



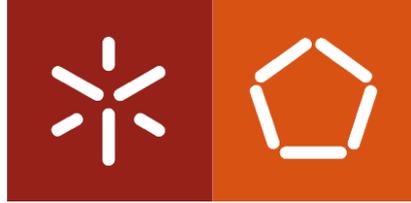
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Daniela Ribeiro de Almeida

**Implementação de melhorias nos processos
de limpeza técnica do departamento
logístico**

Outubro de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Daniela Ribeiro de Almeida

**Implementação de melhorias nos processos
de limpeza técnica do departamento logístico**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial – Ramo Gestão
Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Maria Sameiro Carvalho

Outubro de 2022

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 realização deste projeto de dissertação não seria possível sem o contributo de várias pessoas. A todas elas, quero deixar o meu sincero agradecimento.

Primeiramente, gostaria de agradecer à professora doutora Maria Sameiro Carvalho pela sua disponibilidade na orientação, apoio, e ensinamentos partilhados, não só no projeto, mas também ao longo de todo o mestrado na Universidade do Minho.

À Aptivport Services S.A pela oportunidade que me concedeu de realizar o estágio com todas as condições necessárias.

Um agradecimento especial aos meus orientadores na empresa Susana Torres e Tiago Almeida, por toda a ajuda, incentivo e dedicação que tiveram comigo. Sem dúvida que são uns excelentes profissionais e levo todos os ensinamentos adquiridos com eles para a vida. Não posso deixar de agradecer também à Sara Carreiras, ao Manuel Joaquim e ao Diego Cunha por estarem sempre dispostos a ajudar no que fossem preciso para que o projeto tivesse alcançado todos os objetivos.

Aos meus amigos e colegas de curso pela amizade, palavras amigas e apoio incansável que me proporcionaram.

À minha família por estar sempre presente em todas as minhas conquistas e por todo o apoio insubstituível e motivação que sempre me deram.

A todos, o meu muito obrigada!

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.

Implementação de melhorias nos processos de limpeza técnica do departamento logístico

RESUMO

Com o passar dos anos, a logística tem assumido cada vez mais um papel importantíssimo na cadeia de abastecimento, atuando como um fator fundamental no que diz respeito ao sucesso das empresas. Devido ao agravamento das condições climáticas, as indústrias têm adotado sistemas da logística inversa, mais concretamente embalagens retornáveis. As embalagens retornáveis trouxeram várias vantagens face às legislações impostas sobre as questões ambientais, contudo, para que a empresa tenha uma gestão eficiente das embalagens retornáveis, é fulcral torná-la visível ao longo da cadeia de abastecimento. Desta forma, é possível ter um controlo maior sobre a rastreabilidade das mesmas, acompanhando todo o fluxo e tarefas que passou. Outro fator crítico está na limpeza técnica das embalagens. Muitas destas embalagens percorrem vários quilómetros e retornam novamente para a empresa, estando expostas a várias condições do meio envolvente e, conseqüentemente, mais perceptíveis a acumulação de contaminação que, posteriormente, pode ter impacto nos componentes/produtos.

Este projeto foi realizado na Aptivport Services S.A, uma empresa multinacional de grande reconhecimento global pelos seus produtos, cuja principal missão consiste em inovar os produtos no mercado, apostando na satisfação de cliente. Posto isto, este projeto teve como principal objetivo implementar melhorias na limpeza técnica do departamento logístico da empresa, principalmente no que diz respeito às embalagens retornáveis. Um dos problemas identificados traduziu-se na ineficiência da máquina de lavagem das embalagens. Foram identificadas que apenas 18% da necessidade das embalagens retornáveis de cliente, internas e de fornecedor é que estavam a ser lavadas/limpas.

Posto isto, foram feitas várias análises a diferentes cenários possíveis de modo a tornar o processo de lavagem das embalagens retornáveis mais eficiente de maneira a que todas as embalagens sejam lavadas. Chegou-se à conclusão de que a situação inicial não poderia continuar e, por isso, teve de se tomar duas decisões: uma a curto prazo e outra a longo prazo, para que fosse possível lavar toda a necessidade diária. Comparando as duas situações a curto prazo e a longo prazo, a empresa obtém uma poupança mensal de 5.143,43€. Além disso, também foram implementadas outras melhorias como rastreabilidade dos processos das embalagens retornáveis internas.

PALAVRAS-CHAVE:

Contaminação, Embalagens Retornáveis, Limpeza Técnica, Logística Inversa, Rastreabilidade

Implementation of Improvements in the logistic department technical cleanliness processes

ABSTRACT

Over the years, logistics has increasingly assumed a very important role in the supply chain, acting as a fundamental factor for the success of companies. Due to worsening weather conditions, industries have adopted reverse logistics systems, more specifically returnable packaging. Returnable packaging has brought several advantages over the legislation imposed on environmental issues. However, for the company to have an efficient management of returnable packaging, it is essential to make it visible throughout the supply chain. In this way, it is possible to have greater control over their traceability, following all the flow and tasks that have passed. Another critical factor is its technical cleanliness. Many of these packages travel several kilometers and return to the company, being exposed to various environmental conditions and, consequently, the accumulation of contamination that, later, can have an impact on the components/products.

This project was carried out at Aptivport Services S.A, a multinacional company with great global recognition for its products, whose main mission is to innovate products on the market, focusing on customer satisfaction. That being said, the main objective of this project was to implement improvements in the technical cleaning of the company's logistics department, especially on returnable packaging. One of the problems identified was the inefficiency of the packaging washing machine. It was identified that only 18% of the need for customer, internal and supplier returnable packaging was being washed/cleaned.

