



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Maria João Morgado Monteiro Almeida Nunes

Estudo da aplicação de metodologias
organizacionais com vista à melhoria de
desempenho do armazém.

Outubro de 2023



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Maria João Morgado Monteiro Almeida Nunes

**Estudo da aplicação de metodologias organizacionais
com vista à melhoria de desempenho do armazém.**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professora Doutora Ana Cecília Dias Ferreira Ribeiro
Professora Doutora Elsa Marília Costa Silva

Outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que tornaram possível a realização desta dissertação. Em primeiro lugar, não poderia começar sem expressar a minha gratidão às minhas orientadoras, Ana Cecília Ribeiro e Elsa Silva. A presença constante e o apoio incansável que me ofereceram ao longo deste processo foram fundamentais. Sem a orientação delas, esta dissertação não teria sido concretizada. Desde o início, estiveram disponíveis para me ajudar em todos os momentos, e não tenho absolutamente nenhuma razão de queixa.

Quero expressar um agradecimento especial ao Guilherme Pereira, o meu colega de estágio, que esteve ao meu lado durante toda a duração do estágio. O Guilherme foi fundamental para o meu crescimento neste ambiente, partilhando um conhecimento valioso sobre gestão de armazéns. A sua presença tornou cada dia na Carclasse mais leve e agradável. A companhia e o ambiente descontraído que partilhávamos contribuíram significativamente para a minha experiência.

Além disso, um agradecimento especial ao Pedro Braga, o meu orientador de estágio e responsável de todos os armazéns da Carclasse, pela sua orientação, apoio contínuo e incentivo ao longo deste percurso, apesar da correria em que vive devido à responsabilidade do seu cargo. Agradeço também à Daniela, chefe de peças da Carclasse de Braga, pela paciência e disposição em esclarecer as minhas dúvidas relacionadas aos processos de armazém. A sua disponibilidade foi crucial para a realização deste trabalho.

Não posso deixar de expressar a minha gratidão a todos na Carclasse que cruzaram o meu caminho. Especial destaque aos membros da equipa de TI, ao Sr. Miguel e ao Sr. Jorge. A colaboração e acolhimento que recebi foram fundamentais para que o estágio se tornasse uma experiência enriquecedora. Sem a presença deles, não teria sido tão gratificante.

Também é importante mencionar e agradecer aos meus amigos, em especial ao Tiago Sá, pela paciência em ouvir as minhas dificuldades e pelo apoio constante ao longo de todo este processo. O seu suporte foi crucial para me manter motivada.

Por último, mas não menos importante, o meu mais profundo agradecimento vai para os meus pais e para a minha irmã, Sofia. A confiança, apoio incondicional e carinho que sempre me ofereceram foram a base fundamental para a minha jornada académica. Em particular, quero realçar a minha mãe, cuja crença nas minhas capacidades é maior do que qualquer outra pessoa, incluindo-me a mim própria, sempre me impulsionou e me deu a confiança necessária para ser bem-sucedida e a percorrer este caminho académico da melhor forma possível.

A todos vocês, o meu mais sincero obrigado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Estudo da aplicação de metodologias organizacionais com vista à melhoria de desempenho do armazém.

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado de Engenharia e Gestão industrial da Universidade do Minho. Teve como principal objetivo a aplicação de metodologias organizacionais com vista à melhoria de desempenho do armazém da Carclasse, em Braga.

Como ponto de partida, foi realizada uma revisão da literatura, de seguida foi feita uma breve caracterização da empresa e da sua estrutura organizacional bem como uma análise crítica da situação atual da empresa, com especial foco nos processos de armazém, a fim de se obter um entendimento abrangente de seu contexto e funcionamento. Neste âmbito foram detetados alguns problemas que põem em causa a eficiência operacional do armazém, nomeadamente, a falta de uniformização e a degradação das etiquetas, o excesso de material obsoleto, erros de *stock* e um rastreamento dos processos de armazém pouco eficiente e pouco digital.

Para colmatar estes problemas foi implementado um sistema de indústria 4.0 utilizando leitores de códigos de barras e de *Personal Device Assistant* (PDA).

Este sistema trouxe melhorias ao armazém. A implementação de etiquetas padronizadas e a leitura de códigos de barras reduziu erros na alocação de peças, melhorando a eficiência do armazém. A análise de erros de conferência e de arrumação enfrentou desafios devido à falta de rastreabilidade prévia. No entanto, é possível afirmar teoricamente que a automação dos códigos de barras diminuiu os erros humanos e melhorou a rastreabilidade. A duração da tarefa de conferência do material foi reduzida em 16% e apesar do aumento no tempo de tarefas de armazenagem, a implementação de um carrinho e otimização de rotas resultou numa redução de 8% no tempo total da tarefa. Como *output* deste projeto, veio também a introdução de um *dashboard* que facilitou a gestão operacional do armazém.

Globalmente, os resultados indicam melhorias substanciais no armazém da concessão, reforçando o valor do projeto.

PALAVRAS-CHAVE

Armazém, Eficiência, Melhoria operacional, Rastreabilidade, Sistema de indústria 4.0.

ABSTRACT

Study of the application of organizational methodologies aimed at improving warehouse performance.

This dissertation was carried out within the scope of the master's program in Industrial Engineering and Management at the University of Minho. Its main objective was the application of organizational methodologies aimed at improving the performance of Carclasse's warehouse in Braga.

As a starting point, a literature review was conducted, followed by a brief characterization of the company and its organizational structure, as well as a critical analysis of the current situation of the company, with a special focus on warehouse processes, in order to gain a comprehensive understanding of its context and operation. Within this context, some problems were identified that jeopardized the operational efficiency of the warehouse, including lack of standardization and label degradation, excess obsolete materials, stock errors, and inefficient and non-digital warehouse process tracking.

To address these issues, a Industry 4.0 system was implemented using barcode readers and Personal Device Assistants (PDAs). This system brought improvements to the warehouse. The implementation of standardized labels and barcode scanning reduced errors in parts allocation, improving warehouse efficiency. Analyzing check and storage errors faced challenges due to the lack of previous traceability. However, it can be theoretically stated that the automation of barcode scanning reduced human errors and improved traceability. The duration of material check task was reduced by 16%, and despite an increase in the time for storage tasks, the implementation of a cart and route optimization resulted in a 16% reduction in the total task time. As an output of this project, the introduction of a dashboard facilitated operational management.

Overall, the results indicate substantial improvements in the concession warehouse, reinforcing the value of the project.

KEYWORDS

Warehouse, Efficiency, Industry 4.0 System, Operational Improvement, Traceability.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento do projeto	1
1.2 Objetivos e Planeamento	2
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	3
2. Revisão da Literatura	5
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento e logística	5
2.2 Armazenamento.....	7
2.2.1 Gestão de armazéns.....	8
2.2.2 <i>Layout</i> e funcionamento do armazém	9
2.2.3 Tipos de armazém.....	9
2.2.4 Atividades em armazém.....	11
2.3 Metodologia <i>Lean</i>	12
2.3.1 <i>Background</i> teórico.....	12
2.3.2 Princípios, práticas e ferramentas	12
2.3.3 Implementação do <i>Lean</i>	14
2.4 Indústria 4.0 aliada à gestão de armazéns.....	16
3. Caracterização da Empresa.....	18
3.1 Carclasse S.A.....	18
3.2 História da Empresa.....	19
3.3 Visão e missão	19

3.4	Valores.....	19
3.5	Estrutura organizacional	20
4.	Descrição e Análise Crítica da Situação Inicial	23
4.1	Funcionamento do serviço pós-venda	23
4.2	Descrição dos processos no armazém.....	26
4.2.1	Receção e conferência do material.....	28
4.2.2	Armazenagem do material	29
4.3	Análise Crítica e identificação de problemas.....	30
4.3.1	Etiquetas das referências das peças do armazém	30
4.3.2	Material obsoleto	31
4.3.3	Erros de <i>stock</i>	33
4.3.4	Ineficiências nos processos de armazém.....	34
5.	Apresentação das Propostas e ações de Melhoria.....	36
5.1	Pertinência da implementação do projeto	36
5.2	Implementação do projeto.....	37
5.3	Funcionamento do <i>software</i> do novo sistema.....	40
6.	Análise dos resultados obtidos	47
6.1	Uniformização de Localizações e Etiquetas	47
6.2	Redução de erros de <i>stock</i> e análise dos tempos	49
6.2.1	Conferência	49
6.2.2	Armazenagem	51
6.3	Melhoria nos processos do armazém.....	54
7.	Conclusão e Trabalhos Futuros	55
7.1	Trabalho Futuro	56
	Referências Bibliográficas	58
	Apêndice 1 – <i>Dashboard</i> Gestao de Wip	64
	Apêndice 2 – Manual de utilização “ <i>Advanced Parts</i> ”	65
	Apêndice 3 – Relatório de problemas “ <i>Advanced Parts</i> ” e respetivas propostas de melhoria.....	72
	Anexo 1 – Jaula das TIEs de Guimarães.....	76

Anexo 2– Letras associadas a cada Departamento.....	77
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Macroprocessos da cadeia de abastecimento Adaptado de (Carvalho, 2017).	5
Figura 2-Macroprocessos Logísticos Adaptado de (Courtois et al., n.d.).....	6
Figura 3-Casa da <i>Lean Production</i> retirado de (Liker, 2003).	13
Figura 4-Instalações da Carclasse de Braga.	18
Figura 5-Estrutura do Serviço Pós-Venda, em Braga.	20
Figura 6- <i>Layout</i> da Carclasse Braga.	22
Figura 7-Exemplo de uma WIP no sistema.....	24
Figura 8-Layout do Armazém de peças de Braga.....	26
Figura 9-Prateleira correspondente a um nível.....	27
Figura 10-Exemplo de uma localização.	27
Figura 11-Exemplo de uma etiqueta da Fábrica.....	27
Figura 12-Etiqueta do centro de distribuição.....	28
Figura 13-Guias de remessa do material rececionado durante o processo de conferência.	28
Figura 14-Estante de armazenagem provisória para a mecânica de ligeiros.	29
Figura 15-Fluxo de materiais da Carclasse.	30
Figura 16-Etiquetas degradadas e não uniformizadas.	31
Figura 17-Quantidade de <i>stock</i> Vivo, Adormecido e Morto.....	32
Figura 18-Etiqueta impressa com formato Zp1.	38
Figura 19-Etiqueta impressa com formato Zp2.	38
Figura 20-Etiqueta impressa com formato Zp3.	38
Figura 21-Etiqueta impressa com formato ZBL.....	38
Figura 22-Carrinho Colisão.	40
Figura 23-Carrinho Balcão	40
Figura 24-Caixas para a mecânica de ligeiros, pesados e comerciais.....	41
Figura 25-Caixa Palete Dobrável Gradeada.....	41
Figura 26-Guias de remessa agrupadas por fornecedor.	41
Figura 27-Carrinhos virtuais para conferência.	42
Figura 28-Peças inseridas no carrinho virtual	42
Figura 29-Leitura do código de barras da peça.....	43
Figura 30-Leitura do término.....	43
Figura 31-Término.	43

Figura 32-Aviso de erro na conferência.	43
Figura 33-Carrinhos virtuais da armazenagem.....	44
Figura 34-Carrinhos virtuais da armazenagem.....	44
Figura 35-Peças do carrinho virtual da mecânica	45
Figura 36-Ler código de barras da zona temporária de armazenamento mecânica ("PPM").	45
Figura 37-Confirmação da transferência das peças para o "PPM".	45
Figura 38-Peças do carrinho virtual para <i>stock</i>	45
Figura 39-Leitura da referência da peça para a sua armazenagem.	45
Figura 40-Aviso erro de armazenagem.	46
Figura 41-Etiquetas detrioradas antes do " <i>Advanced Parts</i> ".	48
Figura 42-Etiquetas novas depois do " <i>Advanced Parts</i> ".	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Ferramentas comuns de Lean. Adaptado de (Liker, 2003).	14
Tabela 2-Benefícios da implementação de Lean. Adaptado de (Bhamu & Sangwan, 2014; Gupta et al., 2016).....	14
Tabela 3- Impactos da Implementação do Lean. Adaptado de (Leite & Vieira, 2015).	15
Tabela 4-Estados das peças.....	25
Tabela 5-Prazos de entrega dos fornecedores.	25
Tabela 6-Resumo dos problemas identificados e consequências destes	35
Tabela 7- Custo inerente ao projeto "Advanced Parts"	39
Tabela 8-Observações do processo anterior à implementação	50
Tabela 9-Tempos de conferência após implementação do projeto.....	50
Tabela 10-Tempos de armazenagem antes da implementação do sistema de código de barras	52
Tabela 11-Tempos de armazenagem depois da implementação do sistema de código de barras.....	53
Tabela 12-Tempo médio de armazenagem antes e depois da implementação dos códigos de barras .	53
Tabela 13-Tempo médio de deslocação antes e depois da implementação dos códigos de barras.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

AR: Realidade Aumentada

CA: Cadeia de abastecimento

CRM: *Customer Relationship Management*

DMS: *Dealer Management System*

IA: Inteligência Artificial

IOT: *Internet of Things*

JIT: *Just in Time*

KPIs: Indicadores-chave de desempenho

PDA: *Personal Device Assistant*

SKU: *Stock Keeping Units*

TI: Tecnologias de Informação

TIE: Transferência Intra Empresas

WIP: *Work in Progress*

WMS: *Warehouse Management Systems*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresentam-se todos os pressupostos que conduziram à elaboração da presente dissertação. Primeiramente, é apresentado o enquadramento do projeto que contextualiza o tema abordado, seguidamente são expostos os objetivos e o planeamento do projeto, depois é apresentada a metodologia de investigação e por fim explica-se qual será a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto

A crescente globalização, o desenvolvimento das economias mundiais e o crescente consumismo das sociedades provoca o aumento da procura de transporte, movimentação e manuseamento logístico de bens materiais. Provoca também a criação de novos sistemas logísticos e cadeias de abastecimento (CA) cada vez mais exigentes. Isto, por sua vez, determina a necessidade de resolver uma série de problemas relativamente à sua conceção de forma eficiente e eficaz (Kłodawski et al., 2017) .

A personalização em massa que visa oferecer produtos individualizados numa ampla variedade, mas com preços ainda baixos e dentro de curtos prazos de entrega, está a ganhar muita importância em várias áreas de negócios, e, por conseguinte, também com impacto na indústria automóvel, a qual é caracterizada por uma ampla variedade de produtos, e todos eles muito distintos (Meyr, 2004).

Uma CA é uma rede utilizada para fornecer produtos e serviços de fornecedores de matérias-primas a clientes finais através de um fluxo integrado de informação, material e dinheiro. Embora este ato de colaboração mútua traga receitas às partes interessadas, a CA está exposta a vários riscos: atrasos, falhas na previsão, ruturas de *stock* ou interrupções (Suryawanshi & Dutta, 2022).

Os processos logísticos são uma vantagem competitiva chave, juntamente com a capacidade de fornecer o produto certo ao cliente, com um prazo de entrega ótimo. Responder a estes desafios amplia o propósito dos processos logísticos (Dörnhöfer et al., 2016).

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos tornaram muitos processos empresariais mais eficientes, entre eles os logísticos, na medida em que a tecnologia permitiu o aumento do desempenho das operações e diminuiu o período destas, havendo uma melhoria na qualidade e uma diminuição nos custos (Chatchawanchanchanakij et al., 2023a).

A Quarta Revolução Industrial refere-se às mudanças sociais, industriais e tecnológicas causadas pela transformação digital da indústria, que são identificadas com o conceito de Indústria 4.0. A Indústria 4.0 significa a integração de máquinas e sistemas inteligentes e a introdução de mudanças nos processos de produção para aumentar a eficiência da produção e introduzir a possibilidade de mudanças flexíveis no seu âmbito (Grabowska & Saniuk, 2022).

A Indústria 4.0 está a impulsionar a digitalização da CA e a abrir novas oportunidades para a logística inteligente e automatizada. A utilização de tecnologias como a Internet das Coisas (IOT), o *big data* e a inteligência artificial possibilita a recolha e análise de informações em tempo real, permitindo uma melhor gestão de *stocks*, rastreio de produtos, otimização de rotas e previsão da procura (Yan et al., 2017). Além disso, a Indústria 4.0 está também a promover a colaboração entre os diferentes intervenientes da cadeia de abastecimento, facilitando a troca de informações e a coordenação em tempo real (Stock & Seliger, 2016).

No seguimento da integração no departamento de peças da empresa Carclasse, em Braga, surgiu a necessidade da implementação de um sistema de indústria 4.0 utilizando leitores de códigos de barras e de *Personal Device Assistant* (PDA).

1.2 Objetivos e Planeamento

A aposta da Carclasse na indústria 4.0 adveio da observação do funcionamento do sistema atual e da perceção da necessidade de modificar alguns procedimentos, ao nível quer da receção de material quer da localização do mesmo, bem como do picking e expedição de encomendas.

De forma a responder à questão “De que forma se pode melhorar o armazém e a cadeia de abastecimento da empresa?”, discriminaram-se os objetivos base da dissertação:

1. Identificar e mapear o atual serviço pós-venda;
2. Mapear os fluxos de materiais;
3. Percecionar o funcionamento do armazém de peças;
4. Idealizar métodos de melhoria do sistema de organização do armazém;
5. Elaborar procedimentos para implementação do sistema referido;
6. Avaliar e medir as melhorias dos procedimentos implementados.

Os resultados esperados são o aumento da eficiência de todos os processos que envolvem a gestão do armazém, desde a receção do material até à expedição de encomendas, através da redução dos tempos das tarefas e diminuição de erros e, por conseguinte, aumento do nível de serviço.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia usada ao longo do projeto foi a investigação-ação. Esta metodologia segue uma filosofia de investigação fundamentada no pensamento crítico, sendo impulsionada por problemas práticos, com ênfase na investigação participativa, e no desenvolvimento de soluções úteis (Petersen et al., 2014).

O projeto foi realizado em contexto empresarial sendo, predominantemente prático, assim, esta metodologia foi a mais adequada a se aplicar.

Esta metodologia divide-se em três partes. A primeira, “pre-step”, que tem como propósito entender o contexto e o propósito do problema envolvido. A segunda, constituída por seis passos (recolha de dados, *feedback* dos dados, análise dos dados, plano de ação, implementação e avaliação), uns relacionados com os dados e outros com as ações a tomar. A última parte, concentra-se na monitorização (Coughlan & Coughlan, 2002).

A primeira parte da metodologia foi definida pela administração da empresa previamente ao início do projeto. Foi desenvolvido um planeamento do que ia ser feito e da sua relevância através de várias sessões de *brainstorming*, auxiliadas pela perceção empírica dos erros por parte da equipa, desde a conferência do material até ao seu picking, assim como o tempo de duração destes mesmos. Estes parâmetros foram analisados e a ação a tomar foi a implementação de um sistema de indústria 4.0 de leitura de códigos de barras, e avaliação dos novos processos.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação, aborda o tema da gestão de armazéns sob a perspetiva da integração com a Indústria 4.0, tendo como caso de estudo a empresa Carclasse S.A.

Iniciar-se-á com o Capítulo 1, no qual será apresentada uma introdução ao projeto, destacando o enquadramento, os objetivos e o planeamento da investigação, a metodologia adotada e a estrutura da dissertação. No Capítulo 2, será realizada uma revisão da literatura, explorando os conceitos-chave relacionados com a gestão da cadeia de abastecimento, armazenamento, a metodologia *Lean* e a Indústria 4.0. No Capítulo 3, proceder-se-á à caracterização da empresa Carclasse S.A., incluindo a

sua história, visão, missão, valores e estrutura organizacional. No Capítulo 4, descrever-se-á e analisar-se-á criticamente a situação inicial do armazém da empresa, identificando problemas e desafios. Em seguida, no Capítulo 5, serão apresentadas propostas e ações de melhoria, destacando a pertinência da implementação do projeto, uma descrição de como este foi implementado e como o *software* funciona. No Capítulo 6, serão discutidos os resultados obtidos deste projeto e, finalmente, no capítulo 7, serão apresentadas as conclusões finais referentes à implementação do projeto, juntamente com algumas sugestões para trabalhos futuros.

As referências bibliográficas consultadas ao longo do trabalho encontram-se no capítulo 8 e adicionalmente, serão disponibilizados apêndices e anexos relevantes para uma compreensão mais aprofundada do tema. Este plano estruturado visa proporcionar uma visão clara do desenvolvimento da dissertação e dos tópicos que serão abordados ao longo do estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo são apresentados os conceitos teóricos sobre os temas relevantes abordados na dissertação. Começou-se por uma breve revisão sobre a gestão da Cadeia de Abastecimento (CA) e da logística, seguidamente expôs-se o conceito de armazenamento abordando os subcapítulos gestão de armazéns, *layout* e funcionamento do armazém, tipos de armazéns e atividades em armazém, depois abordou-se a metodologia *Lean*, explicitando o *background* teórico e os princípios, práticas e ferramentas. Por último, explicou-se o conceito de indústria 4.0 aliada à gestão de armazéns.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento e logística

É inegável que o mercado se está a tornar cada vez mais competitivo e desafiador, o que obriga as empresas a procurarem estratégias logísticas capazes de lidar com todas as incertezas do cenário atual para garantir a sua competitividade.

