7] Kate Abnett, "EU approves effective ban on new fossil fuel cars from 2035," *Reuters*, Oct. 28, 2022.
- [8] E. E. Agency, B. Zeebroeck, I. Mayeres, and S. Boschmans, *Transport and environment report 2020 : train or plane?* Publications Office, 2021. doi: doi/10.2800/43379.
- [9] European Comission, "Delivering the European Green Deal," *European Comission*, Accessed: Mar. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- [10] Alliance For Automotive Innovation, "EV Sales Electric Drive."
- [11] T. E. Lipman and M. Witt, "Hydrogen Infrastructure for Fuel Cell Electric Vehicles: Technical Status, International Developments, and the Looming Hydrogen Fuel Supply Gap," 2014. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:106473920>
- [12] K. Chidambaram *et al.*, "Critical analysis on the implementation barriers and consumer perception toward future electric mobility," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, vol. 237, no. 4, pp. 622–654, Mar. 2023, doi: 10.1177/09544070221080349.
- [13] M. E. O'Rourke, "National Greenhouse Gas Standards: Putting the Brakes on Challenges to Stricter Automobile Emissions Standards," *Environmental Claims Journal*, vol. 24, no. 3, pp. 191–219, Jul. 2012, doi: 10.1080/10406026.2012.672889.
- [14] A. Forte, "Review of the last draft requirements of the Euro 7 emissions standard and their impact on light-duty car manufacturers," in *2023 IEEE International Workshop on Metrology for Automotive (MetroAutomotive)*, IEEE, Jun. 2023, pp. 7–12. doi: 10.1109/MetroAutomotive57488.2023.10219127.
- [15] International Energy Agency, "Global EV outlook 2020: Enterign the decade of electric drive? ," 2020.
- [16] National Highway Traffic Safety Administration, "Corporate average fuel economy (CAFE) standards," 2017.
- [17] S. Wang, "Exploring the Sustainability of China's New Energy Vehicle Development: Fresh Evidence from Population Symbiosis," *Sustainability*, vol. 14, no. 17, p. 10796, Aug. 2022, doi: 10.3390/su141710796.
- [18] International Energy Agency, "Global EV Outlook 2021," 2021.

- [19] I. Panagiotopoulos and G. Dimitrakopoulos, "An empirical investigation on consumers' intentions towards autonomous driving," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 95, pp. 773–784, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.trc.2018.08.013.
- [20] W. Zhang, S. Wang, L. Wan, Z. Zhang, and D. Zhao, "Information perspective for understanding consumers' perceptions of electric vehicles and adoption intentions," *Transp Res D Transp Environ*, vol. 102, p. 103157, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.trd.2021.103157.
- [21] Todd Alexander Litman, "Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning," 2023.
- [22] "Sales Statistics | www.oica.net." Accessed: Jun. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.oica.net/category/sales-statistics/>
- [23] "ACAP | Estatísticas." Accessed: Jun. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.acap.pt/pt/estatisticas/graficos>
- [24] "Global car sales 2019-2022 | Statista." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/200002/international-car-sales-since-1990/>
- [25] "Wholesale Used-Vehicle Prices See Another Increase in First Half of January - Cox Automotive Inc." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.coxautoinc.com/market-insights/mid-jan-2023-muvvi/>
- [26] "Used-car markets down in 2022, recovery in 2023?" Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://autovista24.autovistagroup.com/news/europe-used-car-markets/>
- [27] "Used vehicles in Portugal - Statistics & Facts | Statista." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.statista.com/topics/11293/used-vehicles-in-portugal/#topicOverview>
- [28] "Estatísticas | AFIA - Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://afia.pt/estatisticas/>
- [29] "2021 Statistics | www.oica.net." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.oica.net/category/production-statistics/2021-statistics/>
- [30] "2020 Motor vehicle registrations in Europe, by country - ACEA - European Automobile Manufacturers' Association." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.acea.auto/figure/2020-motor-vehicle-registrations-in-europe-by-country/>
- [31] "Vehicles and fleet | European Alternative Fuels Observatory." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/portugal/vehicles-and-fleet>
- [32] "Acordo de Paris sobre alterações climáticas - Consilium." Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/paris-agreement/>
- [33] "AFIA Estatísticas," https://afia.pt/wp-content/uploads/2022/09/AFIA_fabricantesindustriaautomovel.pdf.