That said, several analyses were carried out on different possible scenarios to make the returnable packaging washing process more efficient so that all packages are washed. It was concluded that the initial situation could not continue and, therefore, two decisions had to be made: one in the short term and one in the long term, so that it was possible to wash all the daily needs. Comparing the two short-term and long-term situations, the company get a monthly savings of 5.143,43€. In addition, other improvements were also implemented, such as traceability of internal returnable packaging processes.

KEYWORDS

Contamination, Returnable Packaging, Technical Cleanliness, Reverse Logistics, Traceability

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 Indústria Automóvel.....	5
2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	6
2.3 Gestão Sustentável da Cadeia de Abastecimento	7
2.4 Logística	8
2.4.1 Atividades Logísticas.....	9
2.4.2 Logística como vantagem competitiva	10
2.5 Logística Inversa	12
2.6 Embalagens	14
2.6.1 Embalagens retornáveis.....	17
2.7 Rastreabilidade nas embalagens.....	18
2.8 Limpeza técnica	19
2.9 Síntese da revisão bibliográfica.....	26
3. Apresentação da Empresa	28
3.1 Grupo AptivPort Services S.A.	28
3.2 Missão e valores	29
3.3 Localização geográfica em Portugal	29
3.4 Aptiv em Braga	30

3.4.1	Produtos e Clientes.....	30
3.4.2	Instalações	31
3.5	Classificação das áreas da empresa com graus de limpeza técnica.....	32
3.6	Departamento logístico.....	33
3.7	Gestão de embalagens	34
3.7.1	Embalagens retornáveis.....	35
3.8	Fluxo logístico das embalagens retornáveis de cliente e internas	36
3.9	Zona de limpeza das embalagens na empresa.....	38
4.	Caracterização Inicial e Análise dos Processos	40
4.1	Limpeza das embalagens retornáveis	40
4.1.1	Tipos de embalagens retornáveis para lavar/limpar	40
4.1.2	Lavagem das embalagens retornáveis.....	45
4.2	Traceabilidade das embalagens retornáveis	52
4.3	Reembalamento de materiais conforme a procura	52
4.4	Síntese dos problemas existentes na situação atual	55
5.	Propostas de Melhoria e Análise dos Resultados.....	56
5.1	Análise da frequência de lavagem após cada utilização das embalagens	56
5.2	Traceabilidade das embalagens retornáveis internas.....	64
5.3	Cenários possíveis para a lavagem/limpeza das embalagens retornáveis	68
5.3.1	Cenário 1: Tudo internamente com máquina alugada.....	69
5.3.2	Cenário 2: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa	170
5.3.3	Cenário 3: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa	171
5.3.4	Cenário 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa	272
5.3.5	Cenário 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa	273
5.3.6	Cenário 6: Tudo externamente Empresa 1	73
5.3.7	Cenário 7: Tudo externamente Empresa 2	74
5.3.8	Cenário 8: Tudo internamente com máquina nova	75
5.4	Reembalamento de materiais conforme a procura	77
5.5	Síntese de melhorias	79

6. Conclusões.....	81
6.1 Considerações Finais	81
6.2 Trabalho Futuro	83
Referências Bibliográficas	84
Apêndices	87
Apêndice 1 – Exemplos de partículas contaminantes do relatório dos testes de Carimbo	87
Apêndice 2 – Instrução de trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens.....	88
Apêndice 3 – Tempos despendidos a efetuar os registos da rastreabilidade.....	92
Apêndice 4 – Orçamento para lavagem, transporte e carga e descarga de cada tipo de embalagem externamente na Empresa 1 e Empresa 2	94
Apêndice 5 – Custo do espaço ocupado para cada cenário	98
Apêndice 6 – Tempos dos cenários possíveis da lavagem/limpeza das embalagens retornáveis com periodicidade.....	102
Apêndice 7 – Instrução de trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura.....	114
Anexos	117
Anexo 1 – Folha de registo da lavagem das embalagens retornáveis.....	117
Anexo 2 – Desenho técnico da máquina nova	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Processos de uma cadeia de abastecimento.....	6
Figura 2: Processos logísticos entre as várias entidades de uma cadeia de abastecimento.....	8
Figura 3: Trinómio das dimensões da Logística	9
Figura 4: Modelo de estratégia dos 3 C's	11
Figura 5: Representação esquemática dos processos de logística direta e inversa.....	13
Figura 6: Sistema de embalagem com três níveis inter-relacionados.....	15
Figura 7: Exemplos de embalagens descartáveis e embalagens retornáveis	16
Figura 8: Teste de Carimbo de partículas	21
Figura 9: Contador de partículas no ar	21
Figura 10: Limpeza técnica das diferentes estruturas padronizadas numa indústria automóvel	24
Figura 11: Spin-off da Delphi.....	28
Figura 12: Valores da Aptiv	29
Figura 13: Localização geográfica da Aptiv em Portugal.....	30
Figura 14: Edifícios da Aptiv Braga.....	31
Figura 15: Classificação das áreas de limpeza do edifício 1	32
Figura 16: Classificação das áreas de limpeza do edifício 2.....	33
Figura 17: Departamento logístico da Aptiv Braga	34
Figura 18: Locais de manuseamento de embalagens retornáveis	36
Figura 19: Fluxo de embalagens entre edifícios	38
Figura 20: Zona de limpeza de embalagens retornáveis de cliente e internas.....	38
Figura 21: Embalagem identificada como Caixa 10 suja	44
Figura 22: Caixa 10 com rolos de componentes para PCB	44
Figura 23: Rolo protegido com um saco.....	44
Figura 24: Rolos com plástico apenas a tapar os componentes	45
Figura 25: Método de lavagem das embalagens retornáveis atual.....	45
Figura 26: Máquina de lavagem industrial.....	46
Figura 27: Caixas com água acumulada no topo	50
Figura 28: Caixas empilhadas a secar em cima de uma palete.....	50
Figura 29: Zona de reembalamento	53
Figura 30: Estantes com caixas do reembalamento.....	53

