

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

João Miguel Sousa Cardoso

**Melhoria de processos aplicando
princípios *Lean Thinking* numa empresa
de componentes eletrónicos para a
indústria automóvel**

Agosto de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

João Miguel Sousa Cardoso

**Melhoria de processos aplicando
princípios Lean Thinking numa empresa
de componentes eletrónicos para a
indústria automóvel**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de
Operações – Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Agosto 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

A conclusão deste projeto de dissertação traduz-se no culminar de mais uma etapa.

Ao longo deste projeto tive oportunidade de trabalhar com um vasto grupo de pessoas que de alguma forma mais ou menos direta contribuíram para que este trabalho se tornasse possível e tivesse sucesso.

Pelo motivo supramencionado gostaria de expressar a minha imensa gratidão e demonstrar o meu apresso por todas estas pessoas envolvidas direta e indiretamente.

Contudo gostaria de agradecer de uma forma especial à Professora Doutora Anabela Alves por toda a disponibilidade, apoio e sobretudo uma grande vontade de me direcionar para o caminho certo, ao longo de todo este projeto. Queria também agradecer a partilha de conhecimentos que se reflete no presente trabalho.

Queria também agradecer à AptivPort Services S.A. por me ter concebido a oportunidade e as condições necessárias para realizar com sucesso este trabalho de dissertação.

Queria também agradecer a todos os colegas da AptivPort Services S.A. desde as chefias aos operadores pelos momentos de partilha de informação e conhecimento relevante, pois sem eles o sucesso também não seria alcançado.

Por fim queria agradecer à minha família e amigos por todo o apoio demonstrado desde o início do projeto.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

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.

Melhoria de processos aplicando princípios *Lean Thinking* numa empresa de componentes eletrónicos para a indústria automóvel

RESUMO

O presente projeto de dissertação realizado em contexto de chão de fábrica na *AptivPort Services S.A.* em Braga, apresenta a aplicação de princípios e ferramentas da filosofia *Lean*, assim como a sua implementação nas áreas da fábrica em estudo.

Numa primeira fase foi realizado um intensivo trabalho de pesquisa para elaboração de uma revisão de literatura. Esta revisão expõe as perspetivas dos autores visados relativamente à produção *Lean*, aos pilares nos quais assenta esta filosofia visando ainda os vários tipos de desperdícios existentes. São também abordadas as ferramentas *Lean* cruciais para o alcance do sucesso neste projeto de dissertação: metodologia 5S, gestão visual e *standard work*.

Após o término da revisão de literatura, foi elaborada uma breve apresentação da *AptivPort Services S.A.* e mais concretamente a unidade fabril situada na cidade de Braga.

Foi de seguida feita uma descrição macro do fluxo produtivo e uma descrição mais detalhada das zonas da fábrica em estudo, seguida de uma análise crítica onde foram identificadas oportunidades de melhoria.

Nesta secção também é descrito um estudo realizado nas áreas da receção, edifício 3 e expedição relativamente às medições dos tempos de ciclo das atividades realizadas em cada uma destas áreas. De seguida foram apresentadas as propostas de melhoria para as várias zonas da fábrica com vista a eliminar ou mitigar os problemas encontrados. Essas soluções passaram pela implementação da metodologia 5S, pela implementação de ferramentas de gestão visual e pela reformulação do *standard work*, para reduzir custos e para reduzir desperdícios como esperas, movimentações, sobreprocessamento e sobreprodução.

Assim foi possível mitigar desperdícios, tais como, reduzir refugo e os custos associados em 106435€, reduzir o tempo de paragem de linhas em 85% e reduzir a preparação de cargas no próprio dia em 51%.

PALAVRAS-CHAVE

5S, Lean Thinking, Logistics, Standard Work, Visual Management

Process improvement applying Lean Thinking principles in an electronic components company for the automotive industry

ABSTRACT

This dissertation project was carried out in the context of a shop floor at *AptivPort Services S.A.* in Braga, presents the application of principles and tools of the *Lean philosophy*, as well as its implementation in the areas of the factory under study.

In a first phase, an intensive research work was carried out to elaborate a literature review. This review exposes the perspectives of the targeted authors regarding *Lean* production, the pillars on which this philosophy is based, also aiming at the various types of existing waste. The *Lean tools* crucial to achieving success in this dissertation project are also addressed: 5'S methodology, visual management and *standard work*.

After the end of the literature review, a brief presentation of AptivPort Services S.A. and more specifically the manufacturing unit located in the city of Braga was prepared.

A macro description of the production flow and a more detailed description of the areas of the factory under study were then made, followed by a critical analysis where opportunities for improvement were identified.

In this section is also described a study carried out in the areas of reception, building 3 and expedition regarding the measurements of the cycle times of the activities carried out in each of these areas. Proposals for improvement were then presented for the various areas of the plant in order to eliminate or mitigate the problems encountered. These solutions went through the implementation of the 5'S methodology, the implementation of visual management tools and the reformulation of the *standard work*, to reduce costs and to reduce waste such as waiting, handling, overprocessing and overproduction.

Thus, it was possible to mitigate waste, such as reducing waste and associated costs by €106,432.61, reducing line downtime by 85% and reducing the preparation of loads on the same day by 51%.

KEYWORDS

5S, Lean Thinking, Logistics, Standard Work, Visual Management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	2
1.4 Organização da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1 Lean Production.....	6
2.1.1 Origem.....	6
2.1.2 Tipos de desperdício.....	7
2.1.3 Princípios Lean Thinking.....	10
2.1.4 Ferramentas Lean	11
2.2 Logística	18
2.3 Lean Logistics	20
2.4 Indústria 4.0 e 5.0	20
3. Apresentação da Empresa	24
3.1 Origem.....	24
3.2 Missão e Valores	25
3.3 Presença em Portugal	26
3.4 Aptiv em Braga	26
3.5 Produtos e Principais Clientes	27
4. Descrição e análise crítica da situação atual.....	29
4.1 Caraterização geral do fluxo de materiais e do layout das áreas produtivas.....	29

4.1.1	Entradas de materiais.....	29
4.1.2	Layout e fluxo produtivo geral.....	32
4.1.3	Receção	37
4.1.4	Edifício 3	41
4.1.5	Expedição.....	47
4.2	Análise crítica e identificação de problemas	52
4.2.1	Estudo de tempos de ciclo.....	52
4.2.2	Trocas de etiquetas frequentes no processo de Labelling.....	57
4.2.3	Dificuldades na gestão do processo de Repacking on demand.....	57
4.2.4	Standards incongruentes ou pouco eficazes	57
4.2.5	Inexistência ou debilidades nos 5S e gestão visual	58
4.2.6	Dificuldade em gerir o fluxo de embalagem entre a fábrica e o parceiro externo.....	58
4.2.7	Ausência de dispositivos de gestão visual relativos aos envios de cargas na zona da expedição.....	59
4.2.8	Síntese dos problemas identificados.....	59
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	61
5.1	Sistema One-Piece-Flow na zona de Labelling	61
5.2	Estruturação e implementação do supermercado 6	63
5.3	Reformulação do Standard de Gestão Visual das zonas produtivas	64
5.4	Aplicação de 5S e gestão visual	65
5.4.1	Identificação e estruturação de layout	65
5.4.2	Implementação ferramenta de gestão visual para gerir o fluxo de embalagem retornável	71
5.4.3	Gestão visual na expedição	72
6.	Análise e discussão de resultados	76
6.1	Redução do número de ocorrências e custos provocados pela má etiquetagem.....	76
6.2	Redução de esperas e paragens.....	77
6.3	Melhor organização e menos deslocações	78
6.4	Redução do tempo de preparação de cargas, esperas e menos espaço ocupado.....	81
6.5	Aumento da eficiência na embalagem	83
6.6	Síntese dos ganhos obtidos com as melhorias implementadas.....	83

7. Conclusões.....	85
7.1 Considerações finais	85
7.2 Trabalho futuro	86
Referências Bibliográficas	88
Apêndices	93
Apêndice 1 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona da recepção.....	94
Apêndice 2 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona do ED3	98
Apêndice 3 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona da expedição	99
Apêndice 4 – Quadro de gestão de embalagem do ED3	104
Apêndice 5 – Tabela magnética complementar do quadro do ED3	105
Anexos	106
Anexo 1 – Auditoria inicial realizada no ED3.....	107
Anexo 2 – Auditoria final realizada no ED3	108
Anexo 3 – Primeira auditoria realizada na Expedição	109
Anexo 4 – Segunda auditoria realizada na Expedição.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases da Action Research	3
Figura 2. Casa TPS.....	7
Figura 3. Classificações de desperdícios	9
Figura 4. Parts- Production Capacity Worktable	14
Figura 5. Standard Operation Combination Chart	15
Figura 6. Standard Operation Pointer Chart.....	15
Figura 7. Exemplo de um Andon	18
Figura 8. Princípios básicos da Aptiv	24
Figura 9. Spin-off do grupo Delphi	24
Figura 10. Países onde a Aptiv opera	25
Figura 11. Valores da Aptiv	25
Figura 12. Instalações da Aptiv em Portugal.....	26
Figura 13. Instalações da Aptiv em Braga	27
Figura 14. Principais clientes e Produtos.....	28
Figura 15. Etiqueta de MTS	31
Figura 16. Etiquetas das rampas dos supermercados	31
Figura 17. Receção de materiais e respetivos fluxos	31
Figura 18. Fluxo de SMT.....	33
Figura 19. Layout de zona de SMT e respetivas estações de trabalho	33
Figura 20. Máquina de ICT	34
Figura 21. Layout de zonas de CBA e FA e respetivas estações de trabalho	36
Figura 22. Fluxo de CBA e Montagem Final.....	36
Figura 23. Layout com as diferentes áreas da Receção	38
Figura 24. Etiqueta de Repacking.....	41
Figura 25. Layout do Edifício 3 com as diferentes áreas	43
Figura 26. Quadro de tarefas diárias	45
Figura 27. Caixa com etiqueta de lavagem.....	46
Figura 28. Layout com as diferentes áreas da expedição	48
Figura 29. Palete pronta na área de preparação.....	51
Figura 30. Carga pronta a ser exportada	52

Figura 31. Exemplo de standard pouco eficaz	58
Figura 32. Espaço de alocação lotado com excesso de stock da mesma referência	59
Figura 33. Monitores inativos na zona da expedição	59
Figura 34. Novo layout das bancadas do labelling	62
Figura 35. Fluxo One-Piece-Flow	63
Figura 36. Segmento do supermercado 6	64
Figura 37. Exemplo da checklist do standard de gestão visual	65
Figura 38. Layout da zona de formatação de embalagem	67
Figura 39. Standard de cores da Aptiv Braga.....	68
Figura 40. Layout da área da lavagem	69
Figura 41. Layout da área da expedição.....	70
Figura 42. Instrução visual na zona de expedição.....	71
Figura 43. Quadro e tabela complementar para gestão do fluxo de embalagem	71
Figura 44. Primeiro quadro com o Plano de Envios	73
Figura 45. Quadro do Plano de Envios Definitivo	74
Figura 46. Plano de envios digitalizado.....	74
Figura 47. Dispositivo de gestão visual para separação e identificação de cargas.....	75
Figura 48. Evolução da quantidade de materiais por reembalar sem stock	77
Figura 49. Evolução do tempo de paragem das linhas de produção.....	78
Figura 50. Resultados das auditorias no edifício 3.....	80
Figura 51. Resultados das auditorias na expedição.....	81
Figura 52. Parque de estacionamento da Aptiv antes e depois de aplicada a ferramenta de gestão visual	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Elementos constituintes da recepção	38
Tabela 2. Horários da recepção	39
Tabela 3. Elementos constituintes do edifício 3	43
Tabela 4. Turnos de trabalho do Edifício 3	44
Tabela 5. Elementos constituintes da expedição	48
Tabela 6. Turnos de trabalho da Expedição	49
Tabela 7. Tempo de ciclo das atividades da recepção	54
Tabela 8. Tempos médios de ciclo de formatação das embalagens de maior rotação	55
Tabela 9. Tempos de Médios de Ciclo das atividades que ocorreram na expedição	56
Tabela 10. Síntese dos problemas identificados	60
Tabela 11. Plano de ação das propostas de melhoria	61
Tabela 12. Resultados relativos à implementação do One-Piece-Flow	76
Tabela 13. Resultados relativos aos custos de refugo devido à troca de materiais	76
Tabela 14. Resultados relativos à diminuição de materiais por fazer Repacking	77
Tabela 15. Resultados relativos à redução do tempo de paragem das linhas produtivas devido à falta de repacking	78
Tabela 16. Resultados relativos à redução de custos relativos à paragem das linhas produtivas	78
Tabela 17. Resultados relativos à distância percorrida pelos operadores para coletarem materiais no ED3	79
Tabela 18. Resultado das auditorias realizadas no edifício 3	79
Tabela 19. Resultados das auditorias realizadas na expedição	80
Tabela 20. Resultados relativos à preparação de cargas para envio	81
Tabela 21. Resultados relativos aos tempos de espera dos transitários superiores a duas horas	82
Tabela 22. Síntese dos principais resultados obtidos através das propostas implementadas	83
Tabela 23. Tempos de ciclo registados da descarga de camiões	94
Tabela 24. Tempos de ciclo registados da preparação da documentação	94
Tabela 25. Tempos de ciclo registados do lançamento das guias em SAP	95
Tabela 26. Tempos de ciclo registados da separação de caixas soltas	95
Tabela 27. Tempos de ciclo registados no labelling	95
Tabela 28. Tempos de ciclo registados no Repacking on Demand	96

Tabela 29. Tempos de ciclo registados na procura de materiais para abastecimentos da rampa de Repacking on Demand.....	96
Tabela 30. Tempos de ciclo registados na procura de materiais para abastecimento da rampa de Labelling	96
Tabela 31. Tempos de ciclo relativos à separação de paletes mistas	99
Tabela 32. Tempos de ciclo do scan das caixas das paletes completas	100
Tabela 33. Tempos de ciclo referentes à desalocação de paletes e transferência para área de preparação	102
Tabela 34. Tempos de ciclo de preparação de cargas	102
Tabela 35. Tempos de ciclo de carregamento	103

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

APN – *Aptiv Part Number*
CBA – *Circuit Board Assembly*
CMI – *Customer Mechanical Interface*
COP's – *Customer Order Processing*
CPS – *Cyber-Physical Systems*
DN – *Delivery Note*
ESD – *Electrostatic Discharge*
FA – *Final Assembly*
FIS – *Factory Information System*
IC – *Integrated Circuit*
IIoT – *Industrial Internet of Things*
KPI – *Key performance Indicator*
LT – *Lean Thinking*
MTS – *Material Tracking System*
NVA – *Non-Value Added*
PCB – *Printed Board Circuit*
RPS – *Rapid Problem Solving*
SAP – *Systeme Anwendungen und Produkte*
SMT – *Surface Mount Technology*
SPI – *Solder Paste Inspection*
TN – *Turno Normal*
TPS – *Toyota Production Systems*
UV – *Ultra Violeta*
VA – *Value Added*
VM – *Visual Management*
WIP – *Work in Process*

1. Introdução

Neste capítulo é feito um breve enquadramento ao tema abordado no presente trabalho de dissertação e uma contextualização genérica do tema que foi alvo de estudo. Além disso, são expostos os objetivos e os resultados que se esperam alcançar.

1.1 Enquadramento

Nas últimas décadas, devido à grande evolução tecnológica, e exponencial crescimento da procura na indústria automóvel, as empresas têm apostado substancialmente no aumento da sua capacidade produtiva. Para isso, têm sido utilizados mais recursos humanos e materiais para se conseguir satisfazer a procura do mercado (Kumar et al., 2022).

O aumento da necessidade de utilização de recursos por parte das empresas e a enorme competitividade do setor não permite que os produtos sejam vendidos mais caros (como forma de aumentar os lucros), e leva a que seja vital a adoção do *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996). Esta filosofia tem por base a identificação e eliminação de desperdícios para manter apenas as tarefas de valor agregado para as empresas. Desta forma, permite a redução de custos, sem comprometer a qualidade dos produtos e mantendo os preços competitivos.

De uma forma resumida, as empresas geram resíduos nos seus processos produtivos, que representam custos e perdas de produtividade que comprometem o crescimento e a sustentabilidade das organizações. Devem, por isso, ser eliminados usando o pensamento Lean (Alves et al., 2019). A eliminação de “gorduras”, o desenvolvimento e aumento da capacidade produtiva, e a imposição de standards de qualidade elevados serão sempre objetivos permanentes e comuns a todas as organizações (Sá et al., 2022). Nesta ótica, a melhor maneira de eliminar ou reduzir desperdícios e custos, sem comprometer a qualidade do produto final, é recorrendo ao pensamento Lean em todos os setores das organizações.

Esta dissertação teve como principal finalidade o desenvolvimento de um projeto, que consiste em proceder à análise, identificação e implementação de melhorias nos processos das instalações da Aptiv. Este projeto é motivado pela necessidade da empresa em reduzir desperdícios para dessa maneira reduzir tudo aquilo que não agrega valor ao produto da empresa.

1.2 Objetivos

O principal objetivo da dissertação foi a melhoria dos processos utilizando princípios *Lean Thinking*, na Aptiv, nas áreas da expedição, rotas, recepção e embalagem. Para esta atingir esta melhoria foram necessárias as seguintes etapas:

- Análise da situação atual para identificação de desperdícios;
- Aplicação da metodologia 5S e outras ferramentas *Lean*;
- Melhoramento de dispositivos de gestão visual existentes nas instalações da Aptiv;
- Criação de instruções e normas standard de trabalho;
- Implementação de ferramentas relacionadas com a transformação digital;
- Dar formação aos colaboradores.

Concretizadas estas etapas, espera-se:

- Reduzir desperdícios (variabilidade dos processos, redução do número de operações, esperas, quantidade de *Work in Progress*, transportes, movimentações, defeitos, etc);
- Aumentar produtividade;
- Reduzir custos.

Com o auxílio das ferramentas Lean, foi possível identificar os problemas de uma forma mais simples e visual e reduzir desperdícios. Em particular, este projeto teve como intuito a mudança de hábitos dentro da Aptiv, assim como a melhoria dos postos e ambiente de trabalho, a melhoria na *performance* dos trabalhadores e o aumento da produtividade da empresa.

1.3 Metodologia de investigação

Numa primeira instância foi levada a cabo uma pesquisa detalhada em várias fontes literárias sobre as várias temáticas abordadas neste trabalho, nomeadamente sobre a produção *Lean* e as ferramentas visadas no trabalho (*Standard Work*, Metodologia 5S e *Gestão Visual*).

Foram alvos de pesquisa artigos científicos, livros, atas de conferências internacionais e dissertações onde foram realizadas pesquisas sobre os mesmos tópicos relacionados. Algumas das palavras-chave utilizadas na procura de literatura foram: “lean”, “*lean manufacturing*”, “*Standard Work*”, “*Visual Management*”, “5S”, “*Industry 4.0*”, entre outros.

Após terminada a pesquisa, foi reunido e resumido o conteúdo relevante para o presente trabalho, numa revisão crítica da literatura, de maneira a tornar possível uma absorção detalhada do conhecimento referente ao tema que esta dissertação aborda.

Para atingir os objetivos propostos para esta dissertação, foi utilizada a metodologia de investigação “*Action Research*”. Esta metodologia define-se como um modo de investigação ativa, em que existe envolvimento não só do investigador, mas também de todas as pessoas envolvidas no projeto em questão (O’Brien, 1998). Segundo o mesmo autor e de uma maneira mais simplista, esta metodologia de investigação consiste num tipo de aprendizagem em que se aprende fazendo as atividades em questão. Este tipo de abordagem de investigação compreende um ciclo de cinco fases distintas (Figura 1): o diagnóstico, o planeamento de ações, a implementação das ações selecionadas, a avaliação do resultado dessas mesmas ações e a especificação da aprendizagem numa síntese de principais resultados atingidos, constatando se os problemas foram ou não resolvidos (Matos et al., 2016).

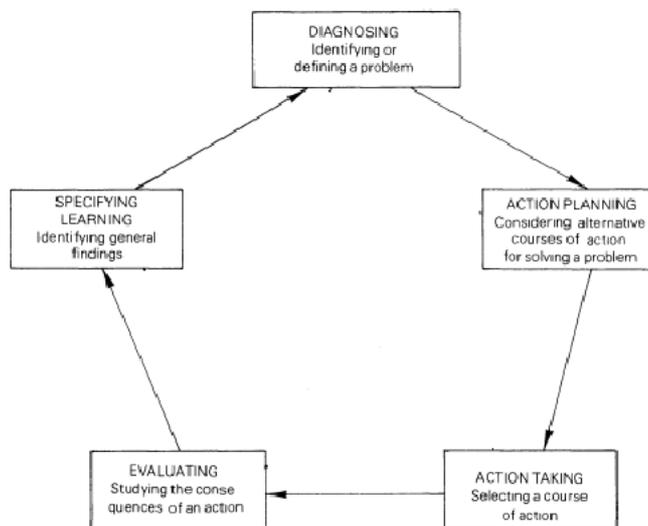


Figura 1. Fases da *Action Research*
(Susman & Evered, 1978)

A fase de diagnóstico consiste na identificação e definição do problema; o planeamento das ações consiste em considerar ações alternativas com base na interpretação dos dados recolhidos anteriormente; a implementação das ações consiste na implementação de melhorias ou na resolução de problemas; a avaliação dos resultados consiste em averiguar se os objetivos foram alcançados através da implementação das ações de melhoria e, por fim, a especificação da aprendizagem que consiste na identificação das conclusões e do que foi aprendido (Matos et al., 2016).

Desta forma, a metodologia *Action Research* é uma abordagem sistemática que reflete a colaboração entre os diferentes elementos de uma equipa de trabalho que perseguem continuamente soluções ou ações de melhoria para resolver problemas, com base na aprendizagem adquirida através da experiência no *gemba* e o trabalho de pesquisa realizado em simultâneo (Ferrance, 2000).

De uma maneira mais objetiva e pragmática, este trabalho de dissertação foi dividido nas seguintes fases:

1 – Revisão de literatura: nesta fase foi realizada uma pesquisa detalhada sobre vários conceitos chave diretamente relacionados com a temática em estudo. Com vista a realizar uma pesquisa eficiente foram utilizados filtros com palavras-chave, anos de publicação e tipo de documento. Após a filtragem foi realizada uma análise aos documentos encontrados;

2 – Estudo e análise da situação atual: após um exaustivo estudo do tema em estudo e de temas relacionados, foi realizado um diagnóstico relativo à situação atual da empresa em que foram identificados os principais problemas encontrados;

3 – Definição de ações de melhoria: depois de se identificarem e descreverem os problemas encontrados, foi elaborado um plano de ação para erradicar ou pelo menos mitigar os problemas encontrados. Ferramentas Lean foram consideradas para dar resposta aos problemas encontrados;

4 – Implementação das ferramentas escolhidas: uma vez definido o plano de ação o mesmo foi posto em prática e foram utilizadas ferramentas Lean com o objetivo de resolver os problemas encontrados;

5 – Análise e discussão dos resultados: depois de ser implementado o plano de ação foi feita uma análise aos resultados obtidos, que consistiu na comparação da situação existente no sistema antes da intervenção e depois de terem sido aplicadas as melhorias delineadas anteriormente.

1.4 Organização da dissertação

O presente trabalho de dissertação está dividido em sete capítulos principais. No primeiro capítulo é feita uma breve introdução que contempla um enquadramento teórico, a especificação dos objetivos previstos e as metodologias utilizadas na realização deste trabalho.

O segundo capítulo é referente à revisão de bibliografia realizada sobre temáticas relacionadas com o tema da dissertação, seguido do terceiro capítulo que é relativo à empresa onde foi realizado o projeto aqui descrito.

No quarto capítulo foi feita uma descrição da situação atual das diferentes áreas de atuação, e também a análise crítica e a identificação dos problemas encontrados em cada uma das áreas mencionadas.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria para colmatar os problemas identificados no capítulo quatro.

No sexto capítulo é feita uma análise aos resultados obtidos através das melhorias implementadas e no sétimo capítulo são retiradas todas as ilações inerentes à elaboração deste trabalho de dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo assume um papel de relevo neste trabalho, uma vez que, retrata e explica os conceitos fulcrais nos quais este trabalho assenta, e tem como intuito facilitar aos leitores uma melhor perceção sobre estes conceitos técnicos. Neste capítulo é feita uma revisão de literatura relacionada com o tema do presente trabalho de dissertação. Numa primeira fase realizou-se uma pesquisa sobre a produção Lean em que se abrangeram tópicos tais como a origem do conceito, os tipos de desperdícios e os princípios da metodologia Lean. De seguida, abordaram-se algumas ferramentas Lean utilizadas no presente trabalho de dissertação, nomeadamente o *Standard Work*, a metodologia 5S e a gestão visual. Uma vez terminada a pesquisa bibliográfica sobre as ferramentas utilizadas, foram visados os conceitos de Indústria 4.0 e 5.0. Este capítulo culmina com uma breve abordagem aos conceitos de logística e de Lean logística.

2.1 Lean Production

A produção Lean é uma filosofia que visa identificar e erradicar desperdícios, ou seja, eliminar processos que não acrescentem valor ao produto final. As secções que se seguem abordam a origem desta filosofia, os desperdícios, os cinco princípios onde assenta o “*Lean Thinking*” e as ferramentas utilizadas.

2.1.1 Origem

O termo Lean Production ou produção *Just-in-Time* começou a ganhar notoriedade através do livro de Womack, Jones e Roos (1990), aquando da apresentação do *Toyota Production System* (TPS) para o mundo académico e da investigação. Segundo os mesmos autores, a produção Lean torna possível ter um tempo de resposta mais rápido e aumentar a criação de valor, permitindo assim o aumento da produtividade.

A produção Lean demonstra ser mais vantajosa e competitiva em relação a outros tipos de produção (por exemplo a produção em massa), uma vez que a produção Lean se define por fazer mais com menos recursos (Kajdan, 2008).

Segundo Liker (2004), o *Toyota Production System* é um sistema que tem por finalidade difundir as melhores práticas desenvolvidas na Toyota para que estas possam ser implementadas noutras organizações.

Hoje em dia, existe uma grande variedade de representações da casa da TPS, contudo os princípios e elementos básicos que a compõe foram preservados. Uma dessas representações foi apresentada por Liker e Morgan (2006) e encontra-se representada na Figura 2.



Figura 2. Casa TPS
(Liker & Meier, 2006)

A casa TPS mostra de forma clara os aspectos fundamentais que estão na base da filosofia da Toyota que, por sua vez, assentam em princípios e valores simples e imutáveis tais como o *Standard Work*, o *Visual Management*, e o respeito pelos colaboradores que demonstrou ser um fator chave para o desenvolvimento do TPS e da própria filosofia Lean.

A casa simboliza o sistema TPS, uma vez que a sua existência depende que a mesma possua uma base, pilares e um telhado fortes para que a casa possa ser sustentada (Liker, 2004). De uma maneira genérica a casa TPS é constituída por uma base que contem os princípios e valores deste sistema, dois pilares que sustentam que sustentam os objetivos que são representados no telhado da casa TPS.

2.1.2 Tipos de desperdício

Chama-se desperdício a qualquer atividade que não agregue valor ao produto final, mas consuma tempo, mão de obra ou recursos materiais. Tudo aquilo pelo qual o cliente não paga é considerado um desperdício (NVA) (Ohno, 1988). Os desperdícios são agrupados em três classificações diferentes designadas por palavras japonesas: *Muda* que significa desperdício, *Muri* que significa sobrecarga e *Mura* que significa variabilidade. Segundo Ohno (1988) e Shingo (1985) existem sete desperdícios (*Mudas*), que não acrescentam qualquer valor ao produto final e, mais tarde, Liker adicionou um oitavo:

- 1. Produção de produtos com defeitos ou não conformidades:** Os defeitos representam as não conformidades do produto, isto é, um dado produto que seja defeituoso não respeita as especificações pré-definidas pelo cliente. Os produtos defeituosos poderão ser retrabalhados

para desta maneira serem recuperados, ou então poderão ir para refugio, sendo que nos dois cenários existem custos adicionais para a empresa, o que faz com que os defeitos se tornem num dos sete desperdícios (Sharma & Khatri, 2021).

- 2. Transporte:** Este desperdício é referente à deslocação de materiais, sendo que este tipo de tarefa é sempre considerado um desperdício uma vez que não acrescenta valor ao produto final, e o cliente não está disposto a pagar pela execução desta tarefa. No entanto, o transporte é muitas vezes necessário e este resulta em desperdícios acrescidos de tempo, esforço e custo para as organizações (Womack & Jones, 1996).
- 3. Esperas:** Este tipo de desperdício é referente a todo e qualquer período de inatividade quer de pessoas, quer de equipamentos, e são períodos de tempo mortos em que não são executadas atividades que acrescentam qualquer valor ao produto final. Para Sharma & Khatri, 2021, este desperdício inclui o tempo que os colaboradores esperam por não receberem materiais atempadamente, e o tempo de espera pelos equipamentos devido a pontos de estrangulamento. Os tempos de espera estão associados às faltas de encomenda, atrasos no processo produtivo, inoperação de equipamentos e estrangulamento de capacidade (Villarreal et al., 2016).
- 4. Sobreprodução:** Este desperdício resulta da produção excessiva ou demasiado rápida de produto, e vai de encontro aos princípios da produção *push*. A sobreprodução é, por vezes, utilizada pelas empresas como sendo uma estratégia para reduzir os custos de produção. Por outro lado, este tipo de desperdício faz aumentar o custo de posse de *stocks* (Lot et al., 2018).
- 5. Inventário:** É contabilizado como inventário matéria-prima (*raw material*), produto em processamento (WIP) e produto acabado. O inventário constitui um dos oito desperdícios porque a este, está associado um custo de armazenamento e um risco de ocorrência de danos. Algumas medidas para prevenir o excesso de inventário são a aquisição de materiais nas quantidades necessárias, reduzir os *buffers* e produzir apenas as quantidades necessárias de produto acabado (Sharma & Khatri, 2021). Além disto o excesso de inventário é responsável por mascarar problemas como, por exemplo, o desequilíbrio da produção, defeitos, entregas fora de tempo, tempos de *Setup* demorados e tempos de inatividade (Liker & Meier, 2006).
- 6. Sobreprocessamento:** Refere-se à realização de todas as tarefas ou processos extra, ou seja, todas às atividades que não vão de encontro às necessidades ou requisitos do cliente. Em suma, consiste em todas as atividades desnecessárias para a produção do produto final (Liker & Meier, 2006). Este desperdício acontece quando existe um desvio às especificações do processo, que

causa trabalho adicional, que poderia ser evitado. Devido à realização das atividades adicionais o custo por peça irá aumentar, e será suportado pelo cliente (Wilson, 2010).

7. Movimentos: Este desperdício diz respeito às movimentações dos colaboradores que são consideradas atividades que não agregam valor ao produto. Uma projeção eficiente do layout ou uma revisão do mesmo deverá minimizar a distância a ser percorrida pelos colaboradores (Wilson, 2010).

8. Talento não aproveitado dos colaboradores: Este oitavo desperdício não identificado pela Toyota é referente à utilização ineficiente ou não utilização de mão-de-obra, criatividade e esforço dos colaboradores (Sharma & Khatri, 2021). Pode ser também o desperdício de ideias, oportunidades de melhoria e ideias por não se ouvir ou envolver os colaboradores (Liker & Meier, 2006).