Uma CA é constituída por todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, na satisfação de um pedido do cliente (Figura 1). Esta inclui não só o fabricante e os fornecedores, mas também os transportadores, os armazéns, os vendedores e até os próprios clientes (Chopra & Meindl, 2013) .

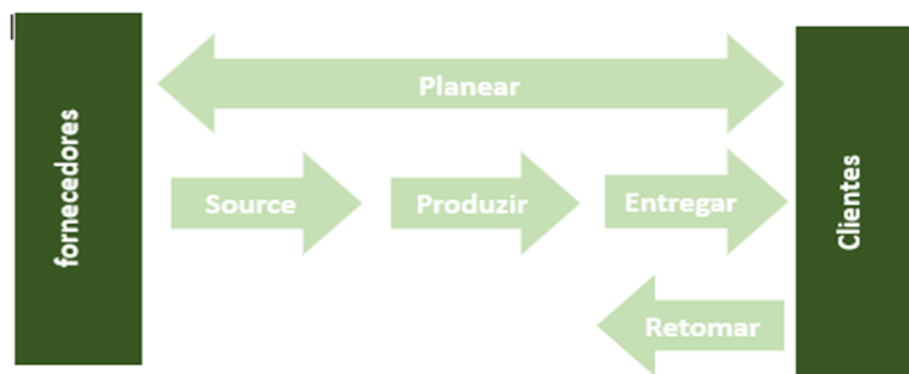


Figura 1-Macroprocessos da cadeia de abastecimento Adaptado de (Carvalho, 2017).

A gestão eficiente de uma CA é um elemento fulcral para o sucesso das operações comerciais, abrangendo todo o processo, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega do produto final ao cliente. Uma abordagem estratégica e integrada é essencial para otimizar os processos logísticos e garantir a satisfação da procura dos clientes.

Ao alinhar a estratégia da CA com os objetivos organizacionais, é possível maximizar a eficiência operacional e alcançar uma vantagem competitiva (Christopher, 2016).

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP 2023)*, que é a maior organização global de profissionais e académicos do setor definem que a gestão da cadeia de abastecimento envolve o planeamento e gestão de todas as ações relacionadas com *sourcing*, abastecimento, transformação e de todas as atividades logísticas. Essencialmente, a gestão da cadeia de abastecimento integra a gestão do processo de abastecimento e da procura contínua de melhoria dentro da empresa ou através do relacionamento com outras.

A partilha de informações em tempo real e a coordenação das atividades entre os parceiros da cadeia permitem a identificação de sinergias e a melhoria da eficiência operacional. Essa abordagem colaborativa também contribui para aumentar a satisfação do cliente, oferecendo produtos e serviços de qualidade (Chopra & Meindl, 2013).

Uma das vertentes da gestão da CA que planeia, implementa e controla o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações conexas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de satisfazer as necessidades dos clientes é a gestão logística (CSCMP, 2023).

Na Figura 2 são expostos os macroprocessos associados à logística.

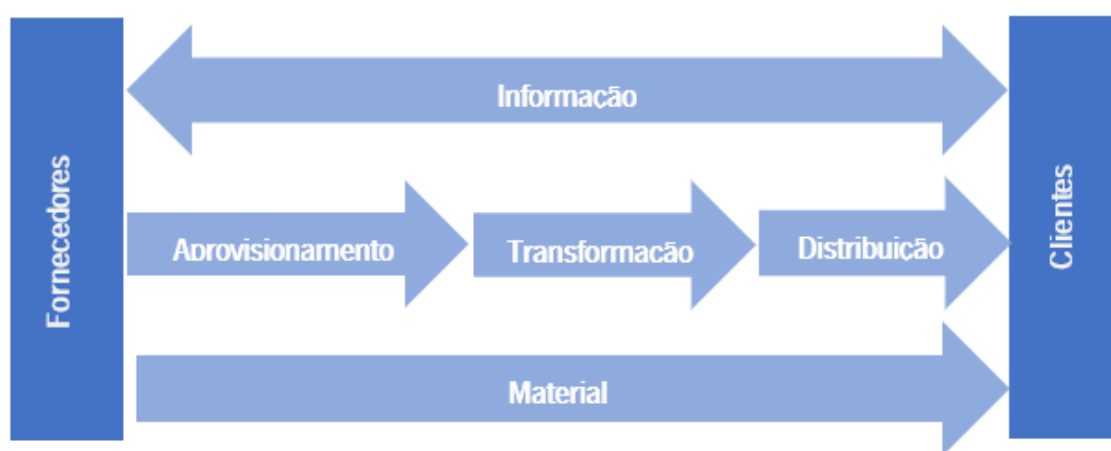


Figura 2-Macroprocessos Logísticos Adaptado de (Courtois et al., n.d.)

O conceito de gestão da CA e logística são comumente confundidos. Segundo (Carvalho, 2017) , a diferença entre os dois termos teóricos é praticamente nula, sendo que é na abrangência de cada um dos conceitos que é possível fazer uma distinção. Assim, define-se que a logística ou gestão logística é parte integrante da gestão da CA.

A gestão da CA consiste na colaboração entre empresas com o objetivo de reforçar o posicionamento estratégico e melhorar a eficiência operacional, baseado na dependência reconhecida

e na gestão de relações, requerem processos de gestão que abrangem áreas funcionais de empresas individuais e ligam parceiros comerciais e clientes para além das fronteiras organizacionais.

A logística, é o trabalho necessário para mover e posicionar o inventário ao longo de uma CA. A logística é o processo que cria valor através da calendarização e do posicionamento do inventário, é a combinação de uma empresa: gestão de encomendas, inventário, transporte, armazenamento, manuseamento de materiais e embalagem, integrados numa rede de instalações (Larson & Halldorsson, 2004).

2.2 Armazenamento

Os armazéns contribuem significativamente na alocação de bens desde o momento da produção até ao momento em que são enviados aos consumidores (Karim et al., 2021). Um armazém é geralmente definido como um local temporário para armazenar o inventário e como um buffer nas CA. Deve ser visto como um ponto de transbordo onde as mercadorias recebidas são posteriormente despachadas, satisfazendo eficazmente a procura de forma precisa atempada e económica (Richards, 2018). No entanto, no ambiente empresarial altamente competitivo da atualidade, um armazém não é apenas um local para armazenar inventário, mas também para gerir e fornecer serviços de valor acrescentado (Karim et al., 2021).

De acordo com Bowersox et al., (2002) os serviços de valor acrescentado mais comuns estão relacionados com a embalagem do produto, concretamente:

- Personalizar o rótulo do produto de acordo com as necessidades dos clientes;
- Remover a embalagem de proteção antes da entrega do produto ao consumidor, o que é especialmente útil para grandes eletrodomésticos;
- Modificar as características das embalagens, como por exemplo engarrafar produtos que vêm em grandes quantidades, para atender a requisitos de marca e tamanho de embalagem;
- Realizar atividades de remontagem para corrigir problemas de produção, adiando a especialização do produto;
- Climatizar produtos, como frutas e legumes, permitindo controlar o processo de amadurecimento para atender às condições do mercado;

Os operadores de armazém assumem responsabilidades especiais ao fornecer esses serviços, mas também aumentam a eficiência operacional através da redução de inventário do fabricante e da complexidade da previsão e planeamento de produção.

Para além do armazenamento funcionar como um buffer para o fluxo de materiais ao longo da CA para acomodar a variabilidade causada por fatores como a sazonalidade dos produtos ou a formação de lotes, tanto na produção como no transporte, (Bartholdi et al., 2008) concluíram que o armazenamento de inventário em pontos intermédios reduz os custos globais da cadeia de abastecimento, minimizando os custos de transporte que seriam mais elevados no caso de entrega direta da produção aos pontos de consumo final.

2.2.1 Gestão de armazéns

Os processos básicos da gestão de armazéns mantêm-se inalterados ao longo do tempo: receber as mercadorias no armazém, processar as encomendas, armazenar, recolher produtos, incluir alguns serviços de valor acrescentado e, em seguida, expedir.

Os avanços na gestão de armazéns tendem a estar relacionados com o aumento da utilização da tecnologia e da automatização, com a melhoria da medição do desempenho e com a gestão eficaz de recursos (Richards, 2018).

De acordo com Richards, (2018), a gestão de armazéns baseia-se em dois pilares principais: espaço e tempo. A gestão do espaço afeta diretamente a capacidade do inventário, a acessibilidade e o fluxo de trabalho geral. Maximizar a utilização do espaço disponível ajuda a armazenar uma maior quantidade de produtos, a acomodar diversas SKU (*Stock Keeping Units*) e a reduzir os custos operacionais. A gestão do tempo influencia diretamente a velocidade de cumprimento das encomendas, a satisfação do cliente e a eficiência operacional global. A gestão do tempo assegura o processamento atempado das encomendas e aumenta a capacidade de resposta às exigências dos clientes (Richards, 2018; Rushton et al., 2014).

Nos últimos anos, o modo de operação dos armazéns tem vindo a sofrer alterações consideráveis, possuindo desafios como (Richards, 2018):

- Aumentar dos requisitos de serviço ao cliente;
- Reduzir o inventário;
- Aumentar a integração do armazém no sistema logístico global;
- Aumentar as exigências de reatividade para responder aos esforços de Resposta Rápida, *Cross-docking*, *Just-InTime* e Resposta Eficiente ao Consumidor;
- Aumentar o número de unidades de manutenção de stock (SKU);
- Aumentar a variedade de clientes a servir;
- Inserir as recentes tendências da automatização.

- Aumentar a eficiência operacional do armazém e a utilização do espaço.

(Mishra et al., 2011) expressou que uma gestão eficiente do armazém contribui para a minimização dos custos de inventário, bem como para a redução dos prazos de entrega. Isto depende em grande parte da otimização dos processos de armazém e na concepção do *layout*. É, portanto, imperativo compreender as diferentes operações do armazém e como medir e quantificar a produtividade do armazém.

2.2.2 *Layout* e funcionamento do armazém

Um bom *layout* de armazém é aquele que aumenta a produção, melhora o fluxo de produtos, reduz os custos, melhora os serviços prestados aos clientes e proporciona melhores condições de trabalho (Park, 1989). Os mesmos autores ao projetarem a disposição de um armazém, defenderam que as funções são estabelecidas e, a partir desse ponto de partida, os tipos de equipamento, regras de armazenamento e políticas de separação de pedidos são selecionados de forma a minimizar os custos.

Yoon & Sharp, (1996) tinham como objetivo de exploração do *layout* em termos de sistemas de *picking* de encomendas, que incluem diferentes fases, tais como a recolha de informações de concepção, o desenvolvimento de alternativas de concepção e a avaliação do desempenho.

Tradicionalmente, os armazéns recebem as *Stock Keeping Units* (SKU) dos fornecedores e armazenam-nas. Quando as encomendas dos clientes são recebidas, as SKU são recolhidas e agregadas para expedição (Gu et al., 2007). A adoção de novas filosofias de gestão, como o JIT traz novos desafios em termos de sistemas de armazém: um controlo de inventário mais rigoroso, tempos de resposta mais curtos e maior variedade de produtos - mas também novas oportunidades para melhorar as operações de armazém com os desenvolvimentos tecnológicos na área como: tecnologias da informação (TI), comunicações por código de barras, por radiofrequência, sistemas de gestão de armazéns (WMS), entre outros (Gu et al., 2007).

2.2.3 Tipos de armazém

Os armazéns, de acordo com as diferentes características, podem ser distinguidos (Rushton et al., 2014):

1. Pela fase da cadeia de abastecimento: materiais, trabalhos em curso ou produtos acabados.
2. Por área geográfica: nacional, local ou regional, ou que possa servir mais do que um país.
3. Por tipo de produto: por exemplo, peças pequenas, grandes conjuntos, alimentos congelados, produtos perecíveis, artigos de segurança ou mercadorias perigosas.

4. Por propriedade: propriedade do utilizador ou propriedade de uma empresa de logística terceira.

5. Por utilização pela empresa: por exemplo, um armazém dedicado a uma empresa ou um armazém de utilização partilhada.

6. Por área: classificação de acordo com a dimensão da armazenagem em metros quadrados.

7. Por altura: classificação de acordo com a altura, por exemplo, de 3 metros de altura a armazéns *"high-bay"* que podem ter mais de 45 metros de altura.

8. Por equipamento: de operações maioritariamente manuais a altamente automatizadas.

Outras classificações de armazéns, segundo a sua função, podem ser agregadas em três categorias (Berg & Zijm, 1999):

1. Armazéns de distribuição: os produtos são recolhidos (por vezes também montados) de diferentes fornecedores e posteriormente redirecionados para os clientes.

2. Armazéns de produção: armazenamento de produtos em bruto, semiacabados e acabados numa instalação de produção.

3. Armazéns subcontratados: armazém utilizado por um ou mais clientes, localizados fora das instalações da empresa, contratados por esta.

Frazelle, (2001), apresentou ainda outra classificação distinguindo três tipos de armazéns pelas suas operações de valor acrescentado:

1. Armazéns de matérias-primas e componentes: retêm matérias-primas no ponto de indução ou próximo deste, num processo de fabrico ou de montagem.

2. Armazéns de trabalho em curso: armazenam conjuntos e produtos parcialmente concluídos conjuntos e produtos parcialmente concluídos em vários pontos de uma ou linha de produção.

3. Armazéns de produtos acabados: armazenam inventários utilizados para equilibrar e amortecer a variação entre a produção e a procura.

Apesar das várias classificações baseadas em critérios diferentes, a diferença essencial entre os armazéns limita-se às perspetivas das fontes, da gestão e dos utilizadores do armazém por outro lado, o que os une é um conjunto de operações comuns: receção, armazenamento, recolha e expedição (Tompkins & Smith, 1998).

2.2.4 Atividades em armazém

Para o bom funcionamento do armazém, existem diversas atividades que se realizam desde a entrada do material até à sua saída, seja esta para um cliente final ou para outra fase do processo do serviço em causa (Frazelle, 2001).

Receção e Conferência: A atividade de receção e conferência inclui a descarga de produtos do fornecedor numa doca de receção, a identificação dos produtos, a verificação das quantidades e a verificação da quantidade, referência e qualidade dos produtos (Frazelle, 2001).

Arrumação: A atividade de alocação em armazém, que envolve a transferência dos produtos recebidos para um local dentro da área de armazenamento. Cada SKU tem um código de identificação que permite o seu rastreio para efeitos de inventário. Pode ser utilizada uma vasta gama de sistemas para armazenar produtos, desde estantes até sistemas de armazenamento automático (Frazelle, 2001).

Picking: A recolha de encomendas consiste em obter os produtos solicitados por uma encomenda de um cliente a partir da área de armazenamento. As encomendas dos clientes consistem em uma linha para uma SKU única numa determinada quantidade. O picking de paletes envolve a recolha de cargas de paletes completas para clientes que assim as solicitam. O picking é geralmente reconhecido como a operação de armazém mais dispendiosa, porque tende a ser muito intensiva em mão de obra ou em capital (Frazelle, 2001).

Serviços de valor acrescentado: etiquetagem, amostragem, montagem de kits (conjuntos de produtos diferentes), testes e reembalagem podem ser oferecidos para personalizar os produtos de acordo com as necessidades do cliente, fundamentalmente são serviços que acrescentam valor ao produto (Frazelle, 2001; Karim et al., 2021).

Embalamento e expedição: O embalamento inclui a verificação, o acondicionamento e a preparação de uma encomenda do cliente para expedição. Por sua vez a atividade de expedição envolve a triagem e a preparação das encomendas dos clientes numa área designada da porta da doca, prontas para serem carregadas para o transportador e expedidas para o cliente. (Frazelle, 2001)

Embora os armazéns partilhem estas atividades típicas de armazém e um padrão geral de fluxo de materiais, vários tipos de armazéns podem centrar-se em atividades ou requisitos diferentes (Frazelle, 2001).

2.3 Metodologia *Lean*

2.3.1 *Background* teórico

O *Lean* teve origem numa série de inovações na *Toyota Motor Corporation* para fazer face à escassez de recursos e intensa concorrência (Monden, 2011). Estas inovações incluíram, por exemplo, o sistema de produção *just-in-time (JIT)* e o método *kanban* de produção *pull*. O sistema de gestão de operações *Lean* contém métodos que visam a minimização do desperdício sem sacrificar a produtividade. O crescimento constante da *Toyota* e o seu desempenho superior em relação aos projetos tradicionais de sistemas de produção em massa atraíram a atenção para a forma como alcançou este sucesso, no entanto, os fabricantes ocidentais só foram capazes de investigar a abordagem *lean* na década de 1970 (Hines et al., 2004).

Nos anos 90, surgiu um foco mais alargado no *Lean*, a adoção e imitação do fabrico *Lean* atingiram um marco através da aplicação de novos designs desenvolvidos com base no *Lean* para o sistema de produção (Hines et al., 2004).

Estes princípios envolviam a identificação do valor para o cliente, o mapeamento do fluxo de valor, o sistema de produção em fluxo, os mecanismos "*pull*" para assegurar o fluxo de materiais e a procura da perfeição através da redução continua de todas as formas de desperdício (Womack & Jones, 1997). Também durante essa década, o conceito de fluxo de valor expandiu-se para além do fabrico e de cada empresa para incluir toda a cadeia, desde as necessidades dos clientes até às fontes de matérias-primas, e assim, pela primeira vez, as empresas a montante e a jusante foram também incluídas Na produção *pull* e foi criada a ligação entre o *Lean* e a CA (Hines & Rich, 1997).

2.3.2 Princípios, práticas e ferramentas

Não existe uma definição unificada do pensamento *Lean*, mas este pode ser considerado como um conjunto de princípios e ferramentas na produção para aumentar a qualidade do produto ou serviço, as margens de lucro e a e quota de mercado, melhorando continuamente os processos e centrando-se na satisfação do cliente e no bem-estar dos empregados (Liker, 2003). De acordo com Womack & Jones, (1997), os cinco princípios são:

1. Identificação de Valor: O valor do produto ou serviço deve ser analisado do ponto de vista do cliente, por exemplo, o que o cliente realmente precisa, como é que o cliente beneficia com o produto.

2. Cadeia de Valor: Uma vez definido o valor, deve ser concebido o processo que cumpre o objetivo. O gestor deve identificar as atividades necessárias para cada passo do processo de desenvolvimento do produto ou serviço e certificar-se de que cada parte do processo está a acrescentar valor.

3. Criação de Fluxo: Depois de identificadas as atividades que acrescentam valor ao produto e as que são desperdício, estas devem ser analisadas e otimizadas para que funcionem sem problemas nem desperdícios. O gestor deve reduzir o atrito entre cada atividade, eliminar as partes desnecessárias, criando assim um fluxo contínuo.

4. Sistema Pull: O cliente é que cria a necessidade de produção ao encomendar o que ele precisa, em vez de preparar materiais, planear a produção, armazenar produtos e aguardar a encomenda do cliente. O estabelecimento do sistema Pull pode reduzir o desperdício ao mesmo tempo que responde às verdadeiras necessidades do cliente.

5. Melhoria Contínua: Por último, os gestores devem rever constantemente todo o processo, encontrar áreas de melhoria e tentar fazer com que cada passo aumente o valor. Os cinco princípios Lean devem ser realizados continuamente e repetidamente em busca da perfeição.

A Casa da Produção *Lean*, representada na Figura 3, é o símbolo dos princípios *Lean*.



Figura 3-Casa da Lean Production retirado de (Liker, 2003).

Os indicadores-chave de desempenho (KPIs) - qualidade, tempo de entrega e custos - constituem o teto da "casa", demonstrando que a orientação para o cliente é o foco principal da metodologia *Lean* (Liker, 2003).

No centro da Casa está a abordagem básica da produção *Lean*, a melhoria contínua, que está suportada por um conjunto de princípios e técnicas para eliminar o desperdício, que são os pilares e a base da casa, nomeadamente:

- Técnicas: 5S, Kaizen, JIT, Jidoka, Heijunka, Padronização, Takt Time, Pull flow, Separação homem-máquina;
- Princípios: Pessoas e trabalho em equipa, e Redução do desperdício.

Existem muitas ferramentas/técnicas *Lean*, e a Tabela 1 descreve algumas das mais comuns.

Tabela 1- Ferramentas comuns de Lean. Adaptado de (Liker, 2003).

Ferramentas Lean	Descrição
5S	Diretrizes para organizar o local de trabalho: Separar (remover itens e obstáculos desnecessários), Sistematizar (arranjar os itens necessários para facilitar o acesso), Brilhar (manter a área de trabalho limpa), Padronizar (estabelecer regras para manter as práticas), Sustentar (manter um bom estado através de treino e disciplina pessoal).
Heijunka	Nivelar o tipo e quantidade de produção para reduzir tempos de espera e desperdícios.
Jidoka	Automatizar os processos e parar automaticamente quando detetar um problema, para evitar a produção de produtos defeituosos.
Kaizen	Os funcionários trabalham em conjunto para melhorar o processo de produção de forma regular, proativa e contínua.
Padronização	Documentar os procedimentos de trabalho que capturam as melhores práticas. A documentação deve ser fácil de atualizar.
Takt Time	Alinhar o ritmo de produção com a procura do cliente. Por exemplo, se o cliente precisa de uma peça a cada 30 segundos, em média, a empresa deve produzir uma peça a cada 30 segundos.