- [34] "PSA de Mangualde investe 25 milhões para produzir novo carro - Automóvel - Jornal de Negócios." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/automovel/detalhe/psa-de-mangualde-vai-investir-25-milhoes-para-produzir-novo-carro>
- [35] "Governo reabre incentivos à compra de veículos elétricos. Conheça as condições – ECO." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://eco.sapo.pt/2023/05/03/governo-reabre-incentivos-a-compra-de-veiculos-eletricos-conheca-as-condicoes/>
- [36] "Despacho n.º 5126/2023 | DR." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/5126-2023-212536244>
- [37] N. Rietmann and T. Lieven, "A Comparison of Policy Measures Promoting Electric Vehicles ro, J. F. G. Mendes, and R. A. R. Ramos, "Electric mobility in Portugal : municipal plans for its promotion," 2012. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55792281>

- [39] “EDP quer acelerar energia solar e mobilidade elétrica nas empresas | EDP Business Summit.” [Online]. Available: <https://businesssummit.negocios.pt/sustentabilidade/edp-quer-acelerar-energia-solar-e-mobilidade-eletrica-nas-empresas/>
- [40] A. Lopes, J. Sousa, C. Camus, and J. Lagarto, “Renewable energy generation, electric vehicles, storage technologies, and hydrogen for mobility – contribution to the 2030 Portuguese energy and climate targets,” in *2022 18th International Conference on the European Energy Market (EEM)*, IEEE, Sep. 2022, pp. 1–7. doi: 10.1109/EEM54602.2022.9921124.
- [41] Banco de Portugal, “Análise do setor automóvel | BPstat.” [Online]. Available: <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1296>
- [42] “Nº empresas-Total empresas | BPstat.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://bpstat.bportugal.pt/serie/12637053>
- [43] “Análise do setor automóvel | BPstat.” Accessed: Oct. 01, 2022. [Online]. Available: <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1296>
- [44] “Pessoas ao serviço-Total empresas | BPstat.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://bpstat.bportugal.pt/serie/12637054>
- [45] “Pessoas ao serviço-Automóvel | BPstat.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://bpstat.bportugal.pt/serie/12633585>
- [46] M. Jordão and F. Fernandes, “A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL EM PORTUGAL Cadernos Temáticos.”
- [47] A. De and C. Carvalho, “das Actividades Económicas Classificação Portuguesa,”
- [48] R. D. Youngk, “Automobile engine reliability, maintainability and oil maintenance,” in *Annual Reliability and Maintainability Symposium. 2000 Proceedings. International Symposium on Product Quality and Integrity (Cat. No.00CH37055)*, IEEE, pp. 94–99. doi: 10.1109/RAMS.2000.816290.
- [49] D. B. Yerger, “Used car markets: reliability does matter, but do Consumer Reports?,” *Applied Economics Letters*, vol. 3, no. 2, pp. 67–70, Feb. 1996, doi: 10.1080/135048596356708.
- [50] T. Gilles, “Automotive Service: Inspection, Maintenance, Repair,” 2007. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:197403805>
- [51] A. G. Deroche, “The principles of auto body repairing and repainting : student workbook,” 1971. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:60200465>
- [52] “Future of Sales and Aftersales Impact of current industry trends on OEM revenues and profits until”.