Figura 31: Lista com os materiais necessários para a produção	53
Figura 32: Embalagem suja	54
Figura 33: Paletes com caixas em quantidade excessiva	54
Figura 34: Exemplo do estado de uma embalagem de cliente quando chega à empresa	56
Figura 35: Teste de Carimbo na embalagem interna	57
Figura 36: Caixa interna identificada com etiqueta para monitorização dos testes de Carimbo	57
Figura 37: Zonas analisadas em cada período.....	58
Figura 38: Caixa 4 - partículas metálicas.....	59
Figura 39: Caixa 6 - partículas metálicas.....	59
Figura 40: Caixa 4 - partículas não metálicas	60
Figura 41: Caixa 6 - partículas não metálicas	60
Figura 42: Caixa 4 - Fibras.....	61
Figura 43: Caixa 6 - Fibras.....	61
Figura 44: Caixa 10 com etiqueta de identificação	64
Figura 45: Fluxos e registos de rastreabilidade das embalagens internas	65
Figura 46: Aviso verde a informar que a embalagem está dentro da periodicidade quinzenal	65
Figura 47: Aviso laranja a informar que a embalagem ultrapassou a periodicidade quinzenal e necessita de ser lavada.....	66
Figura 48: Caixa 10 que pode continuar no processo	66
Figura 49: Caixa 10 que tem de ir para lavar	66
Figura 50: Leitor para efetuar os registos da rastreabilidade	67
Figura 51: Leitor no edifício 1	67
Figura 52: Histórico da rastreabilidade da Caixa 10.....	68
Figura 53: Máquina de lavagem nova.....	75
Figura 54: Rampas com caixas para a produção isolada com cortinas ESD	78
Figura 55: Estantes com material de baixo consumo e material abastecido à palete	79
Figura 56: Embalagens com material filmadas que ficam armazenadas na estante da zona CG0.....	79
Figura 57: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens	88
Figura 58: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação).....	89
Figura 59: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação).....	90
Figura 60: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação).....	91
Figura 61: Campos a preencher no registo Unload.....	92

Figura 62: Campos a preencher no registo Cleaning	93
Figura 63: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura	114
Figura 64: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura (continuação)..	115
Figura 65: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura (continuação)..	116
Figura 66: Folha de registo da lavagem das embalagens retornáveis	117
Figura 67: Folha de registo da lavagem das embalagens retornáveis (continuação).....	118
Figura 68: Desenho técnico da máquina nova	119

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Funções das embalagens	16
Tabela 2: Tipos de partículas de contaminação	20
Tabela 3: Classificação das áreas limpas	23
Tabela 4: Métodos de embalagem	25
Tabela 5: Produtos e clientes da Aptiv.....	31
Tabela 6: Exemplos de embalagens retornáveis de cliente, fornecedor e internas	35
Tabela 7: Embalagens retornáveis para lavar na máquina industrial	41
Tabela 8: Periodicidade de falhas das embalagens retornáveis de cliente necessárias para lavar	42
Tabela 9: Embalagens retornáveis para limpar com pressão de ar.....	43
Tabela 10: Periodicidade de falha das embalagens de cliente necessárias para limpar	43
Tabela 11: Registo do número de lavagens internas necessárias por dia de cada embalagem.....	47
Tabela 12: Tempos registados em cada tarefa do processo de lavagem interno.....	48
Tabela 13: Tempo total diário necessário para a lavagem interna de cada tipo de embalagem.....	49
Tabela 14: Custos do processo de lavagem das embalagens – situação atual	51
Tabela 15: Síntese dos problemas existentes na situação atual	55
Tabela 16: Necessidade diária de embalagens para lavar com periodicidade quinzenal	63
Tabela 17: Cenário 1 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada)	70
Tabela 18: Cenário 2 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 2 turnos mais externa Empresa 1	71
Tabela 19: Cenário 3 – custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 3 turnos mais externa (Empresa 1)	72
Tabela 20: Cenário 4 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 2 turnos mais externa (Empresa 2)	72
Tabela 21: Cenário 5 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 3 turnos mais externa (Empresa 2)	73
Tabela 22: Cenário 6 - custo mensal lavagem externa (Empresa 1)	74
Tabela 23: Cenário 7 - custo mensal lavagem externa (Empresa 2)	74
Tabela 24: Cenário 8 - custo mensal de lavagem interna (máquina nova)	76
Tabela 25: Síntese dos 8 cenários possíveis.....	76
Tabela 26: Síntese das melhorias	80
Tabela 27: Exemplos de partículas contaminantes antes da lavagem Caixa 4 e Caixa 6	87