2.3.3 Implementação do *Lean*

A implementação do *Lean*, gerou benefícios qualitativos e quantitativos reconhecidos pelos investigadores (Bhamu & Sangwan, 2014; Gupta et al., 2016; Leite & Vieira, 2015).

A Tabela 2 resume os benefícios da implementação do *Lean* na indústria transformadora e em alguns serviços.

Tabela 2-Benefícios da implementação de Lean. Adaptado de (Bhamu & Sangwan, 2014; Gupta et al., 2016).

Setor	Benefícios	
Manufatura	Redução do tempo de produção; melhoria dos tempos de setup, ciclo e processamento; menos defeitos e refugos; maior eficiência geral de equipamentos (OEE); melhoria da satisfação no trabalho; melhor comunicação, etc.	
Serviços	Saúde	Redução do tempo de espera e melhoria da qualidade dos cuidados
	Software	Menor variabilidade de desempenho e menos defeitos e retrabalho
	Educação	Melhoria da relevância dos materiais do curso e redução do tempo de entrega do conhecimento

A Tabela 3 apresenta alguns resultados de empresas de serviços após a implementação do *Lean*.

Tabela 3- Impactos da Implementação do Lean. Adaptado de (Leite & Vieira, 2015).

Setor	Empresa	Resultados da Implementação Lean
Aviação	Southwest Airlines	Criou fluxo e velocidade na entrega de serviços, reduziu os custos de serviço
Entretenimento	Disney Theme Parks	Melhorou os processos para garantir qualidade
Finanças	Jefferson Pilot	Melhor operação e maior receita. Redução de 70% do tempo de processamento de solicitações, 26% nos custos trabalhistas e 40% nos erros.
Saúde	Shouldice Hospital	Altas taxas de recuperação de pacientes, custo reduzido, maior disponibilidade de salas de cirurgia e hospitalização.
	LifeCare Hospital	Reduziu em 87% as infecções causadas por transfusão.
	Monongahela Valley Hospital	Redução significativa das infecções
	Allegheny General Hospital	
TI	Fujitsu services	Redução de 40% de reclamações de clientes, melhoria na satisfação do cliente e redução nos custos operacionais.
Restaurantes	Taco Bell	Uma das primeiras empresas do setor de serviços a adotar o Lean. Solucionou o equilíbrio entre eficiência e flexibilidade, melhorou a gestão de recursos humanos e aumentou o foco no cliente e na qualidade.
	McDonald's	Melhorou os processos para garantir qualidade
Varejo	Tesco Retailer	Alcançou um nível de serviço acima de 96% e se tornou líder de mercado no Reino Unido
	Walmart	Evitou estoques nos bastidores da loja ou em um depósito
	Zara	Evitou grandes estoques e estabeleceu uma resposta rápida ao mercado
	Lotte Mart	Economia substancial de custos através da terceirização da logística

A implementação do *Lean* é parte fundamental da gestão *Lean*. Embora haja organizações que falharam em colocar as filosofias em prática (Bhamu & Sangwan, 2014). Isto deve-se a algumas questões relacionadas com as dificuldades de implementação do Lean.

Bhamu & Sangwan (2014) classificaram essas questões em três categorias:

1. Questões de pré-implementação, por exemplo, falta de programas de sensibilização do *Lean* para todos os funcionários,

2. Questões de implementação, por exemplo, falta de relações efetivas entre clientes e fornecedores, mais concretamente problemas na comunicação e colaboração entre ambas as partes,

o que potencia dificuldades em estabelecer relações de trabalho eficazes e produtivas, e pode prejudicar o funcionamento de uma empresa ou projeto.

3. Questões pós-implementação, por exemplo, falta de avaliação dos funcionários para reconhecimento e prêmios.

Os investigadores encontraram provas empíricas que demonstram que o contexto organizacional, por exemplo, tamanho da fábrica, sindicalização e idade da fábrica, desempenham um papel importante na implementação do Lean, especialmente o tamanho da fábrica, evidências substanciais sugerem que as fábricas maiores são mais propensas a implementar extensivamente as práticas Lean do que as pequenas (Shah & Ward, 2003; White et al., 1999; Yang et al., 2011).

2.4 Indústria 4.0 aliada à gestão de armazéns

O termo Indústria 4.0 foi utilizado para abranger dois significados diferentes: como sinónimo de uma alegada "quarta revolução industrial" após as revoluções desencadeadas pela mecanização a vapor, pela eletricidade e pelas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e também como rótulo para o plano estratégico seguido pela Alemanha para reforçar a sua posição competitiva internacional na indústria da manufatura (Kagermann et al., 2013).

A indústria 4.0 é uma das transformações digitais da produção, bem como das indústrias associadas, e de atividades de criação de valor. É a introdução mais importante da tecnologia na era atual da Industrialização, uma vez que tem vários benefícios para o negócio já que aumenta o seu desempenho global com a ajuda da implementação da mais recente tecnologia. Vários estudos foram realizados na literatura que mostram a importância vital da Indústria 4.0 nas organizações empresariais (Brettel et al., 2014; Rane & Narvel, 2021). A implementação de uma melhor tecnologia é suscetível de contribuir para as várias ações da CA, aumentando assim a sua eficiência.

A CA é parte vital das indústrias, uma vez que as empresas requerem um sistema rápido para produzir os produtos e entregar aos clientes finais, mantendo o nível de serviço elevado. No entanto, não é fácil para as empresas melhorarem a CA, uma vez que se trata de uma área-chave e está ligada a várias outras operações. Por conseguinte, para melhorar a CA, a Indústria 4.0 tem uma importância fundamental. (Chatchawanchanchanakij et al., 2023b).

Existem diversas tarefas em que a implementação da Indústria 4.0 tem grande impacto, concretamente no armazenamento e avaliação dos dados visto que as empresas, na sua maioria, lidam com um elevado conjunto de dados-chave, sendo imperativo uma boa base de dados e um bom sistema de avaliação destes mesmos.

O armazenamento de dados (*Big data*) é um dos pilares da Indústria 4.0 e é vital para as empresas. Por vezes é complexo gerir muitos dados, por conseguinte, a Indústria 4.0 tem um papel positivo no seu armazenamento devido à facilidade de manuseamento de dados digitalmente, como consequência tem impactos no desenvolvimento sustentável da CA (Jeble et al., 2018; Li et al., 2020).

Avaliação *Big data* é o procedimento de avaliar cientificamente e estatisticamente os dados para controlar se eles atendem à melhor qualidade exigida para diferentes projetos ou procedimentos de negócios, bem como se são do tipo certo, juntamente com a quantidade para poder realmente suportar o uso previsto. A avaliação de dados, como demonstrado por outros estudos tem um papel vital para o negócio e uma influência grande na gestão da CA. Como tal as tecnologias associadas à indústria 4.0 podem trazer muitas vantagens às empresas através da otimização de avaliação de dados (Guazzi et al., 2012).

Há um dinamismo na linha de produção que facilita a indústria 4.0 nos armazéns e na logística, graças ao aumento da competitividade global da empresa em IoT, sistemas ciber-físicos, Realidade Aumentada (AR), Inteligência Artificial (IA), Tecnologia *Blockchain*, *Big data*, e os robôs autónomos fazem todos parte do conceito da Indústria 4.0 (Beltrami et al., 2021; Kerin & Pham, 2019; Wankhede & Vinodh, 2021). Esta tecnologia diferente ajudou os gestores a tomar as decisões certas, monitorizando o rastreio em tempo real dos materiais na gestão de armazéns (Carvalho, 2017).

A investigação sobre a integração da indústria 4.0, especialmente no domínio de logística e gestão da CA (SCM) é mínima e está ainda nas fases iniciais de desenvolvimento. Os exemplos incluem uma avaliação da investigação publicada sobre a influência da indústria 4.0 nas atividades e no desempenho da sustentabilidade (Beltrami et al., 2021).

A integração de tecnologias de informação promissoras, como os PDA e a leitura de códigos de barras e os mecanismos de introdução de dados pode ser extremamente útil para melhorar a eficácia e a conveniência do fluxo de informação nos sistemas de controlo da CA (Tserng et al., 2005).

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde se realizou o projeto de dissertação. descreve-se brevemente o seu percurso histórico, a sua cultura organizacional (visão, missão e valores), os seus produtos e serviços, e posteriormente a sua estrutura organizacional, passando pela apresentação do *layout* da empresa, em Braga.

3.1 Carclasse S.A

A Carclasse, conta com mais de 25 anos de experiência, é um dos maiores concessionários autorizados da Mercedes-Benz em Portugal. Para além da Mercedes é também representante da Smart, Jaguar e Land Rover mas apenas algumas concessões têm estas marcas, recentemente investiu também na TESLA tendo-se tornado agente de assistência da marca.

Devido ao crescimento vertiginoso do setor automóvel nas últimas décadas, o grupo emprega atualmente cerca de 500 pessoas, contando com 6 concessões dispostas em várias regiões do país, nomeadamente em Braga, Guimarães, Barcelos, Famalicão e Viana do Castelo, bem como 2 instalações em Lisboa.

Na Figura 4 é possível observar a concessão de Braga.



Figura 4-Instalações da Carclasse de Braga.

A Carclasse distingue-se pela competência e atenção às exigências do cliente, oferecendo um serviço especializado e de qualidade desde a comercialização do veículo até ao serviço pós-venda.

A empresa tem crescido significativamente desde a sua criação em 1993, e esforça-se por evoluir, desde os tempos de resposta à qualidade do serviço. Por isso, considera a inovação, a atitude, o empenho e a competência como os motores do seu sucesso.

3.2 História da Empresa

Domingos Névoa fundou a Carclasse S.A. em 1993. O grupo rapidamente se expandiu, tornando-se uma empresa de referência nacional no setor automóvel.

Em 1999, é nomeado agente da marca Mercedes-Benz no Minho. Começa a trabalhar com a marca Smart em 2001. Em meados de 2007, a empresa entra na categoria premium, passando a representar a Jaguar/Land Rover nas instalações de Guimarães e Lisboa.

Com mais de 500 pessoas dispersas por todo o país, a empresa procura melhorar os seus serviços, tanto em termos de pós-venda como de qualidade do produto fornecido. Para tal, apostou na inovação e na sustentabilidade.

3.3 Visão e missão

A Carclasse aspira ser um líder de mercado com clientes satisfeitos e trabalhadores inspirados no caminho para a perfeição.

O seu objetivo é ser uma referência em termos de qualidade de serviço ao cliente, de sucesso nos resultados e de satisfação das expectativas de uma força de trabalho excecional. A sua missão assenta na captação de novos clientes através da superação das suas expectativas e no estabelecimento de uma relação duradoura e de confiança, no cumprimento dos requisitos legais e regulamentares aplicáveis e as orientações das marcas representadas, no empenho dos colaboradores, aliado ao desenvolvimento contínuo das suas competências e a uma visão clara dos objetivos individuais, contribuindo para a concretização dos objetivos globais da organização.

3.4 Valores

Os valores fundamentais da Carclasse são: fidelização e satisfação permanente dos clientes, otimização da rentabilidade para satisfação global da organização, motivação e realização de todos os membros da Carclasse, orientação para o cliente, empenho, ética, qualidade, sustentabilidade e inovação.

3.5 Estrutura organizacional

A Carclasse está dividida em duas secções: comercial e pós-venda. O setor comercial dedica-se à venda de automóveis novos ou semi-novos, enquanto que a área de pós-venda concentra-se na reparação de veículos, desde os serviços mecânicos à carroçaria e/ou pintura de veículos e à comercialização de peças.

O serviço de pós-venda é composto por três grandes grupos:

- Departamento das Peças: dedica-se à venda de peças ao público e a fornecê-las à oficina;
- Departamento da Mecânica: realiza serviços de mecânica a veículos ligeiros de passageiros, a veículos comerciais pesados e a veículos comerciais ligeiros;
- Departamento da Colisão: realiza serviços de chaparia e pintura de viaturas.

O serviço da pós-venda está organizado da forma ilustrada na Figura 5.

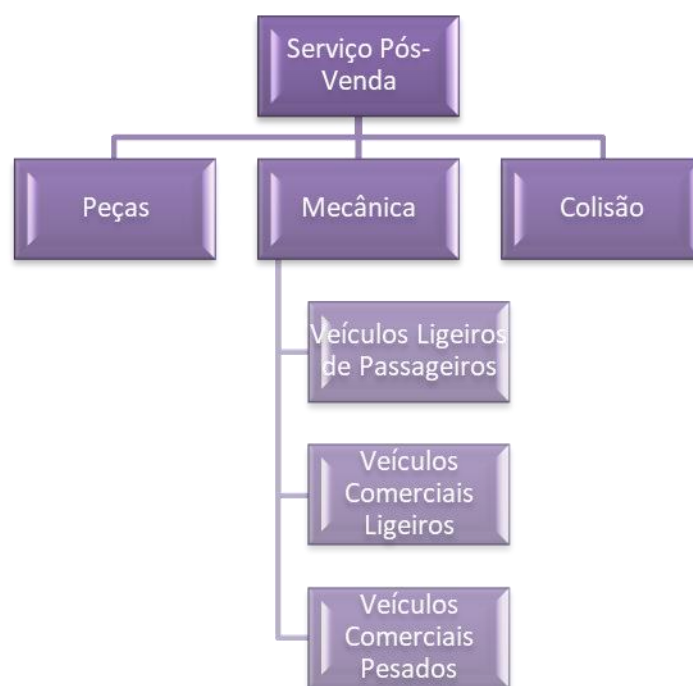


Figura 5-Estrutura do Serviço Pós-Venda, em Braga.

O departamento de peças é o suporte do serviço pós-venda, visto que coordena todos os assuntos relacionados com peças, encomendas e armazém, desde a entrega das peças pelo fornecedor até à entrega delas à oficina ou para venda a clientes externos.

A parte da mecânica, com exceção de Guimarães e Lisboa, onde existe também uma oficina dedicada à mecânica Jaguar/Land Rover, é composta por oficinas individualmente dedicadas aos

veículos ligeiros, comerciais e pesados onde se realizam serviços de manutenção ou reparação de viaturas.

A colisão tem uma outra área individual para trabalhos de chaparia e pintura de viaturas, quer sejam ligeiros, comerciais ou pesados.

Com o intuito de dar apoio ao serviço pós-venda, existem outros departamentos que gerem os aspetos do funcionamento do seu setor, tais como recursos humanos e contabilidade, que estão alocados à Carclasse de Famalicão, e o *Customer Relationship Management* (CRM) que está alocado em Guimarães e trata dos assuntos de todas as concessões, mais concretamente, fazem a gestão da conta cliente, por exemplo, enviam e-mails de avaliação do serviço prestado ou com novidades e promoções para clientes e podem também realizar agendamentos para manutenções e/ou reparações.

Para além disso em todas as concessões Carclasse existem áreas de acolhimento oficial, gabinetes de cada departamento, e três receções de apoio ao cliente, uma dos pesados e comerciais e uma dos ligeiros, que servem para os clientes agendarem as suas marcações presencialmente ou fazerem questões sobre o processo de reparação ou manutenção, e outra das peças que serve como balcão de atendimento para venda de peças.

Existe também o departamento da informática, que se localiza em Braga. Este está dividido em duas partes, a parte da programação, que desenvolvem a plataforma que serve de auxílio a todas as funções existentes na empresa, desde o gestor de cliente ao comercial de vendas, por exemplo a criação das fichas clientes, e a parte *helpdesk* de apoio a sistemas que dão apoio a todos os equipamentos informáticos e digitais da Carclasse desde impressoras a servidores e computadores.

A Carclasse em Braga, onde se implementou o projeto de dissertação, é especializada na venda de viaturas novas e usadas Mercedes e Smart, bem como no serviço pós-venda. Está dividida em duas secções: a área do *showroom* automóvel, no piso superior, e as restantes partes, que se dedicam ao apoio pós-venda, no piso inferior, mais concretamente as oficinas, o armazém, a informática, e as 3 receções para serviço pós-venda.

Na Figura 6, o *layout* da Carclasse de Braga.

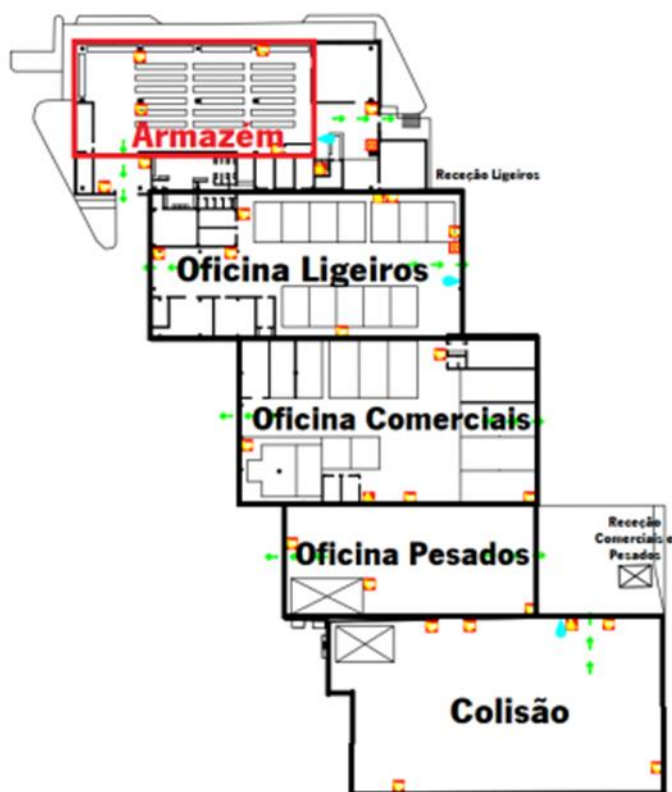


Figura 6-Layout da Carclasse Braga.

O projeto de dissertação realizou-se no Departamento de peças, que é composto pelo armazém, balcão de atendimento ao cliente, para a venda de peças e o gabinete do responsável das peças.

Este departamento coordena toda a armazenagem de peças e as suas atividades para atendimento às oficinas e pós-venda.

O armazém está dividido em dois espaços diferentes, ou seja, o espaço principal (destacado a vermelho na Figura 6), e um outro espaço, mais pequeno, que serve como extensão deste armazém, para material de maiores dimensões e com menos rotação (para-brisas, para choques, guarda-lamas etc).

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL

Neste capítulo efetua-se uma análise do funcionamento do serviço pós-venda da Carclasse. Esta análise foi feita do ponto de vista do armazém, de forma a compreender como é que este pode ficar mais eficiente nas respostas aos vários serviços que lhe compete.

Realiza-se neste capítulo uma descrição detalhada dos processos inseridos no serviço pós-venda, com especial foco na conferência e armazenagem de peças.

4.1 Funcionamento do serviço pós-venda

A Carclasse presta serviços de manutenção e reparação de veículos ligeiros, comerciais e pesados, e comercializa as peças que constituem os seus modelos de veículos. O serviço inicia-se com o agendamento por parte do cliente, este contacto pode ser realizado por telefone, por email ou presencialmente. Apenas o contacto presencial é realizado com os gestores de cliente, que são ponto de ligação entre o cliente e a oficina durante o processo de manutenção ou reparação, as restantes formas são tratadas pelo CRM.

O agendamento é realizado através do sistema de informação utilizado na Empresa, o *Autoline*, onde é criado um documento digital, denominado por *Work In Progress* (WIP) (Figura 7), onde estão expostas todas as informações necessárias para o trabalho ser realizado, concretamente informações pessoais do cliente, incluindo nome, endereço, número da conta do cliente, telefone, entre outros, além disso, existem também informações sobre o gestor de cliente associado a essa WIP, detalhes da viatura, como a matrícula e o número do chassi, e finalmente, linhas que descrevem os serviços ou peças necessárias para a viatura. Essas linhas incluem a referência do serviço/peça, uma descrição do que é, a quantidade necessária, o preço, o desconto aplicado, o estado da peça (que será discutido posteriormente) e se já foi faturado ou não. De seguida, é responsabilidade de cada chefe de serviço designar um mecânico para cada WIP.

No caso de um sinistro, cabe à colisão fazer a avaliação da viatura para se identificar as reparações necessárias e fazer um orçamento para a seguradora ou para cliente particular. É também este departamento que é responsável por fazer o contacto com a seguradora/cliente particular para todos os assuntos que possam ser necessários.

No caso de não ser sinistro e ser uma manutenção e/ou reparação, quando o carro entra na oficina é feita também uma avaliação por parte do mecânico para ver que reparações e, por conseguinte, as peças que a viatura precisa, sendo que qualquer serviço e peças necessárias, além

das que já foram previamente aprovadas pelo cliente, são sempre comunicadas ao mesmo para que possam ser aprovadas, e assim dar início ao processo de reparação e/ou manutenção para que o serviço possa ser executado.