O *Muri* é referente à sobrecarga e esta acontece quando existe utilização excessiva dos recursos existentes num dado sistema. Quando os colaboradores ou os equipamentos estão com excesso de trabalho, propicia-se o absentismo por parte dos colaboradores e a avaria de equipamentos. O *Muri* é potencializado pela falta de *standards* ergonómicos, por variações na produção ou pelo uso de ferramentas não ajustadas às atividades em causa realizadas (Dennis, 2015).

Por outro lado, o *Mura* está relacionada com a flutuação do fluxo de trabalho e pode estar na sua origem a imprevisibilidade da procura, o mau planeamento e a variação nos tempos de ciclo e no tempo de processamento do produto. A Figura 3 ilustra o *Muri*, *Mura* e *Muda* abordadas nesta secção, seguido de uma última representação que mostra o mesmo sistema sem se verificar nenhum dos três desperdícios.

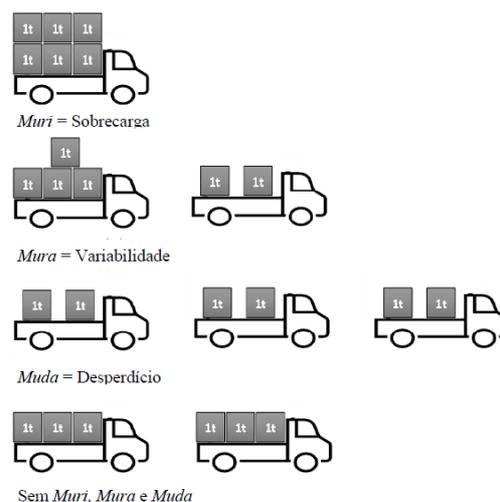


Figura 3. Classificações de desperdícios
Adaptado de Smalley, (2020)

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

Em 1996, foi desenvolvida a filosofia que tem por base o Lean Thinking (LT) (Womack & Jones, 1996) que é uma forma de pensar em direção à excelência nos negócios, e também uma metodologia para impulsionar a melhoria contínua dos projetos.

A ideia base de uma abordagem LT, é a relação existente entre o que agrega valor (VA – value added) a uma dada organização, e aquilo que não agrega valor (NVA- non-value added). Conceptualmente, considera-se que, qualquer tarefa ou processo que não agrega valor, é definido como sendo algo, pelo qual o cliente não está disposto a pagar.

Assim sendo, qualquer atividade ou processo de valor não agregado é considerado um desperdício, que precisa de ser identificado, eliminado ou mitigado, caso não exista a possibilidade de ser erradicado. Pela mesma ordem de ideias, as medidas corretivas geram atividades de valor acrescentado, e esta filosofia pressupõe que quanto maior a quantidade de atividades de valor não agregado a serem eliminadas, mais atividades de VA podem ser introduzidas nas operações (Makwana & Patange, 2022).

Do ponto de vista técnico, a aplicação desta metodologia tem por objetivo eliminar ou reduzir desperdícios e melhorar as operações (reduzir tempos de ciclo, reduzir transportes, etc), sendo para isso, necessário efetuar uma análise detalhada e sistemática (Ahmad et al., 2022).

Como referido anteriormente, o LT implica a perseguição contínua pela excelência. Pelo mesmo princípio, significa estar continuamente à procura de desperdícios para assim os eliminar ou caso não seja possível mitigá-los.

Atualmente, atendendo às condições do mercado que é extremamente competitivo, o LT é um elemento fulcral para as organizações se conseguirem manter competitivas através do custo de produção. Como referido anteriormente, a filosofia LT visa otimizar o desempenho operacional e, dessa maneira, conseguir satisfazer a necessidade dos clientes (Herzog & Tonchia, 2014). De forma a conseguir atingir este objetivo, Womack & Jones (1996) identificaram cinco princípios que sustentam a filosofia “*Lean Thinking*” e que serão seguidamente mencionados:

- 1) **Valor:** Este princípio da filosofia “*Lean Thinking*” consiste em definir o valor do produto ou serviço na perspetiva do cliente, uma vez que as empresas trabalham para satisfazer o conceito de valor e/ou qualidade de um determinado produto ou serviço que deverá ser sempre definido pelo cliente.

- 2) **Cadeia de valor:** Mapear a cadeia de valor de um dado produto ou serviço é de extrema importância. Este processo identifica todas as atividades pertencentes ao processo de fabrico do mesmo, e assim permite identificar todas as atividades necessárias e que agregam valor ao processo de produção e todas as atividades que não agregam valor e, por isso, devem ser eliminadas. Em suma, mapear a cadeia de valor permite identificar desperdícios num dado sistema e também permite aumentar a eficiência do mesmo (Garnett et al., 1998).
- 3) **Fluxo:** Consiste na criação de um fluxo contínuo após a eliminação de todas as atividades de valor não acrescentado. Isto significa que o produto ou serviço deverá percorrer a cadeia até chegar ao cliente final sem que existam interrupções ou esperas no sistema produtivo. Algumas estratégias utilizadas para se alcançar a criação de um fluxo contínuo são: a redução de *stocks*, redução do tempo de espera do *Work in Process* (WIP), e a eliminação de gargalos que leva à diminuição do *lead time*.
- 4) **Produção Pull:** Este princípio consiste na resposta à procura do cliente, ou seja, quando o cliente gera um pedido é gerada uma ordem de produção proporcional ao pedido. Desta forma, é possível evitar a sobreprodução, diminuir o inventário e os tempos de espera e paragem devido ao aumento de fluidez no processo induzido por este tipo de produção. Este sistema de produção é apenas afetado pela flutuação da procura do cliente e fornece o que o cliente precisa no tempo em que é requerido. Pelo contrário, o sistema de produção *push* produz *stock*, com base em previsões e sujeito ao erro das mesmas (Hoshino, 1996). Numa organização que tenha na sua cultura o LT, é crucial a existência da produção Pull para assegurar a diminuição de desperdícios em termos de tempo, transporte e capital (Womack & Jones, 1996).
- 5) **Procura pela perfeição:** Este último princípio consiste na contínua procura por oportunidades de melhoria, ou seja, na melhoria da eficiência do sistema para assim reduzir desperdícios. A procura pela excelência incentiva a gestão a procurar de forma contínua novas oportunidades de melhoria que resultam da aplicação dos primeiros quatro princípios já mencionados anteriormente (Smith & Thangarajoo, 2015).

2.1.4 Ferramentas Lean

Nesta secção será apresentada uma revisão de literatura referente às ferramentas *Lean* utilizadas na realização deste trabalho de dissertação. As ferramentas abordadas serão o *Standard Work*, a metodologia 5S e a Gestão visual.

2.1.4.1 Standard Work

A padronização do trabalho já foi um dos pilares da *Toyota Production System* e é considerado um elemento crítico na produção *Lean*, pois os *standards* desenvolvidos identificam as atividades de valor acrescentado (VA), ou seja, as atividades que maximizam o desempenho de um dado processo e mitigam os desperdícios ou atividades que não agregam valor ao sistema (NVA) (Spear & Bowen, 1999).

No contexto industrial ou empresarial, é de extrema importância existirem processos claros e bem definidos e instruções de trabalho objetivas, uma vez que o trabalho normalizado e as práticas dos colaboradores, são fatores preponderantes para o sucesso da empresa ou organização.

O *Standard Work* ou trabalho normalizado foi desenvolvido e aplicado em 1950 por Taiichi Ohno. Esta ferramenta era difícil de utilizar, uma vez que, requeria a construção de três formulários diferentes e exigia estudo de tempos. Por estes motivos, poucas pessoas fora da equipa do Taiichi Ohno conseguiam utilizar esta ferramenta (Kato, 2006).

Para a indústria, o *Standard Work*, ou trabalho normalizado, pode ser definido como sendo a colaboração entre pessoas e equipamentos, utilizando a menor quantidade de trabalho, espaço e inventário, de modo a satisfazer uma dada procura. O *Standard Work* pressupõe um conjunto de procedimentos que estabelecem os melhores métodos de trabalho para cada processo e para cada trabalhador, de modo a maximizar o desempenho e a minimizar os desperdícios (Pinto et al., 2018).

De acordo com Liker (2004), o trabalho normalizado é um fator de extrema importância no processo de melhoria contínua, no sentido em que torna possível a obtenção de um fluxo de materiais e informações previsíveis. O *Standard Work* é um processo cíclico, em que, cada iteração começa com o mesmo padrão que serve como ponto de partida para a melhoria. Sempre que um dado processo é melhorado, essa melhoria deve ser inserida ou atualizada no respetivo padrão (Liker, 2004).

O *Standard Work* tem por base padrões que deverão ser regras ou exemplos, e que, de uma forma clara e sucinta, ilustrem aquilo que será expectável que ocorra. Estes padrões devem ser documentados e divulgados dentro das organizações, pois a existência de padrões está diretamente relacionada com a melhoria contínua. O aprimoramento dos standards, permite às organizações atingirem métodos mais confiáveis (Berger, 1997).

O trabalho normalizado tem como principal objetivo minimizar a variabilidade dos processos que realizam operações, e também tem a finalidade de eliminar as atividades que não agregam valor ao processo (Bobadilla-Calderón et al., 2022). Assim, o trabalho normalizado tem o intuito de criar uma rotina padrão bem definida, onde os trabalhadores não poderão ser autodidatas. Esta rotina padrão impede que os

colaboradores apliquem os seus próprios métodos de trabalho. De uma maneira mais simplista, a criação de *standards* previne que cada colaborador execute as etapas de um dado processo de maneira aleatória e própria, reduzindo assim a variabilidade dos processos e os tempos de ciclo dos mesmos, uma vez que o trabalho normalizado já prevê uma janela temporal para os processos serem realizados de forma que respondam à necessidade da procura (Monden, 2012).

Existem diversos benefícios para as organizações associadas à correta aplicação do trabalho normalizado, tais como: a criação de pontos de referência com vista à melhoria contínua, a monitorização e controlo mais eficientes sobre os processos, a diminuição da variabilidade e o aumento da qualidade (Emiliani, 2008).

Desta maneira, pode-se afirmar que a normalização do trabalho é um processo detalhado de toda a sequência de tarefas ou processos a serem executados pelos trabalhadores dentro de um determinado sistema. A padronização do trabalho representa as melhores práticas para que a qualidade e o serviço sejam mantidos e deverá ser documentada e suportada por dispositivos de gestão visual para que uma dada organização possa tirar o máximo rendimento da sua aplicação (Holweg, 2007).

De acordo com Monden (2012) e Hirano (2009) existem três elementos básicos que sustentam o trabalho normalizado:

- ✓ **Tempo de ciclo normalizado:** tempo que uma determinada peça necessita para ser produzida, sendo a procura desta peça definida pelo mercado. Este tempo de ciclo é calculado desde o término de produção de uma dada peça, até a peça seguinte ter sido produzida. Executar os procedimentos dentro do tempo de ciclo normalizado torna-se de extrema importância, porque, por um lado, produzir mais rápido do que o expectável pode criar excesso de inventário. Por outro lado, ao existirem atrasos na produção, existirá sempre um risco associado de não se conseguir satisfazer a procura do mercado.
- ✓ **Sequência de trabalho normalizada:** é definida pela sequência de metodologias e processos padronizados, que definem a ordem pelo qual as diferentes tarefas devem ser realizadas. O comprometimento dos colaboradores perante a sequência de trabalho normalizado proporciona a que exista uma menor variação no tempo de ciclo normalizado.
- ✓ **Inventário do WIP normalizado:** é a quantidade mínima de inventário ou *stock* que deverá existir para que seja possível aos trabalhadores realizarem o trabalho, sem que se proporcionem tempos improdutivo ou se interrompa o fluxo produtivo.

De acordo com Spear and Bowen (1999), para que o trabalho normalizado possa ter sucesso, existem quatro fundamentos que deverão ser respeitados:

- 1 – Todo o trabalho deve ser analisado ao detalhe;
- 2 – A ligação entre cliente e fornecedor deverá ser direta, clara e objetiva;
- 3 – O transporte de produtos efetuados para as estações de trabalho deverá ser simples e direto;
- 4 – Todas as melhorias a realizar deverão seguir o método científico, sob orientação de uma pessoa especializada na área, nos níveis hierárquicos mais baixos.

Mais tarde, Liker (2004) contraria os fundamentos propostos pelos autores acima mencionados e defende que, para a aplicação do *Standard Work* ser implementada com sucesso, é imperial existir um equilíbrio entre a solidez dos processos que é dada aos operadores e a autonomia que se dá aos mesmos, para estes puderem melhorar e inovar os processos. Desta forma, Liker (2004) apresenta dois princípios que considera fundamentais para garantir o sucesso da implementação do *Standard Work*:

- 1 – Os padrões de trabalho definidos devem ser claros e específicos, constituindo um *roadmap* de todo o processo;
- 2 – Todas as melhorias que surjam, devem ser realizadas pelos operadores, uma vez que são estes os detentores do conhecimento relativo às atividades produtivas e o respetivo *modus operandi*.

Com o objetivo de analisar detalhadamente um dado sistema, definir bem os seus processos e identificar oportunidades de melhoria, conjugam-se a estes elementos acima mencionados que sustentam o *Standard Work*, a realização de estudo de tempos e a utilização de três formulários dos quais se destacam: *Parts-Production Capacity Worktable*; *Standard Operation Combination Chart* e *Standard Operations Pointer Chart* ou *Standard Work Sheet* (Dennis, 2015; Hirano, 2009) e estão representados nas Figura 4, Figura 5 e Figura 6.

Approval stamps		Parts-Production Capacity Work Table				Part No.		Type <i>RY</i>		Entered by Sato		
						Part name <i>6" pinion</i>		Quantity 1		Creation date 1/17/89		
Process	Process name	Serial No.	Basic times			Blades and bits		Per unit retooling time F = E+D	Total time per unit G = C+F	Production capacity I/G	Graph time Manual work - - - Auto feed ———	
			Manual operation time (A)		Auto feed time (B)	Completion time C = A+B	Retooling amount (D)					Retooling time (E)
			Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.					Sec.
1	Pick up raw materials	—	1	—	1	—	—	—	1	—		
2	Gear teeth cutting	A01	4	35	39	400	2'10"	0.3"	39.3	717		
3	Gear teeth surface fin.	A02	6	15	21	1,000	2'00"	0.1"	21.1	1,336		
4	Forward gear surface fin.	A03	7	38	45	400	3'00"	0.5"	45.5	619		
5	Reverse gear surface fin.	A04	5	28	33	400	2'30"	0.4"	33.4	844		
6	Pin width measurement	B01	8	5	13	—	—	—	13	259		
7	Store finished workpiece	—	1	—	1	—	—	—	1	—		

Figura 4. *Parts-Production Capacity Worktable* (Hirano, 2009)

O nome atribuído a esta filosofia deriva de cinco palavras japonesas: *Seiri* (Separação), *Seiton* (Organização), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Padronização) e *Shitsuke* (Disciplina), e é um método que, através da gestão visual, tem como principais objetivos manter a organização dos postos de trabalho, assim como a padronização das atividades laborais (Makwana & Patange, 2022). O objetivo é melhorar as condições de trabalho, aumentando a segurança por meio da eliminação ou mitigação de riscos (Manzanares-Cañizares et al., 2022).

A separação pressupõe, que tudo aquilo que não tem utilidade, num determinado posto de trabalho, deve ser retirado do mesmo, ficando apenas os recursos indispensáveis ao desempenho de determinada atividade. Isto reduz o tempo de movimentação e deslocamento de pessoas e materiais, assim como reduz o desperdício.

A organização consiste em colocar em ordem tudo aquilo que foi separado. Isto implica que cada coisa tenha o seu devido lugar. Isso ajuda a que se consigam encontrar as coisas de forma fácil e intuitiva. A organização também reduz a desarrumação do posto de trabalho e, por isso, aumenta a eficiência do desempenho, pois, como o trabalho se torna muito mais visível, evita a sua repetição (Gupta & Chandna, 2020).

Em qualquer organização a limpeza é essencial, e, quer os trabalhadores, quer as máquinas devem estar limpos. A limpeza ajuda na proteção dos trabalhadores contra qualquer tipo de infeção ou contaminação, além de proteger o material contra possíveis danos.

A padronização pressupõe a criação de um standard. O principal objetivo da padronização é estruturar rotinas e instruções de trabalho, para que os trabalhadores consigam realizar as atividades desenvolvidas nos três passos anteriores, impedindo assim, que o posto de trabalho volte a ficar desorganizado por falta de um padrão estabelecido. A padronização ajuda as empresas a manter a qualidade dos seus produtos e a ganhar a confiança dos parceiros no mercado (Liker & Meier, 2006).

A disciplina é o quinto “S” e o mais difícil de se fazer cumprir. Este consiste em assegurar que os padrões criados por uma dada empresa sejam cumpridos e respeitados, de maneira que um dado processo seja realizado repetidamente da mesma maneira. Para uma empresa funcionar de uma forma sustentável, é preciso que os seus padrões de trabalho não variem com muita frequência (Liker & Meier, 2006).

2.1.4.3 Gestão Visual

A gestão visual é uma ferramenta que tem a capacidade de aumentar a transparência dos processos desde a sua fase de projeto, de maneira a facilitar a colaboração e comunicação e consequentemente a transmissão da informação. A gestão visual é uma ferramenta sensorial de gestão da informação, que

visa fornecer informações aos utilizadores de forma direta e fácil de perceber, como KPI's e outro tipo de informações relevantes (Peças et al., 2022).

Através da gestão visual torna-se mais fácil expor a informação nos postos de trabalho, sendo assim possível visualizar, de uma forma direta e prática, indicadores de desempenho, identificar problemas ou anomalias no fluxo ou ainda gerir materiais. Segundo Mazumdar (2001) quando se trata de assegurar que todas as especificações para um dado processo são cumpridas, a gestão visual é uma ferramenta que facilita a compreensão dos processos por parte dos colaboradores. Além disso, o mesmo autor refere que o VM pode ajudar no cumprimento da sequência dos processos estipulados e na realização de forma correta das atividades definidas.

Esta ferramenta visual está diretamente relacionada com o princípio da Produção *Lean* e a sua aplicação pode ser utilizada para: evitar o excesso de informação, facilitar a comunicação entre diferentes partes interessadas e facilitar a gestão de situações onde exista alguma incerteza ou ambiguidade (Pedó et al., 2022).

A gestão visual funciona como um facilitador para a gestão de informação podendo esta assumir um grande leque de funções dentro de uma organização, tais como: filtragem de informação, monitorização, simplificação e apresentação eficaz da informação relevante.

A utilização de sistemas de tecnologia digital, quando ajustados a métodos de gestão visual, podem potenciar as representações visuais na gestão de um dado projeto. É desejável que os dispositivos de VM sejam simples e fáceis de entender para, desta forma, tornar a informação explícita e disponível, aos colaboradores, para que estes possam rapidamente entender e resolver qualquer anomalia que possa acontecer num dado sistema. Os dispositivos de VM deverão ser desenvolvidos numa linguagem acessível e de fácil perceção para que a mensagem a transmitir seja compreendida de igual modo por todos os colaboradores; devem permitir que eles sejam autónomos e, conseqüentemente, tomem decisões acertadas; devem ser uma ferramenta que facilite a comunicação entre os diferentes níveis hierárquicos e deverão alargar o conhecimento de informações relevantes a um maior número de pessoas (Pereira, 2021).

Nos dias que correm, a recolha de informação é realizada através de bases de dados, o que torna possível fazer atualizações mais rápidas e eficientes (Galsworth, 2017). Para Galsworth (2017), a gestão visual tem cinco objetivos de maior relevância:

- ❖ Tornar os objetivos de uma organização visivelmente compreensíveis e atraentes;

- ❖ Avaliar através da observação e alinhar os resultados de negócios ao nível da empresa local;
- ❖ Avaliar através da observação e alinhar os resultados do processo ao nível de departamento;
- ❖ Avaliar através da observação e alinhar os resultados do processo a nível de valor acrescentado;
- ❖ Mostrar de forma visual as prioridades e os resultados num único local.

Além dos objetivos acima mencionados, esta ferramenta promove um melhor controlo e desempenho dentro da complexidade do ambiente produtivo (Steenkamp et al., 2017).

A grande desvantagem mencionada por vários autores relativamente a esta ferramenta, refere-se a, quando o sistema de gestão visual necessita de atualização manual, e não pode desta forma ser atualizado em tempo real, tornando a informação ineficiente ou obsoleta (Peças et al., 2022).

Existem diversas formas de dispositivos de gestão visual, nomeadamente marcações para delimitar e sinalizar áreas específicas, documentos de instrução de trabalho; quadros para controlo da atividade produtiva, quadros sinalizadores da qualidade, Andon (quadros ou luzes que são colocados nos equipamentos que potenciam o controlo produtivo) (Shingo, 1981) (Figura 7).

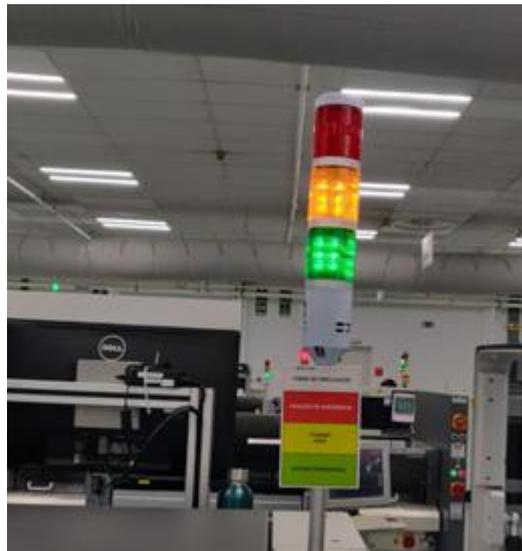


Figura 7. Exemplo de um *Andon*

2.2 Logística

Os principais conceitos associados à logística, foram maioritariamente desenvolvidos durante o decorrer do século XX. Alguns dos principais termos desenvolvidos foram: a produção em massa, os contentores marítimos, o camião reboque, o código de barras, *Third Party Logistics* (Prestadores de serviços logísticos externos) e a logística inversa. Estes termos foram sendo aprimorados, de forma lenta e gradual, ao longo do tempo, tendo esta necessidade sido despoletada pela exigência, cada vez mais complexa por

parte dos clientes e pela crescente necessidade de transportar os produtos, verificada à escala global (Carvalho et al., 2017).

Segundo Lambert et al. (1998) o conceito de logística está incorporado dentro da cadeia de abastecimento e engloba os processos de planeamento, implementação e controlo, da eficiência do fluxo e armazenamento de produtos e serviços, e da informação relativa às conformidades dos requisitos dos clientes. Genericamente a logística é responsável por fazer a gestão do fluxo e do armazenamento do produto final ou serviços, e por realizar a gestão dos fluxos de informação através da cadeia de abastecimento, entre os fornecedores e clientes.

De acordo com Torres (2017), a logística é uma parte da cadeia de abastecimento que tem como propósito planejar, implementar e controlar o fluxo direto e inverso, as atividades de armazenamento de produtos, informações ou serviços, desde a sua origem até ao consumidor final, de maneira a satisfazer as necessidades e requisitos do cliente final.

A logística desempenha um papel de grande relevância dentro das organizações, mas, no entanto, a sua gestão revela ser uma tarefa muito complexa e desafiante, devido à panóplia de variáveis a que esta está sujeita. De uma maneira mais simplista, a logística tem o objetivo de garantir que um dado produto está no local e espaço corretos no tempo correto (Bortolini et al., 2020). De acordo com o mesmo autor a logística incorpora três áreas principais:

1 – Logística Inbound: Referente às atividades associadas aos fluxos de materiais e de todas as informações relativas à matéria-prima desde a sua origem (fornecedor) até que esta entra na fábrica;

2 – Logística Interna: Diz respeito a todas as operações logísticas efetuadas dentro de uma organização, tais como o manuseamento de materiais, o transporte de materiais realizado internamente, o seu armazenamento, entre outros;

3 – Logística Outbound: Referente ao transporte de produtos entre a organização (exportação) e o cliente final.

Nos dias que correm, as atividades logísticas são direcionadas para o cliente e, por este motivo, as entregas dentro dos prazos estipulados, de produtos que cumpram as especificações dos clientes, são um aspeto crítico para as empresas. A existência de uma cadeia de abastecimento eficiente torna-se uma grande vantagem face à concorrência. As deslocações de materiais ou produtos, em tempo útil, reduz o tempo de ciclo da cadeia de abastecimento, custos e *stocks* (Gerhard & Ranjan, 2004).

Desta forma, para minimizarem os desperdícios e, por consequência, os custos, as organizações precisam de ter sistemas de gestão logísticos eficazes, com foco na melhoria de fluxos e atividades logísticas (Muslimen et al., 2013).

2.3 *Lean Logistics*

De maneira a que seja possível mitigar os desperdícios existentes ao longo da cadeia de abastecimento, surge o conceito de *Lean Logistics* que, de uma maneira muito simplista, consiste na utilização dos princípios da *Toyota Production System* na melhoria e desenvolvimento das atividades que constituem uma dada cadeia de abastecimento.

Este conceito segue o mesmo princípio da produção *Lean*, uma vez que, são duas metodologias aplicadas para reduzir ou eliminar desperdícios nos sistemas produtivos e logísticos.

Para Ballou (2005), a aplicação da filosofia *Lean Logistics*, num sistema logístico, tem como principal finalidade simplificar todos os processos constituintes do sistema, através da identificação das atividades de valor não agregado para que estas possam ser erradicadas ou, pelo menos, minimizadas no sistema logístico. Assim, esta metodologia centra-se na minimização de custos para as organizações, através da redução das atividades que não acrescentam valor ao produto final e pelas quais o cliente está disposto a pagar, maximizando desta forma o valor agregado ao cliente.

As ferramentas supramencionadas são exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar e tornar mais eficientes as cadeias de abastecimento. Além disso, existem outras ações a tomar para se reduzir custos nas organizações, tais como a redução de inventários e *stocks* que normalmente implicam custos elevados para as empresas.

2.4 Indústria 4.0 e 5.0

A revolução industrial, ocorrida no final do século XVIII, veio despoletar a produção em massa, uma vez que os métodos de produção que até então eram maioritariamente artesanais, começaram a ser substancialmente auxiliados por processos mecânicos. Este marco, além de ter impulsionado a economia mundial, provocou um aumento exponencial na produtividade e mudou de forma drástica o quotidiano das pessoas.

O rápido e exponente desenvolvimento das tecnologias da informação e a sua integração nos processos produtivos trouxe substanciais benefícios à cadeia de valor, uma vez que, permitiu reduzir custos de

produção e encontrar soluções eficientes para dar resposta aos clientes com qualidade, rapidez e melhor custo/benefício (Cheng et al., 2015).

Perante o desenvolvimento tecnológico combinado com um mercado em que, cada vez mais, existe uma grande procura por produtos personalizados, mais complexos e de maior qualidade, produzidos pelo menor custo possível, surgiu o conceito de indústria 4.0 (Hermann et al., 2016).

A indústria 4.0 é um conceito que engloba uma panóplia de tecnologias, associadas à internet que tornam os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos. Na indústria 4.0, as máquinas desempenham um papel fundamental e utilizam sistemas de automatização e inteligência artificial para desempenharem atividades complexas, com vista a reduzir desperdícios, como tempo e custos, e aumentar a qualidade dos produtos ou serviços (Bahrin et al., 2016).

Este conceito é muito focado em sistemas ciber-físicos (*Cyber-Physical Systems* - CPS) que auto-organizam e monitorizam os processos dentro das organizações. A *Industrial Internet of Things* (IIoT) é o sistema que permite a comunicação entre as máquinas ou aparelhos na indústria em tempo real, sem que exista intervenção humana, aumentando assim a eficiência e a segurança das mesmas e diminuindo o tempo e custos de produção. A *Cloud* permite o armazenamento de dados e facilita a troca e a gestão da informação permitindo desta forma, às organizações, criarem valor.

A grande revolução, que este tipo de indústria traz, é o facto de oferecer uma grande capacidade de operar em tempo real, ou seja, consegue receber, registar e tratar informação de forma praticamente instantânea.

Segundo Venturelli (2014), as grandes vantagens da indústria 4.0 são a redução de custos; a economia de energia; o aumento da segurança em ambiente industrial; a maior conservação ambiental; a redução de erros e desperdícios; a transparência nos negócios e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A indústria 4.0 é, portanto, uma evolução dos sistemas de produção que existiram anteriormente, que começaram com a mecanização do trabalho no final do século XVIII, até à automação dos processos industriais que ocorrem nos dias de hoje.

A indústria é o fator que mais contribui para o crescimento da economia europeia, proporcionando a criação de valor económico, mas também gerando postos de trabalho, e trazendo prosperidade ao continente europeu. Para que esta prosperidade económica se mantenha, a indústria precisa de se adaptar ao longo do tempo para ultrapassar desafios resultantes da constante mudança.

A inovação na indústria através de tecnologias digitais, tais como tecnologias de sensores, big data ou inteligência artificial, podem melhorar ainda mais a eficiência da indústria em diferentes pontos da sua cadeia de valor e aumentar a flexibilidade dos seus sistemas produtivos para assim conseguir dar resposta à procura, sem existir decréscimo nos standards de qualidade (Atwell, 2017).

O conceito de indústria 5.0 tem as suas raízes na indústria 4.0, mas além de dar continuidade à inovação e melhoria das tecnologias orientadas para a inteligência artificial e digitalização, esta destaca a importância da pesquisa da inovação sustentável, pensando no retorno, a longo prazo, para a humanidade e para o mundo em que vivemos (Atwell, 2017).

A indústria 5.0 é um conceito projetado para ir além da produção de bens ou serviços para fins lucrativos e inclui três elementos fundamentais: centralização no ser humano, sustentabilidade e resiliência.

A abordagem exclusivamente direcionada para gerar lucro está-se a tornar cada vez mais insustentável. Para que a indústria consiga cumprir o seu principal papel de trazer prosperidade, deve incluir considerações ambientais e sociais. Essas considerações pressupõem uma inovação sustentável, não só orientada para a maximização de lucros, mas também voltada para salvaguardar todos os envolvidos (trabalhadores, consumidores, sociedade, meio ambiente) (Breque et al., 2021).

A abordagem centrada no Homem pressupõe uma priorização das necessidades e interesses do ser humano, no centro do processo produtivo. Neste prisma, espera-se que, em vez dos colaboradores adaptarem as suas competências às necessidades da tecnologia, seja a tecnologia a adaptar-se às necessidades dos colaboradores. Isto implica também que a tecnologia respeite os direitos dos trabalhadores, a sua privacidade, autonomia e dignidade (Nahavandi, 2019).

Devido às graves alterações climáticas e ambientais geradas devido à ação antrópica, é imperial que a indústria respeite os limites do planeta e, para isso, esta precisa de ser sustentável.

Desta forma, a indústria deve desenvolver processos circulares que reutilizem, reaproveitem e reciclem recursos naturais e reduzam o desperdício e o conseqüente impacto ambiental. Neste prisma, a sustentabilidade implica reduzir o consumo de energia e as emissões de gases com efeito de estufa, evitar o esgotamento e a degradação de recursos naturais e garantir as necessidades das gerações atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Nesta vertente, tecnologias como a inteligência artificial, podem desempenhar um papel de extrema importância, através da otimização da eficiência dos recursos e minimização do desperdício (Breque et al., 2021).