Tabela 28: Orçamento para lavagem/limpeza das embalagens na Empresa 1 e Empresa 2	94
Tabela 29: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 1 – cenário 2	95
Tabela 30: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 1 – cenário 3.....	95
Tabela 31: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 2 – cenário 4.....	95
Tabela 32: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 2 – cenário 5.....	95
Tabela 33: Orçamento de transporte da Empresa 2 com destino para Empresa 1	96
Tabela 34: Orçamento de transporte da Empresa 2 com destino para Empresa 2	96
Tabela 35: Espaço ocupado traduzido em número de paletes (máquina alugada).....	98
Tabela 36: Custo total de armazenamento - situação atual.....	98
Tabela 37: Custo total de armazenamento - cenário 1	99
Tabela 38: Custo total de armazenamento - cenário 2 e 4.....	99
Tabela 39: Custo total de armazenamento - cenário 3 e 5.....	100
Tabela 40: Custo total de armazenamento - cenário 6.....	100
Tabela 41: Custo total de armazenamento - cenário 7	101
Tabela 42: Espaço ocupado traduzido em número de paletes (máquina nova).....	101
Tabela 43: Custo total de armazenamento - cenário 8.....	101
Tabela 44: Número de lavagens necessárias de acordo com a capacidade da máquina alugada.....	102
Tabela 45: Tempos totais cenário 1	103
Tabela 46: Tempo total disponível para o operador da lavagem - cenário 1.....	104
Tabela 47: Número e tipo de embalagens a lavar internamente (máquina alugada com 2 turnos) e externamente (Empresa 1/Empresa 2)	105
Tabela 48: Tempos totais cenário 2 e 4	106
Tabela 49: Tempo da leitura Cleaning.....	107
Tabela 50: Tempo total disponível para o operador da lavagem - cenário 2 e 4.....	107
Tabela 51: Tempo necessário para limpar as embalagens com pressão de ar internamente	107
Tabela 52: Número e tipo de embalagens a lavar internamente (máquina alugada com 3 turnos) e externamente (Empresa 1/Empresa 2)	108
Tabela 53: Tempos totais cenário 3 e 5	109
Tabela 54: Tempo total disponível para o operador da lavagem – cenário 3 e 5.....	110
Tabela 55: Número de lavagens necessárias de acordo com a capacidade da máquina nova	111
Tabela 56: Tempos totais cenário 8	112
Tabela 57: Tempo total disponível para o operador da lavagem – cenário 8.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

COP's: Customer Order Processes

Ed.1: Edifício 1 da empresa

Ed.2: Edifício 2 da empresa

Ed.3: Edifício 3 da empresa

ESD: Electrostatic Discharge

MRP: Manufacturing Requirement Planning

PCB: Printed Circuit Board

PC&L: Production Control & Logistics

PN: Part Numbers

RFID: Radio Frequency Identification

ROI: Return of Investment

WH: Warehouse

1. INTRODUÇÃO

Este projeto de dissertação, desenvolvido na empresa Aptivport Services S.A, teve como objetivo melhorar a limpeza técnica do departamento logístico, mais concretamente nas embalagens retornáveis.

O capítulo 1 caracteriza o enquadramento do projeto em estudo, os principais objetivos a alcançar, a metodologia utilizada e, por fim, a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

Desde a invenção do carro no final do século XIX, a indústria automóvel tornou-se uma das maiores indústrias do mundo, uma vez que o automóvel está bastante presente na rotina diária da maioria das pessoas nos países desenvolvidos (Fleckenstein & Pihlstrom, 2015). Atualmente, é considerada um dos setores mais competitivos a nível global, sendo destacado pelos seguintes pontos fortes: rigor, flexibilidade, qualidade e agilidade (Caridade et al., 2017).

Dado a sustentabilidade ambiental exigida, devido aos problemas ambientais existentes, as empresas encontram-se sob pressão para tornar os seus processos mais ecológicos, reduzindo os desperdícios causados durante o ciclo de vida do produto (Fleckenstein & Pihlstrom, 2015).

A indústria automóvel é caracterizada como sendo uma indústria de enorme exigência para toda a cadeia de abastecimento, em grande parte devido à elevada quantidade e especificidade das exigências e requisitos dos clientes. Cada vez mais, estes procuram produtos que lhes proporcionem segurança e conforto ao conduzir (Dzetzit & Nagit, 2017). Por este motivo, as indústrias automóveis exigem que todos os setores da empresa tenham um padrão de limpeza técnica implementado, desde a matéria-prima até à montagem final, para garantir o funcionamento correto dos seus componentes, uma vez que a existência de impurezas afeta o bom funcionamento do produto, podendo resultar em graves consequências para o consumidor (Pečman & Luptak, 2021).

Muitas empresas optaram por trabalhar com embalagens retornáveis uma vez que o material das embalagens é responsável por grande parte dos resíduos produzidos na cadeia de abastecimento do setor em questão (Fleckenstein & Pihlstrom, 2015).

Um dos meios críticos suscetível à contaminação dos componentes, no setor logístico, é a embalagem em que os componentes são transportados, uma vez que esta está em contacto direto com o componente/produto. Assim, é fundamental manter sempre a embalagem limpa antes da sua utilização,

evitando possíveis transmissões de partículas contaminantes para o produto/componente (VDA 19, 2010).

Este projeto foi desenvolvido na Aptiv, uma empresa de referência a nível global, conhecida pelos seus produtos eletrónicos para o automóvel. Para se manter líder no mercado, e dada a competitividade existente, é necessário implementar melhorias nos processos de limpeza técnica, tanto nos processos logísticos como nas embalagens.

1.2 Objetivos

Com a realização do projeto de dissertação pretendeu-se implementar melhorias nos processos de limpeza técnica do departamento logístico da empresa, dando principal foco às embalagens internas e de cliente. Uma vez que as embalagens transportam o produto, estas estão constantemente em contacto com o mesmo e, deste modo, é fulcral eliminar a existência de impurezas nas embalagens. Pretende-se, assim:

- Aumentar a produtividade e eficiência do processo de limpeza;
- Melhoria da limpeza técnica dos processos logísticos;
- Reduzir o nível de contaminação nas embalagens;
- Aumentar a visibilidade e rastreabilidade das embalagens;
- Eliminar desperdícios existentes ao longo do processo.

Tendo em conta os objetivos propostos, pretende-se responder às seguintes questões: “As embalagens carecem de ser limpas após cada utilização?” e “O processo de limpeza deve ser realizado internamente ou externamente?”.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto de dissertação foi a Investigação-Ação. Segundo afirma Coutinho et al. (2009), esta abordagem inclui de forma simultânea a investigação e a ação, tendo por base um processo cíclico ou espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica. Esta metodologia atua sobre os ciclos que se seguem como um processo de melhoria contínua, aperfeiçoando os métodos, os dados e a interpretação com base nos ciclos anteriores.