Peças - Ponto de venda - Mercedes - Braga (01) (SQ/01) (mnunes/2126) (EUR)

Ficheiro Ferramentas Oficina CRM Ordenar Ligações Visualizar Relatórios Bodyshop Interface VEV Help F1

1021 Maria Nunes - 1902 Matrícula | Chassi | 2017 18/05/2017

WIP nº: 32917

Conta | Opções | Encomenda | Códigos | Notas | Serviço II

Conta: []

Moeda: EUR 1.00000

Último documento nº 12202570

Data pagamento: 11/07/2023 Condi... 00 Crédito 999 999 999 999

Novo produto: MB Mercedes Benz

Status WIP: L X Totalmente custeado P X Facturado

Linha	T	Produto	Descrição	Menu	G	Quantidade	Preço	Desc%	Total	I	S	F
3	L	Pedido do cliente	RODA LADO ESQ ESTA A CHIAR.	02		0.00	0.00	0.00	0.00	O	X	X
4	L	Pedido do cliente	TEJADILHO POR VEZES FUNCIONA	03		0.00	0.00	0.00	0.00	O	X	X
5	L	54101101	TESTE RAPIDO, EXECUTAR	03		0.20	57.50	0.00	11.50	S	D	D
6	L	Pedido do cliente	EM FRIO O MOTOR FICA A TRABALH	04		0.00	0.00	0.00	0.00	O	X	X
7	L	Pedido do cliente	TROCAR PLACA DA MATRICULA PARA	05		0.00	0.00	0.00	0.00	O	X	X
8	L	54101100	Teste rápido, executar	01	D1	0.20	57.50	15.00	9.77	S	X	X
9	L	#MP1001157001	Serviço de manutenção A com pa	06	D1	0.00	0.00	0.00	0.00	S	D	D
10	L	00115700	Serviço de manutenção A com pa	01	D1	1.00	57.50	15.00	48.87	S	X	X
16	L	#MP1001197001	Complemento manutenção A: Liqu	07	D1	0.00	0.00	0.00	0.00	S	D	D
17	L	00119700	Complemento para serviço de ma	01	D1	0.40	57.50	15.00	19.55	S	X	X
19	L	Manutenção	Complemento	08		0.00	0.00	0.00	0.00	O	D	D
31	L	33141202	2 BRACOS DA SUSPENSÃO PARA O E	02	D2	1.60	57.50	15.00	78.20	S	X	X
32	L	40650001	EXECUTAR O ALINHAMENTO DE RODA	02	D2	0.70	57.50	15.00	34.21	S	X	X
35	L	TRABMEC	SUBST BATERIA, BRACOS, LIQ TR			0.95	57.50	0.00	54.63	S	D	D
11	P	MA000 986 20 00/13	LIMPA-VIDROS AUTOMOTIVO	06	D1	1	3.76	0.00	3.76	S	D	D
12	P	ZOCAST01	EDGE 5W-30 M (229.52)	01	D1	6.0000	29.50	55.00	79.65	S	X	X
13	P	ZECOLUB	Ecolub	01	D1	6.0000	0.11	0.00	0.66	S	X	X
14	P	MN007603 014106	VEDANTE	01	D1	1	0.97	32.00	0.66	S	X	X
15	P	MA651 180 01 09	ELEMENTO FILTRO DE OLEO	01	D1	1	22.57	45.00	12.41	S	X	X

Líquido: 0.00 IVA: 0.00 00725 Total: 0.00

Figura 7-Exemplo de uma WIP no sistema.

Na avaliação realizada pelos mecânicos são discriminadas as peças que são necessárias para o serviço, e com essa informação os técnicos dirigem-se aos “caixeiros” que são os operadores do armazém, e estes identificam as referências das peças no *Xentry Parts Information*, que tem contacto direto com o *autoline* e as transferem para a WIP correspondente. Se for uma manutenção e o cliente já tiver aprovado o serviço, as peças são logo pedidas, caso contrário são colocadas em orçamento à espera de aprovação por parte do cliente.

Os caixeiros têm a responsabilidade de ver a disponibilidade das peças, para que as oficinas consigam proceder aos serviços. Se a peça não estiver disponível procede-se ao seu pedido (no caso de ser uma transferência interna, ou seja, de outra Carclasse) ou encomenda-se, quem realiza esta encomenda é o gestor do armazém. Os pedidos internos denominam-se TIEs.

Na Tabela 4 encontram-se os diferentes estados das peças, ou seja, em que fase se encontram do processo: se foi pedida, se já está em armazém, se já saiu do armazém etc. Isto serve para que os operadores do armazém possam rastrear as peças e assim fazer um planeamento do trabalho.

Tabela 4-Estados das peças.

Estado da peça	Descrição
M	Em orçamento
C	Encomendada a fornecedor local
S	Encomendada por stock à Mercedes
D	Eliminada da WIP
V	Encomendada urgente à Mercedes
P	Já recolhida pelo operador (cross-docking)
R	Reservada, mas ainda na sua localização
W	Encomendada à fábrica
I	Pedida a outra casa (TIE)
G	Em trânsito entre casas (TIE)
X	Já saiu do armazém

Existem vários fornecedores, os quais têm prazos de entrega das peças fixos, após o pedido (Tabela 5). Se estes tempos não forem cumpridos por algum motivo, a empresa é imediatamente avisada.

No caso de as viaturas estarem à espera de peças, estas ficam nas instalações da empresa até que as peças cheguem.

Tabela 5-Prazos de entrega dos fornecedores.

Fornecedor	Tempo de Receção	
Armazém Mercedes-Benz Espanha Fornecedores de peças, óleos e lubrificantes	Pedido para stock	2 dias
	Pedido urgente	1 dia
Armazém Mercedes-Benz Alemanha Fornecedores de peças, óleos e lubrificantes	3 a 5 dias	
Castrol Fornecedor de óleo	5 dias	
Fornecedor de pneus	1 dia	
"TIE" Carclasse Peças fornecidas internamente	1 a 2 dias	

Existe também outro serviço que a Carclasse fornece, a comercialização de peças isoladamente. Este serviço pode ser feito presencialmente, com um funcionário do armazém a identificar a referência da peça através do *Xentry Parts Information*, e posteriormente verificar a sua disponibilidade em armazém, caso não exista em stock procede-se ao seu pedido ou à sua encomenda, da mesma forma como acontece nas manutenções. Este serviço pode também ser feito por contacto telefónico ou email para o call center.

4.2 Descrição dos processos no armazém

Na Figura 8 está representado o *layout* do armazém da Carclasse de Braga.

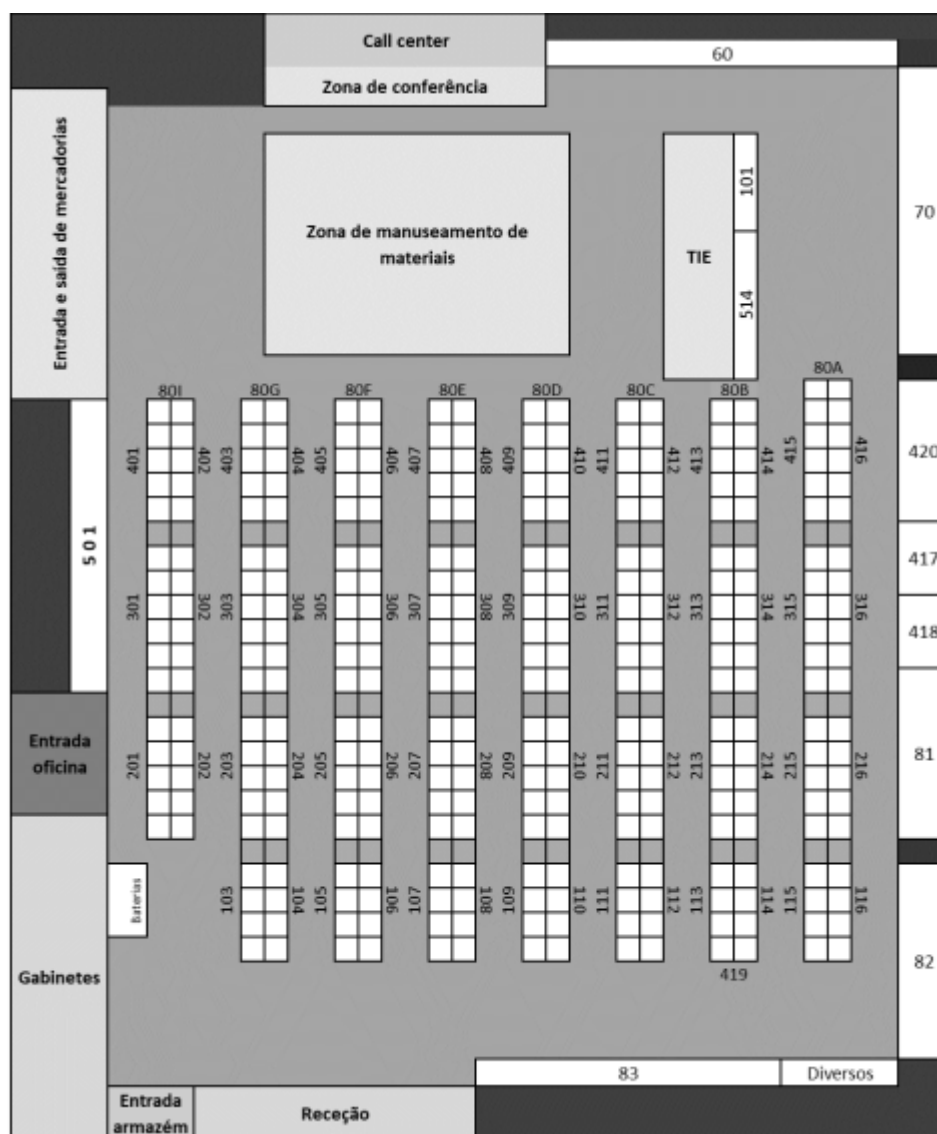


Figura 8-Layout do Armazém de peças de Braga.

O armazém é composto por oito fileiras de estantes, divididas em coluna com seis níveis (prateleiras), cada prateleira corresponde a uma localização. Na Figura 9 está ilustrado um nível que possui pequenos materiais.



Figura 9-Prateleira correspondente a um nível.

Cada localização contém a estante, a coluna e o nível, para facilmente ser encontrada. Uma localização funciona como um código que é associado a cada peça para serem facilmente rastreáveis (Figura 10).

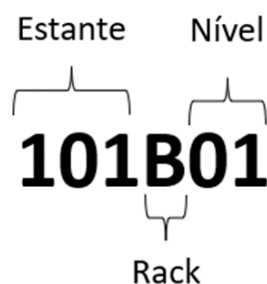


Figura 10-Exemplo de uma localização.

As peças são agrupadas por famílias, por exemplo velas, filtros, óleos, e, por conseguinte, as localizações também estão organizadas por famílias. A cada peça é atribuída uma referência na fábrica da Mercedes-Benz (Figura 11).



Figura 11-Exemplo de uma etiqueta da Fábrica.

As peças quando chegam às instalações da Carclasse possuem duas etiquetas, a da fábrica (Figura 11) e a do centro de distribuição (Figura 12).



Figura 12-Etiqueta do centro de distribuição.

Existem várias atividades realizadas no armazém, deste a Receção e Conferência, até à saída do material (*Picking*).

4.2.1 Receção e conferência do material

A Carclasse, recebe diariamente material da Mercedes-Benz, seja da fábrica ou do centro de distribuição. Sendo na receção do material que se inicia o fluxo de materiais.

Após a receção, o material é conferido um a um e as correspondentes quantidades, validando as guias, em papel.

Na Figura 13 é possível observar-se as guias expostas em cima do balcão do armazém.



Figura 13-Guias de remessa do material rececionado durante o processo de conferência.

Se houver não conformidades, por exemplo peças com defeito, ou erros de quantidade, ou peças em falta, as peças que vão ser devolvidas são colocadas à parte e é efetuada uma reclamação ao

fornecedor, procedendo-se à sua devolução. No Anexo A é possível visualizar a jaula em que se encontram as peças que irão ser reclamadas.

A seguir ao processo de conferência é necessário registar a entrada do material no *Dealer Management System* (DMS), o *Autoline*, e é neste momento que as peças dão entrada no sistema e ficam disponíveis para movimentações.

4.2.2 Armazenagem do material

Antes das peças serem armazenadas, há um processo de triagem, no qual as peças são separadas de acordo com o seu destino, se são para a mecânica, para a colisão, para os pesados, para a receção de peças, para o stock ou para TIE. Isto acontece porque existem encomendas que são despoletadas por falta de disponibilidade e já têm um destino, isto é, já estão inseridas numa WIP. Neste caso, as peças são colocadas numa estante de armazenagem provisória (Figura 14).



Figura 14-Estante de armazenagem provisória para a mecânica de ligeiros.

As caixas que se podem observar na Figura 14 estão organizadas por WIP, porque na maior parte das vezes chegam várias peças para cada WIP.

Quando as peças rececionadas são para *stock*, após a triagem são armazenadas no armazém de peças. Esta triagem é possível porque na etiqueta do centro de distribuição está discriminado o departamento ao qual a peça se destina, como pode ser visto na Figura 12 assinalado a vermelho.

A cada departamento é atribuída uma letra, por exemplo o M refere-se ao departamento da mecânica de ligeiros. No Anexo B encontra-se uma tabela que discrimina quais as letras de cada departamento.

Caso as peças não tenham já uma localização predefinida, o critério utilizado é o aleatório, ou seja, o operador do armazém define a localização de forma empírica e identifica a sua localização no *Autoline*, para ficar rastreável.

Após a colocação da peça na localização definida, o processo de armazenagem fica concluído. Na Figura 15 está representado o fluxo de materiais da Carclasse.

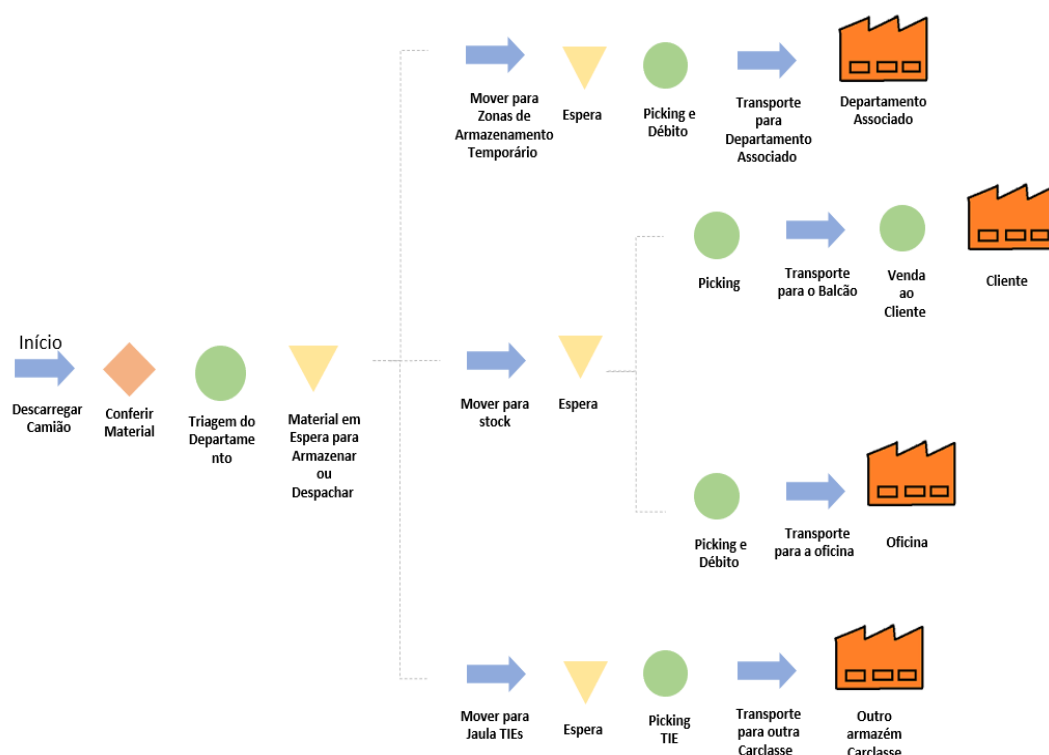


Figura 15-Fluxo de materiais da Carclasse.

4.3 Análise Crítica e identificação de problemas

Após a percepção do funcionamento e atividades do armazém foi possível identificar alguns problemas. Esta identificação foi possível através da realização de várias observações durante a execução das atividades de receção, conferência e armazenagem de peças.

4.3.1 Etiquetas das referências das peças do armazém

Muitas das peças do armazém encontram-se dentro de caixas com uma etiqueta que as identifica através de uma referência da peça. A grande maioria destas etiquetas encontravam-se num estado muito degradado e muitas das vezes até difícil de compreender a numeração da referência (Figura 16). Além da dificuldade de visualização da referência, outro problema identificado foi a falta de uniformização, sendo todas diferentes. Isto pelo facto de serem antigas e, na sua maioria, escritas à mão com diferentes caligrafias.



Figura 16-Etiquetas degradadas e não uniformizadas.

A degradação e a escrita inconsistente dificultam a identificação rápida e precisa das peças pelos funcionários do armazém. A falta de clareza nas etiquetas pode levar a erros na localização das peças corretas, causando atrasos operacionais.

Além disso, a falta de uniformização das etiquetas dificulta a comunicação e a colaboração entre os funcionários. A variação da caligrafia, legibilidade e formato das etiquetas dificulta o entendimento podendo levar a erros de interpretação. Isso é especialmente problemático quando novos funcionários precisam de aprender o sistema de armazenamento e lidar com etiquetas não uniformizadas.

Por último, a necessidade de decifrar etiquetas degradadas e inconsistentes demora tempo, sendo este não produtivo e por isso um desperdício.

4.3.2 Material obsoleto

No ramo automóvel existe uma grande variedade de peças, visto que na maioria dos casos, para cada chassi da viatura, que é a parte de suporte de carga da estrutura dos veículos, corresponde uma peça diferente com diferentes características, mesmo para peças com a mesma função, por exemplo uma vela pode ser diferente de chassi para chassi. Para além desta variedade numa mesma peça, a agravar, cada viatura é composta por muitas peças devido à sua complexidade. Isto dificulta bastante uma gestão de stocks eficiente.

Outra característica do ramo automóvel que dificulta a gestão de stocks é o ciclo de vida do produto, uma vez que anualmente há lançamentos de novas versões de viaturas. As peças dos modelos anteriores são comercializadas com menos frequência porque os clientes com o envelhecimento dos seus veículos têm a tendência de deixar de levar o carro à oficina oficial da marca e levam-no a oficinas não oficiais.

A Carclasse considera três tipos de classificação do seu inventário:

1. *Stock vivo*- Se teve movimentação no último ano;

2. *Stock* adormecido- Não tem movimento há 1 ou 2 anos;
3. *Stock* Morto- Não tem movimento há mais de 2 anos;

Na Figura 17 pode-se observar a quantidade de peças que existem de cada um dos três tipos.

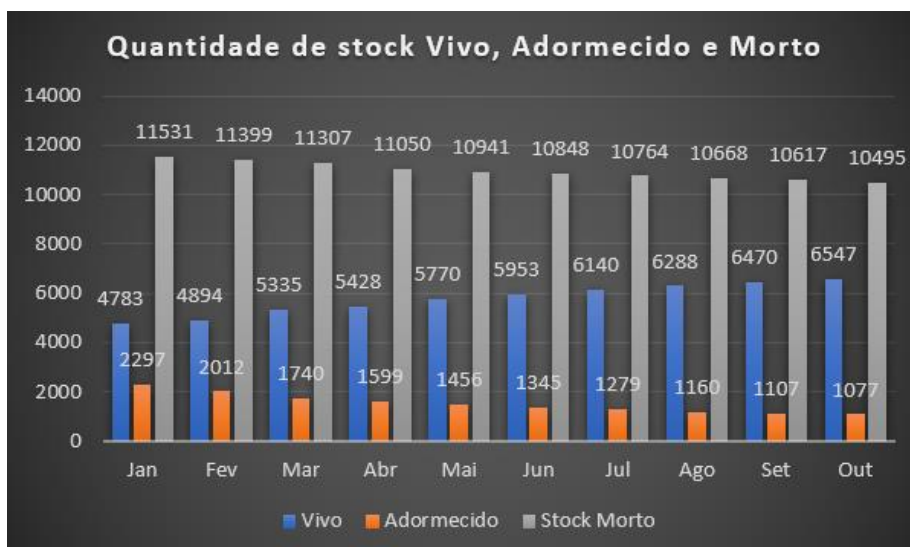


Figura 17-Quantidade de stock Vivo, Adormecido e Morto.

A presença de peças obsoletas ocupa 57% da quantidade total das peças no armazém de Braga, que é um valor elevado e, portanto, preocupante, no entanto tem vindo a diminuir ao longo do tempo. O *stock* vivo representa 36% da quantidade total de peças do armazém, e esta percentagem tem vindo a aumentar ao longo dos últimos meses. O *stock* adormecido também tem vindo a diminuir e representa apenas 6 % da quantidade total de peças do armazém.

Esta redução de “stock morto” que se confirma na Figura 17 ocorre por intermédio de duas estratégias principais. Primeiramente, a empresa recorre a uma venda anual de peças de referência antigas, um evento promovido uma vez por ano pela Mercedes. Este procedimento permite à empresa desfazer-se de algumas peças obsoletas, conseguindo recuperar algum valor desses itens.

Adicionalmente, a empresa realiza vendas diretas para algumas oficinas e revendedores de peças mais familiares. Esta estratégia consiste numa abordagem direta para diminuir o *stock* de peças com pouca procura no mercado convencional, mas que podem ser úteis para esses pequenos revendedores e oficinas.