O terceiro elemento fundamental na indústria 5.0 é a resiliência, que consiste em desenvolver um maior grau de robustez na produção industrial, preparando-a de maneira mais eficiente para resistir a interrupções e garantindo que esta possa fornecer e apoiar a infraestrutura críticas em tempos conturbados, como mudanças geopolíticas, catástrofes naturais e pandemias (Breque et al., 2021).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa na qual foi desenvolvido este projeto de dissertação. Nas secções que constituem esta terceira parte do trabalho serão abordadas as seguintes temáticas: apresentação e origem histórica da AptivPort Services S.A., missão e valores da empresa, presença da empresa em Portugal, Aptiv em Braga e, por fim, principais clientes e produtos.

3.1 Origem

AptivPort Services S.A. é uma empresa norte-americana que opera no setor automóvel e produz componentes para carros e camiões. O lema da empresa caracteriza-se como “Safe, Green and Connected”, tendo esta surgido no mercado com o intuito de inovar tecnológica e ecologicamente as funções dos veículos, permitindo assim aumentar a segurança dos seus ocupantes, assim como reduzir a pegada ecológica e criar novas experiências para os utilizadores e novos modelos de negócio. As atividades da empresa gerem-se pelos cinco princípios básicos representados na Figura 8: a Diversidade, o Respeito, a Integridade, o Valor e a Excelência.



Figura 8. Princípios básicos da Aptiv

A história da *AptivPort Services S.A.*, em Braga, começou a ser escrita na década de 60, em 1965, quando nasceu na altura a Grundig, uma multinacional de origem alemã, que começou a produzir e desenvolver autorrádios para carros, produtos de áudio, televisores a preto e branco e telefones sem fios.

Em 2003, o grupo Norte-Americano Delphi *Automotive Systems*, adquiriu as instalações da fábrica de Braga e, em 2017, ocorreu um *Spin-off* da empresa, resultando deste processo a Delphi Technologies, que se dedica ao segmento *Powertrain*, ou seja, ao desenvolvimento de sistemas de propulsão de veículos, e a Aptiv, que tem como seus principais focos a segurança ativa e a experiência dos utilizadores, estando esta ligada aos segmentos *Advanced Safety & User Experience* e *Signal & Power Solutions*, representados na Figura 9.



Figura 9. *Spin-off* do grupo Delphi

Atualmente, a Aptiv é constituída por cerca de 180 000 colaboradores e opera em 44 países, que estão representados na Figura 10. A sua sede encontra-se situada nos Estados Unidos, sendo que a sua sede europeia situasse em Dublin na República da Irlanda.



Figura 10. Países onde a Aptiv opera (APTIV, 2023)

3.2 Missão e Valores

A Aptiv tem como seu principal objetivo ser líder, a nível mundial, na produção e desenvolvimento de componentes para a indústria automóvel. Para alcançar este objetivo, a empresa utiliza uma estratégia com base no envolvimento dos colaboradores, fornecedores, e todas as partes interessadas, que tem por finalidade criar um ambiente propício para que se consigam encontrar soluções que acrescentem valor aos clientes e aos acionistas da empresa.

Orientando-se pelo princípio “fazer sempre a coisa certa, da forma certa”, a cultura da empresa assenta nestes seis valores representados na Figura 11: “jogar para ganhar”, “ser uma equipa”, “pensar e agir como proprietários”, “agir com celeridade”, “paixão por resultados” e “trabalhar com respeito”.



Figura 11. Valores da Aptiv

3.3 Presença em Portugal

A Aptiv instalou-se, em Portugal, em 1965, sendo que nesta altura pertencia à Grundig. No ano de 1973, a fábrica dedicava-se exclusivamente à produção de autorrádios para veículos. Em 1990, a fábrica muda a sua designação para “Grundig Car Intermedia Systems”, tendo posteriormente, em 2003, sido comprada pelo grupo americano Delphi. Em 2017, após o *spin-off* da empresa originou-se a Aptiv.

Neste momento, a empresa emprega cerca de 1900 colaboradores nas três instalações que existem em Portugal, localizadas nas zonas de Braga, Castelo Branco e Lisboa. Na zona de Braga, a empresa detém instalações fabris, um centro técnico e um centro de apoio ao cliente, enquanto que, em Castelo Branco, conta com uma instalação fabril de menor dimensão e, em Lisboa, apenas detém um centro técnico (Figura 12).



Figura 12. Instalações da Aptiv em Portugal

3.4 Aptiv em Braga

Atualmente, a Aptiv Braga é constituída por cerca de 1000 colaboradores que operam em três turnos distintos e em quatro edifícios, que ocupam uma área de cerca de 32 921m² (Figura 13).

O edifício 1 é o edifício principal e mais antigo e engloba uma área administrativa e uma área reservada à produção de componentes eletrónicos, sendo esta última área dividida em três secções distintas:

- *Surface Mount Technology* (SMT): nesta secção é realizada a inserção automática de componentes nas placas que posteriormente serão utilizadas nos autorrádios;
- *Circuit Board Assembly* (CBA): nesta secção é realizada a inserção manual de componentes nas placas;

- *Final Assembly (FA):* nesta secção é realizada a montagem dos componentes que fazem parte da lista de materiais do produto final.

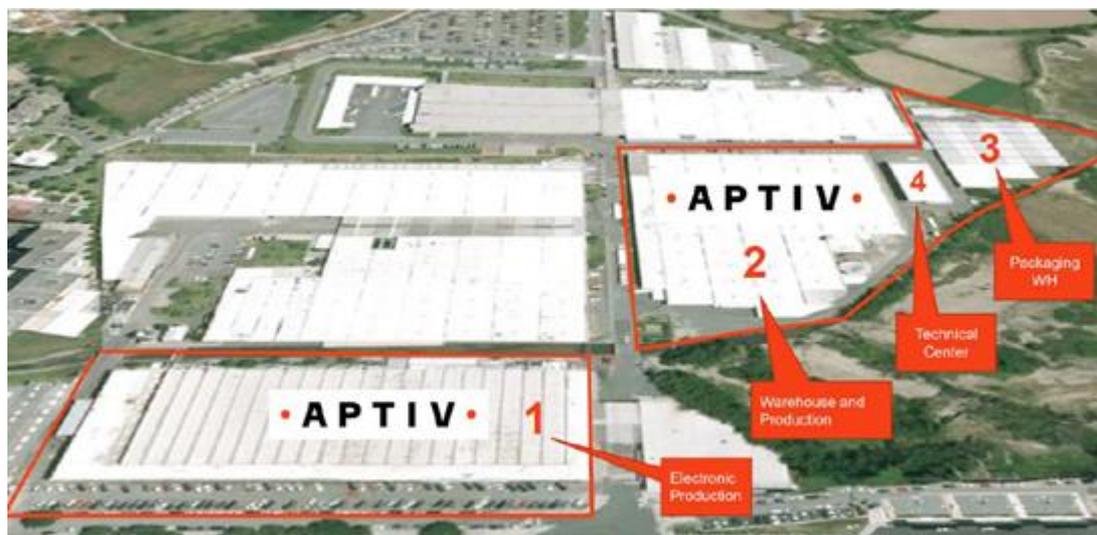


Figura 13. Instalações da Aptiv em Braga

O edifício 2 também conta com uma área produtiva dividida em três secções. A primeira, é dedicada à produção de plásticos que serão depois inseridos na montagem final do produto acabado; a segunda secção é dedicada à produção de componentes eletrónicos e a última é dedicada à produção de módulos controladores. Além desta área produtiva, estão presentes também, neste edifício, o armazém principal para armazenamento de material, a zona de recção de materiais, a zona de expedição de produto acabado e a zona de reembalamento de materiais.

O edifício 3 é exclusivamente dedicado à embalagem e é neste local que é armazenada a embalagem dedicada aos diferentes projetos. Além da zona de armazenamento de embalagem existe também uma área de limpeza e lavagem de embalagens da Aptiv e de cliente e uma área dedicada à formatação dos diferentes tipos de embalagem para posteriormente serem enviados para as zonas produtivas.

O edifício 4 é onde se encontra localizado o centro técnico de investigação e desenvolvimento. Este centro é responsável pela análise de requisitos para novos projetos, assim como pelo design técnico e mecânico e também pela gestão das alterações de novos projetos.

3.5 Produtos e Principais Clientes

Como referido anteriormente, a *AptivPort Services S.A.* é especializada no fabrico e desenvolvimento de componentes eletrónicos enquadrados no *infotainment and driver interface*, nomeadamente autorrádios ou sistemas de navegação, painéis de controlo e displays para o setor automóvel, levando a cabo todo o

processo produtivo, que começa com a produção do protótipo do produto e culmina com a produção em série do mesmo.

Sendo o mercado automóvel o seu principal foco, a *AptivPort Services S.A.* projeta os produtos que produz com base nas necessidades exigidas pelo mercado também com base nas especificações exigidas pelos seus clientes, apresentando desta forma um leque de produtos alinhados com as tendências existentes em cada momento.

A *AptivPort Services S.A.* é fornecedor dos maiores fabricantes do setor automóvel tais como o grupo PSA (Peugeot, Citroen), Ferrari, Bentley, Volkswagen, Audi, Porsche, Volvo, Fiat, Ford, entre outros, que estão representados na Figura 14, juntamente com alguns dos principais produtos fabricados.

Customer	Product Line	Customer Portfolio
AUDI 	Infotainment	
VW 	Infotainment	
PORSCHE  BENTLEY 	Infotainment User Experience	
PSA  OPEL  <small>PSA PEUGEOT CITROËN</small>	Connectivity & Security User Experience Active Safety	
FIAT  GROUP 	Infotainment User Experience	
VOLVO  TRUCK 	Infotainment User Experience	
VOLVO  CARS	Infotainment User Experience	
GM 	Infotainment User Experience	

Figura 14. Principais clientes e Produtos

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é feita uma descrição da situação atual do processo produtivo da Aptiv, assim como a caracterização de algumas áreas da unidade fabril de Braga, nomeadamente das zonas produtivas, na zona da receção, no edifício 3 e na zona da expedição. De seguida, foi realizada uma análise crítica a esta situação, identificando-se oportunidades de melhoria.

4.1 Caracterização geral do fluxo de materiais e do layout das áreas produtivas

Na presente secção é realizada a caracterização geral e superficial do fluxo de materiais na fábrica da Aptiv, em Braga, desde que os materiais são descarregados em vários pontos de receção de materiais até, passando depois pelo processo produtivo, serem embalados e enviados para o cliente final. Também são mostrados os layout das áreas produtivas.

4.1.1 Entradas de materiais

O fluxo de materiais na *Aptivport S.A.* inicia-se com a descarga dos mesmos nas zonas da receção de materiais que chegavam por transitários dos mais diversos fornecedores pertencentes à cadeia de distribuição da Aptiv. Caso sejam materiais provenientes de fornecedores locais, podem ser descarregados na zona da receção que se situa no edifício 2. Estes materiais, por norma, são trabalhados e alocados, no imediato, nas *racks* do edifício 2.

Uma parte dos componentes que são utilizados na área *Surface Mount Technology (SMT)*, *Circuit Board Assembly (CBA)* e na Montagem Final (FA) são descarregados na zona do “Desativado” do edifício 2 ou no edifício 3, que é o edifício dedicado maioritariamente às embalagens vazias, mas que também pode servir para armazenamento de alguns materiais ou produto final. Estes materiais são depois transferidos para a zona da receção, no edifício 2, onde passam por um processo de etiquetagem, e pelo processo de “*Repacking on Demand*” que garante *stock* necessário para satisfazer os consumos de um dia de produção.

O material volumoso, uma parte da matéria, o cartão e as embalagens são descarregados pelos fornecedores ou clientes num parceiro externo que trabalha em parceria com a Aptiv, e que funciona como uma extensão dos armazéns da Aptiv, ajudando no armazenamento de matérias-primas, embalagens vazias e, ainda, algum produto acabado que se tenha tornado obsoleto.

Após efetuada a descarga dos materiais, que chegam em caixas ou em paletes, é feita uma verificação no sítio da descarga do material, utilizando uma *checklist* de parâmetros que devem ser verificados.

Estes parâmetros implicam verificar se os materiais trazem os respetivos documentos, se os materiais chegaram em boas condições, ou seja, se não foram danificados durante o transporte e se as quantidades de volumes estão corretas, de acordo com as guias de transporte ou se existe material em falta.

Após este controlo, os materiais são lançados em SAP, que gera uma guia de lançamento, que desconta no sistema de *stock* das encomendas, e indica o fluxo a seguir pelo material em questão. O material é então acondicionado em caixas que são colocadas em paletes e passam por um processo de *labelling* (etiquetagem), antes de serem armazenadas nos armazéns do edifício 2 ou 3. Os materiais ficam armazenados até que exista um pedido para reabastecer algum dos supermercados da fábrica, ou através da estratégia de Min-Max.

Esta estratégia consiste no abastecimento de caixas até ao valor máximo definido, sempre que é atingido o número mínimo de caixas estipuladas em determinada área. Em alguns casos, antes de abastecerem os supermercados, os materiais passam por um processo de *repacking* (reembalamento) uma vez que alguns fornecedores só operam com caixas de cartão que não podem entrar dentro das zonas produtivas. O processo de reembalamento ou *repacking*, consiste em reembalar os materiais que vem em caixas de cartão do fornecedor, em caixas de plástico da Aptiv, que são em material *Electrostatic Discharge* (ESD), para que estas possam entrar dentro das zonas produtivas, uma vez que os produtos fabricados pela Aptiv são extremamente sensíveis e, por isso, precisam de ser produzidos num ambiente antiestático.

Como referido anteriormente, todo o material passa por um processo de *labelling*, onde é impressa uma etiqueta que vai permitir rastrear o material em questão, através de um *software* chamado *Material Tracking System* (MTS). Este *software* foi desenvolvido pela Aptiv, com o intuito de gerir os *stocks* dos supermercados.

Ao colocar a etiqueta do MTS num dado material, este dá entrada automaticamente em “*Overflow*” (*racks*). Esta etiqueta contém um código de barras, que possui um código único (*unit information*), que permite realizar uma leitura feita por um dos quinze leitores zebra existentes na fábrica (Figura 15). Isto vai permitir rastrear os materiais e vai permitir que o *stock* seja descontado no sistema (supermercado).



Figura 15. Etiqueta de MTS

Nos oito supermercados existentes na fábrica, existem divisões específicas para cada material assinaladas com etiquetas. Esta etiqueta, além do número de série do material, contém também a quantidade mínima e máxima desse mesmo material (em caixas) (Figura 16).



Figura 16. Etiquetas das rampas dos supermercados

O operador logístico que prepara os materiais para abastecer os supermercados, através de um leitor zebra, executa a operação “*Overflow restock*” para que o sistema do MTS, através do mecanismo de *stock* mínimo e máximo, indique quais os materiais que precisam de ser transportados do *overflow* para reabastecer os supermercados que foram projetados para conseguirem armazenar *stock* suficiente para garantir cinco dias de produção. A Figura 17 mostra os diferentes fluxos que os materiais seguem após serem rececionados.

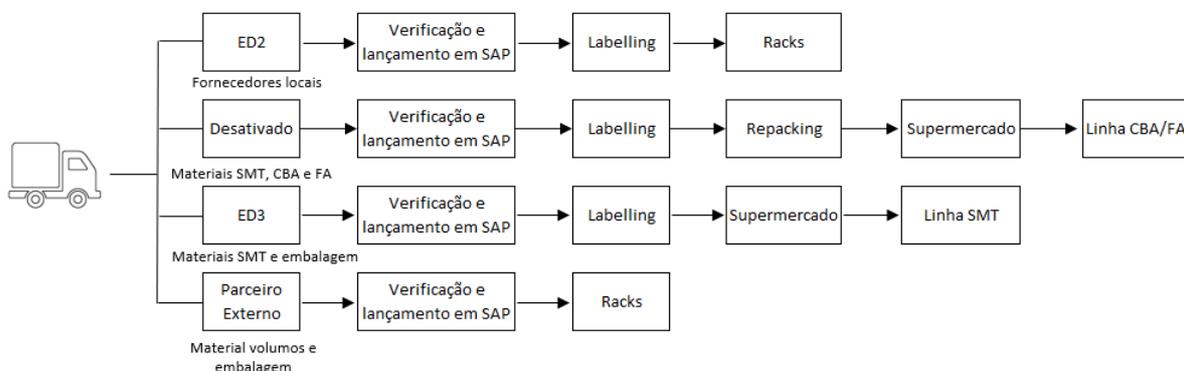


Figura 17. Receção de materiais e respetivos fluxos

Após reabastecerem os supermercados, os materiais são enviados para as linhas de produção, no edifício 1 e no edifício 2, através das rotas de SMT.

4.1.2 Layout e fluxo produtivo geral

O processo de fabrico dos sistemas de navegação começa em SMT, aquando da programação dos IC's (*Integrated Circuit*), nas linhas dedicadas a este processo. De seguida, as placas que integram o produto final, são transferidas dos supermercados para o posto de gravação a laser, onde as placas são identificadas com um código que contém a informação do projeto ao qual aquela placa, em específico, vai ser alocada.

Após este processo ser concluído, inicia-se um conjunto de processos chamado "Primeiro *Reflow*" que é o conjunto de processos de inserção automática e fixação de componentes num dos lados das "placas virgens".

Numa primeira estação de trabalho, denominada "*Loader*", é feito o abastecimento de placas que chegam em *containers* do supermercado. De seguida, as placas passam para outra estação de trabalho, chamada "*Deck*", onde é inserida de forma mecânica uma pasta de solda que visa fazer a fixação dos componentes nas placas.

Na estação seguinte, chamada SPI (*Solder Paste Inspection*), é realizada uma inspeção para se verificar se a pasta de solda foi corretamente inserida nas placas. Após a inspeção, as placas passam para uma estação de trabalho, denominada "*Pick and Place*", onde é feita a inserção automática de componentes nas placas através de máquinas.

Uma vez concluído este processo de inserção automática, as placas avançam para a estação seguinte, que é uma estufa, com o intuito de realizar o processo de soldadura dos componentes nas placas. Depois dos componentes serem soldados, é realizada uma nova inspeção para verificar que o processo de soldadura foi efetuado com eficiência.

Terminado este último processo de inspeção, as placas são direcionadas para a última estação do processo de primeiro *reflow*, denominada *Unloader*, onde as placas são inseridas em *containers* e direcionadas para o segundo *reflow*.

O segundo *reflow* segue exatamente o fluxo do primeiro *reflow*, só que a sequência de processos é realizada do lado contrário das placas.

O fluxo de SMT Figura 18 é finalizado depois das placas saírem do segundo *reflow* e terem passado pelo processo de raio X, onde é feita uma inspeção, mais minuciosa e detalhada, das placas com todos os componentes incorporados que não seria possível realizar de forma eficiente a olho nu.

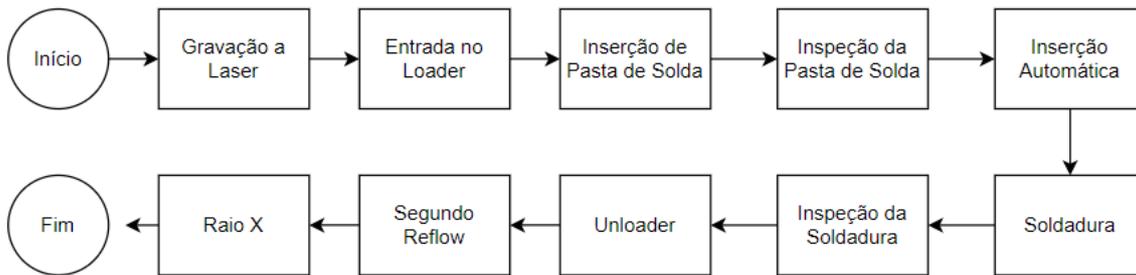


Figura 18. Fluxo de SMT

A Figura 19, abaixo representada, mostra o *layout* de uma das áreas de SMT da fábrica de Braga e as suas respetivas estações de trabalho.

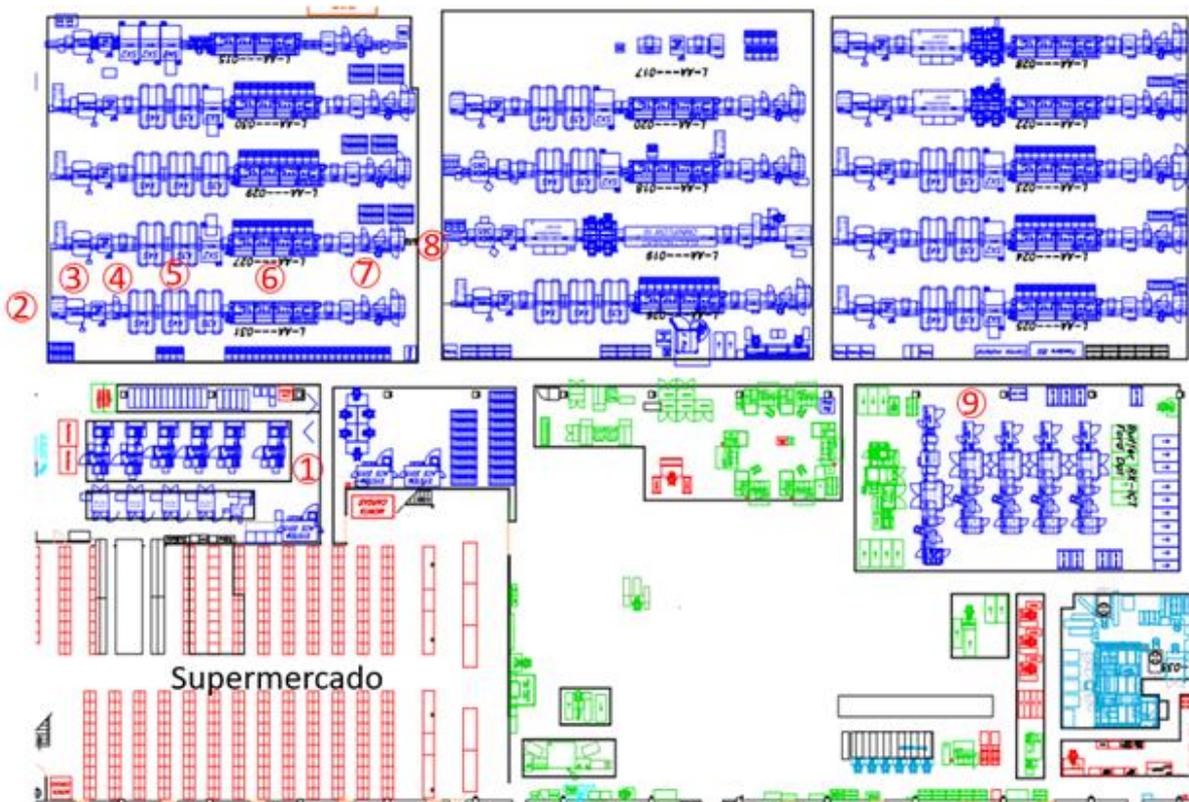


Figura 19. Layout de zona de SMT e respetivas estações de trabalho

Após finalizado o fluxo em SMT, as placas são colocadas em *containers* e direcionadas para o *buffer* de SMT para CBA (*Circuit Board Assembly*). Este macroprocesso está dividido em três processos distintos: ICT (*In Circuit Test*), a Fresa e o *Coating*, que é o processo de revestimento das placas.

Uma vez no *buffer*, as placas que vieram de SMT são então transportadas em *containers* para a estação de trabalho ICT, onde é realizado um teste elétrico aos componentes e circuitos das placas, para que seja possível detetar-se defeitos e/ou erros que possam ter acontecido em SMT (p.e: troca de material utilizado nas placas; falta de componentes; curtos-circuitos, entre outros) Figura 20. Depois de passarem pela máquina que realiza este teste elétrico, as placas são novamente colocadas em *containers*, que vão ser transportados para o *buffer* de ICT para Fresa.

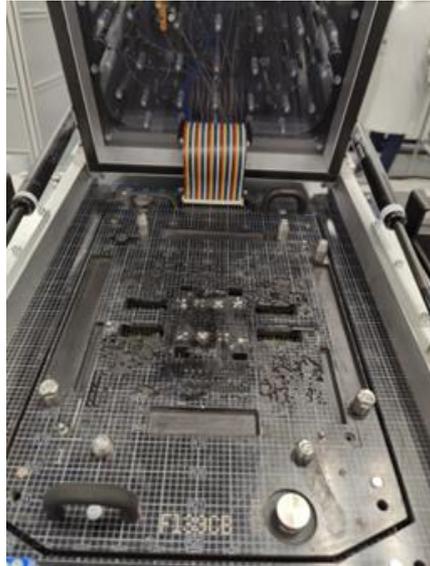


Figura 20. Máquina de ICT

Os *containers* cheios de placas são colocados, por um operador de produção, na parte traseira da máquina de fresa. Esta máquina contém uma lâmina que corta o “*array*” (conjunto de placas), separando, as mesmas em placas individuais. De seguida, a máquina coloca as placas individuais dentro de tabuleiros ESD e os *containers*, que numa fase inicial tinham entrado cheios dentro da máquina da fresa, saem vazios pela parte superior da máquina, voltando de novo a entrar no fluxo de SMT. Os tabuleiros vazios, onde a máquina insere as placas, são abastecidos na parte frontal da máquina por um operador de produção, que os volta a recolher cheios com as placas individuais que são cortadas na fresa.

Uma vez concluído este processo, os tabuleiros com as placas cortadas na fresa vão para um *buffer* para depois serem trabalhadas pelo *coating*. O *coating* é uma resina que protege as placas de fatores externos tais como o pó, humidade, mudanças de temperatura, entre outros. O operador do *coating* recebe os tabuleiros com as placas e coloca-as numa “paleta” com capacidade para quatro placas na máquina de *coating*. A máquina aplica o revestimento numa das faces da placa, e, de seguida, as placas são direcionadas para uma estufa que tem como finalidade, realizar a secagem do revestimento. Após esta atividade ser concluída, as placas seguem para um inversor que vira as placas ao contrário para que seja feito o mesmo processo do lado oposto das placas.

Uma vez concluída essa fase do processo, o operador de produção inspeciona visualmente as placas utilizando uma lâmpada de radiação UV (Ultravioleta). Se as placas estiverem conformes, voltam a ser colocadas nos tabuleiros para que possam ser transportadas para o *buffer* da montagem final (FA). Uma vez terminado o percurso de CBA, as placas com o revestimento são abastecidas às linhas de montagem

em tabuleiros. No processo de montagem, os robôs vão aparafusando as diferentes peças que constituem o produto final (PCB's (*Printed Board Circuit*), caixilhos, tampos, dissipadores, entre outros).

Terminado o processo de montagem, os aparelhos são testados e programados uma segunda vez, de acordo com o cliente final, ao qual se destinam. Os testes funcionais, aos quais os aparelhos são sujeitos, têm como intuito testar as diferentes funcionalidades dos mesmos, tais como: ver se o *Bluetooth* funciona; aumentar/diminuir o volume; testar a função ligar/desligar; entre outras funções).

Depois de concluídas as atividades acima mencionadas, os aparelhos são direcionados para o CMI (*Customer Mechanical Interface*), que consiste numa inspeção visual e automática que tem por objetivo detetar anomalias nos aparelhos, tais como a existência de riscos, existência de parafusos empenados, existência de componentes partidos, se os conectores dos aparelhos estão em bom estado, entre outras.

Seguidamente, o produto acabado é enviado para a respetiva estação de embalagem, onde o mesmo é devidamente acondicionado, na respetiva embalagem, e, depois, em paletes para serem enviados para a zona da expedição para que possam ser enviadas para o cliente. Na Figura 21, pode-se observar o layout das zonas de CBA e Montagem Final com as respetivas estações de trabalho acima mencionadas.

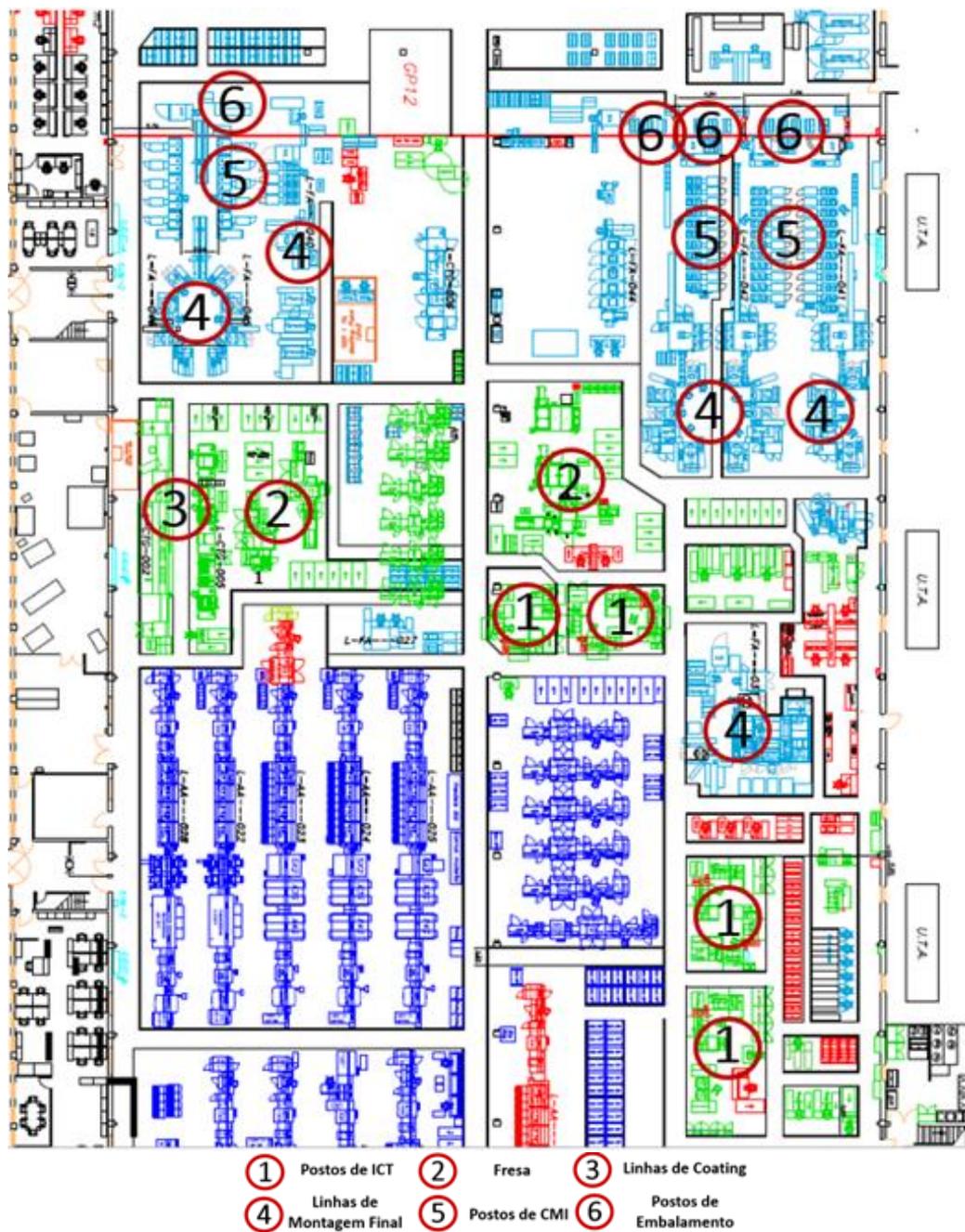


Figura 21. Layout de zonas de CBA e FA e respetivas estações de trabalho

Na Figura 22 abaixo representada, é possível ver o fluxo de CBA e da montagem final.