- [53] “Global Automotive Repair and Maintenance Market Report 2022: A \$2,080 Billion Industry in 2031 - Opportunities and Strategies - ResearchAndMarkets.com | Business Wire.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.businesswire.com/news/home/20220923005370/en/Global-Automotive-Repair-and-Maintenance-Market-Report-2022-A-2080-Billion-Industry-in-2031---Opportunities-and-Strategies---ResearchAndMarkets.com>
- [54] “Future of Automotive Sales and Aftersales | Deloitte.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/future-of-automotive-sales-and-aftersales.html>
- [55] “Auto industry impact on economy | Deloitte Insights.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/economy/spotlight/automobile-impact-us-economy.html>
- [56] “Why is After-Sales Service Important? - Modera - Automotive Blog.” Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://modera.com/automotive/why-is-after-sales-service-important/>
- [57] J. Hong, B. Kim, and S. Oh, “The Relationship Benefits of Auto Maintenance and Repair Service: A Case Study of Korea,” *Behavioral Sciences*, vol. 10, no. 7, p. 115, Jul. 2020, doi: 10.3390/bs10070115.

- [58] "US Automotive Service Industry - Statistics, Market Size & Trends." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/united-states-automotive-service-market>
- [59] "Impact of unemployment and gas prices on vehicle fuel economy | University of Michigan News." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://news.umich.edu/impact-of-unemployment-and-gas-prices-on-vehicle-fuel-economy/>
- [60] "Maintenance Costs Up Due to Frequency of Repair Increases - Operations - Automotive Fleet." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.automotive-fleet.com/146394/maintenance-costs-up-due-to-frequency-of-repair-increases>
- [61] "5 Impact of Technology on Automobile Industry - SkyTechGeek." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://skytechgeek.com/2018/10/5-impact-technology-automobile-industry/>
- [62] "How New Technologies Are Changing Auto Mechanics | Tech Times." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.techtimes.com/articles/257967/20210312/how-new-technologies-are-changing-auto-mechanics.htm>
- [63] L. Siew Sing, S. Mahmood, N. Syamimi Jiran, and M. F. Hassan, "Journal of Design for Sustainable and Environment Ergonomics and Improvement of Workplace Layout Design in Automotive Service Sector at Motorcycle Repair Workshop," *JDSE Journal of Design for Sustainable and Environment*, vol. 4, no. 2, pp. 10–21, 2022, [Online]. Available: <http://www.fazpublishing.com/jdse>
- [64] "Autoridade de Segurança Alimentar e Econ." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.asae.gov.pt/simplex-1/fichas-tecnicas-de-fiscalizacao.aspx>
- [65] Republica Portuguesa, "Diário da República, 1.ª série — N.º 236 — 11 de dezembro de 2017."
- [66] "Training as a Mechanic: What You Need to Know About Formal Education." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://auto.edu/blog/training-as-a-mechanic-what/>
- [67] A. Salazar-Hernández and C. Garita-Rodríguez, "Predicción de la vida útil en reparaciones de automóviles," *Revista Tecnología en Marcha*, Mar. 2019, doi: 10.18845/tm.v32i1.4125.
- [68] G. Genta and L. Morello, "Mathematical Models for the Vehicle," 2020, pp. 619–626. doi: 10.1007/978-3-030-35709-2_29.
- [69] "The Role of Technology in Auto Mechanics: How It's Changing the Industry - EnosTech.com." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.enostech.com/the-role-of-technology-in-auto-mechanics-how-its-changing-the-industry/>
- [70] J. D. Halderman, *Automotive technology : principles, diagnosis, and service*. Pearson Prentice Hall, 2012.
- [71] M. Parent, "Cars of the Future: Computers at the Wheel," in *Information Systems Development*, New York: Springer-Verlag, pp. 41–41. doi: 10.1007/0-387-28809-0_4.