Estas ações têm revelado eficácia na redução do acúmulo de peças obsoletas, permitindo à empresa otimizar os seus recursos, ao mesmo tempo em que ainda consegue recuperar algum valor com a venda destes itens, no entanto este tema ainda é um problema dada a percentagem elevada de *stock* morto.

As peças obsoletas, que não têm perspectiva de utilização futura, ocupam espaço físico que poderia ser aproveitado para armazenar peças de *stock* vivo. O armazém tem um espaço limitado, e a falta de eficiência no seu aproveitamento pode levar a dificuldades na movimentação de outras peças e na melhoria dos processos internos.

Além disso, a presença de um grande volume de peças obsoletas cria um desafio significativo para a gestão de inventário. Essas peças, por não terem movimento há anos, podem gerar desafios na atualização e precisão dos registos de *stock*. A falta de controlo adequado pode levar a erros de contagem, dificuldades na identificação correta das peças e, consequentemente, atrasos nos processos de solicitação e atendimento de pedidos.

Outra desvantagem importante é a ameaça de obsolescência tecnológica. No setor automóvel, a tecnologia avança rapidamente e manter peças obsoletas em stock pode resultar numa grande quantidade de inventário sem utilidade para os clientes, além de potenciais problemas de garantia e suporte.

Além disso, o capital financeiro investido em peças obsoletas é considerado um desperdício. Ao manter um grande número de peças sem movimento, a empresa pode vir a enfrentar dificuldades financeiras, além de ter recursos bloqueados em *stock* inativo.

4.3.3 Erros de *stock*

Um dos principais problemas observados no armazém reside nos erros de *stock*, visto que é uma atividade realizada por recursos humanos e por isso podem existir falhas que acabam em erros de *stock*. Na Carclasse é muito evidente que os erros de *stock* são um grande problema dado que é recorrente acontecerem situações onde não se encontra na sua localização física, uma peça que é necessária e que é dada como existente em *stock* informático. Existem vários tipos de erros, mas no âmbito desta dissertação vamos abordar dois tipos:

- Erros de conferência: Quando o material é recebido e conferido no armazém, podem ocorrer falhas por parte dos trabalhadores. Por exemplo, o trabalhador pode verificar que uma certa quantidade de material chegou, mas na realidade esse material não foi recebido ou pode ter recebido uma quantidade diferente do que foi registado. Além disso, o trabalhador pode colocar a peça num local pouco visível durante o processo de conferência, isso pode fazer com que o trabalhador encarregado da armazenagem não consiga encontrar a peça o que pode resultar na perda da peça e na falta da sua rastreabilidade.

- Erros de armazenagem: Quando não se arruma a peça na localização certa, ou seja, a peça tem uma localização definida, mas colocam-na noutra. Como consequência a peça fica perdida e geram-se erros de inventário o que provoca uma informação errada no sistema e culmina numa má gestão de *stocks*.

Estas situações juntamente com a não identificação de uma peça sem localização no sistema, alteração da localização de uma peça e falta de registo da mesma ou transferência da peça do armazém para a oficina criam alguns problemas. Primeiramente, quando os erros de conferência não são corrigidos a tempo, podem causar atrasos no fluxo de produção. Isso impulsiona desperdício de tempo, custos adicionais e insatisfação por parte dos clientes, que esperam receber os seus serviços ou peças no tempo estipulado.

Da mesma forma, os erros de armazenagem também têm as suas consequências. Quando as peças são colocadas nos lugares errados, é difícil encontrá-las depois. Isso resulta em perdas de tempo e redução da produtividade.

Os custos financeiros associados aos erros de conferência e arrumação podem prejudicar a rentabilidade e a sustentabilidade do negócio e fazem com que a gestão de *stocks* não seja concretizada da forma mais eficiente devido à informação em sistema não corresponder aos dados reais.

4.3.4 Ineficiências nos processos de armazém

Sem um sistema eficiente de identificação e rastreamento de produtos, pode ser difícil gerir o *stock* de forma competente. Isso pode levar a problemas como excesso ou falta de *stock*, custos desnecessários de armazenamento e dificuldades na realização de inventários precisos. Existem diversos motivos que levam a ineficiências no sistema de gestão de *stocks*, entre eles estão:

- Dificuldade na recolha de dados: A falta de um sistema automatizado de recolha de dados sobre a movimentação de produtos no armazém dificulta a obtenção de informações precisas sobre a quantidade de peças em *stock*, o fluxo de movimentação e outros indicadores importantes para a gestão da CA.
- Falta de visibilidade e rastreabilidade: A ausência de um sistema de rastreamento adequado dificulta a visibilidade dos produtos em diferentes etapas da cadeia de abastecimento. Isso pode levar a problemas como a perda de peças, dificuldades na identificação de produtos obsoletos ou danificados e falta de transparência nas operações logísticas.

Na Tabela 6 pode-se observar uma tabela resumo com todos os problemas encontrados e as respectivas consequências.

Tabela 6-Resumo dos problemas identificados e consequências destes

Problema	Consequências
Falta de uniformização e desgaste das etiquetas do armazém	-Dificuldade na identificação rápida e precisa das peças -Erros na localização das peças corretas -Dificuldades na comunicação e colaboração entre funcionários
Material obsoleto	-Ocupação de espaço valioso no armazém -Desafios na gestão de inventário -Ameaça de obsolescência tecnológica -Desperdício de capital financeiro
Erros de <i>stock</i>	-Atrasos no fluxo de produção -Perdas de tempo e redução da produtividade -Entregas erradas e insatisfação dos clientes -Impacto na reputação da empresa
Ineficiências nos processos de armazém	-Excesso ou falta de <i>stock</i> -Custos desnecessários de armazenamento -Dificuldades na realização de inventários precisos -Falta de visibilidade e rastreabilidade dos produtos

5. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS E AÇÕES DE MELHORIA

No presente capítulo apresentam-se algumas propostas de melhoria e a sua implementação tendo em conta os problemas observados no Capítulo 4.3.

Implementação de um sistema de indústria 4.0 utilizando leitores de códigos de barras e de *Personal Device Assistant* (PDA)

No âmbito de combater os problemas mencionados no capítulo 4, implementou-se um sistema de indústria 4.0 utilizando leitores de códigos de barras e de *Personal Device Assistant* (PDA). Neste subcapítulo é apresentada a pertinência da implementação deste projeto e posteriormente é detalhado o funcionamento do *software* do novo sistema, obtendo como *output* um *dashboard*, (Apêndice 1).

Foi realizado um manual de utilização do PDA e respetivo *software*, durante o período de implementação do projeto, com o intuito de servir de auxílio para os operadores e também para que possa mais tarde servir de auxílio para a implementação deste projeto noutras Carclasses, tendo sido a de Braga o projeto piloto. Esse manual está presente no Apêndice 2.

5.1 Pertinência da implementação do projeto

O principal foco do projeto foi contribuir para a diminuição dos erros humanos, que culminam em erros de *stock*, e na melhoria dos processos logísticos do armazém através de uma maior visibilidade e rastreabilidade de todo o processo operacional do armazém, e, por conseguinte, atingir uma melhor gestão logística com informações mais reais.

O uso de códigos de barras proporciona um método preciso e eficiente de identificar e rastrear os produtos no armazém.

Com a utilização deste sistema reduzem-se os erros humanos, como registos incorretos, seleção de produtos errados ou movimentação de quantidades incorretas. Esta atenuação resulta numa redução de perdas de tempo devido a erros (como por exemplo a necessidade de procurar uma peça que foi colocada num sítio incorreto), numa redução de custos e num aumento da satisfação do cliente.

Além disso, o sistema de código de barras oferece maior visibilidade e transparência em toda a CA, permitindo uma melhor tomada de decisão e um planeamento mais eficiente.

Outro benefício importante é a melhoria na gestão de *stocks*. Com o sistema de código de barras, é possível ter um controlo mais preciso do *stock*, evitando excessos ou faltas de produtos, reduzindo custos de armazenamento e melhorando o planeamento de encomendas.

5.2 Implementação do projeto

No âmbito da implementação do projeto foi necessário contratar uma consultora, que apresentou à Carclasse o “*Advanced Parts*”. Este é um sistema de indústria 4.0 que permite que todas as atividades do armazém sejam auxiliadas por PDAs que permitem a leitura de códigos de barras. O novo *software* foi integrado no sistema nos PDAs, que por sua vez também permite o acesso através do *autoline*. Para além disso a consultora também forneceu todo o suporte e manutenção de todas as ferramentas necessárias para a aplicação do “*Advanced Parts*” desde o seu planeamento, à sua implementação e manutenção. Foi também a entidade que desenvolveu o *autoline*, o que facilitou todo o processo de adaptação do *software* da empresa a este novo sistema.

Antes do “*go live*” do projeto, ou seja, o dia em que se começaram a usar os PDAs através da leitura dos códigos de barras, foram necessárias várias parametrizações para conseguir adaptar o “*Advanced Parts*” à Carclasse, nomeadamente, parametrizações de impressão de etiquetas para a posterior etiquetagem no armazém.

Existem dois tamanhos de etiquetas, um para as localizações e outro para as referências, e existem também vários tipos de relatório de impressão (parametrizações de impressão). As peças, na sua maioria, vêm já com a etiqueta da fábrica que por sua vez já possui um código de barras, no entanto existem, por exemplo, peças pequenas que vêm em quantidades grandes e que não têm uma referência individual. Estas peças são colocadas em caixas, que possuem a referência da peça. A impressão das etiquetas das referências serve para as peças pequenas ou para algumas exceções como os filtros, que também não trazem etiqueta da fábrica.

Existem quatro tipos de formatos, que:

- ZP1- formato para as referências com apenas 10 dígitos (Figura 18);
- ZP2- formato para as referências com 12 dígitos (Figura 19);
- ZP3- formato para as referências com mais de 12 dígitos (Figura 20).
- ZBL- formato para as etiquetas maiores, destinadas para as localizações (Figura 21);

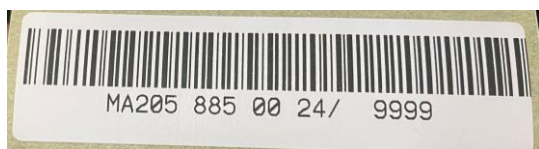


Figura 18-Etiqueta impressa com formato Zp1.



Figura 19-Etiqueta impressa com formato Zp2.



Figura 20-Etiqueta impressa com formato Zp3.



Figura 21-Etiqueta impressa com formato ZBL.

Durante todo o processo de preparação do armazém para o “Go live” do projeto, aconteceram algumas sessões de *brainstorming* com a consultora para desenvolver todos os ajustes do novo sistema dos PDAs, mais concretamente alterar o *layout* do *software* para se adaptar às atividades do armazém, por exemplo com a remoção de tarefas e passos do processo que não se adequavam às operações.

No decorrer das reuniões, também foram obtidas informações acerca do funcionamento do *software* “Advanced Parts”, com o intuito de mitigar a falta de conhecimento operacional no dia da efetiva implementação e otimizar a eficiência de todo o processo.

Foram também adquiridos todos os equipamentos necessários à implementação dos PDA, que incluiu a impressora de etiquetas, os rolos, 5 PDAs e uma luva com um leitor de códigos de barra. Na Tabela 7 apresenta-se os custos inerentes ao projeto e o investimento total.

- *Datalogic Skorpion Hand held* (PDA): Foram adquiridas 5 unidades deste dispositivo (PDA), com um preço unitário de €1.370,00, resultando num custo total de €6.850,00.
- *Skorpion Standard Battery Pack*: Foram adquiridas 5 unidades de baterias, que permitem o funcionamento dos PDAs, cada uma ao preço de €109,00, totalizando €545,00.
- Base de carga de baterias quadropla: Foi adquirida uma única unidade desta base de carga, que serve para carregar as baterias, por um custo de €231,00.
- Fonte de Alimentação de carregador de baterias: Também foi adquirida uma unidade da fonte de alimentação para o carregador de baterias, com um custo de €97,00.

- Contrato de manutenção SKORPIO X5 (3 ANOS): Foram adquiridos 5 contratos de manutenção para os PDAs, cada um com duração de 3 anos e ao preço unitário de €333,69, para uma eventual falha. O custo total para os 5 contratos é de €1.668,45.
- *Zebra Thermal Transfer Printer* (Impressora de etiquetas): Foi adquirida uma única impressora de etiquetas Zebra Thermal Transfer Printer por €523,13.
- Contrato de manutenção *zebra printer* (3 anos): Foi adquirido um contrato de manutenção para a impressora Zebra, com duração de 3 anos, por um custo de €116,68.
- Projeto "*Advanced Parts*" Keyloop: Representa o custo de um projeto denominado "Advanced Parts Keyloop", totalizando €19.800,00.
- Etiquetas: Foram adquiridos 20 rolos de etiquetas, cada uma ao preço de €15,00, totalizando €300,00.

Tabela 7- Custo inerente ao projeto "Advanced Parts".

Produto	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Datalogic Skorpion X5 Hand held (PDA)	5	€ 1 370,00	€ 6 850,00
Skorpion X5 Standard Battery Pack	5	€ 109,00	€ 545,00
Base de carga de baterias quadropla	1	€ 231,00	€ 231,00
Fonte de Alimentação de carregador de baterias	1	€ 97,00	€ 97,00
Contrato de manutenção SKORPIO X5 (3 ANOS)	5	€ 333,69	€ 1 668,45
Zebra Thermal Transfer Printer (Impressora de etiquetas)	1	€ 523,13	€ 523,13
Contrato de manutenção Zebra printer (3 anos)	1	€ 116,68	€ 116,68
Projeto Advanced Parts Keyloop	1	€ 19 800,00	€ 19 800,00
Etiquetas	20	€ 15,00	€ 300,00
Total			€ 30 131,26

O custo geral do projeto apresentado na tabela é de €30.131,26.

Este projeto alterou de forma significativa todas as atividades do armazém, no subcapítulo seguinte faz-se uma breve explicação do funcionamento do novo *software*.

5.3 Funcionamento do *software* do novo sistema

O sistema começa com a submissão das guias de remessa no PDA, que está diretamente ligado ao *Autoline*, que, por sua vez, se conecta ao servidor da Mercedes-Benz. Este processo não sofreu alterações significativas e não será abordado neste capítulo.

1. Conferência

De acordo com o que foi mencionado no capítulo 4, as peças recebidas que já possuem uma WIP associada não são armazenadas no *stock*, mas sim direcionadas para áreas de armazenamento temporário. Como resultado disso, e com o objetivo de tornar a conferência do material mais eficiente, é realizada uma preparação do espaço de conferência no final do dia anterior à receção do material.

Desenvolveram-se abordagens empíricas para a separação de peças destinadas a cada departamento, de forma facilitar o transporte para as zonas de armazenamento temporário. Para a área de colisão, foi implementado o uso de um carrinho (Figura 22); para o balcão, adotou-se a mesma solução, mas com um carrinho diferente (Figura 23); para as peças de veículos pesados, comerciais e de ligeiros, optou-se pela utilização de uma caixa, para cada um (Figura 24); e, por fim, para as peças que são destinadas ao *stock*, foi alocada uma caixa palete dobrável gradeada (Figura 25).



Figura 22-Carrinho Colisão.



Figura 23-Carrinho Balcão



Figura 24-Caixas para a mecânica de
ligeiros, pesados e comerciais



Figura 25-Caixa Paleta Dobrável Gradeada

A conferência é realizada apenas por um operador de armazém. No capítulo seguinte descreve-se como funciona o processo de conferência através do uso dos PDAs:

1. No menu inicial do PDA seleciona-se a opção “Entrada de Mercadoria”, de seguida seleciona-se “Desembalar”, onde estarão disponíveis as guias de remessa rececionadas agrupadas por fornecedor (Figura 26). Estas guias são chamadas de “carrinhos virtuais”, que funciona como o agrupamento de todas as peças de cada fornecedor. Estes carrinhos têm informação sobre o número de fatura, o fornecedor, o número de peças que esse carrinho agrega e o número do carrinho, que é atribuído aleatoriamente.

Fatura	Fornecedor	Cont	Linhas
504700	F090001-W	9	84
498638	F090002-S	3	20
504856	F090002-S	7	30
20006205	F090003-S	1	9

Figura 26-Guias de remessa agrupadas por fornecedor.

2. É necessário desembalar as guias de modo a “libertar” o material para conferência. Para isso, seleciona-se o certo rodeado a azul, seleciona-se o fornecedor rodeado a castanho e valida-se

no botão rodeado a verde representados na Figura 26. Após o “desembalar”, é aberto um carrinho virtual no módulo “Arrumar” para efetuar a conferência. Posteriormente repete-se o processo de “desembalar”, para os restantes fornecedores. As guias à medida que vão sendo desembaladas ficam com sombreado vermelho.

3. Para iniciar a conferência, seleciona-se a opção “Arrumar” (o processo de conferência é realizado no botão “arrumar” porque foi a solução que os programadores do *software* desenvolveram para que se pudesse executar o processo da separação do material que já tem WIP associada e por isso vai para a zona de armazenamento temporário, visto que o sistema não estava preparado para isso). De seguida, seleciona-se o carrinho virtual a ser conferido e apenas podem ser conferidas peças desse carrinho (dependente do fornecedor) (Figura 27). Na Figura 28 é possível observar as peças a serem conferidas, do carrinho selecionado, para proceder à conferência clica-se no botão assinalado.

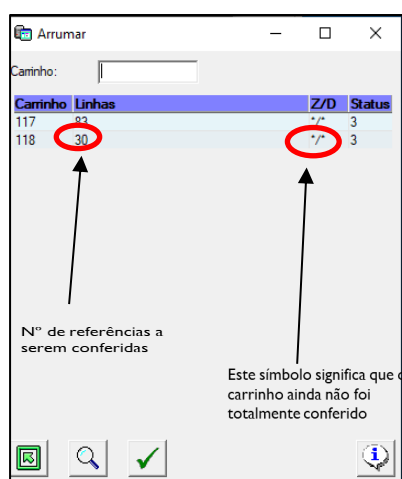


Figura 27-Carrinhos virtuais para conferência.

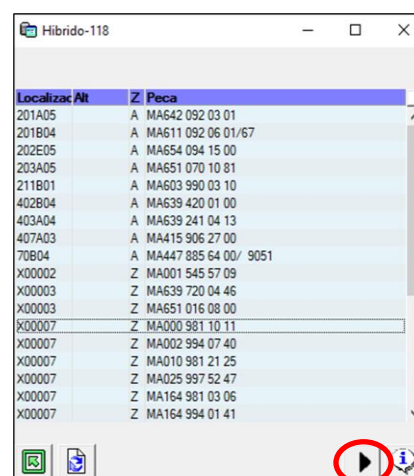


Figura 28-Peças inseridas no carrinho virtual

4. Por fim digitaliza-se a peça (Figura 29), e depois o término “[[(())]]” (Figura 30). Este término (Figura 31) funciona como uma localização intermédia, no entanto não tem diferença entre departamentos, serve apenas para concluir o processo de conferência e a peça poder ser removida do carrinho para uma localização intermédia, porém no PDA aparece o departamento, e com essa informação o operador coloca a peça no local temporário de cada departamento, descritos anteriormente. Este processo é repetido para todas as peças desse carrinho virtual, se a mesma peça vier em quantidades superiores a 1 basta introduzir no campo rodeado a verde a quantidade rececionada, antes da leitura do término. No fim repete-se também este processo para outro carrinho.

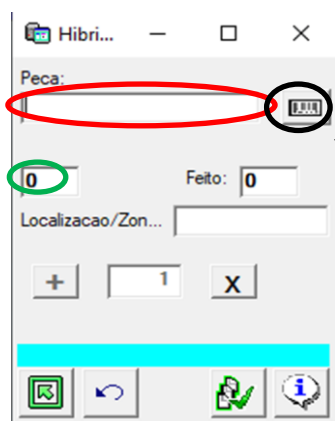


Figura 29-Leitura do código de barras da peça.

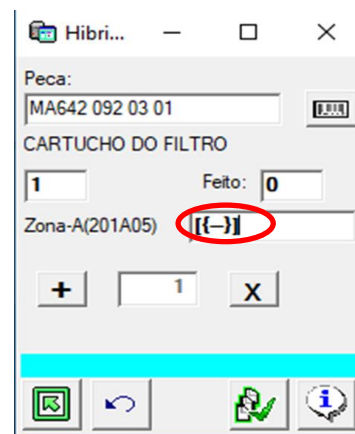


Figura 30-Leitura do término



Figura 31-Término.

Se a peça introduzida for a errada (por exemplo se não pertencer ao carrinho que está a ser conferido), o sistema emite um aviso e não deixa continuar (Figura 32), o que mitiga erros de conferência. A etiqueta que se usa para fazer a leitura do código de barras é a da fábrica (Figura 11). Depois de se realizar este processo para todas as peças, de cada carrinho, o processo de conferência fica finalizado. Geralmente há três fornecedores, e por isso três carrinhos virtuais, são todos da Mercedes-Benz, mas esta marca faz distinção das peças que são de veículos pesados, ligeiros ou comerciais.