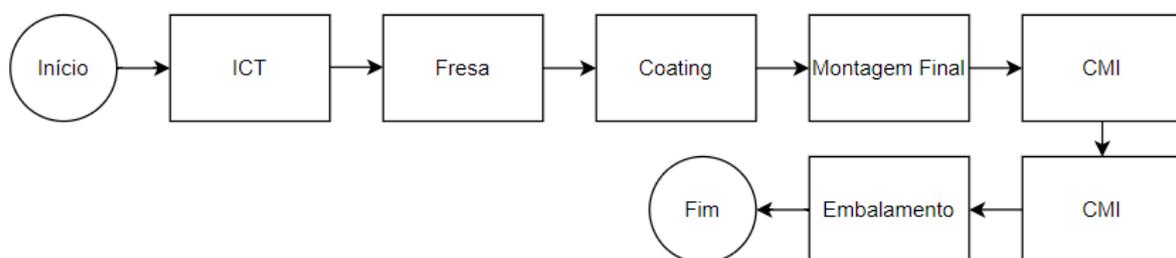


Figura 22. Fluxo de CBA e Montagem Final

4.1.3 Receção

Esta secção começa como uma descrição generalizada da zona da receção, em Braga, em que são identificadas as diversas áreas que constituem esta zona, assim como os elementos que a constituem e auxiliam as tarefas realizadas e os diferentes horários de funcionamento, juntamente com as equipas que operam em cada um deles.

De seguida são descritos os diferentes processos que ocorrem nesta zona da unidade fabril, nomeadamente a receção de materiais, o *labelling*, o *repacking on demand* e o volumoso.

4.1.3.1. Descrição geral da receção

A receção é a zona da unidade fabril responsável por receber a maior parte dos materiais que chegam à fábrica dos mais diversos fornecedores, clientes e parceiros externos, mas também é a zona que contempla os processos de reembalamento ou *repacking* e etiquetagem ou *labelling* de materiais. A zona da receção tem uma área de cerca de 1604 m², e está dividida em sete áreas principais (Figura 23):

- (1) Área de rececionamento de veículos ligeiros, onde é feita a descarga de carrinhas e outros veículos ligeiros que por norma transportam caixas soltas;
- (2) Cais de carga/descarga de camiões que transportam paletes de materiais;
- (3) *Repacking* de materiais que vêm em caixa de cartão dos fornecedores;
- (4) *Labelling* dos materiais;
- (5) Área de material Volumoso, onde é feita a separação dos materiais e a respetiva etiquetagem;
- (6) Supermercado para abastecer outros supermercados;
- (7) Área do supervisor que contempla um computador e uma impressora, e onde o mesmo realiza funções administrativas;
- (8) Área de armazenamento de materiais.

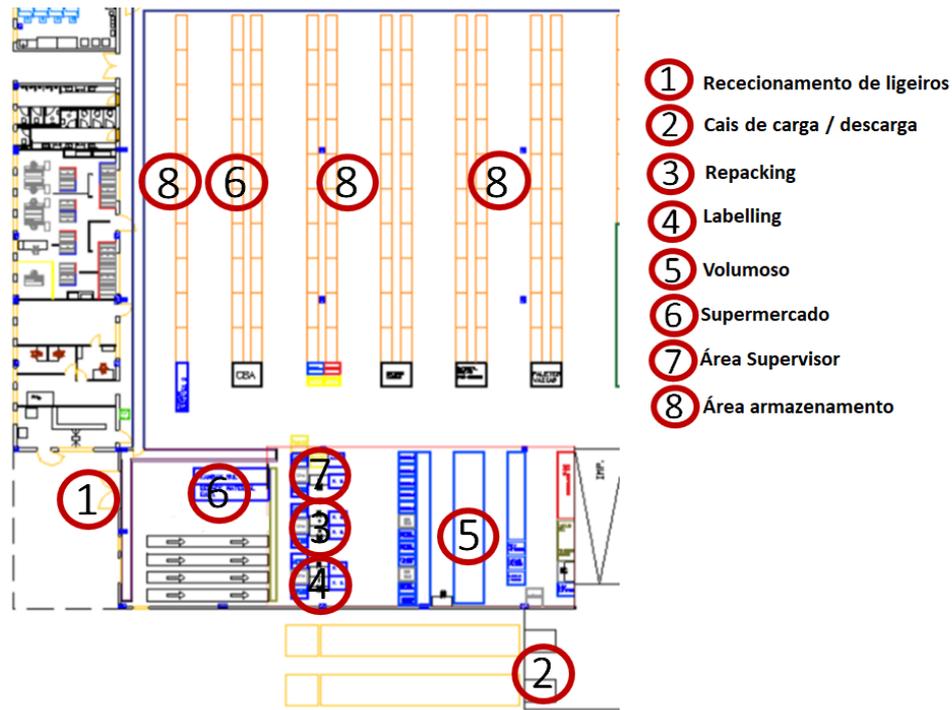


Figura 23. Layout com as diferentes áreas da Recepção

De forma a melhorar o desempenho das atividades, efetuadas nesta zona da fábrica, existem os seguintes elementos descritos na Tabela 1:

Tabela 1. Elementos constituintes da receção

Elemento	Função	Quantidade
Porta Paletes	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	4
Empilhador	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	4
Posto de <i>Labelling</i>	Etiquetagem de materiais	2
Posto de <i>Repacking</i>	Reembalamento de materiais	2
Dornas	Colocar cartão proveniente do <i>Repacking</i>	2
Paletes com caixas	Abastecimento de caixas de <i>Repacking</i>	7
Paletes com tabuleiros	Abastecimento de tabuleiros de <i>Repacking</i>	1
<i>Big bags</i>	Recolha de resíduos	2
Carrinho com espetos	Abastecer espetos para acondicionar rolos de SMT	1
Carrinho logístico	Movimentar materiais	1
Mesa do supervisor	Realizar trabalho administrativo e de gestão	1
Armário	Guarda recursos para limpeza da área	1
Carrinho de limpeza	Guarda recursos para limpeza da área	1
Rampa de <i>Labelling</i>	Abastece material ao posto de <i>repacking</i>	1
Rampa de <i>Repacking</i>	Abastece material ao posto de <i>labelling</i>	1
Rampa da qualidade	Abastece material para o controlo de qualidade	1
Rampa de urgência	Abastece material que é prioritário trabalhar	1
Linha de entrada	Entrada de material volumoso para trabalhar	6
Linha de saída	Saída de material volumoso trabalhado	3

Esta zona da fábrica empregava 19 operadores e operava 24 horas por dia, seis dias por semana (segunda a sábado), com quatro turnos de trabalho distintos apresentados na Tabela 2:

Tabela 2. Horários da recepção

Turno	Horário	Nº de Colaboradores
T1	06:00 h – 14:30 h	7 operadores + supervisor
TN	08:30 h – 17:30 h	2 operadores
T2	14:30 h – 23:00 h	7 operadores + supervisor
T3	23:00 h – 06:00 h	3 operadores + supervisor

4.1.3.2. Recepção de materiais

A recepção de materiais começa quando os transitários chegam à fábrica e, após darem entrada na segurança, se dirigem ao cais de carga e descarga, caso sejam camiões (transportam paletes), ou à zona de rececionamento de veículos ligeiros, caso se trate de carrinhas (transportam maioritariamente caixas soltas).

No caso de ser rececionado material transportado por carrinhas, um dos dois operadores responsáveis por realizarem estas tarefas, prepara previamente seis a oito paletes e dispõe-nas na zona de rececionamento de veículos ligeiros. Estes paletes irão servir para transferir e organizar, por carta de porte, as caixas soltas transportadas pelo transitário que vêm todas misturadas.

Se o material a ser rececionado chegar à fábrica através de camião, o mesmo será descarregado por um operador com o auxílio de um empilhador, e os materiais serão enviados para a área do volumoso ou para a zona de rececionamento de veículos ligeiros.

Enquanto efetua a descarga, o operador alocado para essa tarefa é responsável por realizar uma inspeção à carga para identificar a existência de eventuais danos que esta possa ter sofrido durante o transporte.

Após a descarga o mesmo operador retira a carta de porte e o documento identificativo do material, agrafa, assina e carimba os dois documentos para confirmar a recepção da carga. É, de seguida, dada entrada dos materiais em SAP.

Depois do material entrar em sistema, o operador atribui uma identificação à carga, consoante o tipo de material e consoante a zona para a qual o mesmo irá ser transferido. Uma vez, atribuídos os códigos identificativos, os materiais são enviados para as respetivas áreas de alocação ou para a as linhas produtivas.

4.1.3.3. Labelling

O processo de etiquetagem do material tem início quando, no princípio de cada turno, o supervisor do mesmo, imprime a lista de MTS, através de um ficheiro excel. A lista de MTS, contém as referências dos

materiais que deverão ser procurados para que estes possam ser trabalhados nos postos de trabalho dedicados ao *labelling*.

Após a impressão da lista de MTS, o supervisor de turno entrega-a a um operador que vai procurar e coletar todas as referências presentes na lista. Depois de coletar todos os materiais, estes são colocados na rampa 2, correspondente à rampa de material para *labelling*, para serem depois recolhidos pelos operadores que operam os dois postos de trabalhos dedicados a esta atividade.

O operador do posto de *labelling* movimenta uma palete com material e as respetivas guias da rampa 2 para o espaço de palete junto ao posto de trabalho. Antes de começar a trabalhar o material, o operador lê a guia que acompanha cada referência e lê a etiqueta com a ajuda de um *scan* para confirmar que corresponde ao material constante na guia e se as quantidades físicas coincidem com as lá referidas.

Depois de realizada a verificação entre a guia e o material físico, o operador abre uma caixa e deposita o material em cima da bancada do posto de trabalho. De seguida, é feita uma leitura com um *scan* à etiqueta de fornecedor, que vem colada no material, e este processo despoleta a impressão de uma etiqueta de MTS que é agrafada ao material em questão.

O material já etiquetado e a respetiva guia são colocados dentro de uma dorna que é posteriormente transferida para o supermercado 1.

4.1.3.4. Repacking on demand

O processo de *Repacking* ou reembalamento começa quando, no início de cada turno, um operador logístico vai até às *racks* em “*overflow*” verificar quais as referências de materiais em falta ou com menor quantidade, e que, por isso, precisam de ser restabelecidas.

Após identificar os PN's em falta, o operador logístico procura e coleta os materiais que precisam de ser trabalhados em “*overflow*”, com a ajuda de um empilhado, e descarrega a palete com os materiais na rampa 1 que abastece os postos de trabalho do *repacking on demand*. Com um leitor zebra, o operador lê a etiqueta de MTS presente na caixa a ser trabalhada para dar baixa da mesma no sistema.

No posto de trabalho de *repacking*, o operador recolhe uma palete da rampa 1 e coloca-a junto à bancada de trabalho.

Com um leitor *honeywell*, o operador lê o código de barras presente na etiqueta da caixa de cartão que permite ao sistema mostrar informação relativa à nova caixa em que o material vai ser reembalado e à quantidade de peças por caixa.

Depois de depositar as peças que vêm dentro da caixa de cartão na bancada e de recolher as novas embalagens necessárias ao reembalamento, o operador reembala as peças, e, ao completar cada caixa, efetua a validação da mesma para que seja impressa uma etiqueta de *repacking* Figura 24 por cada uma das novas caixas.



Figura 24. Etiqueta de Repacking

O operador vai colocando as caixas com material reembalado numa palete, e, quando esta fica completa, lê todas as etiquetas de repacking para que todas as caixas possam ser alocadas. Por fim, o operador aloca os materiais nas respetivas zonas de alocação.

4.1.3.5 Volumoso

Uma vez recebido, o material volumoso é transferido para a zona do volumoso após ser inserido em SAP e ter sido trabalhado. Um dos operadores da receção coloca as guias do material volumoso que podem conter mais de uma referência de materiais na secretária presente na área do volumoso.

Um operador que trabalha nesta área recolhe uma guia e separa os materiais por referências, verificando sempre se as quantidades físicas dos materiais coincidem com as quantidades discriminadas na guia.

Concluída esta operação, o operador lê o código de barras na guia que está a trabalhar com um leitor *honeywell*, e insere no *software* o número de volumes por referência e a quantidade de peças existentes por caixa.

Após ser validada esta operação, o sistema imprime as etiquetas referentes a cada caixa e o material é, de seguida, alocado nos espaços vazios existentes nas estantes.

4.1.4 Edifício 3

Esta secção começa como uma descrição generalizada do edifício 3, em que são identificadas as diversas áreas que constituem este edifício, assim como, os elementos que o constituem e auxiliam as tarefas

realizadas no mesmo e os diferentes horários de funcionamento, juntamente com as equipas que operam em cada um deles.

De seguida, é feita uma descrição mais detalhada dos principais processos que ocorrem neste edifício, nomeadamente o abastecimento de embalagens vazias pelo parceiro externo à fábrica, a formatação de embalagens e a lavagem de embalagens.

4.1.4.1 Descrição geral

O edifício 3 é a zona da área fabril dedicada principalmente à preparação, limpeza e armazenamento de embalagem. Mas, uma vez que a falta de espaço é um problema cada vez mais evidente, este edifício é também utilizado como ponto de receção de alguns materiais e como armazém de alguns componentes que entram nas linhas de SMT e também algum produto acabado.

A principal finalidade deste edifício é receber embalagem e preparar a mesma para que esta possa ser utilizada para acondicionar, proteger e transportar o produto final, de maneira a minimizar os riscos de contaminação e de impacto.

Existem dois tipos de embalagem distintos a ser utilizados que implicam processos de preparação diferentes. A embalagem descartável (cartão) utiliza o processo de formatação, enquanto a embalagem retornável (plástico), além de poder passar por um processo de formatação, tem também de passar por um processo de limpeza.

Este edifício tem uma área de cerca de 3730 m² e está dividido em nove áreas com finalidades distintas (Figura 25):

- (1) Gabinete do supervisor onde o supervisor executa trabalho administrativo;
- (2) Área de formatação, onde as embalagens de cartão são formatadas;
- (3) Área de armazenamento de embalagem de cartão pronta a ser enviada para os postos de embalamento;
- (4) Área de armazenamento de embalagem de plástico pronta a ser enviada para os postos de embalamento;
- (5) Área de armazenamento de embalagem de plástico ESD (embalagem Aptiv), para utilização interna. Esta embalagem é utilizada principalmente para transportar matérias-primas ou semiacabados para as linhas de produção e é constituída principalmente por tabuleiros e algumas caixas;
- (6) Área de armazenamento de matéria-prima que entra em SMT e de algum produto acabado;
- (7) Área de lavagem e secagem de embalagens;

- (8) Área de armazenamento de componentes de embalagem (ex: espumas, caixas, tampas, sacos, partições, entre outros);
- (9) Área de alocação temporária (ex: material para ser limpo).

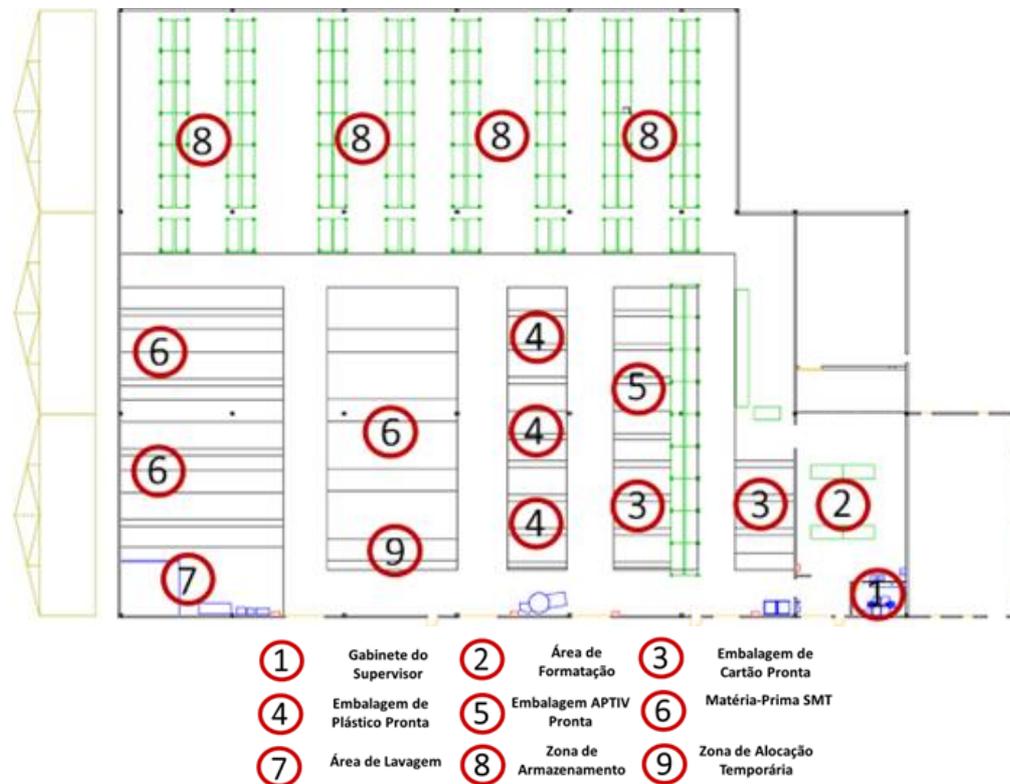


Figura 25. Layout do Edifício 3 com as diferentes áreas

De maneira a facilitar as atividades realizadas nesta zona da fábrica, estão presentes no edifício 3 os seguintes elementos representados na Tabela 3.

Tabela 3. Elementos constituintes do edifício 3

Elemento	Função	Quantidade
Mesa do supervisor	Realizar trabalho administrativo e de gestão	1
Cacifos	Guardar pertences dos colaboradores deste edifício	20
Armário de apoio à limpeza	Guarda recursos para limpeza da área	1
Carrinho de limpeza	Guarda recursos para limpeza da área	1
Bancada de formatação	Posto para formatar embalagem de cartão	4
Carrinho logístico	Movimentar materiais	2
Máquina de filmar fixa	Filmar paletes de embalagem pronta	1
Máquina de filmar móvel	Filmar paletes de embalagem pronta	1
Armário Auxiliar	Guardar material de teste para a embalagem	2
Quadro magnético	Orientar as equipas que operam neste edifício	1
Estante	Colocar material não conforme	1
Empilhador	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	4
Porta paletes	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	6
Pistolas de pressão	Limpar as embalagens	2
Máquina de cintar	Cintar paletes	2

Carrinho de cintar	Fornecer e guardar cintas	1
Máquina de lavar e secar	Lavar e secar embalagem retornável	1

Este edifício funciona de segunda a sábado, vinte e quatro horas por dia, e conta com a colaboração de dezanove operadores, distribuídos por quatro turnos distintos, representados na Tabela 4:

Tabela 4. Turnos de trabalho do Edifício 3

Turno	Horário	Nº de Colaboradores
T1	06:00 h – 14:30 h	6 operadores
TN	08:30 h – 17:30 h	3 operadores + supervisor
T2	14:30 h – 23:00 h	6 operadores
T3	23:00 h – 06:00 h	3 operadores

4.1.4.2 Abastecimento de embalagens vazias

O abastecimento de embalagens vazias ao edifício 3 pode ser efetuado de duas maneiras distintas. Ou as embalagens vazias são fornecidas diretamente do cliente, sendo estas transportadas das suas instalações por camião para a Aptiv, ou então são enviadas por camião de armazéns externos pertencentes a uma entidade externa que presta serviços à empresa. O camião deste parceiro externo realiza duas viagens por dia (uma de manhã e outra à tarde) às instalações da Aptiv, sendo responsável por transportar referências de embalagens mais prioritárias e previamente informadas pelas pessoas que operam no edifício 3. Este camião tem capacidade para transportar 56 paletes industriais ou 66 paletes euro.

No início do turno normal, um operador verifica visualmente as *slots*, de armazenamento de embalagem pronta para seguir para as zonas produtivas, e, de acordo com os espaços físicos vazios, o operador estima a quantidade de embalagem necessária que se tem de pedir ao parceiro externo dos projetos prioritários, aquando dessa verificação.

O operador faz o pedido de entrega de embalagem ao parceiro externo, utilizando para isso um ficheiro excel, que utiliza uma macro que envia os PN's requisitados e as suas respetivas quantidades.

O parceiro externo envia um camião com as referências necessárias para o edifício 3, onde as mesmas são rececionadas.

Um operador descarrega o camião, com o auxílio de um empilhador, e coloca os vazios numa área dedicada para o efeito. Esta função tem sempre um operador alocado em cada um dos turnos existentes.

4.1.4.3 Formatação de embalagem

A área de formatação de embalagem de cartão funciona com pelos menos dois operadores por turno.

No início de cada turno, os operadores, alocados para operarem a área de formatação de embalagem, consultam um quadro existente nessa área que contém informação relativa aos objetivos diários. O quadro de consulta é previamente preparado pelo supervisor do edifício 3 e este consta num quadro magnético que utiliza peças metálicas de três cores diferentes para expressar as tarefas a realizar e a quantidade do material a trabalhar Figura 26.

TAREFAS	TAREFAS DIÁRIAS									
	SEGUNDA-FEIRA		TERÇA-FEIRA		QUARTA-FEIRA		QUINTA-FEIRA		SEXTA-FEIRA	
	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 1	TURNO 2
PANDA										
IVICO										
MIB 1										
PO 9X1										
MIB 3 S/ BLEND										
MIB 2 C/ BLEND										
PORSCHE MIB 1										
CNH										
FERRARI DISPLAY										
FERRARI RINGO										
VOLVO RINGO										
VOLVO RINGO 1										
VOLVO RINGO 2										
CLUSTER										
REMISEM										
J10										
800 CAVAS VERDES										
PANDA 7										
BEZEL										

Figura 26. Quadro de tarefas diárias

Este quadro utiliza peças metálicas azuis para referir a embalagens retornáveis (plástico), peças metálicas brancas para referir embalagens descartáveis (cartão) e peças metálicas vermelhas para identificar embalagem prioritária a trabalhar. Além deste *standard* de cores utilizado neste quadro, estipulou-se que uma peça metálica corresponde a uma palete.

Uma vez identificadas as referências com as necessidades de formatação, os operadores coletam as respetivas referências com a ajuda de um porta-paletes ou um carrinho logístico, nos dezasseis espaços para paletes dedicadas às referências com maior rotação ou nas estantes situadas na zona de armazenamento.

Após recolherem os materiais a trabalhar, os mesmos são formatados nas quantidades previamente definidas (em paletes) e são prontamente filmadas antes de serem colocadas nas *slots* dedicadas à embalagem de cartão pronta para ser enviada para os postos de embalamento situado nas áreas produtivas.

4.1.4.4 Limpeza de Embalagens Retornáveis

Existem duas formas distintas das embalagens vazias chegarem ao edifício 3. As embalagens para utilização interna (da empresa) são transferidas dos edifícios 1 e 2 para o edifício 3 pelas carrinhas que

operam as rotas internas de materiais, e são descarregadas na zona de alocação provisória por um empilhador.

As embalagens do cliente são enviadas através de camiões diretamente do mesmo, para o edifício 3 e também são descarregadas na zona de alocação provisória.

As paletes com as embalagens vazias são depois transferidas para a área de entrada de materiais na zona da lavagem, consoante a disponibilidade desta área, para serem posteriormente trabalhadas.

As embalagens de cliente, quando chegam ao edifício 3, passam sempre pelo processo de limpeza e, por isso, são sempre consideradas embalagens não conformes quando são recebidas.

As embalagens, utilizadas internamente (embalagem da Aptiv), possuem uma etiqueta que contém um código de barras (Figura 27), e que é lida por scan através de um leitor zebra. Essa leitura permite ao operador saber se a caixa, com a respetiva tampa, terá de passar pelo processo de lavagem (não conformes) ou se está em conformidade para ser enviada para os postos de embalagem nas zonas produtivas.



Figura 27. Caixa com etiqueta de lavagem

O processo de lavagem das embalagens retornáveis internas é executado a cada quinze dias ou a cada quinze utilizações.

Após a leitura das etiquetas, as embalagens a serem limpas, são movidas para a zona de embalagens não-conformes com a ajuda de um porta-paletes para serem lavadas, enquanto que, as embalagens conformes, são movidas para a zona de embalagem conforme até que estas atinjam a quantidade suficiente para se construir uma paleta completa. As tampas das caixas não conformes são alocadas numa paleta dedicada para o efeito.

Quando se consegue fazer uma paleta completa de embalagens conformes, esta é transferida para a zona de saída de embalagem da área da lavagem. Posteriormente, esta paleta é alocada por um operador nas *slots* de embalagem retornável, pronta para ser enviada para os postos de embalagem.

Após este processo de segregação, as embalagens não-conformes são inseridas na máquina de lavagem por um operador.

Primeiramente, são lavadas todas as caixas de plástico, e só depois de todas as caixas estarem lavadas, é que o mesmo operador lava todas as tampas correspondentes às mesmas caixas. Apesar de a máquina de lavar também integrar um processo de secagem, as caixas, quando saem da máquina, são colocadas numa área de secagem em paletes para serem sujeitas a um segundo processo de secagem, enquanto que, as tampas são colocadas a secar num suporte existe para o efeito.

Após a secagem, formam-se paletes completas que são enviadas para a área de saída de embalagens lavadas, para estas serem posteriormente alocadas nas *slots* de embalagem retornável, pronta a seguir para os postos de embalamento.

4.1.5 Expedição

Esta secção começa com uma descrição generalizada da zona da expedição, em Braga, em que são identificadas as diversas áreas que constituem esta zona, assim como os elementos que a constituem e auxiliam as tarefas nesta zona realizadas e os diferentes horários de funcionamento, juntamente com as equipas que operam em cada um deles.

De seguida, são descritos os diferentes processos que ocorrem nesta zona da unidade fabril, nomeadamente a receção e alocação do produto acabado, a criação de preparação das *delivery notes* e a preparação da carga para envio.

4.1.5.1 Descrição geral

Após o embalamento e acondicionamento do produto final na respetiva embalagem, as mesmas são colocadas em paletes que podem ser completas, caso sejam constituídas por uma única referência de produto, ou mistas, caso exista mais de uma referência de produtos na mesma paleta. Quando as paletes atingem a capacidade máxima de caixas que podem transportar (dependendo do projeto em questão), estas são enviadas para a expedição através das rotas de transporte de materiais internos existentes na fábrica.

A zona da expedição fica situada no edifício 2 e tem uma área de cerca de 1145 m². Este setor da unidade fabril é responsável por escoar o produto acabado para os diversos clientes da Aptiv e está dividida em seis áreas principais (Figura 28):

(1) Área de descarga, onde é feita a descarga das paletes que chegam das duas zonas produtivas existentes na fábrica;

- (2) Área de separação, onde as paletes mistas são separadas pelas várias referências de produtos que as constituem;
- (3) Área de armazenamento, onde são alocados os produtos após serem separados e antes de serem escoados;
- (4) Área de preparação de carga, onde a carga é preparada para ser enviada;
- (5) Área do supervisor onde está grande parte do material de apoio e a mesa do supervisor;
- (6) Zona do cais de carga e descarga de camiões.

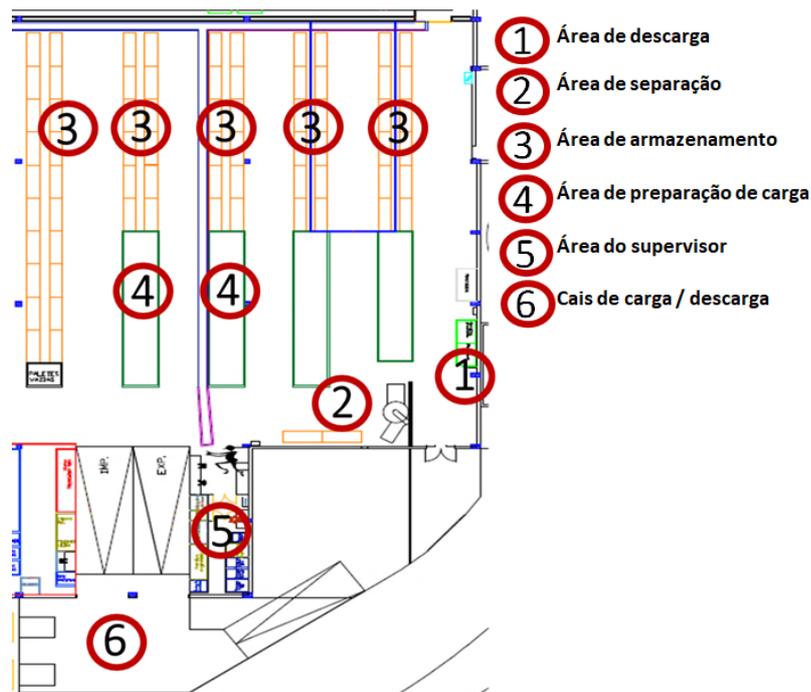


Figura 28. Layout com as diferentes áreas da expedição

Com o intuito de auxiliar as atividades que ocorrem nesta zona da unidade fabril, existem na expedição os seguintes elementos representados na Tabela 5.

Tabela 5. Elementos constituintes da expedição

Elemento	Função	Quantidade
Carrinho de limpeza	Guarda recursos para limpeza da área	1
Cacifos	Guardar pertences dos colaboradores da expedição	10
Máquina de filmar	Filmar paletes	1
Carrinho de cintar	Fornecer e guardar cintas	3
Máquina de cintar paletes	Cintar paletes	3
Máquina de cintar caixas	Cintar caixas	2
Empilhador	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	4
Porta paletes com balança	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	1
Porta paletes manuais	Transporte, movimento e manuseamento de materiais	5
Balança industrial	Pesagem de paletes	1
Balança	Pesagem de caixas	1
Monitor	Disposição de informação relevante sobre a expedição	2
Mesa supervisor	Realizar trabalho administrativo e de gestão	1
Impressoras de etiquetas grandes	Impressão de etiquetas de maior dimensão	3

Impressoras de etiquetas pequenas	Impressão de etiquetas de menor dimensão	3
Leitor symbol	Localizar referências de produtos nas <i>racks</i> aquando da alocação ou desalocação	5
Leitor honeywell	Leitura das etiquetas	7
Estante de apoio	Alocação de materiais de apoio	4
Estantes de armazenamento	Armazenamento de produto acabado	10

Esta zona da fábrica empregava 16 operadores a trabalhar, e operava 24 horas por dia, seis dias por semana (segunda a sábado) com quatro turnos de trabalho distintos apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Turnos de trabalho da Expedição

Turno	Horário	Nº de Colaboradores
T1	06:00 h – 14:30 h	1 supervisor + 3 operadores
TN	08:30 h – 17:30 h	4 colaboradores
T2	14:30 h – 23:00 h	1 supervisor + 5 operadores
T3	23:00 h – 06:00 h	2 operadores

4.1.5.2 Receção e alocação de produto acabado

Como referido anteriormente, as paletes com o produto acabado são transportadas das zonas produtivas para a zona da expedição através de carrinhas da Aptiv que operam as rotas internas de transporte de materiais, onde são descarregadas com o auxílio de empilhadores na área de descarga designada para esse efeito.