A Investigação-Ação distingue-se das restantes por ser uma metodologia essencialmente prática normalmente aplicada em casos reais. Dado este facto, tem a vantagem de proporcionar a participação e envolvimento do investigador num problema real, permitindo a criação de um ambiente de colaboração

com os trabalhadores que vivenciam diariamente com os problemas existentes no caso de estudo (Coughlan & Coughlan, 2002). O principal propósito desta metodologia passa por não gerar tanto conhecimento, mas sim por questionar as práticas sociais e os seus valores, tendo como principal finalidade explicá-los (Coutinho et al., 2009).

A metodologia do caso de estudo em questão consistiu na junção de cinco etapas. Estas caracterizaram-se por: diagnosticar o problema; planeamento das ações; implementação das ações propostas; análise e avaliação dos resultados e registo dos resultados alcançados.

Na primeira fase de diagnóstico foi necessário proceder à coleta e análise de dados do processo em estudo para, posteriormente, se planear as ações a tomar. De acordo com (Saunders et al., 2007) há duas escolhas possíveis quanto aos métodos para a coleta e análise de dados em investigação científica: o mono-método e o método múltiplo. Este caso de estudo foi de encontro às características do método múltiplo, no qual se enquadra o uso do método misto, que consistiu na combinação de diferentes técnicas quantitativas e qualitativas de coleta e análise de dados. Assim, numa fase inicial, pretendeu-se recorrer ao procedimento de observação estruturada e participante para a coleta de dados, na qual a primeira consistiu na quantificação da frequência do processo, e a segunda numa interação com o operador desse processo. Essa interação com o operador permitiu esclarecer as dúvidas existentes relativamente ao processo, tendo também como principal vantagem que o operador adotasse uma perspetiva de reflexão analítica sobre o processo que executa (Saunders et al., 2007).

Tendo os dados recolhidos, foi necessário fazer a análise dos mesmos. Para isso, existem duas maneiras possíveis: a qualitativa e a quantitativa. A análise quantitativa implica a interpretação de dados numéricos padronizados, com base em diagramas e cálculos estáticos, enquanto a análise qualitativa é fundamentada em dados expressos por palavras, sendo estas informações não padronizadas que requerem classificação em categorias (Saunders et al., 2007). No caso de estudo em questão foi utilizada a análise quantitativa para a interpretação dos dados.

Posto isto, conforme a análise dos dados procedeu-se ao planeamento das ações necessárias e, posteriormente, à sua implementação. Por fim, realizou-se uma nova coleta e análise de dados com as ações implementadas de modo a ser possível registar os resultados alcançados.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente projeto de dissertação encontra-se estruturado em seis capítulos.

O primeiro capítulo é dedicado ao enquadramento do tema, explicando a sua importância na indústria automóvel. São também descritos os objetivos do estudo bem como a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, pretende-se, através de uma pesquisa bibliográfica, abordar a temática logística inversa, focando nas embalagens retornáveis. É também feito um relacionamento da logística inversa com o conceito de limpeza técnica numa indústria automóvel, direcionando esta última temática para as embalagens retornáveis.

No terceiro capítulo é feita uma apresentação da empresa onde foi realizado o projeto, Aptivport Services S.A, descrevendo a sua origem, atividade produtiva e a sua presença em Portugal, mais concretamente na fábrica de Braga. Também será apresentado o departamento logístico, explicando o fluxo das embalagens retornáveis e processo de limpeza das mesmas.

Segue-se o quarto capítulo com uma descrição e análise da situação atual, onde serão mencionados os principais problemas identificados ao longo do projeto. Estes são subdivididos em 3 principais tópicos, entre os quais: lavagem das embalagens, rastreabilidade das embalagens e reembalamento de materiais conforme a procura.

O quinto capítulo é caracterizado por apresentar várias sugestões de melhoria para os problemas identificados no capítulo anterior, sendo que algumas delas foram possíveis de implementar enquanto outras serão sugestões para o futuro.

Por fim, o sexto capítulo reúne as principais conclusões obtidas com a realização do projeto, assim como algumas sugestões de melhoria para o futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo fazer um enquadramento nos temas abordados ao longo do projeto através de uma revisão crítica da literatura existente. Assim, no decorrer do capítulo foi feita a caracterização do estado de arte sobre a gestão de embalagens retornáveis, tendo como principal foco a limpeza técnica das mesmas de acordo com as exigências numa indústria automóvel.

Além disso, serão abordados os conceitos de cadeia de abastecimento sustentável, logística direta e inversa, embalagens retornáveis e rastreabilidade nas embalagens. No final do capítulo são descritas as especificações de limpeza técnica para uma indústria automóvel, focando no setor logístico.

2.1 Indústria Automóvel

Há mais de 125 anos que a indústria automóvel representa a produção de veículos motorizados, como motociclos, automóveis de passageiros, veículos comerciais, entre outros, para conseguir atender às necessidades de mobilidade dos humanos (Rausch et al., 2015).

Este setor industrial apresenta uma forte tendência de se adaptar às mudanças e expor no mercado novos produtos que levem à satisfação do cliente (Lixandru, 2016).

Atualmente, vive uma fase rápida de inovação, com tecnologias em desenvolvimento que dão suporte à realização de carros mais autónomos, maior uso de dados e análise destes, sensores que permitem que os componentes do carro se conectem com a “Internet das Coisas” e o uso de fontes de energia alternativas, como a eletricidade no caso dos veículos elétricos. Desta forma, os carros, para além da função mobilidade, são vistos como uma comunicação entre objetos. Estes apresentam diversos serviços como: interação entre veículos, por exemplo sistemas de colisão; entre veículos e infraestruturas, por exemplo informações rodoviárias e entre veículos e dispositivos, por exemplo interação do smartphone (Athanasopoulou et al., 2019).