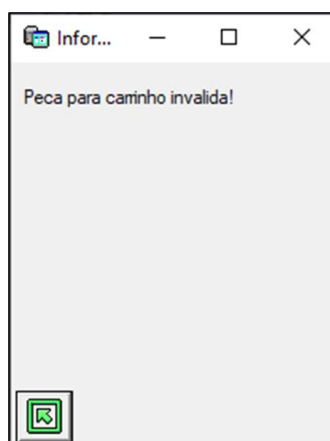


Figura 32-Aviso de erro na conferência.

2. Armazenagem

Depois de estar totalmente concluída a conferência, começa o processo de armazenagem do material, a primeira tarefa que se realiza é a transferência do material que já tem WIP associada para as zonas de localização temporária, que também têm associado um código de localização.

Todo o material só dá entrada no sistema e fica disponível para movimentação quando se procede à sua armazenagem. A seguir encontra-se descrito o processo de armazenagem das peças:

1. Para iniciar a armazenagem, selecciona-se a opção “Arrumar”. De seguida, selecciona-se o carrinho virtual a ser arrumado (Figura 34).

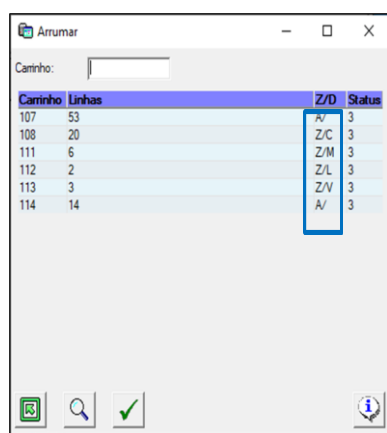


Figura 34-Carrinhos virtuais da armazenagem.

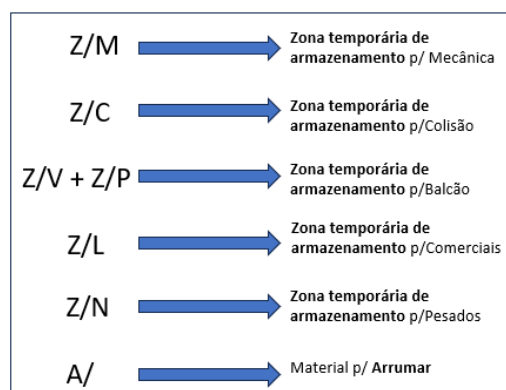


Figura 33-Carrinhos virtuais da armazenagem.

2. Seleccionando, por exemplo, o carrinho virtual do departamento da mecânica, (sendo que mecânica é o nome que em linguagem corrente e informal se atribui ao departamento das viaturas ligeiras), aparecem as peças para esse departamento (Figura 35). Transporta-se as peças, previamente conferidas, para a zona de localização temporária do departamento em questão, e digitaliza-se o código de localização associado, neste caso “PPM” (Figura 36). Para confirmar esta transferência, selecciona-se a opção “transferência” e todas as peças do carrinho virtual ficam automaticamente disponíveis para movimentações futuras (Figura 37).

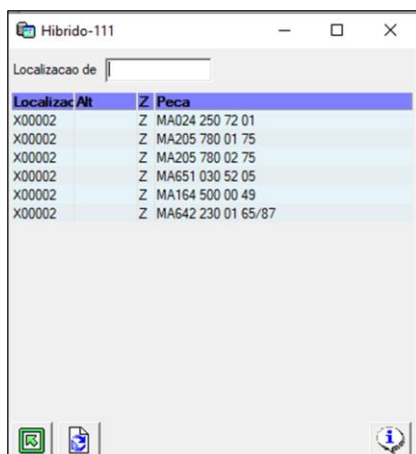


Figura 35-Peças do carrinho virtual da mecânica

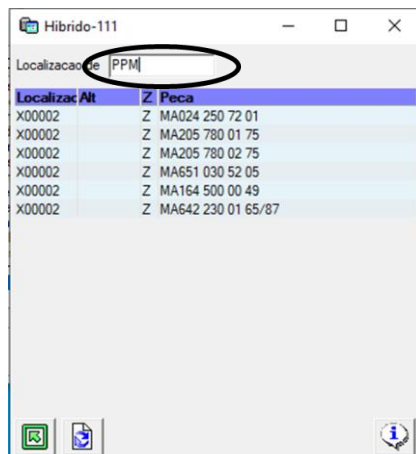


Figura 36-Ler código de barras da zona temporária de armazenamento mecânica ("PPM").

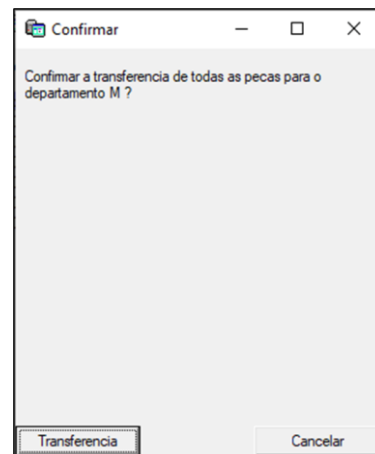


Figura 37-Confirmação da transferência das peças para o "PPM".

3. Por fim, quando todas as peças com WIP associada estão arrumadas na zona de localização temporária, procede-se à arrumação do material para *stock*. Seleciona-se o carrinho virtual de *stock* (demonstrado anteriormente) e aparecem então todas as peças desse carrinho (Figura 38). Digitaliza-se a localização pretendida e posteriormente digitaliza-se a peça destinada (Figura 39) a ser arrumada nessa localização (se houver mais do que uma peça com a mesma referência, é possível introduzir a quantidade e arrumam-se todas ao mesmo tempo). Realiza-se este processo para todas as peças a armazenar. No final deste processo todas as peças rececionadas ficam disponíveis no sistema.

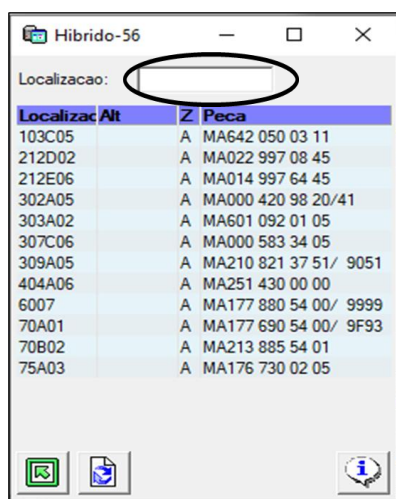


Figura 38-Peças do carrinho virtual para stock.

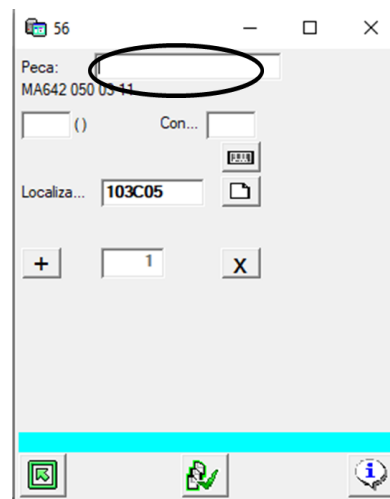


Figura 39-Leitura da referência da peça para a sua armazenagem.

Caso se digitalize a localização errada ou a referência da peça errada, o sistema não deixa avançar, o que mitiga os erros de arrumação. Na Figura 40 está representado o aviso que é emitido nessa situação de engano.

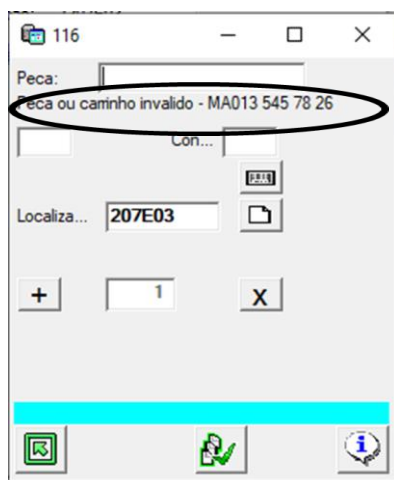


Figura 40-Aviso erro de armazenagem.

Foi também implementado um carrinho leve e ágil que transporta várias peças de uma vez só vez para o operador não ter de se descocar ao balcão tantas vezes e assim eliminar deslocações desnecessárias. Com a introdução do carrinho, também foi implementada uma prática em que os operadores devem traçar uma rota eficiente, com base nas localizações indicadas no PDA, antes de iniciar o processo de armazenagem. Anteriormente, a empresa não adotava um processo estruturado para organizar as peças, resultando em rotas de armazenamento ineficientes devido a falta de diretrizes claras. Os funcionários não reconheciam a importância da disposição estratégica das peças. Após receberem formação, os trabalhadores começaram a juntar peças com localizações próximas umas das outras, em vez de as organizar individualmente sem considerar a proximidade das localizações. Essa abordagem focou-se em reunir as peças de uma só vez, otimizando a eficiência em vez de as organizar uma a uma sem atender à proximidade entre estas.

Essa abordagem incentiva os operadores a seguir uma sequência de localizações contíguas, minimizando deslocamentos desnecessários.

A rota não é fixa, uma vez que cada encomenda é única. Portanto, cabe a cada operador, com base na sua experiência, determinar rapidamente a rota mais eficiente para cada arrumação, adaptando-se às especificidades de cada pedido.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da implementação do sistema de leitura de códigos de barras nas localizações do armazém. O projeto visou abordar problemas relacionados com a falta de uniformização das localizações e etiquetas degradadas, bem como erros de stock. Além disso, houve uma melhoria nos processos de armazém, através da implementação deste projeto aliada ao output gestão de WIP.

6.1 Uniformização de Localizações e Etiquetas

Uma das questões críticas que o armazém enfrentava dizia respeito à falta de uniformização nas etiquetas das referências e localizações do armazém, bem como ao seu estado de degradação. A maioria das etiquetas existentes estavam em mau estado, tornando a leitura da numeração de referência uma tarefa árdua, para não mencionar a falta de padronização, uma vez que eram antigas e, na sua maioria, apresentavam números escritos à mão, em diversas caligrafias dificultando a legibilidade e a compreensão.

Este problema era particularmente crítico quando chegam novos funcionários e precisam de aprender o sistema de armazenamento e lidar com etiquetas não uniformizadas.

Para enfrentar esta problemática, foi implementado um sistema de leitura de códigos de barras, que exigiu a substituição de todas as etiquetas do armazém por novas etiquetas padronizadas, todas idênticas e de fácil leitura. Os resultados da implementação foram notáveis. Embora a avaliação se tenha baseado, em grande medida, na observação direta e no feedback dos operadores, houve uma redução nos tempos necessários para armazenar peças após a introdução das novas etiquetas. A dificuldade em obter valores quantitativos sobre as melhorias deste problema reside na natureza predominantemente qualitativa das avaliações. As melhorias estão relacionadas a aspetos subjetivos, como a eficiência e a precisão na identificação de peças, tornando a medição direta de ganhos quantitativos desafiadora, uma vez que muitos dos benefícios são percebidos através de observações e *feedback* subjetivo dos operadores.

Desta forma, é possível afirmar que a troca das etiquetas e a padronização das mesmas revelaram-se soluções eficazes para os problemas de identificação e localização de peças no armazém, resultando em melhorias no desempenho e na eficiência operacional do armazém.

Na Figura 41 e na Figura 42 podem ser observadas as etiquetas antes do projeto e depois respetivamente.

Antes



Figura 41-Etiquetas detrioradas antes do "Advanced Parts".

Depois



Figura 42-Etiquetas novas depois do "Advanced Parts".

6.2 Redução de erros de *stock* e análise dos tempos

6.2.1 Conferência

Em relação à análise de erros de conferência, aquando da receção da mercadoria, a quantificação torna-se desafiadora devido à falta de rastreabilidade no processo prévio. Não existia uma ferramenta disponível para os registar, e, portanto, não existem dados para se poder realizar uma comparação. Além disso, a deteção dos erros de conferência só se realiza na atividade de *picking*, quando a quantidade física não corresponde à quantidade registada em *stock* informático.

Estes desvios de *stock* podem ser consequência de várias falhas, não necessariamente ligadas à conferência em si, dificultando assim a quantificação precisa dos erros de conferência.

Outro fator que complica a quantificação dos erros é a persistência dos erros de *stock* que já existiam antes da implementação do projeto. Ou seja, como não foi realizado um inventário geral do armazém, as diferenças de valores de *stock* informático e físico continuam a existir, e os erros que já existiam antes, vão se continuar a refletir durante algum tempo, mesmo com a implementação do projeto. Isso levanta dúvidas sobre a fiabilidade dos dados pós-implementação, uma vez que é possível identificar erros que já existiam anteriormente.

Pode-se, no entanto, inferir que a implementação do sistema de leitura ótica de código de barras implementado no projeto, melhorou a eficiência e a precisão do processo de conferência no armazém, com os seguintes resultados:

- Redução de erros humanos associados à conferência visual e à digitação manual. A leitura incorreta ou omissão de produtos são reduzidos, contribuindo para a precisão dos registos.
- Rastreabilidade é aprimorada com atualizações em tempo real da lista de materiais, permitindo a rastreabilidade das movimentações de produtos. Isso significa que é possível rastrear cada item em tempo real, desde a sua entrada no armazém até à sua saída.
- Alertas de erros imediatos, através do sistema de PDA é possível emitir alertas instantâneos em caso de erros na leitura dos códigos de barras, por exemplo digitalizar uma peça que não pertence ao carrinho, ou quando faltam produtos que constam na lista de conferência. Isso permite que os operadores corrijam os problemas imediatamente, evitando a continuação do processo com dados incorretos.

Em relação à duração das tarefas, este projeto demonstrou uma redução percentual de 16% no tempo necessário para a sua realização. O tempo médio gasto na tarefa passou de 38 minutos (Tabela 8) para 32 minutos (Tabela 9).

Tabela 8-Observações do processo anterior à implementação

Processo anterior à implementação	INICIO CONFERENCIA	FINAL CONFERENCIA	Tempo total	Nr de peças conferidas
DIA 1	07:46:00	08:26:00	00:40:00	128
DIA 2	07:44:00	08:20:00	00:36:00	89
DIA 3	07:48:00	08:15:00	00:27:00	150
DIA 4	07:37:00	08:28:00	00:51:00	102
DIA 5	07:45:00	08:25:00	00:40:00	110
DIA 6	07:47:00	08:40:00	00:53:00	85
DIA 7	07:46:00	08:23:00	00:37:00	119
DIA 8	07:45:00	08:20:00	00:35:00	77
DIA 9	07:45:00	08:25:00	00:40:00	101
DIA 10	07:46:00	08:10:00	00:24:00	85
Total				1046
Tempo médio				00:38

Foram realizadas 10 observações tanto na fase anterior à implementação como na fase posterior, na fase anterior foram conferidas um total de 1046 peças e na fase posterior foram conferidas 1144 peças. Isso envolveu registrar a hora de início e de conclusão do processo.

Tabela 9-Tempos de conferência após implementação do projeto

Processo após implementação	INICIO CONFERENCIA	FINAL CONFERENCIA	Tempo total	Nr de peças conferidas
DIA 1	07:45:00	08:16:00	00:31:00	88
DIA 2	07:44:00	08:18:00	00:34:00	118
DIA 3	07:47:00	08:13:00	00:26:00	116
DIA 4	07:37:00	08:26:00	00:49:00	94
DIA 5	07:45:00	08:15:00	00:30:00	103
DIA 6	07:47:00	08:32:00	00:45:00	112
DIA 7	07:46:00	08:18:00	00:32:00	118
DIA 8	07:45:00	08:16:00	00:31:00	132
DIA 9	07:45:00	08:15:00	00:30:00	126
DIA 10	07:46:00	08:01:00	00:15:00	137
Total				1144
Tempo médio				00:32

É importante salientar que este projeto ainda se encontra em fase de adaptação, e os operadores estão em processo de familiarização com as novas práticas. Portanto, é razoável esperar que a redução do tempo da tarefa possa ser melhorada com a prática.

Para abordar os desafios e possíveis melhorias inerentes à implementação do projeto, elaborou-se um relatório com os problemas identificados e potenciais soluções (Apêndice C) tendo sido submetido à consultora para avaliação e correções necessárias.

Em resumo, a implementação do sistema de leitura de códigos de barras por meio de PDAs proporciona benefícios, incluindo maior eficiência operacional, redução de erros, melhor rastreabilidade, detecção imediata de problemas e uma redução da duração do processo e uma redução no tempo desperdiçado na correção de erros posteriores (este tempo não foi quantificado, devido à complexidade e a natureza variável desses processos, ou seja, as variações individuais em cada correção de erro implicam diferentes tempos de retrabalho, baseados na habilidade e conhecimento do operador envolvido, e existem também aspetos subjetivos e não mensuráveis, como resolução de problemas inesperados que tornam difícil padronizar o tempo de retrabalho, no entanto é de prever que seja reduzido devido à diminuição dos erros).

6.2.2 Armazenagem

Em termos de erros de arrumação, assim como acontece nos erros de conferência, é difícil quantificá-los devido à ausência de rastreamento no processo anterior à implementação do sistema de código de barras. Ou seja, quando um operador coloca uma peça no local errado, não tem conhecimento imediato desse erro, apenas se torna evidente durante o processo de *picking*. Este tipo de erro afeta o *stock*, e é difícil determinar se a sua causa foi devido a problemas de conferência ou de armazenagem. Para além disso, os erros de *stock* que existiam antes da implementação do sistema, não deixaram de existir, como já foi explicado no subcapítulo 6.2.1.

A introdução do sistema de códigos de barras resultou em menos incidentes relatados pelos operadores, alinhando-se com as expectativas teóricas mencionadas no subcapítulo 6.2.1, que se traduzem na redução de erros humanos, melhoria na rastreabilidade e na detecção de erros.

Quanto ao tempo, era de prever que aumentasse, visto que na situação anterior só era necessário arrumar a peça e com o novo sistema acrescenta-se a tarefa de digitalizar a localização e a peça, apesar dessa demora, no processo todo conseguiu-se diminuir o tempo global de arrumação pois implementou-se um carrinho que consegue transportar em média 30 peças de uma vez só, além disso, de forma empírica os operadores traçam rotas mais eficientes.

Registou-se a arrumação de 188 peças, contabilizando os tempos de deslocação e de arrumação do operador antes e depois do projeto, com as mesmas peças.

Na Tabela 10 é possível visualizar as somas dos tempos de arrumação e deslocação de cada grupo de peças que o operador armazenou, assim como o tempo médio de armazenagem por peça. Também é possível ver o número de peças armazenadas em cada observação e o tempo total.

Tabela 10-Tempos de armazenagem antes da implementação do sistema de código de barras

Processo anterior à implementação					
Nº Peças Armazenadas	Tempo Total (s)	Tempo Deslocação (s)	Tempo de armazenagem (s)	Média tempo de armazenagem p/peça	Média tempo de Deslocação p/peça
2	90	82	8	4	41
8	117	85	32	4	10,625
2	104	98	6	3	49
6	145	121	24	4	20,16666667
1	148	144	4	4	144
3	257	248	9	3	82,66666667
5	202	187	15	3	37,4
6	195	171	24	4	28,5
6	284	260	24	4	43,33333333
5	266	246	20	4	49,2
2	118	110	8	4	55
2	330	322	8	4	161
6	93	69	24	4	11,5
2	33	25	8	4	12,5
1	24	20	4	4	20
1	28	24	4	4	24
2	26	18	8	4	9
2	46	40	6	3	20
2	80	72	8	4	36
2	35	29	6	3	14,5
5	65	45	20	4	9
1	20	17	3	3	17
1	23	19	4	4	19
10	55	48	7	0,7	4,8
10	87	47	40	4	4,7
1	48	44	4	4	44
1	35	32	3	3	32
2	63	55	8	4	27,5
5	220	200	20	4	40
6	292	274	18	3	45,66666667
6	230	206	24	4	34,33333333
4	99	87	12	3	21,75
6	125	107	18	3	17,83333333
4	159	147	12	3	36,75
3	81	72	9	3	24
6	157	133	24	4	22,16666667
4	200	188	12	3	47
4	152	140	12	3	35
1	63	60	3	3	60
5	49	42	7	1,4	8,4
1	47	44	3	3	44
4	68	56	12	3	14
3	91	82	9	3	27,33333333
2	110	102	8	4	51
1	62	59	3	3	59
6	158	134	24	4	22,33333333
2	62	56	6	3	28
4	80	64	16	4	16
3	89	77	12	4	25,66666667
5	78	63	15	3	12,6
6	110	86	24	4	14,33333333

Na Tabela 11 é possível ver os registos de tempo de arrumação com o acréscimo do tempo que o operador demora a encher o carrinho, que leva em média 31 peças. O tempo médio de encher o carrinho é 76,5 segundos.

Tabela 11-Tempos de armazenagem depois da implementação do sistema de código de barras

Processo depois da implementação					
Nº Peças Armazenadas	Tempo de intra deslocações (s)	Tempo de armazenagem (s)	Tempo preparação do carrinho (s)	Média tempo de armazenagem p/peça	Média tempo de Deslocação p/peça
33	856	211	90	6,393939394	25,93939394
31	966	189	63	6,096774194	31,16129032
33	176	218	97	6,606060606	5,333333333
31	821	220	60	7,096774194	26,48387097
31	477	218	45	7,032258065	15,38709677
29	361	180	104	6,206896552	12,44827586

Nesse registo é possível perceber que os tempos de tarefa de armazenagem de um material passaram de, em média, 3,47 segundos, para 6,57 segundos, o que resultou num aumento de duração de aproximadamente 47% (Tabela 12), no entanto o tempo de deslocação por peça passou de 34 segundos para 19,4 segundos, o que representa uma diminuição de tempo de aproximadamente 43% (Tabela 13).