As paletes que chegam da produção podem ser paletes “completas”, caso sejam constituídas por uma única referência de produto e venham prontas para ser enviadas ao cliente, ou mistas, caso sejam constituídas por mais de uma referência de produto e ainda precisem de ser trabalhadas. As paletes são transferidas da zona de descarga para a zona de separação por um empilhador, e de seguida o operador designado para trabalhar nesta área faz uma leitura aos códigos de barras das etiquetas de produção de todas as caixas de todas as paletes com um leitor *Symbol* e confirma que o número de caixas por palete coincide com a quantidade descrita no documento de transporte que acompanha cada palete. As paletes que forem “completas”, são imediatamente alocadas nas *racks* por um empilhador.

As paletes mistas são separadas nas diferentes referências (PN's – *Aptiv Part Number*) que as constituem, e, de seguida, é feita uma localização (através do leitor *Symbol*) de paletes incompletas, para que se possam alocar as caixas com os diferentes PN's. Se as caixas provenientes das paletes mistas completarem uma palete, esta é cintada por um operador e alocada nas *racks* para posteriormente ser enviada para o cliente. Caso não existam paletes incompletas, o operador que opera esta área, cria uma palete incompleta e de seguida aloca-a no nível inferior das *racks*.

4.1.5.3 Criação e preparação de Delivery Notes

O processo de preparação das cargas é despoletado pela criação das *delivery notes* (DN's). O departamento de COP's (*Customer Order Processing*) é a entidade que funciona como elo entre a fábrica e os diferentes clientes da Aptiv. É este departamento que elabora o planeamento dos envios para cliente e que, oportunamente, cria as DN's que são posteriormente utilizadas pelo gabinete de *Shipping*. A DN é um documento que acompanha e identifica a respetiva carga e contém dados como a descrição da carga transportada, local para onde vai ser transportada, número de volumes a serem transportados entre outros.

Após criarem as DN's, o departamento do COP's, faz o *upload* das mesmas, num *software* desenvolvido pela empresa que é partilhado com o gabinete de *Shipping*. Por sua vez, o gabinete de *shipping* imprime as DN's e coloca-as numa gaveta metálica, à entrada do armazém, para estas serem recolhidas por um operador da expedição e levadas para gavetas na zona do supervisor. Além disso, o mesmo gabinete notifica os transitários responsáveis por recolher as cargas por *e-mail* ou através das plataformas dos clientes.

4.1.5.4 Preparação de carga para envio

Na zona do Supervisor, um operador pega na DN correspondente à carga que será expedida primeiro, e, após fazer a verificação das quantidades de material, é feita uma leitura aos códigos de barras referentes de cada APN com um leitor *Symbol*, para se localizar esses materiais nas *racks*. Após esta leitura, um operador com licença de empilhador vai às respetivas *racks* na área de armazenamento buscar as paletes dos APN constados na DN e transporta-os para a área de preparação de carga.

Na zona de preparação de carga, o operador que prepara determinada carga começa por fazer a leitura *scan* com um leitor *Symbol* das etiquetas de produção de cada caixa de cada palete, com o objetivo fecharem cada palete no sistema. Após a leitura das etiquetas de produção de cada palete e de se fechar as paletes em sistema, é imediatamente desencadeado por este processo a impressão de uma etiqueta *master* temporária para cada palete existente no envio. Esta etiqueta *master* é depois lida por *scan* por um leitor *honeywell*, para se confirmar que esta pertence à palete em questão.

Uma vez finalizada esta verificação, o operador faz uma leitura por *scan* (leitor *honeywell*) à DN e, de seguida, às etiquetas *master* temporárias de cada palete. Este procedimento despoleta a impressão de todas as etiquetas de cliente de todas as caixas de todas as paletes, e a etiqueta *master* definitiva de todas as paletes.

As etiquetas individuais são coladas em cada caixa pelo operador, e a etiqueta *master* definitiva é colada no canto inferior direito de cada palete. Uma vez colocadas todas as etiquetas (etiquetas *master* definitiva e temporária, etiquetas de produção e etiquetas de cliente) na paleta, o operador realiza uma última leitura por *scan* com um leitor *honeywell* em que, compara a etiqueta *master* com as etiquetas de produção e de cliente para se certificar que correspondem à mesma referência de produto para o mesmo destino. Depois de se verificar a correspondência entre as etiquetas, as etiquetas de produção e as etiquetas *master* temporárias, são arrancadas das paletes e deitadas ao lixo. A paleta fica então pronta para ser enviada para o cliente (Figura 29).



Figura 29. Paleta pronta na área de preparação

Por fim, um operário habilitado para operar empilhador, empurra as paletes prontas a serem exportadas para o cliente por DN, nas áreas de preparação de cargas, para delimitar o envio em questão e para otimizar o espaço nas áreas de preparação (Figura 30).

Quando o transitário correspondente chega, as paletes são movidas da zona de preparação de carga para a zona do cais de carga/descarga, onde são carregadas no transitário por um empilhador.



Figura 30. Carga pronta a ser exportada

4.2 Análise crítica e identificação de problemas

Esta secção é referente à análise crítica da situação atual, identificando-se dos problemas e desperdícios nas áreas de atuação. Para esta análise, além da observação do *gemba*, recorreu-se a estudo de tempos, ao mapeamento dos processos e à identificação de oportunidades de melhoria.

4.2.1 Estudo de tempos de ciclo

O primeiro tópico abordado, no âmbito deste trabalho, foi verificar se existia necessidade de se fazer um redimensionamento de algumas áreas dos armazéns da fábrica, mais concretamente das áreas da receção, formatação de embalagem de cartão e expedição, face à flutuação da procura. Até à data, apenas existiam estudos empíricos relativos a esta temática e, por isso, decidiu-se proceder a um estudo mais concreto que implicasse recolha e tratamento de dados. Além disso, foram detetadas algumas debilidades no *Standard Work* existente nas mesmas áreas que por vezes originavam erros que só eram detetados numa fase bastante tardia.

No sentido de dar resposta aos tópicos acima mencionados, foi realizado um estudo, que consistiu na medição de tempos de ciclo dos vários processos ocorrentes nas diferentes áreas da fábrica em estudo.

4.2.1.1 Receção

Na área da receção foram medidos os tempos de ciclo referentes à realização de oito atividades distintas:

- ❖ descarga das carrinhas;
- ❖ separação de caixas referências;
- ❖ preparação da documentação;
- ❖ lançamento dos materiais em SAP;
- ❖ *labelling*;
- ❖ procura de materiais para o processo de *labelling*;
- ❖ *repacking*;
- ❖ procura de materiais para o processo de *repacking*.

Foram realizadas amostras de dez medições em todas as atividades medidas na zona da receção. Os tamanhos das amostras foram definidos pela empresa. Numa primeira fase, o estudo incidiu sobre as atividades intrínsecas à receção de materiais que começa quando o empilhador se dirige até ao cais de descarga até a última paleta da carga ser descarregada na zona de descarga.

Relativamente à descarga das paletes transportadas por camiões, registou-se um tempo de descarga médio de 43 segundos, por paleta. Os tempos de descarga são influenciados pela destreza do operador no domínio do empilhador e pelas diferentes áreas de descarga improvisadas onde as paletes são descarregadas devido à evidente falta de espaço.

Na preparação de documentos que inclui confirmar o conteúdo físico com os documentos, agrafar a carta de porte e a guia de remessa (documento identificativo), assinar os documentos e atribuir um código de localização aos materiais, registou-se um tempo médio de 64 segundos.

Para o lançamento dos materiais em SAP registou-se um tempo médio de 49 segundos por guia de remessa.

A última medição, inerente ao processo de receção de materiais, foi relativa ao tempo de separação de caixas por referências, que é influenciado pelo número de referências existentes nas paletes que chegam mistas dos fornecedores. Esta atividade registou uma média de 12 segundos, por referência.

Após serem medidos e registados os tempos de ciclo referentes à receção de materiais, passou-se para a medição e registo dos tempos de ciclo relativos aos processos de *labelling* e *repacking on demand*.

O tempo de ciclo médio da procura de materiais nas *racks* do desativado para o *labelling* foi medido desde que o operador alocado para essa função pega na lista de SMT até que traz a paleta com as várias

referências de materiais até à rampa de materiais para serem trabalhados no *labelling*. O tempo de ciclo médio registado para esta atividade foi de 2233 segundos por palete. Este tempo pode ser afetado pelo número de referências a procurar e pela distância dos materiais em relação à rampa de materiais para serem trabalhados no *labelling*. Já relativamente ao tempo de ciclo médio de *labelling*, foi registado um tempo médio de 12 segundos, por peça.

O tempo de ciclo médio da procura de material para ser trabalhado no *repacking* foi medido desde que o operador pega no carrinho logístico ou no empilhador e vai até às *racks* de “*overflow*” buscar o material, até que o deposita na rampa de material para ser trabalhado pelos postos de *repacking*. O tempo de ciclo médio registado na procura destes materiais foi de 121 segundos, por referência de material, e o tempo de execução desta atividade é influenciada pela distância da zona de alocação à rampa e pela quantidade de volumes necessários.

O tempo de ciclo médio do processo de *repacking* registado foi de 12 segundos por peça. A Tabela 7 mostra os tempos de ciclo registados para cada atividade realizada na receção com base das medições realizadas como mostra o apêndice 1.

Tabela 7. Tempo de ciclo das atividades da receção

Atividade	Tempo Médio de Ciclo (s)
Descarga das carrinhas	43 s/palete
Separação de caixas por referências	12 s/caixa
Preparação da documentação	64 s/documento
Lançamento dos materiais em SAP	49 s/guia de remessa
Labelling	12 s/peça
Procura de materiais para o processo de labelling	2233 s/palete
Repacking on demand	12 s/peça
Procura de materiais para o processo de repacking on demand	121 s/referência

4.2.1.2 Edifício 3

Na zona do edifício 3, foram medidos os tempos médios de ciclo referentes à formatação de seis tipos de embalagens de cartão diferentes, pertencentes aos projetos de maior rotação existentes na fábrica. Esta atividade consistiu em medir o tempo que um operador demora a formatar uma caixa completa. Esta atividade inclui formatar a caixa o interior e a respetiva tampa (se existente) e foi recolhida uma amostra definida pela empresa de 22 medições para cada tipo de caixa. Os tempos de ciclo médios registados para a formatação de cada caixa são apresentados na Tabela 8 abaixo representada. Estes valores médios são baseados nas medições que estão discriminadas no apêndice 2.

Tabela 8. Tempos médios de ciclo de formatação das embalagens de maior rotação

Embalagem	Tempo Médio de Ciclo (s)
Embalagem 1	72 s
Embalagem 2	26 s
Embalagem 3	82 s
Embalagem 4	17 s
Embalagem 5	45 s
Embalagem 6	7 s

4.2.1.3 Expedição

Na área da expedição, foram medidos os tempos de ciclo referentes à realização de nove atividades distintas:

1. descarga das carrinhas internas;
2. separação das paletes mistas na área de separação;
3. cintagem de paletes;
4. *scan* de paletes com leitor;
5. alocação de paletes nas *racks*;
6. rastreio de DN's no leitor Symbol;
7. transferência de paletes de produto acabado para a zona de preparação de carga;
8. preparação de carga;
9. carregamento de camiões.

Numa primeira fase, foram feitas medições de tempos das atividades relacionadas com a receção e posterior alocação de paletes com produto final, provenientes das áreas produtivas. A primeira atividade executada nesta fase foi a cronometragem dos tempos de descarga das carrinhas que fazem a rotas internas de materiais. Foi registado um tempo de ciclo médio de 41 segundos, por palete. Os tempos de descarga são fortemente influenciados pela experiência e destreza que o operador tem em relação ao empilhador.

No seguimento do fluxo de trabalho, foram depois medidos tempos relativos à separação de paletes mistas nas várias referências de produtos que as constituem. Estes tempos incluíram a alocação de caixas nas zonas de alocação de excedentários. O tempo de ciclo médio cronometrado foi de 42 segundos por caixa, e os tempos deste processo são influenciados principalmente pela disposição da palete mista e pela quantidade de referência de produtos presentes na mesma.

Seguidamente, foi feito o registo dos tempos relativos à cintagem das paletes incompletas, que se tornaram completas devido à adição das caixas provenientes das paletes mistas. Este processo registou

um tempo de ciclo médio de 107 segundos e é influenciado pela quantidade de cintas que determinada carga requer.

Uma vez concluído o estudo dos tempos de ciclo da cintagem de paletes, foram medidos os tempos de *scan* (picagem) às etiquetas das caixas para estas poderem ser alocadas. O tempo de ciclo médio registado foi 2 segundos por caixa.

Para finalizar esta primeira fase, foram medidos os tempos de ciclo da alocação das paletes de produto acabado nas *racks*. Esta atividade engloba a deslocação à zona de alocação, a colocação da paleta na *rack* e o *scan* do *bin* para dar entrada no material na zona de alocação, e o tempo de volta à área de separação. O tempo de ciclo médio registado foi de 63 segundos. Os tempos medidos desta atividade são influenciados pela distância a que a *rack* se encontra.

Numa segunda fase, foram cronometrados tempos de ciclo referentes à preparação da carga para enviar para os diferentes clientes.

Começou-se por cronometrar os tempos de procura dos materiais das DN's no leitor Symbol, e registou-se um tempo de ciclo médio de nove segundos por DN.

Seguidamente, foram medidos os tempos de desalocação, que incluem os tempos de *scan* do *bin* na estante e volta à zona de preparação. Foi registado um tempo de ciclo médio de 67 segundos, por paleta. Os tempos referentes a esta atividade são influenciados pela distância do empilhador à *rack*.

Por último, terminou-se a segunda fase com a medição dos tempos de preparação de cargas. Este processo engloba colocar as etiquetas, ler as mesmas e retirar as etiquetas de produção. O tempo de ciclo médio registado foi 12 segundos por caixa.

Na última fase, foram medidos os tempos de carregamento de camiões e registou-se um tempo de ciclo médio de 38 segundos por paleta. Os tempos de ciclo estão representados na Tabela 9 tendo por base as medições realizadas no apêndice 3.

Tabela 9. Tempos de Médios de Ciclo das atividades que ocorreram na expedição

Atividade	Tempo Médio de Ciclo
Descarga das carrinhas internas	41 s/paleta
Separação de paletes mistas por referências	42 s/caixa
Cintagem de paletes	107 s/paleta
<i>Scan</i> de paletes com leitor	2 s/caixa
Alocação de paletes nas racks	63 s/paleta
Rastreio de DN's no leitor Symbol	9 s/DN
Transferência de paletes de produto acabado para a área de preparação de carga	67 s/paleta
Preparação de carga	12 s/caixa
Carregamento de camiões	38 s/paleta

4.2.2 Trocas de etiquetas frequentes no processo de *Labelling*

A frequente troca de etiquetas nos materiais, provenientes de erros praticados nos postos de trabalho de *labelling*, constituía uma séria preocupação para a empresa.

No processo de etiquetagem por vezes eram colocadas etiquetas nos materiais errados. Esta troca de etiquetas resultava no abastecimento de materiais errados às linhas de produção que provocava esperas e movimentações desnecessárias, podendo até fazer parar as linhas de produção.

Em casos mais extremos, as placas eram montadas com componentes errados, sendo essa troca de componentes detetada tardiamente pelos testes de verificação, acarretando custos elevados para a empresa quer seja pelo retrabalho das placas ou pelo refugo das mesmas.

4.2.3 Dificuldades na gestão do processo de *Repacking on demand*

Outro problema de relevo identificado, foi a falta de eficiência no processo de *repacking on demand*, uma vez que, não existia nenhuma metodologia de gestão deste processo.

Sistematicamente acontecia existir necessidade de componentes nas linhas de produção para serem consumidos, mas os mesmo não estavam disponíveis para serem enviados para a produção, devido ao facto de não terem sofrido o processo de *repacking on demand*. Este problema causava paragens de linha e esperas.

Por outro lado, acontecia existir material com consumo muito baixo, ou sem consumo reembalado em quantidades significativas o que implica custos para a empresa devido ao sobre processamento.

4.2.4 *Standards* incongruentes ou pouco eficazes

O foco na criação ou reestruturação dos *standards* já existentes foi outro tópico a ser abordado no âmbito do presente trabalho. Foram detetados alguns problemas relativos aos *standards* existentes ou então à falta deles nas zonas da receção, zonas produtivas, edifício 3 e na expedição.

Nas zonas produtivas verificou-se a existência de algumas incongruências em relação a *standards* de gestão visual como é possível observar na Figura 31. Este problema poderia induzir os operadores a movimentarem materiais para sítios errados, o que além de provocar *stress* nas equipas, também provocaria esperas e movimentações desnecessárias.



Figura 31. Exemplo de *standard* pouco eficaz

Além disso, foi constatada a necessidade de se redefinir o *standard* de gestão visual de maneira que o *standard* de gestão visual da fábrica da Aptiv, em Braga, ficasse alinhado com o *standard* global da Aptiv.

4.2.5 Inexistência ou debilidades nos 5S e gestão visual

No edifício 3 foi identificada também a completa ausência de *layout* nas áreas de formatação e lavagem de embalagens. Além disso, verificou-se a inexistência de sinalização de segurança e de identificação de zonas, assim como a ausência de identificações áreas (placas identificativas suspensas) de materiais e de áreas do edifício.

Além disso, e a par da realidade verificada no edifício 3, foram definidos e marcados sítios de elementos que até à data não existiam. Também foram identificados de acordo com o *standard* da fábrica de Braga, equipamentos de segurança que não estavam corretamente marcados.

Na expedição identificou-se a existência de um *layout* pouco ajustado e áreas por delimitar em termos de marcações de chão. Em termos de 5S, identificaram-se falta de sinalização de sítios dos objetos e a inexistência de documentos de consulta para serem utilizados pelos colaboradores.

4.2.6 Dificuldade em gerir o fluxo de embalagem entre a fábrica e o parceiro externo

Outro problema identificado foi a inexistência de uma ferramenta que ajudasse na gestão do fluxo de embalagens vazias entre o parceiro externo e a empresa. Os pedidos das diferentes referências de embalagens eram requeridos através de uma verificação visual, o que, por vezes, dava origem a enganos que causavam esperas nas linhas de produção, ou até mesmo paragens das mesmas devido à falha de embalagem pronto a avançar para as zonas produtivas. Estas esperas ou paragens demoravam em média uma hora, referente ao tempo necessário para a deslocação aos armazéns externos e de carga das carrinhas. Também ocorriam situações em que se formatavam embalagens menos prioritárias e que não eram precisas no imediato. Esta prática, além de causar ocupação de espaço desnecessário (Figura 32), também causa falta de aproveitamento dos operadores uma vez que, estes poderiam estar a realizar atividades prioritárias para a empresa.



Figura 32. Espaço de alocação lotado com excesso de *stock* da mesma referência

4.2.7 Ausência de dispositivos de gestão visual relativos aos envios de cargas na zona da expedição

Após a realização de auditorias externas realizadas anualmente por clientes à expedição, foi constatado um problema ao nível da falta da informação visível relativa à localização das cargas para serem carregadas, e em relação a outras informações relevantes ao *status* dos envios.

Além disso, constatou-se a falta de aproveitamento de recursos já existentes na zona da expedição, nomeadamente os dois monitores presentes que não tinham qualquer tipo de utilização (Figura 33).

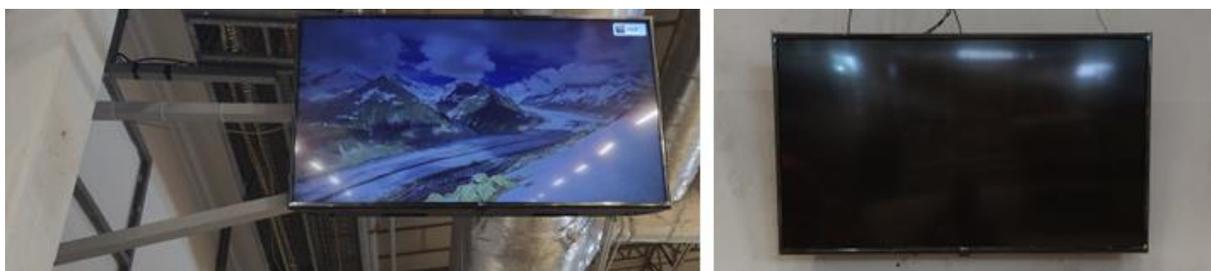


Figura 33. Monitores inativos na zona da expedição

4.2.8 Síntese dos problemas identificados

Após a identificação dos problemas encontrados acima descritos, a Tabela 10, apresenta uma síntese dos mesmos, a consequência no sistema e os desperdícios associados.

Tabela 10. Síntese dos problemas identificados

Zona da Fábrica	Problema	Consequência	Desperdício Associado
-Receção	Troca de Etiquetas no Processo de <i>Labelling</i> ;	-Abastecimento de componentes errados às linhas de produção	Esperas; Movimentações; Sobreprocessamento;
-Receção	Dificuldade na gestão do processo de <i>Repacking on Demand</i>	-Falta de componentes para abastecer as linhas produtivas; -Pode causar gargalo nos processos devido a trocas de materiais; -Confusão nos colaboradores; -Excesso de <i>stock</i> de baixa rotação reembalado;	Esperas Excesso de stocks
-Zonas Produtivas	<i>Standards</i> incongruentes ou pouco eficazes;	-Pode dar origem a erros, ou criar confusão nos colaboradores;	-Esperas; -Movimentações.
-Receção -Edifício 3 -Expedição	Inexistência ou debilidades nos 5S e gestão visual;	-Falta de informação de segurança; -Falta de delimitações de áreas visíveis; -Falta de <i>Standard Work</i> ; -Pode dar origem a sinistros; -Perdas de tempo à procura de materiais;	-Esperas; -Movimentações;
-Edifício 3	Dificuldade na gestão do fluxo de embalagens vazias entre o parceiro externo e a empresa;	-Paragem de linhas produtivas por falta de embalagem; -Prejuízos elevados em termos de custos e de resposta aos clientes;	-Esperas; -Sobreprocessamento;
-Expedição	Ausência de dispositivos de gestão visual relativos ao envio e preparação de cargas;	-Pode dar origem a erros; -Congestionamento do estacionamento; -Difícil gerir e priorizar a preparação de cargas. -Desorganização;	-Esperas; -Movimentações; -Esperas.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo é constituído pelas propostas de melhoria pensadas e implementadas, assim como nas soluções que foram escolhidas por se achar serem mais adequadas para fazer face aos problemas anteriormente apresentados. Na Tabela 11 apresenta-se o plano de ações para as propostas de melhoria através da técnica 5W2H.

Tabela 11. Plano de ação das propostas de melhoria

What?	Why?	How?	Who?	Where?	When?	How Much?
Sistema <i>One-Piece-Flow</i>	Troca de etiquetas	Reestruturação das bancadas de trabalho e do <i>Standard Work</i>	Miguel Tiago Duarte	Receção	Janeiro	1540€
Supermercado 6	Gestão do processo de <i>Repacking</i>	Estruturação de um supermercado	Miguel Tiago Joana	Receção	Dezembro	390€
Reformulação do <i>Standard</i> de gestão visual	Atualizar e melhorar o <i>Standard</i> existente	Análise detalhada do <i>standard</i> global e debate com os OPEX	Miguel Rodrigo	Produção	Fevereiro	0€
Aplicação de 5S e gestão visual	Melhorar a organização e a informação nas zonas visadas	Formação dada aos colaboradores, identificações de áreas e materiais e criação de <i>layout</i>	Miguel Diego	Receção Edifício 3 Expedição	Março Abril	8500€
Ferramenta de gestão do fluxo de embalagem e de planeamento da formatação	Melhorar gestão do fluxo de embalagem e planeamento do trabalho	Implementação de quadro de gestão visual para gestão de embalagem e de tarefas	Miguel Diego	Edifício 3	Junho	440€
Dispositivos de VM para gerir os envios	Melhorar gestão de envios	Implementação de dispositivos de gestão visual	Miguel Emanuel Tiago	Expedição	Março	750€

5.1 Sistema *One-Piece-Flow* na zona de *Labelling*

Como referido no capítulo anterior na secção 4.2.2, foram-se registando sucessivas trocas de materiais devido à crescente ocorrência de troca de etiquetas entre diferentes materiais no processo de *labelling*.

No sentido de colmatar este tipo de situações que além de causarem paragens de linha e refugo, provocavam sobreprocessamento uma vez que podiam ser montados aparelhos com componentes errados, e esperas e movimentações desnecessárias devido à entrega de material errado às linhas, procedeu-se à reformulação das bancadas de trabalho dos postos de *labelling* Figura 34 e também à reestruturação do respetivo *standard work*, uma vez que, este era pouco específico e permitia aos operadores terem práticas que resultavam neste tipo de incidentes.

Até à reformulação da bancada de trabalho, estas eram constituídas por um único espaço de trabalho. Além disso, parte da área de trabalho era ocupada por materiais auxiliares como canetas, folhas, impressoras e pelos ratos dos respectivos computadores, sendo que a torre dos mesmos se situava debaixo da bancada no chão.

Após a reformulação do *layout* das bancadas, as mesmas passaram a ser divididas em três partes. Na primeira parte só poderiam existir peças do mesmo material para ser etiquetado. Na segunda parte da bancada só poderia existir uma única peça de cada vez (peça a ser trabalhada), enquanto que na terceira parte da bancada só poderia existir material já etiquetado do mesmo material.

As impressoras passaram a alocadas num espaço entre duas bancadas de trabalho e foram criados suportes para colocar os restantes materiais que anteriormente estavam em cima das bancadas.



Figura 34. Novo *layout* das bancadas do *labelling*

Além disso foi introduzido um temporizador no *software* que atua como *poka yoke*, obrigando os colaboradores a esperar cinco segundos para voltar a imprimir outra etiqueta de MTS, evitando assim a impressão de etiquetas em série.

Relativamente ao *standard work*, o mesmo foi revisto, e adaptado ao novo *layout* da bancada de *labelling*, ficando este mais detalhado. Foi definido que só se pode trabalhar uma referência de material de cada vez e que o processo é feito peça a peça, ao contrário do que muitas vezes acontecia anteriormente (Figura 35).

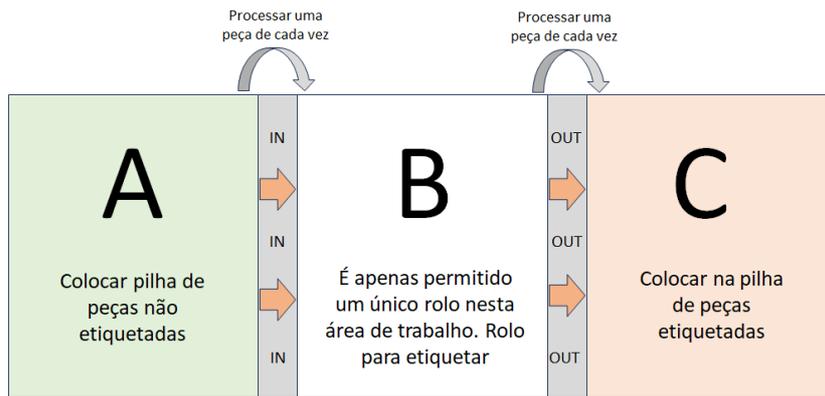


Figura 35. Fluxo *One-Piece-Flow*

5.2 Estruturação e implementação do supermercado 6

A existência de supermercados para abastecimento de materiais aos postos de trabalho na zona do *repacking on demand* tornou-se uma prioridade para se conseguir controlar que referências precisavam de serem reembaladas, quando é que o processo deveria ser feito e que quantidade de um dado material deveria ser reembalada.

De uma forma bastante frequente era realizado o reembalamento de materiais que não tinham consumo, ou que tinham consumos muito reduzidos (*aftersales*). Em sentido oposto, acontecia com relativa frequência serem precisos materiais nas linhas de produção que não tinham passado pelo processo de *repacking* e por isso não podiam ser enviados para as linhas produtivas.

Para eliminar este problema de falha no abastecimento de materiais às linhas, que criava esperas, sobreprocessamento de materiais e excesso de *stock*, foi criado um supermercado que contém todas as referências de materiais que precisam de passar pelo processo de *repacking*.

O supermercado proposto (Figura 36) seria utilizado para fazer a gestão do processo de *repacking on demand*, através do sistema de *stock* mínimo e máximo definido, que vai indicar aos colaboradores quais os materiais que precisam de ser reembalados, quando e em que quantidade como referido anteriormente.



Figura 36. Segmento do supermercado 6

A quantidade de *stock* máximo foi definida como sendo a quantidade do consumo diário do componente e a quantidade de *stock* mínimo foi definida como o consumo referente a meio dia de produção. Para a criação deste supermercado foram tomadas as seguintes ações:

- Listagem de todos os materiais que passam pelo processo de *repacking on demand*;
- Verificação do consumo de cada um desses materiais;
- Definição dos *stocks* máximos e mínimos para cada material;
- Definição das zonas de alocação para cada material no supermercado;
- Implementação do supermercado;

Para reduzir o tempo despendido em movimentações por parte dos colaboradores foram definidas zonas de alocação de materiais com mais rotação nas zonas de alocação mais próximas dos postos de trabalho do *repacking on demand* localizadas a cerca de quatro metros dos postos de trabalho.

5.3 Reformulação do *Standard* de Gestão Visual das zonas produtivas

A existência de *standards* eficientes e claros é de extrema importância para que as empresas possam ter uma maior eficiência nos seus processos. Além de se ter identificado algumas debilidades no *standard* de gestão visual referente às zonas produtivas da fábrica de Braga, também se constatou que existiam algumas diferenças significativas em relação aos *standards* globais da empresa e por esse motivo mais foi reforçada foi a ideia de uma reformulação destes padrões.

Foram dois os documentos a serem reformulados. Primeiro foi reformulado um documento que descreve o *standard* de gestão visual com maior detalhe e depois foi reformulado um documento referente à *checklist* que é um documento mais visual e mais resumido do que o documento anterior. Este *standard* de gestão visual serve para tornar a linguagem universal, facilitando a comunicação entre todos os colaboradores e solidificando o *standard work* existente.

Numa primeira abordagem foi feita uma leitura e análise do documento que continha o *standard* global da empresa. De seguida foi realizada uma recolha de informação para se perceber qual a melhor maneira de padronizar os dispositivos de gestão visual pouco detalhados no *standard* global e reformulou-se o ficheiro com o *standard* da fábrica de Braga, com base no documento analisado anteriormente. Neste documento consta informação detalhada relativamente a como devem ser os dispositivos de gestão visual tais como, que informações devem apresentar, quais as dimensões que devem ter, em que sitio devem colocados, como identificar áreas, materiais e equipamentos, entre outros. Além desta informação o documento também precisou de ser atualizado com imagens demonstrativas dos padrões definidos.