Com o constante avanço das tecnologias e estudos que se encontram a ser realizados prevê-se, num futuro próximo, que os carros serão todos autónomos. Com isto, surgem algumas preocupações por parte dos usuários no que diz respeito à segurança relacionada a erros no sistema ou equipamentos. No entanto, tudo indica que com este avanço no setor automóvel poderá haver um melhor uso da energia e uma redução dos impactos ambientais (Toni et al., 2021).

Para Schuler & Jackson (1987), a gestão estratégica numa organização assenta num conjunto de diretrizes, com foco no custo ou na diferenciação, que as mesmas optam por seguir no seu segmento de mercado.

Com a existência de fatores como globalização e existência de consumidores cada vez mais exigentes, surge a necessidade de assegurar a qualidade dos produtos e serviços, através de métodos de limpeza técnica, por exemplo, de maneira a assegurar o bom funcionamento dos produtos. Deste modo, é essencial seguir um conjunto de referenciais normativos, que sustentam no cumprimento de requisitos que satisfaçam todas as partes interessadas da organização.

2.2 Gestão da Cadeia de Abastecimento

Nos últimos tempos tem havido uma crescente consciencialização sobre a gestão da cadeia de abastecimento, em que as empresas competem com base a atingir a máxima eficiência nos cinco indicadores de desempenho: qualidade, preço, capacidade de resposta, flexibilidade e confiabilidade. Por conseguinte, alcança-se o objetivo principal que consiste em satisfazer as necessidades e expectativas do cliente e obter uma vantagem competitiva no mercado (AuYong et al., 2017).

A cadeia de abastecimento engloba todas as atividades/operações necessárias para converter as matérias-primas em produto final, ou seja, vai desde o fornecimento de matéria-prima até à produção do produto e da montagem final para a distribuição para os mercados finais.

Segundo afirma Min & Zhou (2002), a cadeia de abastecimento é um sistema integrado que sincroniza uma série de processos de negócios inter-relacionados (Figura 1):



Figura 1: Processos de uma cadeia de abastecimento (Min & Zhou, 2002)

O *Council of Supply Chain Management Professionals*, define que "a Gestão da Cadeia de Abastecimento envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, conversão e todas as atividades logísticas". Envolve ainda a coordenação e a procura de colaboração entre parceiros de cadeia, sejam eles fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos ou clientes. De forma concisa, integra a gestão de oferta e procura dentro e entre empresas (CSCMP, 2013).

Por sua vez, Simchi-Levi et al. (2007) afirma que a gestão da cadeia de abastecimento trata-se de um conjunto de abordagens utilizadas para integrar fornecedores, produtores, armazéns e clientes, para que a mercadoria seja produzida e distribuída nas quantidades certas, para os locais certos e no tempo certo,

com vista a minimizar os custos de todo o sistema satisfazendo, paralelamente, os requisitos do nível de serviço (Zijm et al., 2012).

A procura pelas condições de competitividade e vantagem competitiva de uma organização é promovida quando são partilhados os recursos e competências entre empresas que colaboram na mesma cadeia de abastecimento. Através da competitividade colaborativa são criadas vantagens competitivas conjuntas, onde cada organização deve ser capaz de criar fatores de atratividade para os mercados que permitam gerar valor acrescentado. Desta forma, cada organização será destacada pelas suas competências/recursos únicos (Carvalho et al., 2012).

2.3 Gestão Sustentável da Cadeia de Abastecimento

Entende-se por desenvolvimento sustentável um desenvolvimento que atende as necessidades presentes dos clientes e outras partes interessadas, sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades de forma equilibrada (Brundtland, 1987). Existem essencialmente três dimensões indispensáveis para a compreensão de desenvolvimento sustentável: sociedade; ambiente e economia (Zijm et al., 2012)

A gestão sustentável da cadeia de abastecimento é definida como a gestão de materiais, informações e fluxos de capital, bem como a cooperação entre as empresas ao longo da cadeia de abastecimento, tendo em conta as três dimensões sustentáveis, referidas anteriormente, que são derivadas dos requisitos do cliente e das partes interessadas (Seuring & Müller, 2008).

Tendo em conta que os consumidores procuram cada vez mais produtos ambientalmente e socialmente sustentáveis, as organizações vêm-se obrigadas a encontrar a melhor alternativa de tornarem o desempenho da sua cadeia de abastecimento mais sustentável. Ao incorporar a sustentabilidade numa cadeia de abastecimento, as áreas de *design* de produto, fabricação de produtos, embalagem, transporte e logística, fornecimento e fim de vida útil de um produto serão afetadas (Sanders, 2012).

Martin (2011) refere que atualmente as empresas estão a dar mais foco aos 3R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar, não apenas numa ótica de melhorar o impacto económico ambiental, mas porque tais estratégias consomem menos recursos, podendo traduzir-se num aumento da lucratividade.

Contudo, apesar de existirem normas ambientais e sociais que estabelecem requisitos mínimos de implementação de cadeias de abastecimento sustentáveis, existem algumas condicionantes que dificultam a sua implementação, tais como os custos elevados, esforço de coordenação, complexidade e comunicação insuficiente ou inexistente na cadeia de abastecimento (Seuring & Müller, 2008).

2.4 Logística

Apesar de existirem várias áreas de influência na aplicação do conceito logístico, tais como a área de estratégia, a área dos sistemas de informação, entre outras, Carvalho et al.(2012), afirma que o desenvolvimento deste conceito e aplicação nas organizações foi sobretudo marcado pela área militar. Na preparação das guerras, os líderes militares eram responsáveis por fazer chegar aos locais de combate carros de guerra, grandes grupos de soldados, transportar armamentos pesados e alimentos. Tudo isto envolvia um grande planeamento logístico pois as guerras eram longas e muitas vezes ocorriam em lugares distantes, o que implicaria um grande deslocamento de pessoas e recursos necessários. Desta forma, a logística foi desenvolvida com vista a colocar os recursos certos, no local certo e na hora certa com o objetivo de vencer as batalhas (Leite, 2009).