Tabela 12-Tempo médio de armazenagem antes e depois da implementação dos códigos de barras

Tempo médio de armazenagem(antes)	3,47254902
Tempo médio de armazenagem(depois)	6,572117167
% de aumento de tempo	47%

Tabela 13-Tempo médio de deslocação antes e depois da implementação dos códigos de barras

Tempo médio de deslocação(antes)	34,01094771
Tempo médio de deslocação(depois)	19,45887687
% de diminuição	43%

Visto que a deslocação é a tarefa mais significativa em termos de duração, de todo o processo, foram contabilizados os tempos totais da tarefa, antes e depois da implementação dos códigos de barras e foi atingida uma redução de 8% no tempo total da tarefa

6.3 Melhoria nos processos do armazém

A implementação do sistema de indústria 4.0 de leitura de códigos de barras no armazém da Carclasse, em Braga, resultou em melhorias significativas nos vários processos do armazém. A introdução de leitores de códigos de barras e dispositivos PDA aprimorou a precisão, rastreabilidade e eficiência das operações de movimentação e arrumação no armazém. Erros humanos foram reduzidos, e a rastreabilidade das peças foi aprimorada, com alertas imediatos em caso de problemas. Além disso, houve uma redução de 16% no tempo total da tarefa de conferência e de 8% no tempo total de armazenagem de uma peça. Paralelamente, o *dashboard* de Gestão de WIP, um novo módulo no Autoline, oferece uma visão em tempo real das operações no armazém, proporcionando visibilidade imediata, controlando tempos e tarefas, e detetando erros de *stock*.

Essas melhorias contribuíram para uma gestão eficiente do fluxo de trabalho e para a otimização das operações, melhorando a produtividade no ambiente do armazém. Essas mudanças, combinadas, fortaleceram substancialmente o valor do projeto, tornando o armazém da Carclasse mais eficiente e preparado para enfrentar os desafios futuros.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho e teve como objetivo aprimorar o desempenho do armazém da Carclasse em Braga através da aplicação de metodologias organizacionais. A dissertação começou com uma revisão da literatura, seguida de uma análise crítica da situação atual da empresa, focando-se nos processos de armazém, a fim de compreender completamente o seu contexto e funcionamento.

Várias ineficiências foram identificadas, incluindo falta de uniformização e deterioração de etiquetas, excesso de material obsoleto, erros de *stock* e também ineficiência nos processos de armazém.

No entanto, é de salientar que, devido ao curto período disponível durante o estágio, não foi possível efetuar análises aos dados para permitir definir propostas de melhoria que abrangessem o problema do excesso de material obsoleto. No entanto, a Carclasse já está a desenvolver processos para mitigar esse problema através da venda de peças obsoletas para a Mercedes ou a pequenas empresas revendedoras de peças, como explicado no subcapítulo 4.3.2. Para resolver os restantes problemas, foi implementado um sistema de indústria 4.0 com leitores de códigos de barras e PDA.

Os resultados da implementação indicam melhorias no desempenho do armazém. A padronização das etiquetas e a leitura de códigos de barras reduziram erros na conferência e armazenagem de peças, melhorando a eficiência. Apesar de desafios na análise de erros de *stock*, a automação dos códigos de barras reduziu os erros humanos e melhorou a rastreabilidade. O tempo gasto na tarefa de conferência de peças foi reduzido em 16%, e o tempo total da tarefa de arrumação também foi reduzido em 8%, apesar do tempo de tarefa ter aumentado, isto foi possível devido à otimização das rotas e à implementação de um carrinho que permite transportar várias peças.

Além disso, a introdução de um *dashboard* facilitou a gestão operacional através de uma melhor e mais fácil gestão visual.

Os resultados deste projeto de dissertação demonstraram diversos desafios notáveis relacionados à quantificação e análise dos erros no processo de conferência e armazenagem da Carclasse. Essas dificuldades decorrem de várias razões fundamentais.

Em primeiro lugar, a ausência de rastreamento ou documentação prévia no processo de armazém dificultou significativamente a quantificação dos erros. A falta de um sistema de registo eficaz tornou complexo estabelecer uma base de dados sólida para comparação.

Além disso, a persistência de erros que existiam anteriormente ao projeto introduziu uma camada adicional de desafio. Isto ocorreu porque os erros de *stock* de peças pré-existentes ainda estavam presentes no *stock* informático, tornando-os potencialmente menos fiáveis. A impossibilidade de distinguir entre erros anteriores e novos erros gerados após a implementação do projeto dificultou a avaliação precisa dos resultados.

Por fim, a natureza intrínseca dos erros de *stock*, que só se tornam evidentes durante o processo de *picking* quando as quantidades físicas não coincidem com as quantidades registadas no *stock* informático, gerou incerteza quanto à origem desses erros. Determinar se os erros se originaram durante o processo de conferência ou de armazenagem provou ser uma tarefa desafiadora.

Esses desafios inerentes na análise de erros no contexto do armazém da Carclasse sublinham a complexidade de avaliar o impacto das melhorias implementadas. No entanto, embora existam desafios e oportunidades contínuas de melhoria, os resultados indicam que a implementação do sistema de códigos de barras e PDA é eficaz para melhorar a precisão, rastreabilidade e a eficiência das operações de armazém. Reduziu erros humanos, reduziu tempos de tarefa, aprimorou a rastreabilidade e permitiu alertas imediatos de erros. O projeto reforça o valor da aposta da Carclasse na indústria 4.0 e o potencial de melhorias contínuas nos processos de armazém e na CA da empresa.

7.1 Trabalho Futuro

A proposta para trabalhos futuros está centrada na realização das melhorias essenciais para a otimização contínua do armazém. Especificamente, destaca-se a implementação de medidas de aprimoramento que não puderam ser executadas devido a restrições de tempo e acesso limitado aos dados.

Material Obsoleto:

Para otimizar o armazém no futuro, duas estratégias são propostas. A primeira consiste na identificação de materiais recicláveis, como metais ou plásticos, presentes nas peças obsoletas, com a intenção de colaborar com empresas de reciclagem para garantir uma reciclagem responsável desses materiais. Em seguida, propõe-se a oferta de lotes de peças obsoletas a oficinas de reparação de automóveis ou garagens que possam necessitar de peças sobressalentes a preços reduzidos, procurando maximizar o uso e a utilidade desses itens. Para além disso é importante reforçar ainda mais a venda de peças a revendedores de peças de automóveis usadas.

Erros de *stock*:

Na identificação dos erros de stock, apesar da presença de sistemas de alerta, podem surgir situações em que a origem dos erros não é clara. Exemplos incluem problemas associados à etiquetagem e falhas na integração de dados entre sistemas. As medidas preventivas abrangem áreas como treino, análise detalhada dos erros, realização de um inventário completo no armazém e a implementação das melhorias recomendadas no relatório presente no Apêndice 3. Este processo de prevenção de erros de *stock* é contínuo, exigindo uma abordagem ampla e integrada que envolva pessoas, procedimentos e tecnologia para mitigar e solucionar tais questões.

Lembrando que a prevenção de erros de *stock* é um processo contínuo e exige uma abordagem multifacetada que envolve pessoas, processos e tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartholdi, J. J., Hackman, S. T., & Engineering, G. I. of Technology. S. of I. and S. (2008). *Warehouse and Distribution Science*. Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology.
<https://books.google.pt/books?id=aNFFnQAACAAJ>
- Beltrami, M., Orzes, G., Sarkis, J., & Sartor, M. (2021). Industry 4.0 and sustainability: Towards conceptualization and theory. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127733.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127733>
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528.
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 34, Issue 7, pp. 876–940). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2002). *Supply Chain Logistics Management*. McGraw-Hill. <https://books.google.pt/books?id=RmlaAAAAYAAJ>
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Information and Communication Engineering*, 8(1), 37–44.
- Carvalho, J. C. , et al., (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Silabo, Ed.; 2ª).
- Chatchawanchanchanakij, P., Jermisittiparsert, K., Chankoson, T., & Waiyawuththanapoom, P. (2023a). The role of industry 4.0 in sustainable supply chain: Evidence from the textile industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 1–10.
<https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.12.006>
- Chatchawanchanchanakij, P., Jermisittiparsert, K., Chankoson, T., & Waiyawuththanapoom, P. (2023b). The role of industry 4.0 in sustainable supply chain: Evidence from the textile industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 1–10.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply chain management: strategy, planning, and operation*. Pearson.

- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson Education.
<https://books.google.pt/books?id=vWNxjgEACAAJ>
- Christopher, M., & Holweg, M. (2011). "Supply Chain 2.0": Managing supply chains in the era of turbulence. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 41(1), 63–82. <https://doi.org/10.1108/09600031111101439>
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Courtois, A., Martin-Bonnefois, C., Pillet, M., & Costa, H. (n.d.). *Gestão da produção*. LIDEL.
https://books.google.pt/books?id=RnC_PwAACAAJ
- CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. (2023, June).
https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate
- Dörnhöfer, M., Schröder, F., & Günthner, W. A. (2016). Logistics performance measurement system for the automotive industry. *Logistics Research*, 9(1). <https://doi.org/10.1007/s12159-016-0138-7>
- Frazelle, E. H. (2001). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw Hill LLC.
https://books.google.pt/books?id=mK_Pf9DkOX0C
- Galbraith, J. R. (1977). *Organization Design*. Addison-Wesley Publishing Company.
<https://books.google.pt/books?id=qCNHAAAAAAAJ>
- Ganesan, V., Maragatham, G., & Lavanya, U. S. (2016). A study of IoT in SCM and its nodes in multimodal business process. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(21).
- Grabowska, S., & Saniuk, S. (2022). Business Models in the Industry 4.0 Environment—Results of Web of Science Bibliometric Analysis. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010019>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Guazzi, M., Adams, V., Conraads, V., Halle, M., Mezzani, A., Vanhees, L., Arena, R., Fletcher, G. F., Forman, D. E., Kitzman, D. W., Lavie, C. J., & Myers, J. (2012). Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation*, 126(18), 2261–2274. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31826fb946>

- Gupta, S., Sharma, M., & Sunder M, V. (2016). Lean services: a systematic review. In *International Journal of Productivity and Performance Management* (Vol. 65, Issue 8, pp. 1025–1056). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2015-0032>
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 24, Issue 10, pp. 994–1011). <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 17, Issue 1, pp. 46–64). <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Holweg, M. (2015). *Successful Build-to-Order Strategies: Start with the Customer Build to Order View project Knowledge-Based View (KBV) and Problem Solving Search View project*. <https://www.researchgate.net/publication/247667547>
- Jebble, S., Dubey, R., Childe, S. J., Papadopoulos, T., Roubaud, D., & Prakash, A. (2018). Impact of big data and predictive analytics capability on supply chain sustainability. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 513–538. <https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2017-0134>
- Kagermann, H., Helbig, J., Wahlster, W., & Hellinger, A. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry ; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion. <https://books.google.pt/books?id=AsfOoAEACAAJ>
- Karim, N. H., Abdul Rahman, N. S. F., Md Hanafiah, R., Abdul Hamid, S., Ismail, A., Abd Kader, A. S., & Muda, M. S. (2021). Revising the warehouse productivity measurement indicators: ratio-based benchmark. *Maritime Business Review*, 6(1), 49–71. <https://doi.org/10.1108/MABR-03-2020-0018>
- Kerin, M., & Pham, D. T. (2019). A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117805. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117805>
- Kłodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., & Wasiak, M. (2017). The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering*, 187, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>

- Larson, P. D., & Halldorsson, A. (2004). Logistics versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 7(1), 17–31. <https://doi.org/10.1080/13675560310001619240>
- Leite, H. dos R., & Vieira, G. E. (2015). Lean philosophy and its applications in the service industry: A review of the current knowledge. *Producao*, 25(3), 529–541. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.079012>
- Li, Z., Guo, H., Barenji, A. V., Wang, W. M., Guan, Y., & Huang, G. Q. (2020). A sustainable production capability evaluation mechanism based on blockchain, LSTM, analytic hierarchy process for supply chain network. *International Journal of Production Research*, 58(24), 7399–7419. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1740342>
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Mcgraw-hill. https://books.google.pt/books?id=9v_sxqERqvMC
- Livesey, F. (2012). The Need for a New Understanding of Manufacturing and Industrial Policy in Leading Economies. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7, 193–202. https://doi.org/10.1162/INOV_a_00146
- Meyr, H. (2004). Supply chain planning in the German automotive industry. *OR Spectrum*, 26(4), 447–470. <https://doi.org/10.1007/s00291-004-0168-4>
- Mishra, N., Kumar, V., Kumar, N., Kumar, M., & Tiwari, M. K. (2011). Addressing lot sizing and warehousing scheduling problem in manufacturing environment. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11751–11762. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.062>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=DhZ4cWCI6MIC>
- Mosconi, F. (2015). *The New European Industrial Policy: Global Competitiveness and the Manufacturing Renaissance*. Routledge. <https://books.google.pt/books?id=9-N6ngEACAAJ>
- Park Y H, (1989). Modelling of three-dimensional warehouse systems. *International Journal of Production Research (Int J Prod Res)*, 27(6), 985–1003.
- Petersen, K., Gencel, C., Asghari, N., Baca, D., & Betz, S. (2014). Action research as a model for industry-academia collaboration in the software engineering context. *WISE 2014 - Proceedings of the 2014 ACM International Workshop on Long-Term Industrial Collaboration on Software Engineering, Co-Located with ASE 2014*, 55–62. <https://doi.org/10.1145/2647648.2647656>

- Rane, S., & Narvel, Y. (2021). Re-designing the business organization using disruptive innovations based on blockchain-IoT integrated architecture for improving agility in future Industry 4.0. *Benchmarking: An International Journal*, 28, 1883–1908. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0445>
- Richards, G. (2018). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. Kogan Page. <https://books.google.pt/books?id=ysL1nAAACAAJ>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Kogan Page. <https://books.google.pt/books?id=39RZAgAAQBAJ>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- Suryawanshi, P., & Dutta, P. (2022). Optimization models for supply chains under risk, uncertainty, and resilience: A state-of-the-art review and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102553>
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The Warehouse Management Handbook*. Tompkins Press. <https://books.google.pt/books?id=oHkA15BCY9MC>
- Tserng, H., Dzensg, R.-J., Lin, Y.-C., & Lin, S.-T. (2005). Mobile Construction Supply Chain Management Using PDA and Bar Codes. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 20, 242–264. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8667.2005.00391>
- Wankhede, V. A., & Vinodh, S. (2021). Analysis of Industry 4.0 challenges using best worst method: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, 159, 107487. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107487>
- White, R. E., Pearson, J. N., & Wilson, J. R. (1999). JIT Manufacturing: A Survey of Implementations in Small and Large U.S. Manufacturers. *Management Science*, 45(1), 1–15. <http://www.jstor.org/stable/2634918>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

- Yan, J., Meng, Y., Lu, L., & Li, L. (2017). Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes, and Applications for Predictive Maintenance. *IEEE Access*, 5, 23484–23491. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2765544>
- Yang, M. G. (Mark), Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251–261. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>
- Yoon, C. S., & Sharp, G. P. (1996). A structured procedure for analysis and design of order pick systems. *lie Transactions*, 28, 379–389.

APÊNDICE 1 – DASHBOARD GESTÃO DE WIP

Gestão de encomendas (SO/01) (mnunes/2212)

Sair Pesquisar WIPs Pesquisa rápida F3 Novo Gerar recolhas Gerir pendentes Reimprimir Anexar linhas de encomendas Pendentes Relatórios Administração Legenda Impressora

WIP	Tipo	Conta	Referência	Citado	Entrada em	Dept	Citado	Linhas
38217	S	C101304		17/08/2023	23/08/2023	M	1905	0
38186	S	C030970	OF/2304229	17/08/2023	17/08/2023	P	1002	1
38216	S	K000003	ICT.11/1005/49970	17/08/2023	/ /	P		1
38206	S	d000001		17/08/2023	17/08/2023	L	1924	1
38207	S	K000005	ICT.13/2006/54746	17/08/2023	/ /	P		1
38204	S	C102277		17/08/2023	17/08/2023	N	1924	0
38205	S	K000006	ICT.14/0773/25168	17/08/2023	17/08/2023	P		2
38199	S	d000001		17/08/2023	23/08/2023	M	0204	0
38198	S	D044038		17/08/2023	19/09/2023	M	1575	1
38195	S	K000004	ICT.12/1921/63085	17/08/2023	/ /	P		2
38195	S	D117009		17/08/2023	22/08/2023	M	2000	0
38190	S	d000002		17/08/2023	23/08/2023	M	0202	0
38188	S	D102927		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	1
38186	S	D097008		17/08/2023	22/08/2023	M	1905	0
38184	S	C041031		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	1
38182	S	D130577	N811	17/08/2023	17/08/2023	P	1918	2
38180	S	d000006		17/08/2023	17/08/2023	V	7900	2
38178	S	d000006		17/08/2023	17/08/2023	C	1905	0
38176	S	I110001		17/08/2023	17/08/2023	M	1905	0
38173	S	C049936	WDF63970313004218	17/08/2023	17/08/2023	V	1018	1
38171	S	d000001		17/08/2023	17/08/2023	M	1917	0
38170	S	d000001		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	2
38167	S	D049171		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	4
38166	S	D129702		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	3
38165	S	d000001		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	1
38162	S	D041889		17/08/2023	17/08/2023	V	1018	2
38161	S	d000001		17/08/2023	17/08/2023	M	2000	13
38160	S	D037147		17/08/2023	17/08/2023	V	1018	1
38159	S	D036922		17/08/2023	17/08/2023	L	1924	0
38154	S	C047159		17/08/2023	22/08/2023	M	1903	0
38148	S	C047159		17/08/2023	17/08/2023	P	1002	3
38145	S	D088068		17/08/2023	17/08/2023	C	1905	0
38144	S	D038631		17/08/2023	17/08/2023	L	1924	2
38142	S	C103213		17/08/2023	17/08/2023	P	1003	2

Terminal 2212 mnunes Impressora actual seleccionada: Main spooler

Detalhes Cabeçalho | Detalhes Cliente | Entrega | Histórico | Veículo | Notas | Operadores

WIP número: Dept: Data de criação: / /

Número conta:

Nº Encomenda do cliente: Peças devolvidas: ☐

Categ. desconto:

Limite de crédito: 0.00

TIE's pendentes

Linhas resumo

Status	T	Linhas	Valor
Aguardando fatura (requisitado)			0.00
Facturada			0.00
Guardar			0.00
Total			0.00

Linha	T	Produto	Descrição	Qtd	Dto %	Valor	Status
-------	---	---------	-----------	-----	-------	-------	--------

Detalhes da Recolha

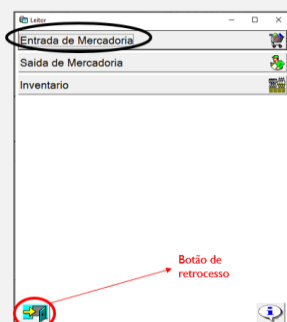
Recolha nº	WIP	Ref.	Linhas	Pecas	Valor	Status
------------	-----	------	--------	-------	-------	--------

ADVANCED PARTS

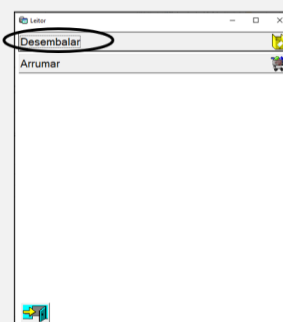
Manual de Utilização

RECEÇÃO DE MERCADORIA

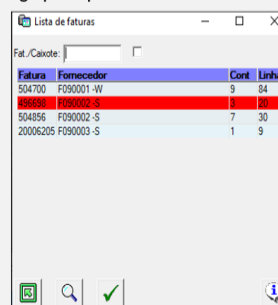
1. No menu inicial selecionar a opção “Entrada de Mercadoria”



2. De seguida, selecionar a opção “Desembalar”.



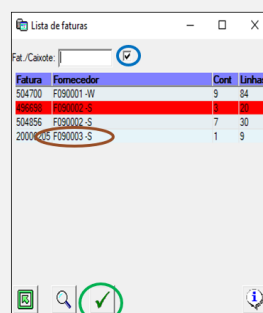
3. No menu “Desembalar”, estarão disponíveis as guias rececionadas, agrupadas por fornecedor.



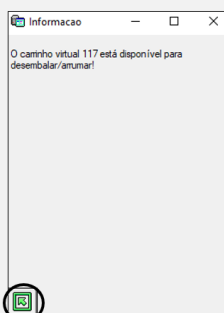
RECEÇÃO DE MERCADORIA

4. É necessário desembalar as guias de modo a “libertar” o material para conferência.