Após a reestruturação deste documento foi também feita uma reformulação da *checklist*, que consistiu numa tabela com quatro colunas referentes aos seguintes tópicos: Categoria, requisitos, exemplos e estado. Na primeira coluna definiu-se que tipo a categoria (por ex.: identificações, dispositivos de gestão visual, entre outros) e o objeto ou área em foco. Na segunda resumiram-se os requisitos mais importantes a cumprir como as informações obrigatórias ou as medidas do dispositivo. A terceira coluna tem como objetivo ilustrar os pontos acima mencionados, através de figuras, enquanto que, a quarta coluna mostra se o padrão já está implementado ou não (Figura 37).

Checklist Standard – Work Station / Checklist Posto de Trabalho			
Categoria	Requisitos	Exemplos	Estado
	<p>Identificação de teto (da linha/célula) Dimensões – 60cm*40cm Incluir nome da área e código da linha (ENG & PT) – Fundo preto e branco com logotipo da Aptiv</p>		<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 37. Exemplo da *checklist* do *standard* de gestão visual

5.4 Aplicação de 5S e gestão visual

Esta secção apresenta a aplicação da técnica 5S e gestão visual no edifício 3.

5.4.1 Identificação e estruturação de layout

Como seria de esperar a fábrica da Aptiv em Braga já tinha adotado a metodologia 5S e a gestão visual para estender os seus benefícios às diversas zonas da unidade fabril. Contudo algumas zonas ainda se encontravam longe do desejável no que a estas ferramentas diz respeito, nomeadamente as zonas dos armazéns que são abordadas neste trabalho de dissertação.

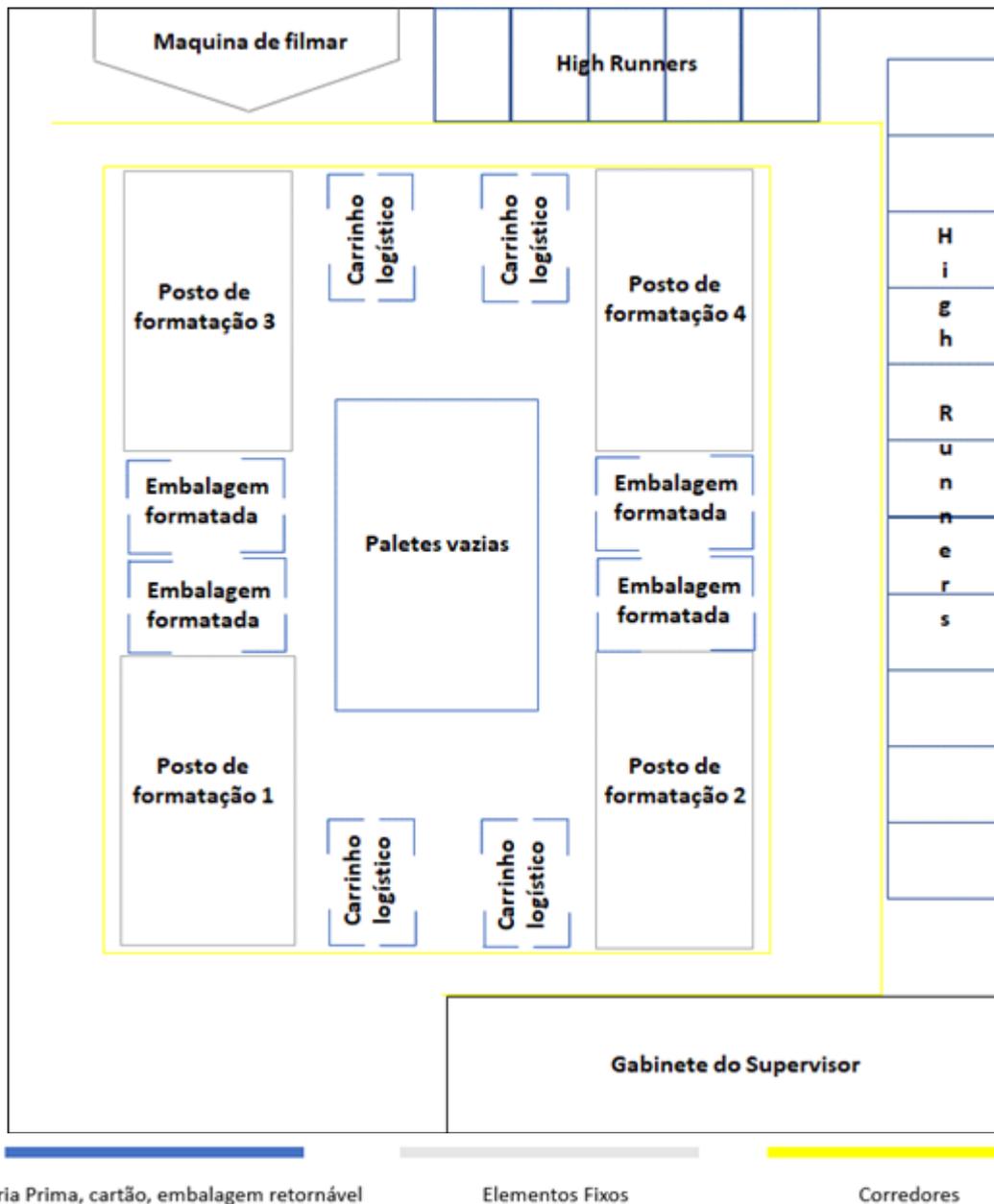
Como mencionado no capítulo anterior, foi identificado no edifício 3 um grande défice em termos de marcações visuais e identificativas, não existindo layout nas duas principais áreas de operação, o que

não permitia a existência de um standard, que por sua vez, originava esperas e movimentações desnecessárias, devido à falta de organização derivada da falta de delimitação e identificações de áreas de operação.

Numa primeira fase foram projetadas placas identificativas dos materiais e das áreas à escala real para serem implementadas como sinalização suspensa no teto do armazém e como sinalização fixa colocadas nas paredes. Após esta fase foi pedido um orçamento a um fornecedor para depois se proceder à respetiva ordem de compra. Para a aquisição destes materiais a empresa precisou de despende cerca de 1207€.

Definiu-se também que para a colocação das identificações suspensas se iriam implementar quatro cabos de aço, com um sistema de mosquetões suspenso no teto do edifício 3 para suportar as placas, que permitem facilmente alterar o *layout* das áreas com os materiais identificados, em contraste com a solução anteriormente adotada pela empresa que além de serem difíceis de manusear no caso de uma alteração de *layout* também se mostraram pouco eficazes uma vez que, por vezes, partiam e tinham de se substituir a identificação o que implicava novo custo e trabalho. A troca dos fios de sedielas anteriormente utilizados, teve um custo para a empresa de cerca de 5626,57€.

Em paralelo com este processo foi feito de raiz o *layout* para a área de formatação de embalagem até ao momento inexistente com as respetivas identificações de chão sobre a forma de etiquetas. O *layout* representado na Figura 38 foi projetado e implementado de maneira a ir de encontro às necessidades dos colaboradores que operam na área de formatação.



Matéria Prima, cartão, embalagem retornável

Elementos Fixos

Corredores

Figura 38. Layout da zona de formatação de embalagem

Para tornar exequível implementar o *layout* previamente pensado e definido, foi pedido um orçamento a um fornecedor de fitas de marcação, de maneira a ser possível poder adquirir esses materiais. As fitas para marcações de chão adquiridas com o propósito de identificar as diversas áreas e elementos no edifício 3 e na expedição tiveram de ir de encontro ao *standard* de cores definido pela fábrica de Braga (Figura 39).



Figura 39. *Standard* de cores da Aptiv Braga

Este *standard* é constituído atualmente por sete cores distintas, sendo que o amarelo é utilizado para marcar corredores, o vermelho para assinalar material não conforme, o azul para matérias-primas e embalagens, o verde para produto acabado ou em produção, o cinzento para resíduos ou elementos fixos, o quadrado com a cruz vermelha para elementos de segurança e as listas pretas e amarelas para materiais perigosos. Estes materiais para elaboração dos *layout* e marcações necessárias tiveram um custo aproximado de 2600€.

Todas as áreas representadas no *layout* foram pensadas e definidas com o objetivo de permitir adotar *standards* mais sólidos em termos de operação e consequentemente facilitar o dia-a-dia dos colaboradores.

O mesmo também teve um papel preponderante em termos de organização dos locais de trabalho, uma vez que, passou a ser obrigatório utilizar as áreas delimitadas para colocação de materiais e os sítios em que os operadores trabalhavam também foi delimitado assim como as áreas de circulação.

Além disto também foram definidos sítios para elementos que anteriormente não tinham sítio fixo marcado tais como carrinhos logísticos, porta-paletes, entre outros, e foram ainda identificados todos os materiais com etiquetas padrão, definidas previamente aquando da reestruturação do *standard* de gestão visual para a fábrica de Braga.

Foi definido em termos de *standard work* que os operadores só podem trabalhar do lado de dentro do quadrado central, sendo a parte exterior constituída por corredores para circulação de pessoas e de porta paletes.

Os componentes constituintes das embalagens são colocados em cima da bancada de formatação para serem trabalhados e colocados numa palete previamente retirada da zona denominada por “Paletes Vazias”, e colocada na zona denominada por “Embalagem formatada”.

Quando a palete estiver completa é transferida para a área de embalagem pronta correspondente onde a embalagem aguarda ser enviada para os postos de embalamento nas áreas produtivas.

Tal já referido anteriormente, foi também necessário criar de raiz um layout adequado para a área da lavagem das embalagens (Figura 40) e as respetivas identificações, e a par o *layout* descrito anteriormente que foi projetado para ir de encontro às necessidades dos operadores que trabalham naquela área.



Figura 40. *Layout* da área da lavagem

O *layout* desenvolvido, é constituído pelas áreas de entrada de embalagens para lavagem e saída de embalagens lavadas, por uma área de secagem, por áreas para separar as caixas e tampas NOK e OK e por duas áreas de verificação. Este *layout*, veio permitir organizar esta área, assim como consolidar o *standard work* que já existente.

Na zona da expedição também foi feita uma adaptação do *layout* já existente face à situação atual em que esta zona se encontrava (

Matéria Prima, cartão, embalagem retornável

Elementos Fixos

Corredores

Figura 41).

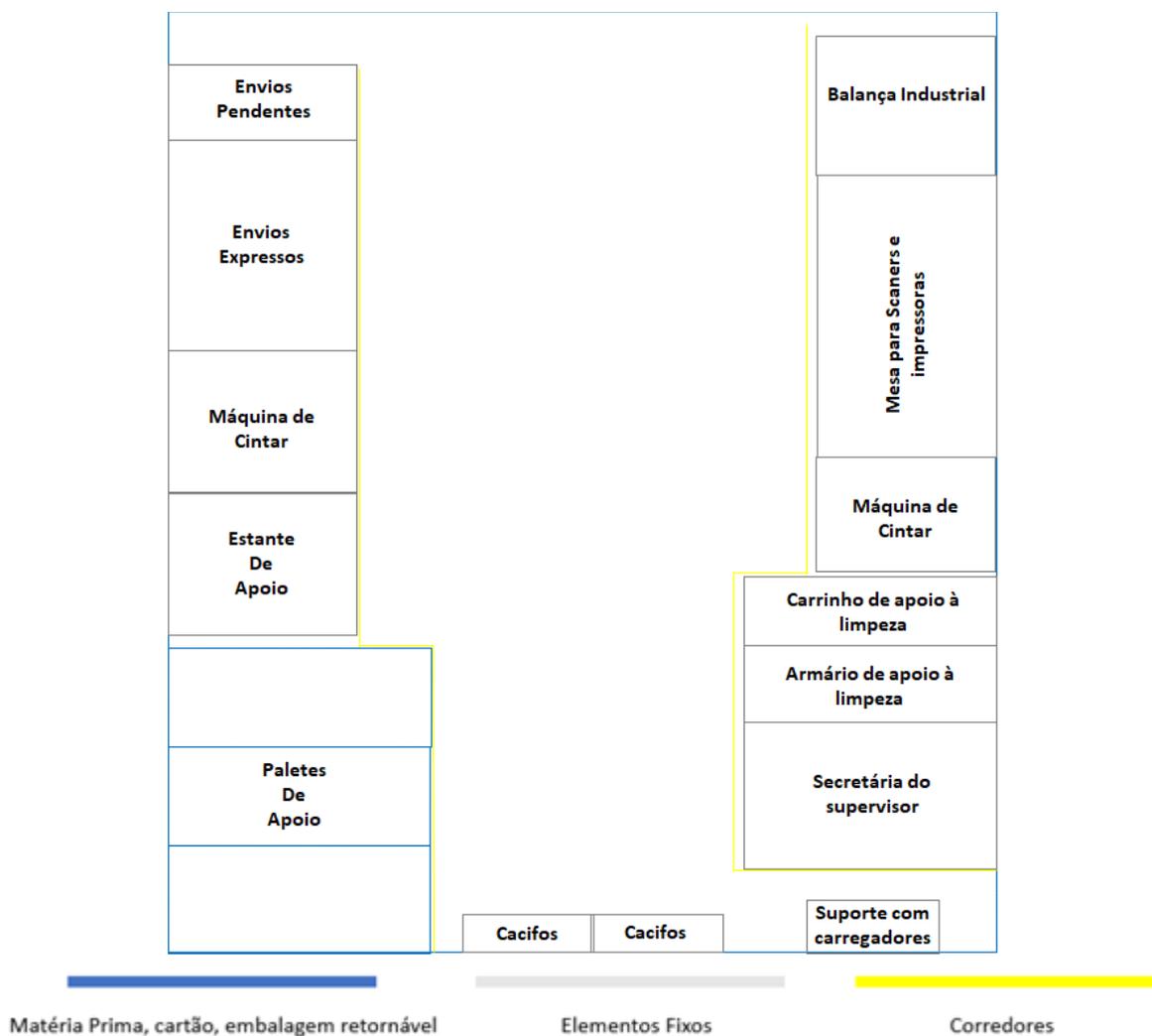


Figura 41. Layout da área da expedição

Devido à segregação das áreas realizada no armazém, foram também colocadas várias placas de identificação e informativas nas zonas da receção e expedição, com vista a delimitar melhor as áreas e a transmitir informação referente à segurança no trabalho por parte dos colaboradores.

Os layout implementados nas áreas do edifício 3 e expedição, foram elaborados em colaboração com os respetivos responsáveis das áreas contribuíram com sugestões baseadas na experiência das equipas de trabalho e nas restrições existentes na fábrica. Além disso, foram realizados *brainstorming* para se apurarem as ideias que melhor poderiam favorecer os colaboradores e a fábrica.

Além das melhorias supramencionadas, foram também desenvolvidas instruções visuais de preparação das cargas para diferentes projetos, que foram posteriormente fixadas numa parede na zona da

expedição, e um documento físico com instruções de trabalho para poderem ser consultadas pelos operadores da expedição (Figura 42).

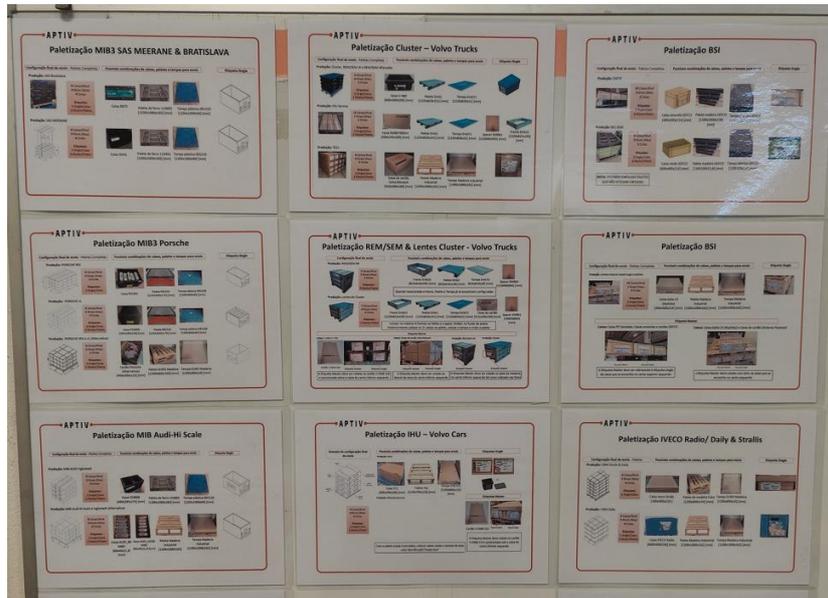


Figura 42. Instrução visual na zona de expedição

5.4.2 Ferramenta de gestão visual para gerir o fluxo de embalagem retornável

Para auxiliar na gestão do fluxo de embalagens entre o parceiro externo e a fábrica, e assim prevenir a falta de embalagem pronta para abastecer as linhas de produção e na gestão das equipas que operam na zona de formatação de embalagem, foi desenvolvida e implementada uma ferramenta de gestão visual, que consistiu na parceria entre um quadro e uma tabela complementar (Figura 43).

Figura 43. Quadro e tabela complementar para gestão do fluxo de embalagem

O quadro principal é composto por 24 linhas correspondentes aos diferentes tipos de embalagens dos vários projetos em curso, por duas colunas a serem preenchidas pelo responsável de turno (turno de

trabalho e quantidade de *stock* no final do turno), e por sete colunas com informações de relevo para as equipas, tais como, o nome do cliente, os consumos médios semanais e diários, a quantidade mínima e máxima de embalagem nas zonas de alocação de embalagem pronta, a embalagem alternativa (caso exista) para cada projeto e o tempo médio de formatação de embalagem. Esta ferramenta foi desenvolvida com o auxílio do *software Publisher* à escala real e encontra-se no apêndice 4.

A tabela complementar (apêndice 5) por sua vez consistiu numa chapa magnética, coincidente com as linhas do quadro onde o responsável de turno no início do mesmo, coloca informações sobre os objetivos a atingir e o trabalho que as equipas terão de realizar durante o turno em questão. Para a realização desta ferramenta foram tomadas as seguintes ações:

- Listagem dos clientes, projetos em curso e das respetivas embalagens principais;
- Listagem das embalagens alternativas nos projetos em que aplicável;
- Cálculo dos consumos semanais e diários com base no plano de produção;
- Definição dos *stocks* mínimos e máximos (um dia de produção e um dia e meio respetivamente);
- Definição dos tempos de formatação de acordo com medições de tempo realizadas no passado;
- Implementação.

O objetivo desta ferramenta seria mostrar informações que permitissem gerir de uma forma mais eficiente a quantidade de embalagem retornável a ser pedida ao parceiro externo e a quantidade de embalagem ser preparada para cada projeto.

No início de cada turno, o responsável pelo mesmo verificava as quantidades de embalagem existentes registadas pelo responsável do turno anterior e corrigia o quadro no caso de existir alguma discrepância.

O responsável de turno colocaria ímans nos espaços da tabela complementar, onde existirem quantidades de embalagem inferiores ao *stock* mínimo definido, sendo que cada íman corresponde a uma paleta de embalagens prontas.

Esta ferramenta permite que de uma forma autónoma, os operadores desta área da fábrica saibam o que tem de fazer de uma forma simples e visual e ajuda também na gestão da embalagem retornável que é pedida duas vezes por dia ao parceiro externo, uma vez que a quantidade de *stock* nunca pode descer do mínimo estabelecido. A ferramenta descrita está representada nos apêndices 4 e 5.

5.4.3 Gestão visual na expedição

Com o objetivo de tornar visível o plano de envios das cargas, de priorizar os envios mais importantes, reduzir custos gerados pelas esperas dos transitários e reduzir o congestionamento nas zonas de carga

devido à sobrecarga do parque de estacionamento dedicado aos transitários, foi desenvolvida uma ferramenta visual denominada “plano diário de envios”.

Neste quadro constavam todos os transitários regulares e especiais existentes e todas as horas do dia, uma vez que a expedição opera 24 horas por dia.

Numa primeira fase procedeu-se à implementação do quadro de forma arcaica (Figura 44), isto é, o quadro foi reproduzido com alguns materiais existentes na fábrica para testar se a ferramenta era eficiente e servia o propósito para a qual foi projetada.

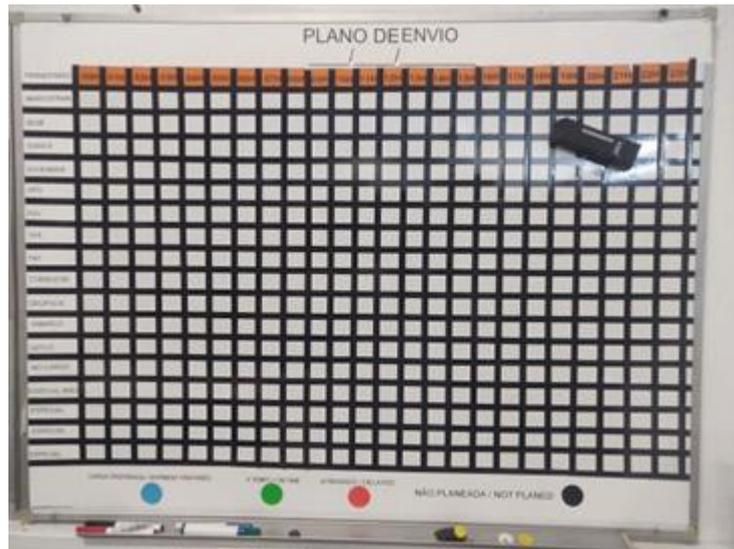


Figura 44. Primeiro quadro com o Plano de Envios

Nesta fase o quadro era complementado por um ficheiro excel denominado “*shipment Schedule*”, que era atualizado diariamente e partilhado entre o departamento de *shipping* e a expedição.

O ficheiro partilhado disponibilizava a informação para o preenchimento do “plano diário de envios”. Neste ficheiro vinha discriminado cada envio do respetivo dia, os produtos pertencentes a cada envio, as respetivas quantidades e o horário a que cada envio iria ser carregado.

Com base nesse ficheiro o supervisor do turno da noite, preenchia o quadro com o número de paletes a serem carregadas nos espaços que faziam a interceção entre o transitário e a hora de carga. Além disso o quadro ainda era complementado com informação derivada da seguinte legenda: no caso de a carga ter sido carregada a horas o supervisor do turno deveria desenhar uma bola pintada a verde, no caso da carga sair atrasada deveria ser desenhada uma bola pintada a vermelho, se a carga estava previamente preparada o número total de paletes deveria ser acompanhado por uma bola pintada de azul, e na eventualidade de ser um envio não planeado ou especial o número de paletes deveria ser acompanhado de uma bola pintada de preto.

Numa segunda instância, e após um mês de teste, o quadro que tinha sido feito manualmente, foi substituído por outro quadro, mandado produzir num fornecedor local (Figura 45).

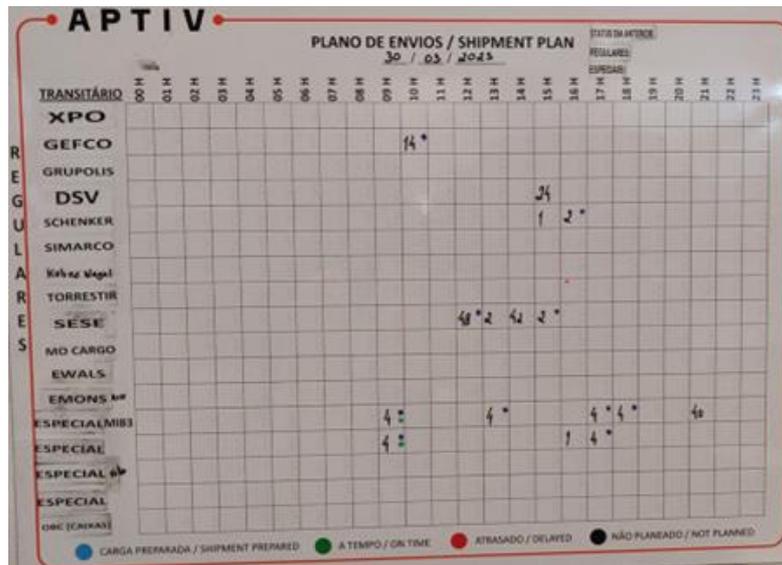


Figura 45. Quadro do Plano de Envios Definitivo

Numa última instância, o quadro na imagem acima representado foi digitalizado (Figura 46), e substituído por um monitor existente na área, mas sem ter qualquer tipo de utilização até à data.

Foi previamente desenvolvida por um colaborador uma aplicação que contemplou a informação constada no “Plano de Envios” e que mostrava as informações em tempo real, sem que fosse necessário ser preenchida nenhuma informação por parte do supervisor de turno.

Além das informações existentes nos quadros físicos, foram adicionadas na aplicação informações relevantes tais como ID da carga (código que o transitário recebe para conseguir aceder às instalações, a matrícula do transitário responsável por cada envio, o destino de entrega da carga e os materiais enviados.

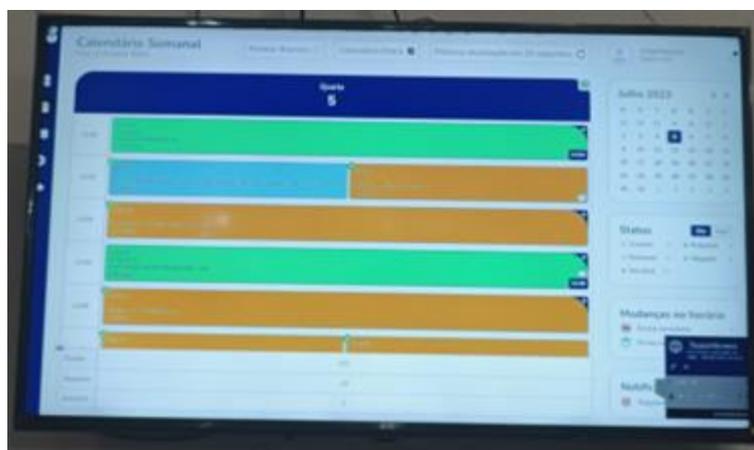


Figura 46. Plano de envios digitalizado

Para identificar fisicamente as diferentes cargas no armazém e assim reduzir possíveis erros de transporte de paletes erradas e otimizar o tempo de carga, foram também desenvolvidos uns dispositivos de gestão visual complementado por um pequeno quadro auxiliar (Figura 47). A parceria entre o dispositivo móvel e o quadro indica aos operadores o sítio exato onde se encontra determinada carga, mostrando onde começa e termina a mesma, assim como mostra os dados que caracterizam a carga tais como o nome do transitário que vai transportar a carga até ao destino, a matrícula do mesmo, o ID da carga, as DN's carregadas, a quantidade de volumes por DN, a quantidade total de volumes, a data e a hora prevista de saída do transitário da fábrica.

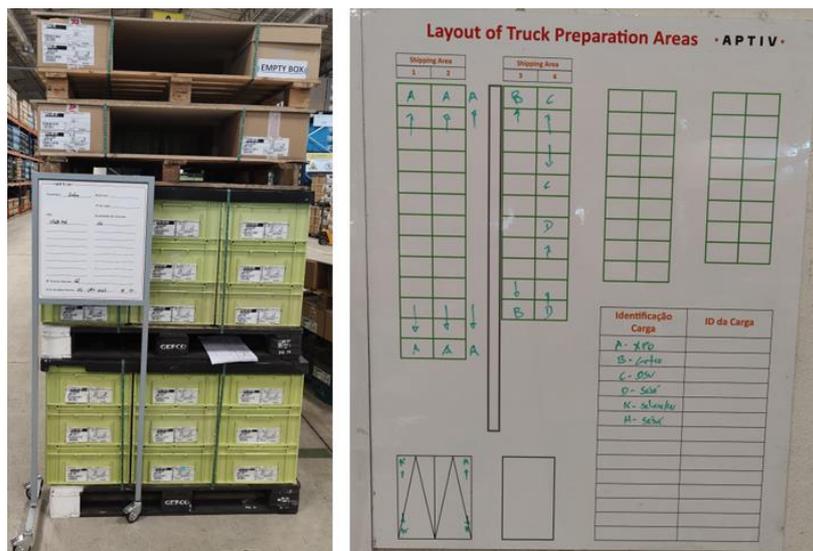


Figura 47. Dispositivo de gestão visual para separação e identificação de cargas

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados relativos à implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. A análise a seguir descrita tem como principal objetivo dar destaque aos principais resultados e ganhos obtidos, procurando quantificá-los de alguma forma. É de salientar que todas as propostas de melhoria supramencionadas foram implementadas na fábrica de Braga da Aptiv.

6.1 Redução do número de ocorrências e custos provocados pela má etiquetagem

A implementação do *One-Piece-Flow* e a reestruturação das bancadas de trabalho e as identificações para cada objeto na zona de *labelling* permitiram melhorar significativamente a organização dos postos de trabalho.

Através de uma análise minuciosa ao *Rapid Problem Solving* (RPS), incorporado na plataforma interna *Factory Information System* (FIS), e comparando os seis meses pré e pós implementação do *One-Piece-Flow*, constatou-se um decréscimo de 13 ocorrências de troca de etiquetas entre materiais registadas nos seis meses antecedentes, para quatro ocorrências. Isto significa que o número de ocorrências após a implementação, embora não tenha sido nulo, decresceu para cerca de um terço das vezes, o que mostrou ser uma diferença muito significativa (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados relativos à implementação do *One-Piece-Flow*

Número de ocorrências antes da implementação	Número de ocorrências depois da implementação do	Redução do número de ocorrências (%)
13	4	70%

Através da análise criteriosa de ficheiros que continha as ocorrências relativas a eventos que originaram refugo, constatou-se que nos seis meses anteriores à implementação do sistema *one-piece-flow*, a empresa teve custos de refugo na ordem dos 134 387,64€. Após a implementação, os custos reduziram para 27 955,03€. Isto significa uma redução de 79% dos custos originados por refugo (Tabela 13).

Tabela 13. Resultados relativos aos custos de refugo devido à troca de materiais

Custos de refugo antes da implementação	Custos de refugo depois da implementação	Redução dos custos de refugo (%)
134387,64€	27955,03€	79%

6.2 Redução de esperas e paragens

Como referido no capítulo anterior, na secção 5.2, foi estruturado e implementado o supermercado 6 para gerir de uma forma mais eficiente o processo de *repacking on demand* e assim reduzir esperas e paragens de linhas devido à má gestão no abastecimento de materiais principalmente à montagem final.

Depois de se implementar o supermercado 6, verificou-se um decréscimo médio mensal muito significativo até ao mês de abril, na quantidade de materiais por trabalhar no *repacking on demand* (Figura 52). O ligeiro aumento verificado nos meses seguintes, poderão ser devido, à redução do número de colaboradores na receção devido a férias, abstinência ou à inexistência dos materiais na fábrica.