- [72] "The Future of Automotive Technology | McKinsey." Accessed: Jun. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-automotive-technology>
- [73] "AUTOMOTIVE DIAGNOSTICS – A BRIEF HISTORY IN HOWEVER MANY CHAPTERS - Abrites Worldwide." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://abrites.com/blog/automotive-diagnostics-a-brief-history-in-however-many-chapters>
- [74] "Automotive Service Technicians and Mechanics : Occupational Outlook Handbook: : U.S. Bureau of Labor Statistics." Accessed: Oct. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.bls.gov/ooh/installation-maintenance-and-repair/automotive-service-technicians-and-mechanics.htm>
- [75] B. Hudson, "LibGuides: Collision Repair and Refinishing: Get Started," 2014. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:229976454>

- [76] P. Eakin, "Subject Guides: Auto Body & Collision Repair: Find Articles," 2016. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:238311780>
- [77] T. Bussey, "LibGuides: Automotive Collision: Automotive Collision at Atlanta Technical College," 2016. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:238365149>
- [78] U. Schmorte, "Crash-Test Results to Analyse the Impact of Non-Professional Repair on the Performance of Side Structure of a Car," 2011. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109836068>
- [79] DIRECTORATE GENERAL OF TRAINING MINISTRY OF SKILL DEVELOPMENT & ENTREPRENEURSHIP GOVERNMENT OF INDIA, "MECHANIC AUTO BODY REPAIR NSQF LEVEL-4 TRADE THEORY SECTOR: Automotive DIRECTORATE GENERAL OF TRAINING MINISTRY OF SKILL DEVELOPMENT & ENTREPRENEURSHIP GOVERNMENT OF INDIA NATIONAL INSTRUCTIONAL MEDIA INSTITUTE, CHENNAI," 2021. [Online]. Available: www.nimi.gov.in
- [80] V. Khumalo, K. Gupta, and Z. Mpanza, "Implementation of 5S in a Mechanical Workshop at University of Johannesburg: A Case Study."
- [81] V. M. Khumalo, K. K. Gupta, and Z. Mpanza, "Implementation of 5S in a Mechanical Workshop at University of Johannesburg: A Case Study," 2018. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:214774344>
- [82] I. Rizkya, K. Syahputri, R. M. Sari, and I. Siregar, "5S Implementation in Welding Workshop – a Lean Tool in Waste Minimization," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 505, no. 1, p. 012018, May 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012018.
- [83] H. G. Hegde, N. S. Mahesh, and K. Doss, "Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop," 2009. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:16773771>
- [84] R. R. Fullerton and C. S. McWatters, "The production performance benefits from JIT implementation," *Journal of Operations Management*, vol. 19, no. 1, pp. 81–96, Jan. 2001, doi: 10.1016/S0272-6963(00)00051-6.
- [85] R. G. S. Masao Nakamura Sadao Sakakibara, "Adoption of just-in-time manufacturing methods at US- and Japanese-owned plants: some empirical evidence," vol. 45, no. 3. IEEE. doi: 10.1109/17.704245.
- [86] R. R. Fullerton and C. S. McWatters, "The production performance benefits from JIT implementation," *Journal of Operations Management*, vol. 19, no. 1, pp. 81–96, Jan. 2001, doi: 10.1016/S0272-6963(00)00051-6.
- [87] A. K. M. Bakir and A. Saad, "Implementation of Dual Kanban System: Simulation Approach Empirical Study in the State Company of Leather Industries-Factory 7," *Jordan Journal of Business Administration*, vol. 2, 2010, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:166587290>
- [88] C. Silva, L. M. Ferreira, M. Thüerer, and M. Stevenson, "Improving the logistics of a constant order-cycle kanban system," *Production Planning and Control*, vol. 27, no. 7, pp. 650–659, Jun. 2016, doi: 10.1080/09537287.2016.1165302.
- [89] W. E. Omohundro and J. H. Tracey, "Flowware—a flow charting procedure to describe digital networks," *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, vol. 2, no. 4, pp. 91–97, Dec. 1973, doi: 10.1145/633642.803974.
- [90] P. L. Spath, "Flow Charting for Quality Improvement," *Journal For Healthcare Quality*, vol. 13, no. 5, pp. 20–24, Sep. 1991, doi: 10.1111/j.1945-1474.1991.tb00197.x.
- [91] T. Rickards, "Brainstorming Revisited: A Question of Context," *International Journal of Management Reviews*, vol. 1, no. 1, pp. 91–110, Mar. 1999, doi: 10.1111/1468-2370.00006.