De acordo com *Council of Supply Chain Management Professionals*, entende-se por logística uma parte da cadeia de abastecimento cujas atividades estão direcionadas para o planeamento, implementação e controlo eficiente e eficaz do fluxo direto e inverso, bem como para o armazenamento de bens, serviços e informações que vão desde o ponto de origem até ao ponto de consumo com o intuito de atender as necessidades dos clientes (CSCMP, 2022).

Para Martin (2011), a logística ou gestão logística trata-se de um “processo de gerir estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenamento de materiais, ferramentas e produto acabado (e os fluxos de informação relacionados) através da organização e dos canais de comercialização”. Através de uma integração de todos os processos, a logística tem como fim atender todas as necessidades dos clientes a partir da coordenação dos fluxos de materiais e de informação (Martin, 2011).

Na Figura 2, encontram-se representados os processos logísticos, demonstrando os fluxos de materiais e de informação entre as várias entidades de uma cadeia de abastecimento.



Figura 2: Processos logísticos entre as várias entidades de uma cadeia de abastecimento (Adaptado de (Min & Zhou, 2002))

Embora a perceção acerca da logística ou gestão logística se pareça algo complexo, esta complexidade é amenizada quando se entendem os objetivos e as formas de atuação. Para tal, existe uma ferramenta, denominada de trinómio das dimensões da logística, que ajuda na tomada de decisão dos processos logísticos (Figura 3) (Carvalho et al., 2012).

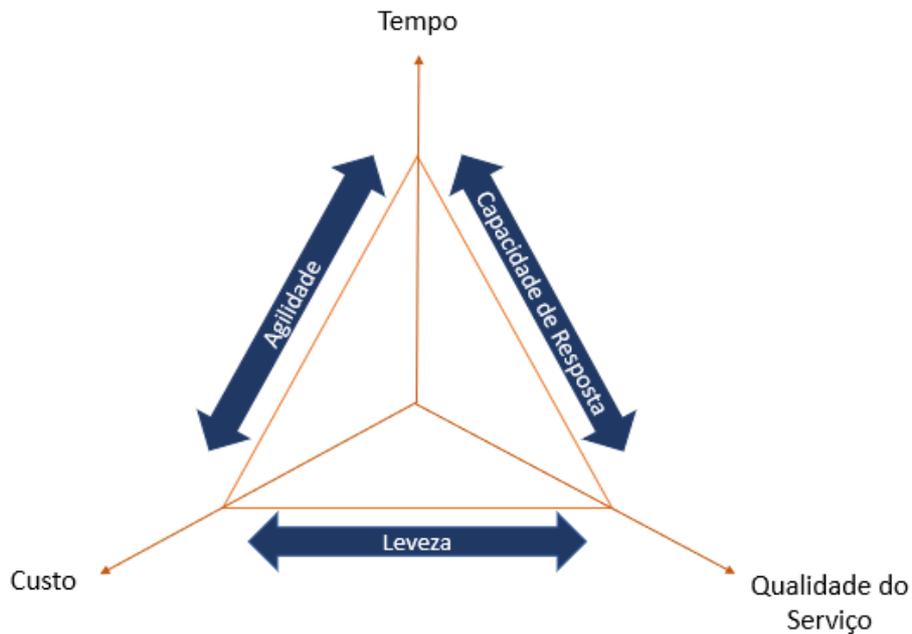


Figura 3: Trinómio das dimensões da Logística
(Adaptado de (Carvalho et al., 2012))

Esta ferramenta decisional assenta em três variáveis centrais: o tempo, o custo e a qualidade do serviço. Através deste instrumento promove-se raciocínios e decisões, essencialmente entre equilíbrios e trocas, entre as três dimensões. De forma idealizada, pretende-se baixos tempos de resposta, baixos custos e elevado serviço ao cliente. Contudo, é possível reconhecer a dificuldade de considerar as três dimensões em simultâneo e, por isso, para uma melhor consideração, deve-se conjugar as dimensões duas as duas. Assim, uma boa conjugação entre tempo e custo obtém-se a variável agilidade; entre custo e qualidade obtém-se a variável leveza e entre tempo e qualidade obtém-se a variável capacidade de resposta (Carvalho et al., 2012).

2.4.1 Atividades Logísticas

Council of Supply Chain Management Professionals define as atividades “Logísticas como incluindo a gestão do *inbound* e do *outbound* em termos de transporte (transporte de entrada e transporte de saída), gestão da frota, gestão da armazenagem, gestão de materiais e seu manuseamento, gestão da resposta a encomendas, desenho da rede Logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços Logísticos” (Carvalho et al., 2012; CSCMP, 2022)

Carvalho et al. (2012) identifica as seguintes atividades logísticas:

- Transporte e gestão do transporte;
- Armazenagem e gestão de armazenagem;
- Embalagem e gestão de embalagem;
- Manuseamento de materiais e gestão de materiais;
- Controlo e gestão de stocks;
- Gestão do ciclo de encomenda;
- Previsão de vendas;
- Planeamento da produção/programação;
- Aquisição e gestão do ciclo de compras;
- Serviço ao cliente;
- Localização e gestão de instalações;
- Manuseamento de materiais retornados;
- Suporte ao serviço ao cliente;
- Eliminação, recuperação e reaproveitamento de materiais e gestão da logística inversa.

2.4.2 Logística como vantagem competitiva

Atualmente, com a constante evolução do mercado e clientes cada vez mais exigentes, as organizações vêm-se obrigadas a tornarem competitivas para garantirem a sua posição na indústria.