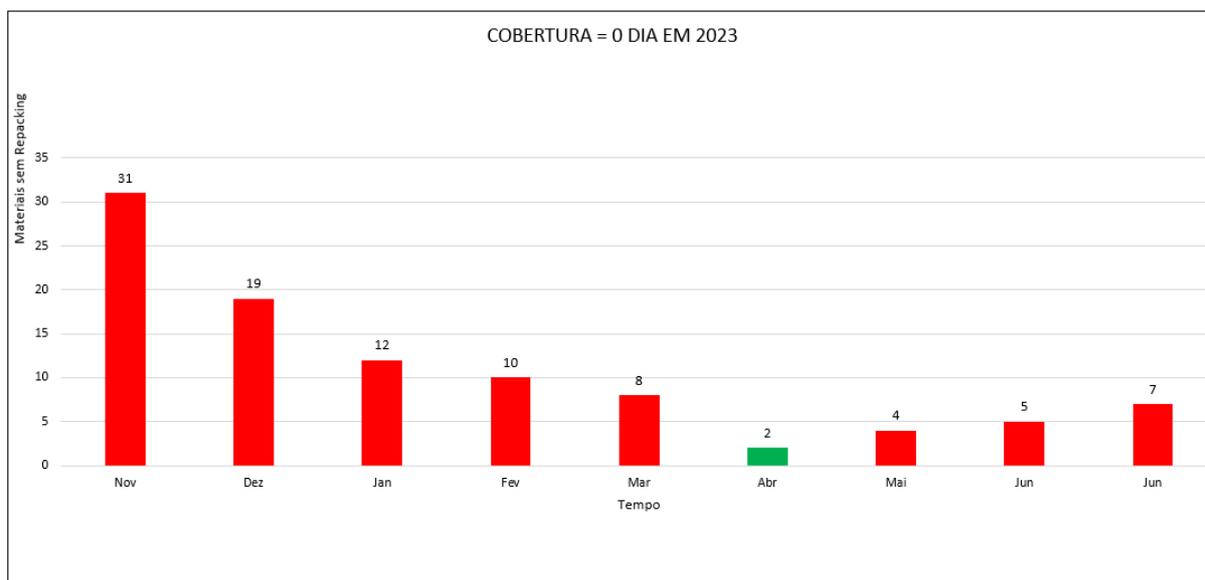


Figura 48. Evolução da quantidade de materiais por reembalar sem *stock*

A Tabela 14 mostra que desde a implementação do supermercado 6, conseguiu-se reduzir a quantidades de materiais por reembalar em cerca de 86%.

Tabela 14. Resultados relativos à diminuição de materiais por fazer *Repacking*

Número de materiais sem <i>Repacking</i> antes da implementação do supermercado	Número de materiais sem <i>Repacking</i> depois da implementação do supermercado	Redução do número de componentes sem <i>Repacking</i> (%)
50	7	86%

Relativamente aos tempos de paragem das linhas de produção (Figura 49), também se verificou um decréscimo no tempo de paragem total das linhas até abril. Depois voltou-se a verificar um ligeiro aumento que poderia ter como causas, atrasos nas rotas dos fluxos, absentismo dos colaboradores ou atraso na realização da *picking list* (lista de materiais a transportar para os supermercados de abastecimento).

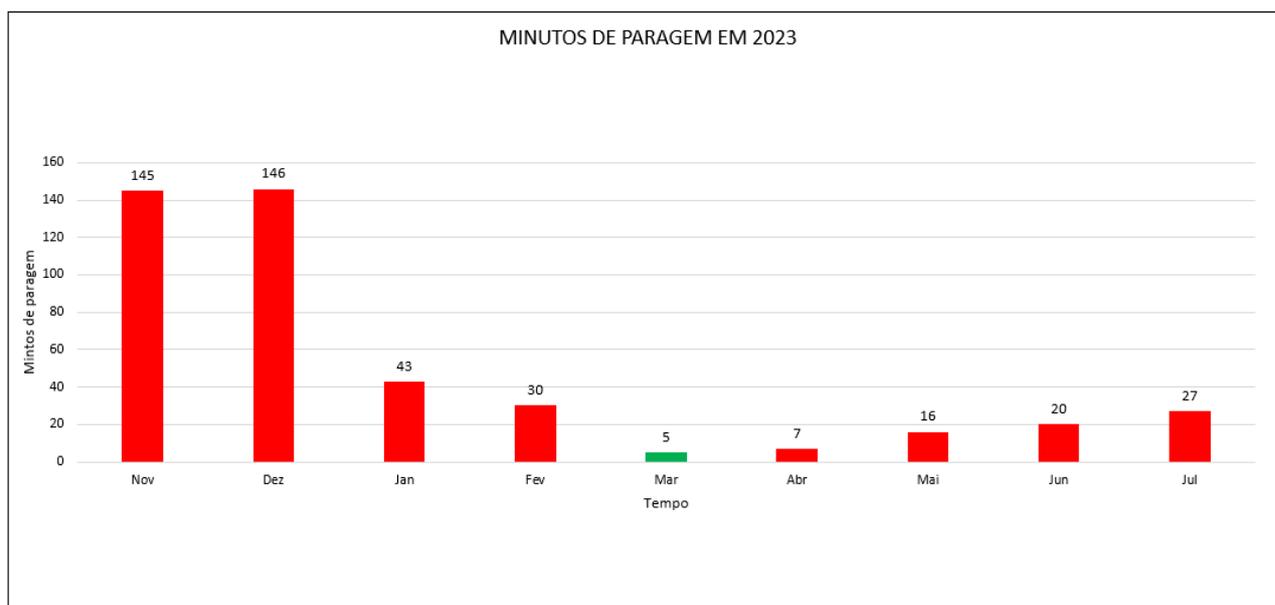


Figura 49. Evolução do tempo de paragem das linhas de produção em 2023

A Tabela 15 abaixo representada evidencia a redução do tempo de paragem das linhas produtivas pela falta de abastecimento em 85%.

Tabela 15. Resultados relativos à redução do tempo de paragem das linhas produtivas devido à falta *de repacking*

Minutos de paragem antes da implementação do supermercado 6	Minutos de paragem depois da implementação do supermercado 6	Redução do tempo de paragem das linhas produtivas (%)
145,5	22	85%

Sendo que uma linha de produção opera em média com três operadores que auferem um ordenado de 785€, e produz 125 aparelhos por hora e que cada aparelho tem um custo médio de 350€, estimou-se que os custos de paragem de linha foram reduzidos de 106300€ para 16340€, o que representa uma redução de custos de cerca de 85% como é possível observar na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados relativos à redução de custos relativos à paragem das linhas produtivas

Custos de paragem antes da implementação do supermercado 6	Custos de paragem depois da implementação do supermercado 6	Redução de custos de paragem das linhas produtivas (%)
106300€	16340€	85%

A cada dois meses foi planeada uma revisão periódica, a ser realizada pela equipa que implementou o projeto em causa, para detetar aumentos e decréscimos nos consumos dos diferentes materiais.

6.3 Melhor organização e menos deslocações

Com a implementação da metodologia 5S os locais de trabalho nas áreas da receção, edifício 3 e expedição tornaram-se em espaços mais organizados, onde passou a existir um local específico e

assinalado para cada elemento. Assim tornou-se mais fácil para os colaboradores encontrarem os materiais que precisavam quase de forma instantânea, economizando tempo e evitando deslocações desnecessárias, diminuindo desta forma o esforço físico e aumentando a motivação.

Ao colocar os espaços de paletes na zona de formatação, os colaboradores deixaram de ter de percorrer 85 metros para ir buscar materiais, pois estes passaram a estar a cerca de 4 metros das bancadas de formatação. Antes da alteração de *layout* os operadores demoravam em média seis minutos a recolher material. Após a implementação este tempo reduziu para cerca de um minuto (Tabela 17).

Tabela 17. Resultados relativos à distância percorrida pelos operadores para coletarem materiais no ED3

Distância percorrida antes da implementação do novo layout	Distância percorrida depois da implementação do novo layout	Redução da distância (%)	Tempo médio despendido para coletar material antes da implementação do novo layout	Tempo médio despendido para coletar material depois da implementação do novo layout	Redução de tempo (%)
85 metros	4 metros	95%	6 minutos	1 minuto	83%

Cada operador trabalha 8 horas por dia, o que perfaz um total de 176 horas por mês, obtendo uma remuneração média de 875€ mensais. A cada hora laboral, o operador realiza duas deslocações (ida e volta) para recolher e transportar materiais. Durante essas deslocações (ida e volta), o operador consome cerca de 6 minutos por hora, o que equivale a 48 minutos diários e a 1056 minutos mensais. Este valor traduz-se em aproximadamente 87,6€ associados a tarefas que não acrescentam valor, o que significa que há um desperdício associado.

Nas zonas que sofreram intervenções também se verificaram melhorias em termos de segregações de áreas, e também em termos de sinalizações de segurança.

Através das auditorias 5S realizadas no edifício 3 verificou-se uma melhoria de 20% entre a auditoria realizada antes das melhorias aplicadas e a auditoria realizada após se aplicarem as melhorias (Tabela 18). A primeira auditoria registou uma avaliação de 70%, enquanto que, a segunda auditoria, registou uma avaliação de 90%. As auditorias realizadas no edifício 3 antes e depois da intervenção podem ser observadas nos anexos 1 e 2 respetivamente.

Tabela 18. Resultado das auditorias realizadas no edifício 3

Resultado da primeira auditoria	Resultado da segunda auditoria	Melhoria registada
70%	90%	20%

A Figura 50 mostra a evolução dos 5S após a intervenção realizada no edifício 3. Pelo gráfico é possível constatar que as melhorias registadas mais significativas foram ao nível da triagem e da organização das diferentes áreas constituintes desta zona da fábrica.

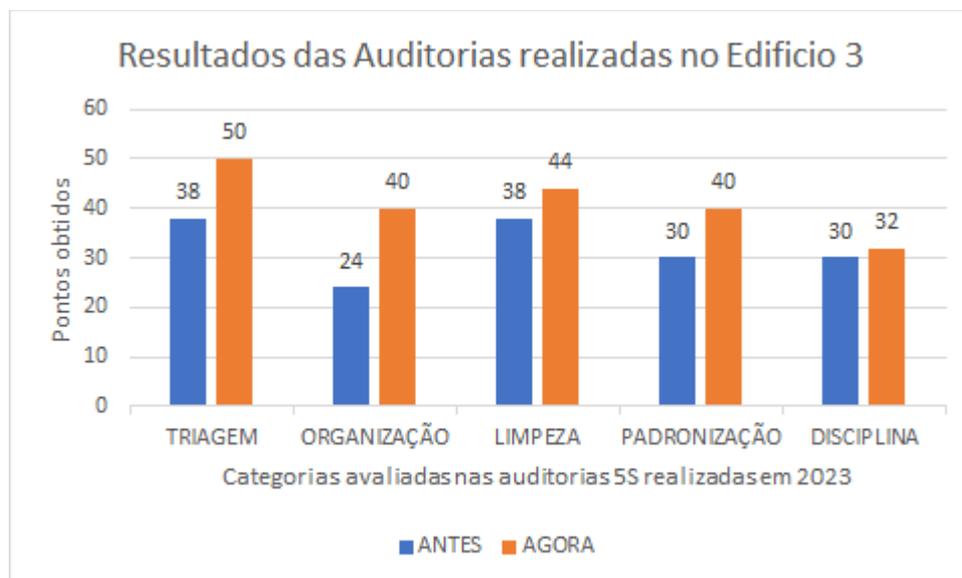


Figura 50. Resultados das auditorias no edifício 3

Em relação às auditorias efetuadas na expedição, verificou-se uma avaliação de 79% na primeira auditoria, e uma avaliação de 95% após a implementação das melhorias, o que significa uma melhoria de 16% (Tabela 19). As auditorias realizadas na expedição antes e depois da implementação de melhorias, podem ser consultadas nos anexos 3 e 4 respetivamente.

Tabela 19. Resultados das auditorias realizadas na expedição

Resultado da primeira auditoria	Resultado da segunda auditoria	Melhoria registada
79%	95%	16%

A Figura 51 mostra a evolução dos 5S na zona da expedição após a intervenção e implementação das melhorias nesta zona da fábrica. A par do edifício 3, as diferenças mais significativas são em relação à triagem e à organização.

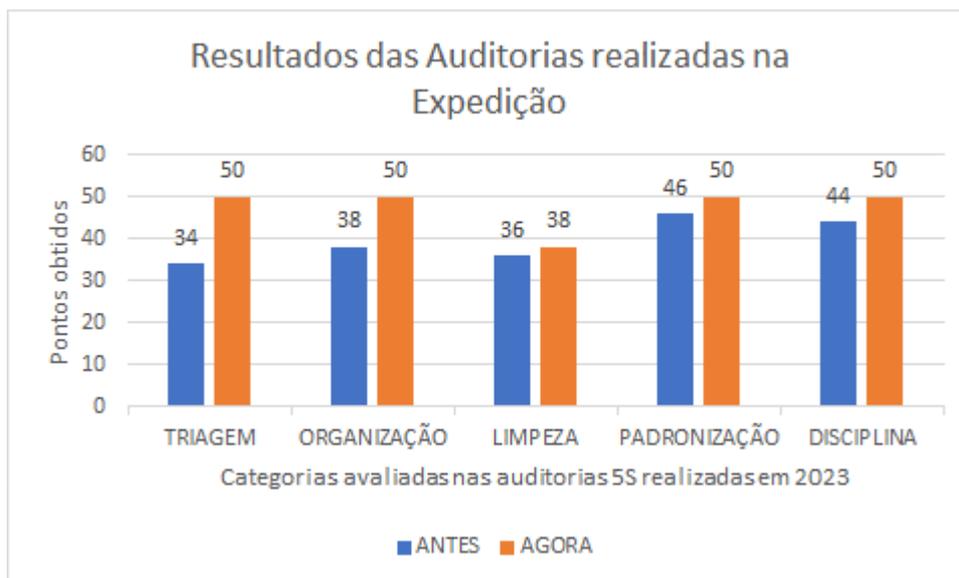


Figura 51. Resultados das auditorias na expedição

6.4 Redução do tempo de preparação de cargas, esperas e menos espaço ocupado

Após ter sido implementados os dispositivos de gestão visual na zona da expedição, como verificado na secção 5.4.3, foram verificadas melhorias significativas em termos operativos. Em relação à preparação de cargas antes da implementação dos dispositivos de gestão visual, 70% das DN's eram preparadas no dia em que as mesmas eram enviadas para o cliente. Após a implementação verificou-se um decréscimo desta percentagem para 19%, o que significa que as ferramentas visuais permitiram priorizar e com isto antecipar a preparação das cargas para envio em 51% (Tabela 20). Estes valores foram obtidos através da análise de um relatório extraído do SAP que contém os registos relativos às DN's.

Tabela 20. Resultados relativos à preparação de cargas para envio

Preparação de DN's no próprio dia antes da implementação do VM	Preparação de DN's no próprio dia depois da implementação do VM	Melhoria registada
70%	19%	73%

Outro aspeto importante a salientar foi a ocupação do parque de estacionamento por parte dos transitários, que anteriormente à implementação das melhorias estava 90% da semana lotado criando esperas e congestionamentos (Figura 52).



Figura 52. Parque de estacionamento da Aptiv antes e depois de aplicada a ferramenta de gestão visual

Após a implementação, o parque deixou de estar lotado, uma vez que, para acederem ao mesmo, os transitários passaram a ter obrigatoriamente de apresentar um ID de carga à segurança para que esta permitisse o acesso ao parque na janela temporal previamente definida. Além disso foi estabelecida uma janela temporal em que o ID de carga só era válido a partir de 30 minutos antes da hora de carga. Este procedimento pode abrir exceções no caso de as zonas de carga estarem disponíveis e a carga já estar pronta a ser carregada, sendo os motoristas informados da situação pelos seguranças.

Relativamente aos tempos de espera superiores a duas horas, a que os transitários muitas vezes eram sujeitos, verificou-se que antes da implementação dos dispositivos de gestão visual em 75% dos carregamentos os transitários tinham de esperar mais de duas horas para carregar e após a implementação não se verificaram esperas superiores a duas horas. Segundo dados fornecidos pelo departamento de *shipping* estimou-se que a fábrica de Braga teve custos de espera de cerca de 16500€. Verificou-se uma melhoria de 100% relativamente aos tempos de espera que se traduzem em custos para a empresa (Tabela 21).

Tabela 21. Resultados relativos aos tempos de espera dos transitários superiores a duas horas

Transitários com tempos de esperas superiores a 2 horas antes da implementação da ferramenta de VM	Transitários com tempos de esperas superiores a 2 horas depois da implementação da ferramenta de VM	Melhoria (€/ano)	Ganho (%)
75%	0%	-16500€	100%

Em termos de interação entre todas as partes envolvidas no escoamento do produto final, estimou-se que, numa fase pré de implementação dos dispositivos eram enviados em média cerca de 655 e-mails por semana, sendo que esse número transformou-se num numero perto de zero.

6.5 Aumento da eficiência na embalagem

A ferramenta implementada na área de formatação tal como apresentado na secção 5.4.2, permitiu gerir de maneira mais simples e eficaz os pedidos de embalagem feitos ao parceiro externo, priorizando as necessidades em termos de embalagem.

Além disso, percebeu-se através da realização de inquéritos aos colaboradores da área de formatação de embalagem, que a ferramenta implementada permitiu aos colaboradores perceberem de uma forma visual, simples e intuitiva que tipos de embalagem são precisas formatar e em que quantidades, aumentando assim a eficiência desta zona do edifício 3.

6.6 Síntese dos ganhos obtidos com as melhorias implementadas

Na Tabela 22 abaixo representada, é apresentada uma síntese dos principais ganhos obtidos com a implementação das propostas.

Tabela 22. Síntese dos principais resultados obtidos através das propostas implementadas

Desperdício	Resultado antes da Implementação	Resultado depois da Implementação	Melhoria	Ganho percentual
Trocas de materiais	13 trocas	4 trocas	9 trocas	70%
Custo associado a trocas de materiais	134387,64€	27955,03€	106432,61€	79%
Materiais por trabalhar no <i>repacking</i>	50 materiais	7 materiais	43 materiais	86%
Tempo de paragem de linhas devido à falta de <i>repacking</i>	145,5 minutos	22 minutos	123,5 minutos	85%
Custos associados à paragem de linhas	106300€/mês	16340€/mês	89960€	85%
Distância da zona de formatação às zonas de alocação de embalagem	85 metros	4 metros	81 metros	95%
Tempo de deslocação da zona de formatação às zonas de alocação de embalagem	6 minutos por deslocação	1 minuto por deslocação	5 minutos por deslocação	83%
Auditoria ao edifício 3	70%	90%	29%	20%
Auditoria à expedição	79%	95%	20%	16%
Preparação de DN's no próprio dia	70%	19%	51%	73%
Parque de estacionamento totalmente lotado	90%	0%	16500€	100%
Tempos de espera superiores a 2 horas	75%	0%	75%	100%

Como é possível constatar pela Tabela 22, as melhorias implementadas permitiram à fábrica reduzir os custos em pelo menos 212892€ e melhorar significativamente as diferentes zonas da fábrica em que se focou a intervenção.

7. CONCLUSÕES

No presente capítulo, são apresentadas as principais conclusões após ser concluído este projeto. De seguida são apresentadas algumas das propostas de ações a serem tomadas no futuro.

7.1 Considerações finais

O objetivo deste projeto de dissertação foi intervir em várias áreas da fábrica para tentar reduzir ou acabar com problemas existentes na fábrica, recorrendo à metodologia 5S e a dispositivos de gestão visual, de modo que, se conseguissem eliminar desperdícios ou atividades de valor não agregado.

Numa primeira instância foi feito um estudo para avaliar a eventual necessidade de se proceder a um redimensionamento das zonas da receção, área de formatação de embalagem e expedição. Após concluído o estudo, verificou-se que as capacidades de recursos das diferentes áreas estavam adequadas aos sistemas em questão, e por isso não existiu a necessidade de se proceder ao redimensionamento das mesmas.

De forma a aumentar as possibilidades de se atingirem os objetivos perseguidos, procedeu-se ao mapeamento, análise e diagnóstico dos sistemas produtivos relativos à receção, edifício 3 e expedição, para se identificar desperdícios e posteriormente identificar oportunidades e consecutivamente propostas de melhoria.

O trabalho desenvolvido no “*shop floor*” da fábrica, permitiu que fosse possível identificar e tornar evidentes os problemas existentes nas diferentes zonas da fábrica, nomeadamente, na receção, edifício 3 e expedição. Para estes problemas, foram apresentadas e implementadas as propostas, nomeadamente a implementação do *one-piece-flow* na receção, a metodologia 5S, a implementação do supermercado 6 e a implementação de ferramentas de gestão visual.

Após serem implementadas as propostas de melhoria, conseguiram-se alcançar ganhos significativos para a empresa. Entre estes destacam-se, a redução de número de ocorrências devido à má etiquetagem de materiais em 70%, a redução da quantidade de materiais por reembalar, a redução do tempo de paragem das linhas de produção em 85% devido à não execução do reembalamento atempado, a redução de custos relativos às paragens de linhas por falta de material por reembalar, a melhor gestão das atividades na zona de formatação, a melhor gestão dos pedidos de embalagem ao parceiro externo,

a melhor e mais eficiente organização das áreas e dos postos de trabalho, o descongestionamento do parque de estacionamento da Aptiv, a melhor gestão e planeamento da preparação de cargas a serem enviadas para os clientes, a redução do número de *e-mails* e uma melhoria muito significativa em termos de gestão visual nomeadamente no que refere a identificações, organização e limpeza das áreas.

Os novos *layout* ajudaram a aprimorar e a solidificar o *standard work* que já existia, e desta maneira a reduzir movimentações e perdas de tempo desnecessárias e ainda reduzir a distância entre a zona de formatação de embalagem e os locais de recolha de embalagem para formatar. Como referido anteriormente, reduziu-se a distância percorrida pelos colaboradores de 85 metros para quatro metros. Esta alteração resultou num decréscimo médio em deslocações, de cinco minutos em cada deslocação. Finalmente gostaria de referir que, apesar da resistência à mudança por parte dos operadores e responsáveis de áreas, existiu também resistência por parte da gestão da fábrica à aceitação de alguns possíveis investimentos a realizar no âmbito deste projeto, esta foi uma experiência extremamente enriquecedora em termos pessoais e profissionais. Este projeto, permitiu-me ter um primeiro contacto com a indústria na área em que se insere este mestrado e ganhar uma melhor perceção de como os conhecimentos e técnicas lecionados na universidade se aplicam em contexto real.

7.2 Trabalho futuro

Como realçado ao longo deste trabalho, a filosofia *Lean* é de extrema importância para todos os tipos de organizações, uma vez que, a aplicação dos seus princípios e técnicas impede a estagnação das mesmas e impede o decréscimo do seu desempenho global.

Seguindo esta linha de pensamento, planeia-se futuramente incluir na aplicação desenvolvida para a expedição, os envios de embalagens vazias para os fornecedores da Aptiv, os envios de produtos acabados em fase experimental que são enviados pelo centro técnico para o cliente e uma representação visual do planeamento da preparação das cargas.

Após a realização das obras previstas, está previsto a implementação de uma estante exclusiva para caixas soltas na zona da expedição, que posteriormente irão originar paletes completas. Além disso, serão colocadas bancadas novas para todas as impressoras, com espaços dedicados a outros elementos, tais como leitores e carregadores que irá melhorar na organização do local de trabalho e irá libertar algum espaço.

No edifício 3, prevê-se a criação de rotinas de trabalho específicas para cada colaborador para assim otimizar o tempo de trabalho útil de cada colaborador no edifício.

É também expectável integrar as embalagens no sistema de MTS, para que, através da leitura do código de barras de um dado material, o sistema imprima os materiais que precisam de abastecimento.

Numa perspetiva futura a fábrica de Braga pretende robotizar e automatizar o armazém do edifício 2, com o objetivo de aumentar a eficiência das operações que neste se realizam. Este é um objetivo a realizar a longo prazo, uma vez que, requer um investimento muito elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A., Kahlen, F.-J., Flumerfelt, S., & Siriban-Manalang, A. (2019). *Lean Engineering for Global Development*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7>
- APTIV. (2023, March). *Aptiv / Home - Global Technology Company*. <https://www.aptiv.com>
- Atwell, Cabe. (2017, September 12). *Yes, Industry 5.0 is Already on the Horizon*.
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. H. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78(6–13), 137–143. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>
- Ballou, R. H. (2005). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial* (Porto Alegre, Ed.; 5 ed.). Bookman.
- Berger, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*.
- Bobadilla-Calderón, J., Martínez-Flores, C., & León-Chavarri, C. (2022). Implementation of Integrated Autonomous Maintenance and Standard Work to improve the productivity in post-harvest production: Case study of a Peruvian coffee farm. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2022-July*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.732>
- Bortolini, M., Faccio, M., Gamberi, M., & Pilati, F. (2020). “Station-Sequence” parts feeding in mixed models assembly: Impact of variations and industry 4.0 possible solutions. *IFAC-PapersOnLine*, 53, 10279–10284. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2761>
- Breque, M., Nul, L. De, & Petridis, A. (2021). *Industry 5.0 Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. 1–48. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., Dias, J. C. Q., Menezes, J. C. R. de, Ferreira, L. M. D. F., Carvalho, M. do S., Oliveira, R. C., Azevedo, S. G., & Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (2ª Edição). Edições Silabo, Lda.
- Cheng, C.-H., Schmitt, J., Guelfirat, T., Messinger, C., Schnelte, M., & Weber, P. (2015). *Semantic Degrees for Industrie 4.0 Automation Cloud View project Semantic Degrees for Industrie 4.0 Deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies*. <https://www.researchgate.net/publication/277023029>
- Dennis, P. (2015). *LEAN Production Simplified. A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System* (Taylor & Francis Group, Ed.; 3rd ed.). CRC Press.

- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Ferrance, E. (2000). *THEMES IN EDUCATION ACTION RESEARCH Northeast and Islands Regional Educational Laboratory At Brown University*. www.lab.brown.edu
- Galsworth, G. D. (2017). *Visual Workplace Visual Thinking* (Taylor & Francis Group, Ed.). Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b22109>
- Garnett, N., Jones, D. T., & Murray, S. (1998). Strategic Application of Lean Thinking. *Proceedings IGLC*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=bf06f1e293ad52fe8f661cb7ef42d38e09348812>
- Gerhard, G., & Ranjan, G. (2004). *Practical E-Manufacturing and Supply Chain Management*. Newnes.
- Gupta, S., & Chandna, P. (2020). A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company. *Grey Systems*, 10(3), 339–357. <https://doi.org/10.1108/GS-01-2020-0004>
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Herzog, N. V., & Tonchia, S. (2014). An instrument for measuring the degree of lean implementation in manufacturing. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 60(12), 797–803. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2014.1873>
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing Second Edition* (2nd ed., Vol. 5). Taylor & Francis Group, LLC.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Hoshino, K. (1996). Criterion for choosing ordering policies Between fixed-size and fixed-interval, pull-type and push-type. *Elsevier International. Journal of Production Economics*, 44, 91–95. [https://doi.org/http://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00103-4](https://doi.org/http://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00103-4)
- Kajdan, V. (2008). Bumpy road to lean enterprise. *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(1–2), 91–99. <https://doi.org/10.1080/14783360701602338>
- Kato, I. (2006). *Mr. Kato Interview on TWI and TPS*. http://artoflean.com/wp-content/uploads/2019/01/Mr_Kato_Interview_on_TWI_and_TPS.pdf

- Kumar, N., Kaliyan, M., Thilak, M., & Acevedo-Duque, Á. (2022). Identification of specific metrics for sustainable lean manufacturing in the automobile industries. *Benchmarking*, *29*(6), 1957–1978. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2021-0190>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. Gary Burke.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way. 14 Management Principles from the world's greatest manufacturer* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *Toyota Way Fieldbook : A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps* (McGraw-Hill, Ed.). McGraw Hill.
- Lot, L. T., Sarantopoulos, A., Min, L. L., Perales, S. R., Boin, I. de F. S. F., & Ataide, E. C. de. (2018). Using Lean tools to reduce patient waiting time. *Leadership in Health Services*, *31*(3), 343–351. <https://doi.org/10.1108/LHS-03-2018-0016>
- Makwana, A. D., & Patange, G. S. (2022). Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, *20*(1), 111–120. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1676112>
- Manzanares-Cañizares, C., Sánchez-Lite, A., Rosales-Prieto, V. F., Fuentes-Bargues, J. L., & González-Gaya, C. (2022). A 5S Lean Strategy for a Sustainable Welding Process. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(11). <https://doi.org/10.3390/su14116499>
- Matos, Ai. A., Alves, A. C., & Tereso, A. P. (2016). Lean Principles in an Operating Room Environment: An Action Research Study. *Journal of Health Management*, *18*(2), 239–257. <https://doi.org/10.1177/0972063416637716>
- Mazumdar, S. K. (2001). Manufacturing Techniques. In *Composites Manufacturing* (pp. 123–258). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420041989-9>
- Monden, Y. (2012). *TOYOTA Production System An Integrated Approach to Just-In-Time Fourth Edition* (CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, Ed.; 4th ed.). Productivity Press.
- Muslimen, R., Yusof, S. M., & Abidin, A. S. Z. (2013). A case study of lean manufacturing implementation approach in Malaysian automotive components manufacturer. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *130 LNEE*, 327–335. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2317-1_27
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0-a human-centric solution. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(16). <https://doi.org/10.3390/su11164371>
- O'brien, R. (1998). *Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação [An Overview of the Methodological Approach of Action Research]*. www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>

- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Peças, P., Faustino, M., Lopes, J., & Amaral, A. (2022). Lean methods digitization towards lean 4.0: a case study of e-VMB and e-SMED. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, *16*(4), 1397–1415. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00975-1>
- Pedó, B., Formoso, C. T., Viana, D. D., Tzortzopoulos, P., Brandalise, F. M. P., & Whitelock-Wainwright, A. (2022). Visual Management Requirements to Support Design Planning and Control within Digital Contexts. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(17). <https://doi.org/10.3390/su141710989>
- Pereira, J. da C. F. (2021). *Reconfiguração do Sistema de Produção de uma Empresa de Camas Atendendo aos princípios Lean Thinking*. Universidade do Minho.
- Pinto, J. L. Q., Carlos, J., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). *Just in Time Factory Implementation Through Lean Manufacturing Tools Management for Professionals* (Springer, Ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1>
- Sá, S., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Santos, G. (2022). The importance of subcontracting and its relationship with Lean philosophy in automotive industry. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, *13*(3), 186–193. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2022-3-311>
- Sharma, S. S., & Khatri, R. (2021). Introduction to Lean Waste and Lean Tools. In K. Pažek (Ed.), *Lean Manufacturing*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97573>
- Shingo, S. (1981). *A Study of the Toyota Production System_ From an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing the SMED System* (Taylor & Francis Group, Ed.). Productivity Press.
- Smalley, A. (2020, October 2). *The Art of Lean: An Introduction to Muda, Mura, and Muri*. Lean Enterprise Institute. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-art-of-lean-an-introduction-to-muda-mura-and-muri/>
- Smith, A., & Thangarajoo, Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, *04*(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, *77*.
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, *8*, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>

- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603.
- Torres, S. D. V. (2017). *Otimização do Processo Logístico do Retorno de Embalagens de Cliente na Indústria Automóvel*.
- Venturelli, M. (2014). *Indústria 4.0: Uma visão da Automação Industrial*. *Obtido de Automação Industrial*.
<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>
- Villarreal, B., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2016). Lean road transportation – a systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning and Control*, 27(11), 865–877. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1152405>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill Professional.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48, Issue 11). Free Press.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona da recepção

Tabela 23. Tempos de ciclo registados da descarga de camiões

		Descarga Camiões (s)
1	7 Paletes	36,86
2	40 Paletes	80,1
3	18 Paletes	16,67
4	1 Palete	53
5	7 Paletes	67,57
6	18 Paletes	24,5
7	7 Paletes	65,71
8	18 Paletes	25,11
9	18 Paletes	27,94
10	18 Paletes	26,78
	Média Palete	43