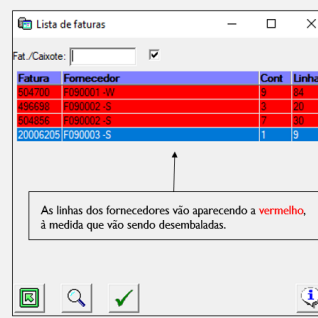
Para isso, seleciona-se o **quadrado**, seleciona-se o **fornecedor** e **valida-se**.



5. Após o “desembalar”, é aberto um carrinho virtual no módulo “Arrumar” para efetuar a conferência.

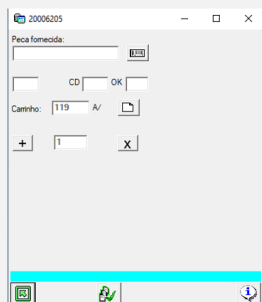


6. Repete-se o processo de “desembalar”, para os restantes fornecedores.



RECEÇÃO DE MERCADORIA

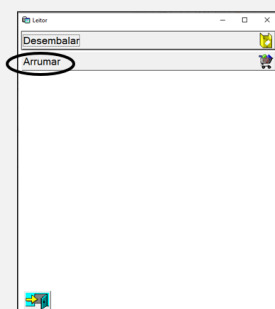
7. *Caso as peças rececionadas de um fornecedor sejam TODAS para stock, após o **Desembalar**, surgirá o painel para efetuar a conferência.



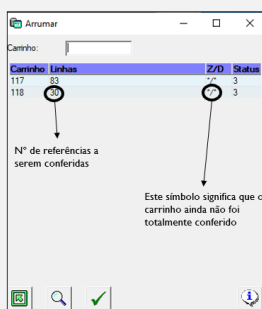
* Quando, no momento do “Desembalar”, este painel não aparecer, significa que dentro do fornecedor, existem peças para *cross-docking*.

CONFERÊNCIA DE MATERIAL

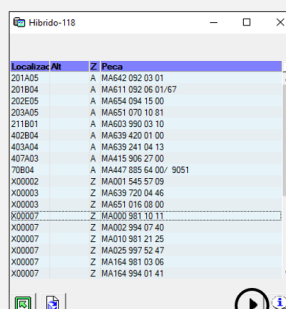
1. Para iniciar a conferência, seleciona-se a opção “Arrumar”.



2. De seguida, seleciona-se o carrinho virtual a ser conferido e apenas podem ser conferidas peças desse carrinho virtual.



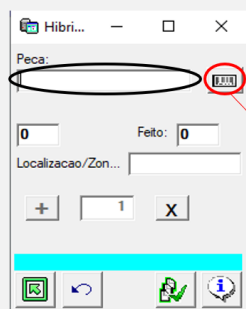
3. Aqui aparecem as peças a serem conferidas, para proceder clica-se no botão abaixo.



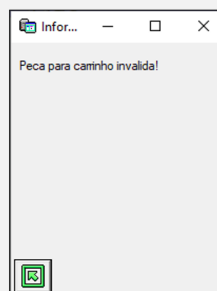
CONFERÊNCIA DE MATERIAL

4. Scaneia-se a peça a ser conferida.

* Caso seja scaneada, uma referência que não esteja associada ao carrinho virtual a conferir, o sistema emite um aviso.



Caso a peça não possua um código de barras (de fábrica) legível, coloca-se a referência manualmente e imprime-se uma etiqueta, clicando nesta opção.



CONFERÊNCIA DE MATERIAL

5. Scanea-se a peça a ser conferida.

Quantidade de peças a conferir.

Quantidade de peças já conferidas.

Esta peça, em específico, é para stock (Zona A + localização), no entanto os outros possíveis cenários são:

- Dept. P → Cross-docking **balcão**
- Dept. V → Cross-docking **balcão**
- Dept. M → Cross-docking **mecânica**
- Dept. N → Cross-docking **pesados**
- Dept. L → Cross-docking **ligeiros comerciais**
- Dept. C → Cross-docking **chaparia**

6. Insere-se a quantidade rececionada, clicando no **+** e digitando a **quantidade** de peças.

CONFERÊNCIA DE MATERIAL

7. Após a confirmação da referência e quantidade, scanea-se o código de barras de confirmação "[{-}]".

Repete-se este processo para todas as referências a serem conferidas.

Este "término" serve apenas para confirmar o ato de conferência da referência em questão.

***NOTA:** No final do processo de conferência, os carrinhos virtuais para conferência desaparecem e são abertos novos carrinhos virtuais para os processos de "Arrumação" e "Cross-docking".

Carrinho	Linhas	Z/D	Status
107	53	A/	3
108	20	Z/C	3
111	6	Z/M	3
112	2	Z/L	3
113	3	Z/V	3
114	14	X/	3

CROSS-DOCKING

1. Para efetuar o cross-docking, seleciona-se a opção "Arrumar".

2. De seguida, seleciona-se o carrinho virtual para o qual se quer efetuar o cross-docking.

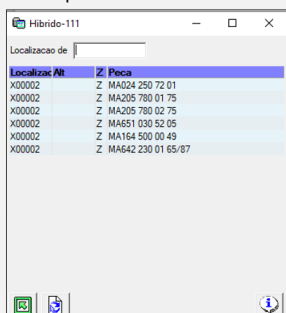
Carrinho	Linhas	Z/D	Status
107	53	A/	3
108	20	Z/C	3
111	6	Z/M	3
112	2	Z/L	3
113	3	Z/V	3
114	14	X/	3

Legenda:

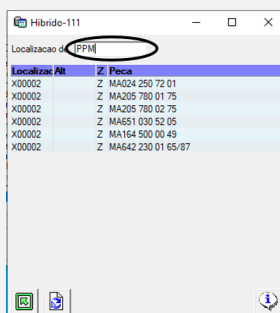
Z/M	→	Cross-Docking p/ Mecânica.
Z/C	→	Cross-Docking p/ Chaparia
Z/N + Z/P	→	Cross-Docking p/ Balcão.
Z/L	→	Cross-Docking p/ Ligeiros comerciais.
Z/N	→	Cross-Docking p/ Pesados.
A/	→	Material p/ Arrumar.

CROSS-DOCKING

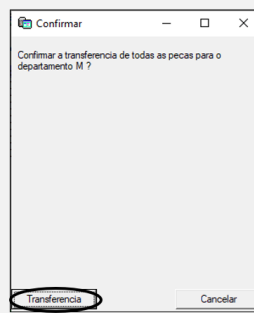
3. Selecionando, **por exemplo**, o carrinho virtual de **cross-docking** da mecânica, aparecem as peças para esse departamento.



4. Scanea-se a localização de **pré-picking** associada ao departamento a efetuar **cross-docking**, neste caso "PPM".

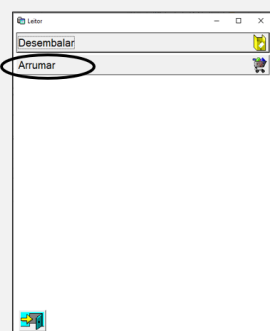


5. Para confirmar o **cross-docking**, seleciona-se a opção "**transferência**" e todas as peças do carrinho virtual ficarão automaticamente disponíveis para movimentações.

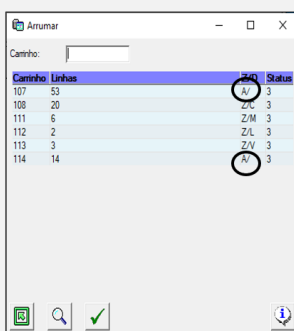


ARRUMAÇÃO

1. Para iniciar a conferência, seleciona-se a opção "**Arrumar**".

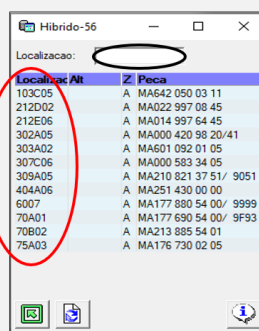


2. De seguida, seleciona-se o carrinho virtual a ser arrumado.



3. Scanea-se a localização pretendida.

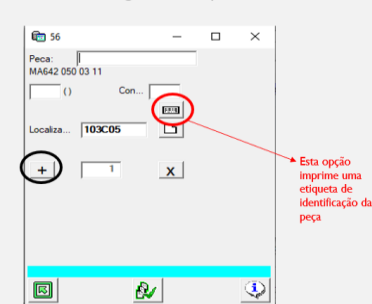
*Caso se scaneie uma localização que não conste na **lista**, o sistema não avança



ARRUMAÇÃO

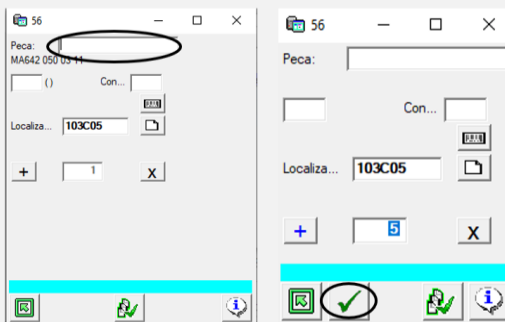
*Nota: Introduzir **sempre** a quantidade antes de picar a peça.

4. *Caso a quantidade a localizar seja **superior a 1**, selecionar o "+" e digitar a quantidade a localizar. A localização de múltiplas unidades também pode ser efetuada através do scan consecutivo da referência. Caso contrário ignorar este passo.



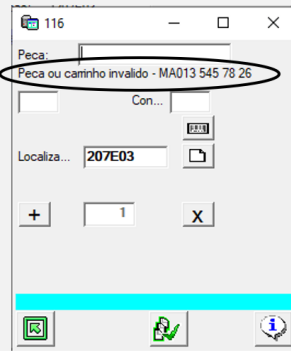
5. Scanea-se a peça associada a essa localização.

*Se a quantidade foi alterada, é necessário validar o movimento depois de picar a peça, no botão assinalado. Caso contrário a validação é automática.



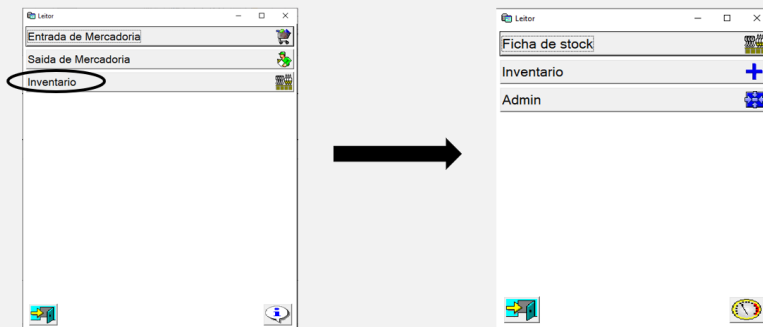
ARRUMAÇÃO

- * Caso se scaneie a referência errada, o sistema emite um aviso de erro e não permite o avanço da tarefa.



OUTRAS FUNCIONALIDADES

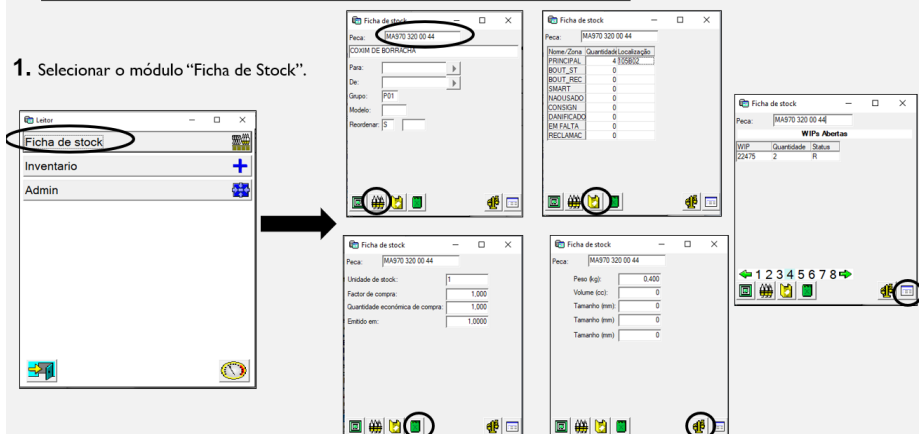
1. Selecionar o módulo "Inventário".



FICHA DE STOCK

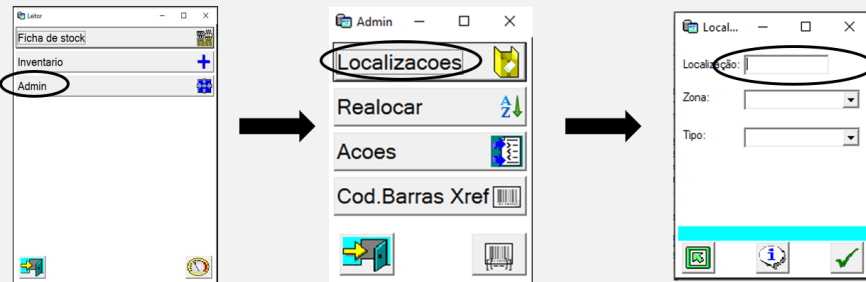
2. Ficam à disposição, para consulta, diversas informações relacionadas com a referência scaneada.

1. Selecionar o módulo "Ficha de Stock".



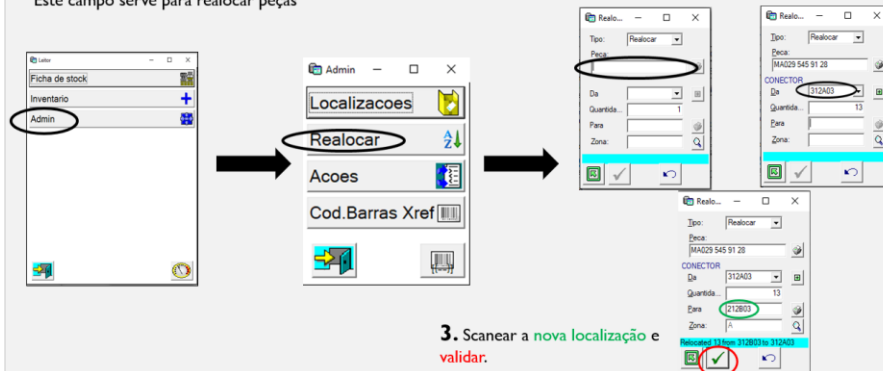
CRIAR LOCALIZAÇÕES

1. Selecionar o módulo "ADMIN".
2. Selecionar a opção "Localizações".
3. Digitar a nova localização pretendida.



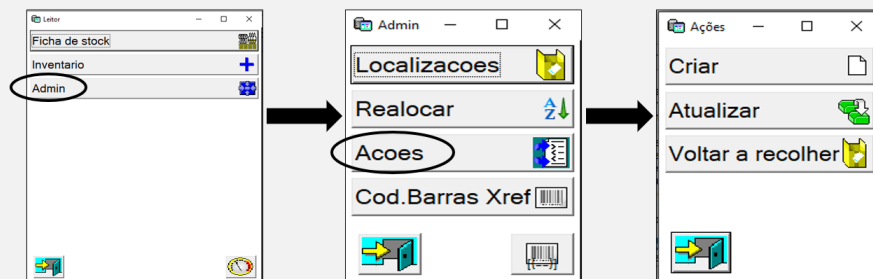
REALOCAR PEÇAS

1. Selecionar o módulo "ADMIN".
Este campo serve para realocar peças
2. Scanear a peça e automaticamente aparece a localização atual da peça



AÇÕES

1. Selecionar o módulo "ADMIN".

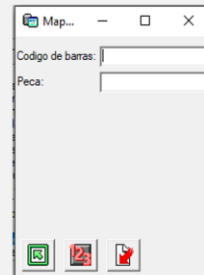


ASSOCIAR CÓDIGOS DE BARRAS

1. Selecionar o módulo "ADMIN".
2. Selecionar a opção "Cod.Barras Xref".



3. Associa-se códigos de barras a peças, scaneando o código de barras e digitando a referência da peça

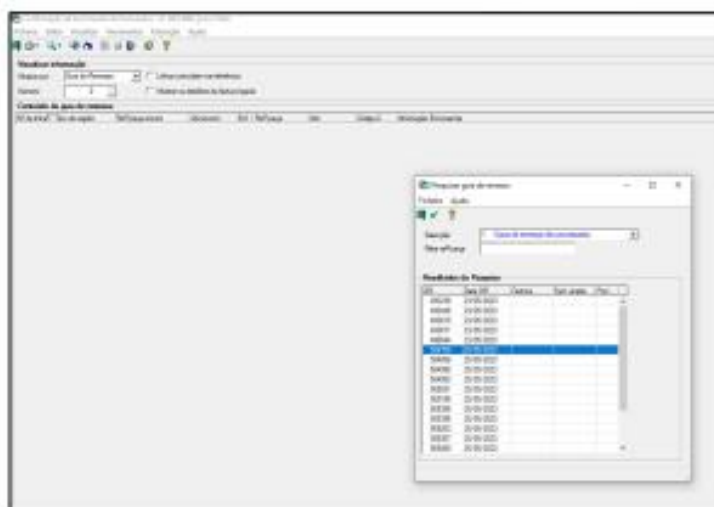


RELATÓRIO DE PROBLEMAS-ADVANCED PARTS

Preparação da informação para o PDA

1.Necessidade de abrir as guias uma a uma para ter de as vincular e corrigir erros.

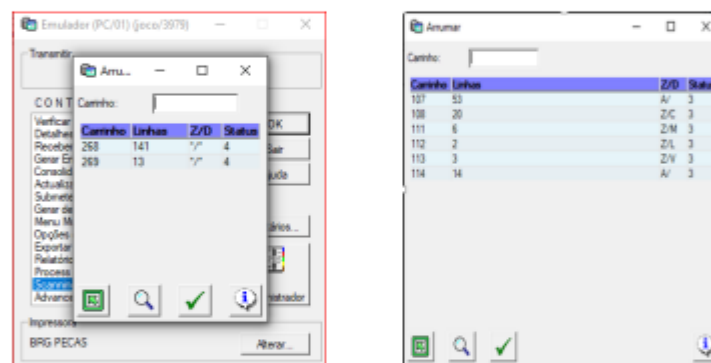
Após descarregar as guias de remessa do servidor surge uma lista de todas elas em que temos de as abrir uma a uma, verificar se existem erros e vincula-las, o que atrasa muito todo o processo.



Conferência

1. Separação da mercadoria recebida por fornecedores e carrinhos mal identificados.

A mercadoria provém de vários fornecedores, mas é recebida toda junta, no novo processo de conferência do *advanced parts*, a conferência tem de ser separada por fornecedores, ou seja para conferir tem de se entrar num carrinho virtual só desse fornecedor e apenas são aceites peças desse fornecedor. Isto leva a que tenha de ser feita uma separação prévia do material, o que torna o processo mais demorado.



Para além disso, faz com que haja muitos carrinhos virtuais criados porque para cada fornecedor são criados carrinhos por departamento (mecânica, pesados, balcão, chaparia e comerciais) o que gera muitas separações e, por conseguinte, muita confusão e perdas de tempo para algo que não é necessário porque o material vai todo para o mesmo sítio seja de que fornecedor for. Estes carrinhos virtuais, tanto no início da conferência (print da esquerda), como no início da arrumação, (print da direita) estão mal identificados porque não apresentam de que fornecedor é.

Objetivo

Deixar de haver distinção entre fornecedores, ou seja o material que chega, seja de que fornecedor for é todo conferido ao mesmo tempo e apenas existe a separação deste por fornecedores

2.Picagem do término sem qualquer distinção

Durante a conferência o material é separado por departamento, ou seja, chega um filtro que já foi pedido para uma WIP para o departamento da mecânica (dep-M), coloca-se o filtro na caixa ou zona que é destinada para ir para a zona da mecânica. Antes de a colocar nessa caixa é picada a referência da peça e depois um término, este não tem nenhuma função porque é indiferenciado, ou seja, é igual para qualquer que seja a caixa ou zona para que esse material vá o que torna este passo desnecessário e não acrescenta valor ao processo.



Objetivo

Eliminar o processo.

3. Conferência de um fornecedor que seja só de stock é feita no desembalar.

Antes da conferência do material no “arrumar”, é feito um processo de desembalar, que é basicamente desembalar as guias de modo a “libertar” o material para conferência. Depois disto é feita a conferência do material noutro módulo, no “arrumar”. Quando a guia apenas contém material de stock, a conferência é feita no módulo desembalar, o que faz com que o processo não seja uniformizado e como consequência, torna-se mais complexo.

Objetivo

A conferência dessas guias e de todas ser feita no “arrumar”.

4. Impossibilidade de começar a arrumar material antes de acabar a conferência.

O material só dá entrada quando é arrumado, e só é arrumado quando a conferência está completamente concluída o que faz com que o material só fique a marcar muito tarde, se esse mesmo material for preciso fica “preso” no armazém e isto gera perdas de tempo muito críticas.

Objetivo

A peça ficar imediatamente disponível para movimentação após ser conferida.

5. Bloqueio do departamento na conferência

Em alguns casos na picagem do término, na conferência do material, o sistema fica bloqueado e não dá para fazer a conferência.

ANEXO 1 – JAULA DAS TIES DE GUIMARÃES



ANEXO 2– LETRAS ASSOCIADAS A CADA DEPARTAMENTO

Departamento	Letra associada
Mecânica Ligeiros	M
Pesados	N
Balcão	V
Chaparia	C
Comerciais	L