Tabela 24. Tempos de ciclo registados da preparação da documentação

		Preparação Documentação (s)
1	2 caixas	73,5
2	1 caixa	51
3	1 caixa	66
4	1 caixa	69
5	1 caixa	45
6	1 caixa	43
7	5 caixas	72
8	1 caixa	63
9	1 caixa	68
10	2 caixas	88
	Média Doc	64

Tabela 25. Tempos de ciclo registados do lançamento das guias em SAP

		Lançamento SAP (s)
1	1 caixa	22
2	1 caixa	24
3	9 caixas	48
4	1 caixa	39
5	1 caixa	23
6	1 caixa	33
7	1 caixa	20
8	1 caixa	18
9	1 caixa	61
10	1 caixa	194
Média Lançamento/guia		49

Tabela 26. Tempos de ciclo registados da separação de caixas soltas

		Separação (s)
1	17 caixas	13,20
2	67 caixas	7,30
3	25 caixas	11,16
4	10 caixas	16,7
5	20 caixas	9,55
6	26 caixas	10,4
7	53 caixas	15,1
8	33 caixas	9,7
9	20 caixas	12,1
10	28 caixas	8,4
Média caixa		12

Tabela 27. Tempos de ciclo registados no *labelling*

		Labelling (s)
1	20 Rolos	4,90
2	18 Rolos	4,83
3	30 Rolos	5,17
4	30 Rolos	4,67
5	8 Pack Parafusos	4,50
6	1 Rolo	20,00
7	1 Rolo	26,00
8	14 Rolos	7,29
9	3 Rolos	7,67
10	1 Rolo Grande	31,00
Média por Unidade		12

Tabela 28. Tempos de ciclo registados no *Repacking on Demand*

		Repacking OD (s)
1	3 Placas	10
2	3 Placas	20
3	3 Placas	15,67
4	3 Placas	14,33
5	20 Conectores	4,65
6	32 Cases	6,91
7	32 Cases	6,22
8	32 Cases	6,28
9	20 Conectores	6,6
10	3 Placas	22,33
Média por Unidade		12

Tabela 29. Tempos de ciclo registados na procura de materiais para abastecimentos da rampa de *Repacking on Demand*

		Procurar Materias para o ROD (s)
1		101
2		89
3		135
4		202
5		174
6		157
7		116
8		66
9		52
10		111
Média por ref		121

Tabela 30. Tempos de ciclo registados na procura de materiais para abastecimento da rampa de *Labelling*

		Procurar Materias para o Labelling (s)
	Nº Referências	
1	10	2523
2	7	1786
3	12	2746
4	5	1667
5	3	1534
6	5	1356
7	12	2599
8	12	1663
9	16	4020
10	12	2432
Média Paleta		2233

Apêndice 2 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona do ED3

	Montagem embalagem 1 (s)	Montagem embalagem 2 (s)	Montagem embalagem 3 (s)	Montagem embalagem 4 (s)	Montagem embalagem 5 (s)	Montagem embalagem 6 (s)
1	84	29	88	18	45	5
2	78	28	85	16	47	6
3	79	33	90	16	49	6
4	81	24	84	17	45	6
5	83	30	92	18	42	7
6	88	27	83	16	44	6
7	83	24	89	16	42	6
8	89	27	88	17	42	7
9	77	28	87	16	46	6
10	74	30	77	18	47	6
11	75	26	76	17	47	6
12	72	23	78	15	42	6
13	76	23	84	17	44	7
14	66	25	78	17	42	7
15	75	23	77	14	43	6
16	86	22	77	16	43	7
17	74	22	77	14	48	9
18	54	23	81	15	46	7
19	45	23	79	13	48	8
20	40	24	72	14	43	9
21	48	25	71	17	46	9
22	45	23	71	16	44	8
Média por Embalagem	72	26	82	17	45	7

Apêndice 3 – Estudo de tempos de ciclo das atividades ocorrentes na zona da expedição

		Descarga para Separação com Empilhador (s)
1	Carrinha (4 Paletes)	34,5
2	Carrinha (5 Paletes)	37
3	Carrinha (4 Paletes)	45,25
4	Carrinha (4 Paletes)	35,5
5	Carrinha (5 Paletes)	38,2
6	Carrinha (5 Paletes)	35,6
7	Carrinha (2 Paletes)	42,5
8	Carrinha (2 Paletes)	49,5
9	Carrinha (2 Paletes)	49
10	Carrinha (3 Paletes)	39,3
Média por Paleta		41

Tabela 31. Tempos de ciclo relativos à separação de paletes mistas

		Separação de paletes mistas(s)
1	Paleta 16 caixas	32,7
2	Paleta 24 caixas	29,6
3	Paleta 24 caixas	42,6
4	Paleta 24 caixas	6,8
5	Paleta 24 caixas	22,2
6	Paleta 24 caixas	75,1
7	Paleta 24 caixas	31,4
8	Paleta 16 caixas	22,1
9	Paleta 24 caixas	50,3
10	Paleta 24 caixas	66,7
11	Paleta 24 caixas	49,4
12	Paleta 39 caixas	34,3
13	Paleta 24 caixas	65,9
14	Paleta 16 caixas	35,8
15	Paleta 24 caixas	44,5
16	Paleta 24 caixas	37,0
17	Paleta 24 caixas	37,0
18	Paleta 8 caixas	32,4
19	Paleta 24 caixas	86,6
20	Paleta 24 caixas	33,9
Média por caixa		42

Cintar Paleta (s)

1	Paleta 16 caixas	105
2	Paleta 16 caixas	121
3	Paleta 16 caixas	35
4	Paleta 16 caixas	39
5	Paleta 24 caixas	88
6	Paleta 24 caixas	233
7	Paleta 24 caixas	224
8	Paleta 24 caixas	118
9	Paleta 15 caixas	50
10	Paleta 15 caixas	53
	Média por Paleta	107

Tabela 32. Tempos de ciclo do *scan* das caixas das paletes completas

		Picagem Paleta (s)
1	Paleta 15 caixas	1,20
2	Paleta 16 caixas	0,81
3	Paleta 16 caixas	1,00
4	Paleta 24 caixas	1,00
5	Paleta 24 caixas	1,08
6	Paleta 24 caixas	0,83
7	Paleta 12 caixas	1,83
8	Paleta 24 caixas	1,17
9	Paleta 16 caixas	0,88
10	Paleta 15 caixas	1,03
	Média por Caixa	2

	Deslocar à zona Alocação (s)	Colocar na Estante + Picagem (s)	Voltar à zona Separação (s)
1	12	27	9
2	13	24	10
3	12	31	12
4	15	28	10
5	20	50	13
6	19	31	12
7	11	43	6
8	26	50	10
9	17	15	11
10	26	16	9
11	15	24	9
12	15	37	10
13	23	39	11
14	25	36	12
15	20	43	11
16	25	38	13
17	20	32	13
18	25	27	12
19	20	26	13
20	19	36	14
Média por Palete	19	33	11

	Ver e Introduzir DN no leitor(s)
1	10
2	8
3	7
4	15
5	11
6	9
7	8
8	6
9	9
10	7
Média por DN	9

Tabela 33. Tempos de ciclo referentes à desalocação de paletes e transferência para área de preparação

	Ir a zona de Alocação (s)	Ler Bin e Tirar Pallet (s)	Colocar Pallet zona de Preparação (s)
1	10	16	20
2	11	18	15
3	10	12	15
4	11	19	22
5	20	16	21
6	17	31	18
7	18	19	23
8	15	26	25
9	15	22	28
10	23	17	22
11	45	16	29
12	22	15	23
13	13	20	42
14	10	18	35
15	12	15	41
16	26	15	62
17	11	15	15
18	17	25	24
19	33	29	32
20	23	33	36
Média por Pallet	19	20	28

Tabela 34. Tempos de ciclo de preparação de cargas

		Colocar Etiquetas (s)	Ler Etiquetas (s)	Retirar Etiquetas Produção (s)
1	Paleta 16 caixas	12,94	7,19	3,50
2	Paleta 16 caixas	12,44	4,00	3,69
3	Paleta 6 caixas	5,83	5,17	1,67
4	Paleta 7 caixas	5,43	5,14	1,43
5	Paleta 7 caixas	2,14	1,71	1,00
6	Paleta 24 caixas	2,38	1,25	0,63
7	Paleta 24 caixas	4,38	1,83	0,88
8	Paleta 16 caixas	3,19	1,81	0,88
9	Paleta 24 caixas	4,38	1,96	1,29
10	Paleta 24 caixas	3,83	2,17	0,58
	Média por caixa	6	4	2

Tabela 35. Tempos de ciclo de carregamento

		Carregar Camião (s)
1	17 Paletes	46,41
2	19 Paletes	36,05
3	32 Paletes	25,41
4	33 Paletes	40,09
5	18 Paletes	51,61
6	31 Paletes	26,16
	Média Paleta	38

Apêndice 4 – Quadro de gestão de embalagem do ED3

CLIENTE	PROJETO	CONSUMO SEMANAL (PALETES)	PLANO DIÁRIO (PALETES)	MIN - MÁX (PALETES)	STOCK (PALETES)	HORÁRIOS			EMBALAGEM ALTERNATIVA	TEMPO FORMAÇÃO (PALETE/MIN) DE PKG E PKG ALTERNATIVO	
						TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3			
W O L K S W A G E N	529808	150	30	30 - 60					28685084	5	80
	28685084	50	10	10 - 18					N/A	80	N/A
	590705	5	1	1 - 2					28685102	5	60
	AU270	15	3	5 - 12					816 e prt 081	5	70
	BV42	30	6	6 - 9					28685084	5	80
	28685102	25	5	3 - 5					N/A	60	N/A
	PO1402	20	4	4 - 6					28685084	5	80
	PO08987	20	4	5 - 10					28685084	5	80
	PO3095		2	5 - 10					28685102	5	70
V O L V O	REM—SEM (PAL/CX)	15	5	5 - 8						25	
	REM—SEM (PAL/OZ)	58	12	12 - 18					N/A	5	N/A
	IHU	135	27	27 - 41					N/A	20	N/A
	CLUSTER	55	11	11 - 17					N/A	15	N/A
	TEA2+	4	1	1 - 2					N/A	35	N/A
F I A T	J10 DUCATO	3	1	1 - 2					28748586	N/A	30
	J10 TIPO	12	3	3 - 5					N/A	40	N/A
	J10 PRANDA	20	5	5 - 8					28783728	N/A	40
	J10 BEZEL	10	2	2 - 3					N/A	20	N/A
	PRANDA 7 BEZEL	5	1	1 - 2					N/A	35	N/A
	PRANDA 7	16	4	4 - 6					28728789	N/A	40
	IVECO	35	7	7 - 11					28537044	N/A	25
	CNHI	25	5	5 - 8					N/A	35	N/A
FORD	FORD DAT	25	5	5 - 8					28806353	20	20
PSA	BSI	125	25	25 - 38					N/A	20	N/A

ANEXOS

Anexo 1 – Auditoria inicial realizada no ED3

5S	Nº	FATOR A VERIFICAR	Objetivo	SCORE					
				R	nada	iniciado	oport	exemplar	score
				0	4	8	10		
TRIAGEM	1	Todas as máquinas e equipamentos são necessários e estão em boas condições?	Garantir que as máquinas e equipamentos presentes são necessárias e que se encontram em boas condições				x	10	
	2	Não há stocks de produtos/materiais desnecessários ?	Garantir que não há pilhas de stock em excesso (matérias primas, WIP, produto acabado) e não estão fora das áreas identificadas				x	10	
	3	Os quadros /monitores com informação estão atualizados e em boas condições ?	Prevenir informação desnecessária, desatualizada e em mau estado de conservação		x			4	
	4	Todos os itens desnecessários estão identificados ?	Visitar a área RED TAG e garantir que os donos do processo identificaram o que está a mais e têm um plano para corrigir		x			4	
	5	Os itens disponíveis na área de trabalho estão de acordo com os critérios de uso definidos ?	Verificar a frequência de uso dos itens				x	10	
ORGANIZAÇÃO	6	As áreas de trabalho e de armazenamento (paletes, ferramentas, ...) estão claramente identificadas?	Marcações no solo (em acordo com standard do código de cores); identificação das celulas, mapa com flow do processo		x			4	
	7	As áreas de armazenamento (no posto de trabalho, ferramentas, ...) estão desenhadas para facilitar o uso?	Garantir uma boa organização da célula, minimizar desperdícios de movimentos, não criar obstruções e questões ergonómicas Utilização de estratégias de outlining/shadowing, signboards e 5S maps. WI contem idle state assim como ergonomia do posto.	x				0	
	8	As pastas de arquivo e documentação estão claramente identificadas e arrumadas?	Garantir que os meios documentais são atualizados e cuidados				x	10	
	9	Os corredores e zonas de circulação estão livres de obstruções e pontas afiadas ?	Garantir que a circulação se dá sem incidentes e que há uma área de segurança em redor das células. Observar os pontos críticos como extintores e bocas de incêndio.				x	10	
LIMPEZA	10	A área apresenta-se limpa, livre de detritos e de peças no chão?	Garantir que o chão se encontra limpo e não há processos que espalhem resíduos / restos de peças. Verificar tecto.				x	10	
	11	As máquinas, equipamentos, dispositivos e lugares de trabalho estão limpos e isentos de resíduos ?	Garantir que os equipamentos são limpos assim como o posto de trabalho (Incluindo luminarias)		x			4	
	12	Não se observam cabos, tubos, estruturas penduradas ou soltas?	Evitar cabos/tubos mal acondicionados e restos de "obras"		x			4	
	13	Estão disponíveis instruções de limpeza e inspeção ?	Verificar instruções de limpeza P0, P1, P2 ou P3 no local, incluindo responsabilidades				x	10	
	14	Há equipamento de limpeza disponível, está devidamente arrumado, limpo e é suficiente ?	Garantir os meios para a manutenção dos 5S's na área				x	10	
PADRONIZAÇÃO	15	É fácil distinguir situações normais / anormais na área?	Quando há um overflow, um alarme, ou itens fora do sitio: as pessoas têm meios visuais para identificar os desvios, anomalias ou perigos ? "5S visual"			x		8	
	16	Há uma identificação visual do que é o standard da área?	Garantir que o standard está documentado para facilmente se identificar as anomalias		x			4	
	17	São tomadas ações preventivas para tornar os primeiros 3S "inquebráveis" ?	Suspensão de ferramentas, substituição de ferramentas/metodos, evitar acumulação de sujidade				x	10	
	18	Botoneiras de segurança e extintores estão bem assinalados? Os resíduos estão devidamente acondicionados / separados ? Todos os colaboradores estão equipados com bata, calçado e luvas?	Garantir que os meios de emergência estão bem assinalados Garantir que há caixotes para os resíduos, que há um cuidado na separação e que são periodicamente despejados			x		8	
DISCIPLINA	19	As auditorias são regularmente realizadas e os resultados publicados?	Garantir que este processo é vivo e é publicado	x				0	
	20	A área tem um Plano de Ações/Melhoria? Houve reincidências em ações já fechadas?	Assegurar que a melhoria contínua está presente nos 5S's e que as ações são robustas				x	10	
	21	O 5S corner, sharepoint ou área de 5S é visitada nas reuniões de grupo e os resultados são discutidos?	Verificar se 5S corner tem os resultados afixado, e se existem exemplos visuais de melhorias implementadas no posto / área	x				0	
	22	Existe um processo de reconhecimento 5S ?	Verificar se existe um reconhecimento regular de colaboradores e equipas.				x	10	
	23	Os colaboradores estão regularmente envolvidos em ações de formação e workshop 5S?	Garantir a correta transmissão da cultura e procedimentos da organização aos colaboradores e o seu envolvimento periodico				x	10	

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AValiação ANTERIOR	AValiação ACTUAL
0 - 49 = Muito Mal	na	70
50 a 69 = Mal		
70 a 79 = Razoável		
80 a 89 = Bom		
90 a 100 = Excelente		

Anexo 2 – Auditoria final realizada no ED3

5S	Nº	FATOR A VERIFICAR	Objetivo	SCORE				
				nada	iniciado	oport	exemplar	score
				0	4	8	10	
TRIAGEM	1	Todas as máquinas e equipamentos são necessários e estão em boas condições?	Garantir que as máquinas e equipamentos presentes são necessárias e que se encontram em boas condições				x	10
	2	Não há stocks de produtos/materiais desnecessários?	Garantir que não há pilhas de stock em excesso (matérias primas, WIP, produto acabado) e não estão fora das áreas identificadas				x	10
	3	Os quadros /monitores com informação estão atualizados e em boas condições?	Prevenir informação desnecessária, desatualizada e em mau estado de conservação				x	10
	4	Todos os itens desnecessários estão identificados?	Visitar a área RED TAG e garantir que os donos do processo identificaram o que está a mais e têm um plano para corrigir				x	10
	5	Os itens disponíveis na área de trabalho estão de acordo com os critérios de uso definidos?	Verificar a frequência de uso dos itens				x	10
ORGANIZAÇÃO	6	As áreas de trabalho e de armazenamento (paletes, ferramentas, ...) estão claramente identificadas?	Marcações no solo (em acordo com standard do código de cores); identificação das células, mapa com flow do processo				x	10
	7	As áreas de armazenamento (no posto de trabalho, ferramentas, ...) estão desenhadas para facilitar o uso?	Garantir uma boa organização da célula, minimizar desperdícios de movimentos, não criar obstruções e questões ergonómicas. Utilização de estratégias de out lining/shadowing, signboards e 5S maps. WI contem idle state assim como ergonomia do posto.				x	10
	8	As pastas de arquivo e documentação estão claramente identificadas e arrumadas?	Garantir que os meios documentais são atualizados e cuidados				x	10
	9	Os corredores e zonas de circulação estão livres de obstruções e pontas afiadas?	Garantir que a circulação se dá sem incidentes e que há uma área de segurança em redor das células. Observar os pontos críticos como extintores e bocas de incêndio.				x	10
LIMPEZA	10	A área apresenta-se limpa, livre de detritos e de peças no chão?	Garantir que o chão se encontra limpo e não há processos que espalhem resíduos / restos de peças. Verificar tecto.				x	10
	11	As máquinas, equipamentos, dispositivos e lugares de trabalho estão limpos e isentos de resíduos?	Garantir que os equipamentos são limpos assim como o posto de trabalho (incluindo luminárias)			x		8
	12	Não se observam cabos, tubos, estruturas penduradas ou soltas?	Evitar cabos/tubos mal acondicionados e restos de "obras"			x		8
	13	Estão disponíveis instruções de limpeza e inspeção?	Verificar instruções de limpeza P0, P1, P2 ou P3 no local, incluindo responsabilidades			x		8
	14	Há equipamento de limpeza disponível, está devidamente arrumado, limpo e é suficiente?	Garantir os meios para a manutenção dos 5S's na área				x	10
PADRONIZAÇÃO	15	É fácil distinguir situações normais / anormais na área?	Quando há um overflow, um alarme, ou itens fora do sítio: as pessoas têm meios visuais para identificar os desvios, anomalias ou perigos? "5S visual"				x	10
	16	Há uma identificação visual do que é o standard da área?	Garantir que o standard está documentado para facilitar e se identificar as anomalias				x	10
	17	São tomadas ações preventivas para a tornar os primeiros 3S "inquebráveis"?	Suspensão de ferramentas, substituição de ferramentas/metodos, evitar acumulação de sujidade				x	10
	18	Botoneiras de segurança e extintores estão bem assinalados? Os resíduos estão devidamente acondicionados/ separados? Todos os colaboradores estão equipados com bata, calçado e luvas?	Garantir que os meios de emergência estão bem assinalados. Garantir que há caixotes para os resíduos, que há um cuidado na separação e que são periodicamente despejados				x	10
DISCIPLINA	19	As auditorias são regularmente realizadas e os resultados publicados?	Garantir que este processo é vivo e é publicado			x		8
	20	A área tem um Plano de Ações/Melhoria? Houve reincidências em ações já fechadas?	Assegurar que a melhoria contínua está presente e nos 5S's e que as ações são robustas				x	10
	21	O 5S corner, sharepoint ou áreas de 5S é visitada nas reuniões de grupo e os resultados são discutidos?	Verificar se 5S corner tem os resultados afixado, e se existem exemplos visuais de melhorias implementadas no posto / áreas	x				0
	22	Existe um processo de reconhecimento 5S?	Verificar se existe um reconhecimento regular de colaboradores e equipas				x	10
	23	Os colaboradores estão regularmente envolvidos em ações de formação e workshop 5S?	Garantir a correta transmissão da cultura e procedimentos da organização aos colaboradores e o seu envolvimento periódico		x			4

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL
0 - 49 = Muito Mal	70	90
50 a 69 = Mal		
70 a 79 = Razoável		
80 a 89 = Bom		
90 a 100 = Excelente		

Anexo 3 – Primeira auditoria realizada na Expedição

5S	Nº	FATOR A VERIFICAR	Objetivo	SCORE				score
				nada 0	iniciado 4	oport 8	exemplar 10	
TRIAGEM	1	Todas as máquinas e equipamentos são necessários e estão em boas condições?	Garantir que as máquinas e equipamentos presentes são necessárias e que se encontram em boas condições			x		8
	2	Não há stocks de produtos/materiais desnecessários?	Garantir que não há pilhas de stock em excesso (matérias primas, WIP, produto acabado) e não estão fora das áreas identificadas		x			4
	3	Os quadros/monitores com informação estão atualizados e em boas condições?	Prevenir informação desnecessária, desatualizada e em mau estado de conservação		x			4
	4	Todos os itens desnecessários estão identificados?	Visitar a área RED TAG e garantir que os donos do processo identificaram o que está a mais e têm um plano para corrigir			x		8
	5	Os itens disponíveis na área de trabalho estão de acordo com os critérios de uso definidos?	Verificar a frequência de uso dos itens				x	10
ORGANIZAÇÃO	6	As áreas de trabalho e de armazenamento (paletes, ferramentas, ...) estão claramente identificadas?	Marcações no solo (em acordo com standard do código de cores); identificação das células, mapa com flow do processo		x			4
	7	As áreas de armazenamento (no posto de trabalho, ferramentas, ...) estão desenhadas para facilitar o uso?	Garantir uma boa organização da célula, minimizar desperdícios de movimentos, não criar obstruções e questões ergonómicas Utilização de estratégias de outlining/shadowing, signboards e 5S maps. WI contem idle state assim como ergonomia do posto.			x		8
	8	As pastas de arquivo e documentação estão claramente identificadas e arrumadas?	Garantir que os meios documentais são atualizados e cuidados			x		8
	9	Todo o inventário está concentrado num único local?	Evitar a proliferação de ilhas de WIP				x	10
	10	Os corredores e zonas de circulação estão livres de obstruções e pontas afiadas?	Garantir que a circulação se dá sem incidentes e que há uma área de segurança em redor das células. Observar os pontos críticos como extintores e bocas de incêndio.			x		8
LIMPEZA	11	A área apresenta-se limpa, livre de detritos e de peças no chão?	Garantir que o chão se encontra limpo e não há processos que espalhem resíduos / restos de peças. Verificar tecto.				x	10
	12	As máquinas, equipamentos, dispositivos e lugares de trabalho estão limpos e isentos de resíduos?	Garantir que os equipamentos são limpos assim com o o posto de trabalho (incluindo luminárias)		x			4
	13	Não se observam cabos, tubos, estruturas penduradas ou soltas?	Evitar cabos/tubos mal acondicionados e restos de "obras"		x			4
	14	Estão disponíveis instruções de limpeza e inspeção?	Verificar instruções de limpeza P0, P1, P2 ou P3 no local, incluindo responsabilidades				x	10
	15	Há equipamento de limpeza disponível, está devidamente arrumado, limpo e é suficiente?	Garantir os meios para a manutenção dos 5S's na área			x		8
PADRONIZAÇÃO	16	É fácil distinguir situações normais / anormais na área?	Quando há um overflow, um alarme, ou itens fora do sitio: as pessoas têm meios visuais para identificar os desvios, anomalias ou perigos? "5S visual"				x	10
	17	Há uma identificação visual do que é o standard da área?	Garantir que o standard está documentado para facilmente se identificar as anomalias			x		8
	18	Existem registos relativos a limpeza (e outras actividades relativas aos primeiros 3S), incluindo calendarização e responsabilidades?	Verificar historico de registos ("tornar os primeiros 3S um habito")				x	10
	19	São tomadas ações preventivas para tornar os primeiros 3S "inquebráveis"?	Suspensão de ferramentas, substituição de ferramentas/metodos, evitar acumulação de sujidade				x	10
	20	Botoneiras de segurança e extintores estão bem assinalados? Os resíduos estão devidamente acondicionados / separados? Todos os colaboradores estão equipados com bata, calçado (ESD) e luvas?	Garantir que os meios de emergência estão bem assinalados Garantir que há caixotes para os resíduos, que há um cuidado na separação e que são periodicamente despejados			x		8
DISCIPLINA	21	As auditorias são regularmente realizadas e os resultados publicados?	Garantir que este processo é vivo e é publicado				x	10
	22	A área tem um Plano de Ações/Melhoria? Houve reincidências em ações já fechadas?	Assegurar que a melhoria continua está presente nos 5S's e que as ações são robustas				x	10
	23	O 5S corner, sharepoint ou área de 5S é visitada nas reuniões de grupo e os resultados são discutidos?	Verificar se 5S corner tem os resultados afixado, e se existem exemplos visuais de melhorias implementadas no posto / área				x	10
	24	Existe um processo de reconhecimento 5S?	Verificar se existe um reconhecimento regular de colaboradores e equipas.				x	10
	25	Os colaboradores estão regularmente envolvidos em ações de formação e workshop 5S?	Garantir a correta transmissão da cultura e procedimentos da organização aos colaboradores e o seu envolvimento periodico		x			4

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL
0 - 49 = Muito Mal	na	79
50 a 69 = Mal		
70 a 79 = Razoável		
80 a 89 = Bom		
90 a 100 = Excelente		

Anexo 4 – Segunda auditoria realizada na Expedição

5S	Nº	FATOR A VERIFICAR	Objetivo	SCORE				
				nada	Iniciado	oport	exemplar	score
				0	4	8	10	
TRIAGEM	1	Todas as máquinas e equipamentos são necessários e estão em boas condições?	Garantir que as máquinas e equipamentos presentes são necessárias e que se encontram em boas condições				x	10
	2	Não há stocks de produtos/materiais desnecessários?	Garantir que não há pilhas de stock em excesso (matérias primas, WIP, produto acabado) e não estão fora das áreas identificadas				x	10
	3	Os quadros /monitores com informação estão atualizados e em boas condições?	Prevenir informação desnecessária, desatualizada e em mau estado de conservação				x	10
	4	Todos os itens desnecessários estão identificados?	Visitar a área RED TAG e garantir que os donos do processo identificaram o que está a mais e têm um plano para corrigir				x	10
	5	Os itens disponíveis na área de trabalho estão de acordo com os critérios de uso definidos?	Verificar a frequência de uso dos itens				x	10
ORGANIZAÇÃO	6	As áreas de trabalho e de armazenamento (paletes, ferramentas, ...) estão claramente identificadas?	Marcações no solo (em acordo com standard do código de cores); identificação das células, mapa com flow do processo				x	10
	7	As áreas de armazenamento (no posto de trabalho, ferramentas, ...) estão desenhadas para facilitar o uso?	Garantir uma boa organização da célula, minimizar desperdícios de movimentos, não criar obstruções e questões ergonómicas Utilização de estratégias de out lining/shadowing, signboards e 5S maps. WI contem idle state assim como ergonomia do posto.				x	10
	8	As pastas de arquivo e documentação estão claramente identificadas e arrumadas?	Garantir que os meios documentais são atualizados e cuidados				x	10
	9	Todo o inventário está concentrado num único local?	Evitar a proliferação de ilhas de WP				x	10
	10	Os corredores e zonas de circulação estão livres de obstruções e portas afiadas?	Garantir que a circulação se dá sem incidentes e que há uma área de segurança em redor das células. Observar os pontos críticos como extintores e bocas de incêndio.				x	10
	11	A área apresenta-se limpa, livre de detritos e de peças no chão?	Garantir que o chão se encontra limpo e não há processos que espalhem resíduos / restos de peças. Verificar tecto.				x	10
LIMPEZA	12	As máquinas, equipamentos, dispositivos e lugares de trabalho estão limpos e isentos de resíduos?	Garantir que os equipamentos são limpos assim como o posto de trabalho (incluindo luminarias)		x			4
	13	Não se observam cabos, tubos, estruturas penduradas ou soltas?	Evitar cabos/tubos mal acondicionados e restos de "obras"		x			4
	14	Estão disponíveis instruções de limpeza e inspeção?	Verificar instruções de limpeza P0, P1, P2 ou P3 no local, incluindo responsabilidades				x	10
	15	Há equipamento de limpeza disponível, está devidamente arrumado, limpo e é suficiente?	Garantir os meios para a manutenção dos 5S's na área				x	10
	16	É fácil distinguir situações normais / anormais na área?	Quando há um overflow, um alarme, ou itens fora do sitio: as pessoas têm meios visuais para identificar os desvios, anomalias ou perigos? "5S visual"				x	10
PADRONIZAÇÃO	17	Há uma identificação visual do que é o standard da área?	Garantir que o standard está documentado para facilitar e se identificar as anomalias				x	10
	18	Existem registos relativos a limpeza (e outras actividades relativas aos primeiros 3S), incluindo calendarização e responsabilidades?	Verificar historico de registos ("tornar os primeiros 3S um habito")				x	10
	19	São tomadas ações preventivas para tornar os primeiros 3S "inquêbraveis"?	Suspensão de ferramentas, substituição de ferramentas/metodos, evitar acumulação de sujidade				x	10
	20	Botoneiras de segurança e extintores estão bem assinalados? Os resíduos estão devidamente acondicionados / separados? Todos os colaboradores estão equipados com bata, calçado (ESD) e luvas?	Garantir que os meios de emergência estão bem assinalados Garantir que há caixotes para os resíduos, que há um cuidado na separação e que são periodicamente despejados				x	10
DISCIPLINA	21	As auditorias são regularmente realizadas e os resultados publicados?	Garantir que este processo é vivo e é publicado				x	10
	22	A área tem um Plano de Ações/Melhoria? Houve reincidências em ações já fechadas?	Assegurar que a melhoria contínua está presente e nos 5S's e que as ações são robustas				x	10
	23	O 5S corner, sharepoint ou área de 5S é vistada nas reuniões de grupo e os resultados são discutidos?	Verificar se 5S corner tem os resultados afixado, e se existem exemplos visuais de melhorias implementadas no posto / área				x	10
	24	Existe um processo de reconhecimento 5S?	Verificar se existe um reconhecimento regular de colaboradores e equipas				x	10
	25	Os colaboradores estão regularmente envolvidos em ações de formação e workshop 5S?	Garantir a correta transmissão da cultura e procedimentos da organização aos colaboradores e o seu envolvimento periódico				x	10

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL
0 - 49 = Muito Mal	79	95
50 a 69 = Mal		
70 a 79 = Razoável		
80 a 89 = Bom		
90 a 100 = Excelente		