Para Carvalho et al. (2012) uma empresa competitiva trata de se ser superior em algum aspeto ou área comparativamente às empresas concorrentes que se encontram no mercado. Frequentemente, num elevado nível de competitividade, seguindo uma lógica de força, poder e rivalidade, as empresas chegam a concorrer com os próprios fornecedores e clientes.

É importante ter em consideração que a logística tem um impacto significativo na organização pois apoia toda a cadeia de abastecimento, garantindo que os produtos sejam entregues no tempo e local corretos. Por um lado, a jusante, deve garantir que os produtos são entregues aos clientes quando requeridos. Por outro lado, deve certificar que os materiais necessários para a produção dos produtos finais são entregues dentro do prazo (Sanders, 2012).

Desta forma, a logística, vem abrir uma nova janela na maneira de encarar a competitividade. Como já foi referido anteriormente, a logística propicia a competitividade em colaboração, ou seja, numa cadeia de abastecimento, existe a partilha de recursos e competências entre as várias entidades participantes,

na qual a empresa deve ter a capacidade de gerar valor através das competências e recursos únicos para se sobressair no mercado (Carvalho et al., 2012).

Martin (2011) refere que a vantagem competitiva começa com a capacidade da organização se diferenciar no mercado de acordo com a perspetiva do cliente e, de seguida, com a capacidade de operacionalizar com custos baixos para se obter um maior lucro.

Para que os processos logísticos evoluam e se tornem cada vez mais importantes e, conseqüentemente, competitivos na indústria, Czajkowska & Stasiak-Betlejewska (2015) destacam os seguintes pontos de diferenciação:

- Globalização da produção e do movimento económico;
- Aumento da importância do setor dos serviços;
- Crescente importância da reciclagem;
- Encurtamento do ciclo de vida do produto;
- Avanço técnico no transporte;
- Aumento da inovação na oferta.

Um modelo exemplificativo utilizado para adquirir vantagem competitiva é designado por “Triângulo Estratégico”. Este modelo conhecido pelos três C's. estabelece uma ligação triangular entre os seus Clientes (*Customer*), Concorrentes (*Competitor*) e Empresa (*Company*) (Figura 4) (Martin, 2011; Ohmae, 1982).

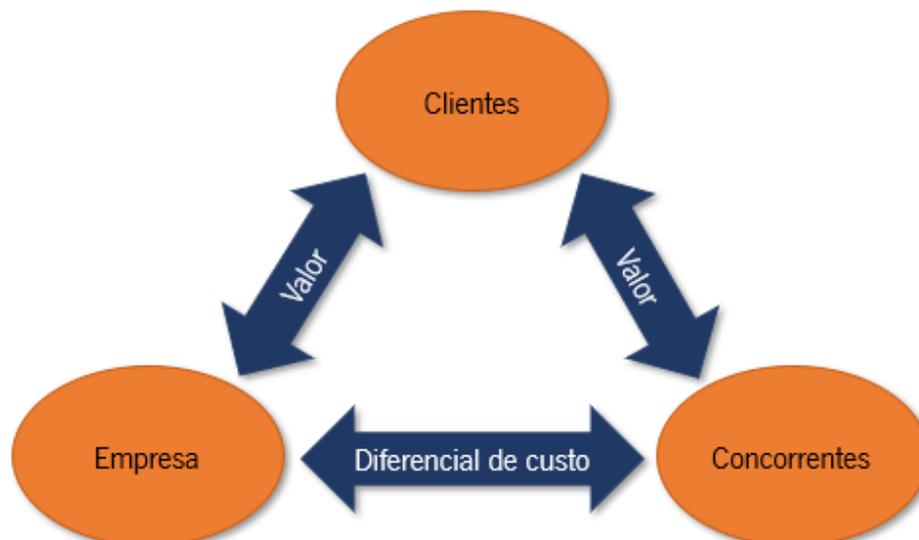


Figura 4: Modelo de estratégia dos 3 C's
(Adaptado de (Ohmae, 1982))

Este modelo de estratégia implica a existência de uma relação entre os três intervenientes, sendo que caso haja uma mudança num dos lados, afeta conseqüentemente a necessidade de mudar de estratégia

do outro lado. Assim, a estratégia é definida através da maneira pela qual a empresa se diferencia dos seus concorrentes, usando os seus recursos únicos como pontos fortes para satisfazer as necessidades dos clientes (Ohmae, 1982).

Segundo Martin (2011), a base elementar do sucesso de uma organização deriva de uma vantagem de custo, de valor ou, idealmente, da junção de ambos os fatores. Desta forma, o concorrente mais lucrativo tende a ser o produtor com os custos mais baixos e/ou adquire produtos do fornecedor com um valor diferenciado, destacando-se sobre outras ofertas competitivas.

De uma forma resumida, a Logística para além de garantir que os produtos sejam entregues na quantidade certa e no tempo e locais certos, também aumenta a eficiência e a produtividade, através de múltiplas formas, contribuindo significativamente para a redução de custos unitários (Martin, 2011).

2.5 Logística Inversa

Atualmente, as empresas tornam-se cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida dos seus produtos, ou seja, desde a sua produção até ao destino final após a entrega dos produtos ao cliente, tendo em consideração o impacto que estes produzem no meio ambiente (Lacerda, 2002). Posto isto, algumas empresas optam por desenvolver estratégias sustentáveis que interliguem de forma harmoniosa a economia e o meio ambiente ecológico, implementando, assim, a logística inversa.

Rogers, D.; Tibben-Lembke (1998) adaptaram a definição proposta pelo *Council of Supply Chain Management Professionals*, definindo a logística inversa como sendo o “processo de planear, implementar e controlar a eficiência, fluxo económico de matérias-primas, stock em processo, produtos acabados, bens e informações relacionadas desde o ponto de consumo até ao ponto de origem, para fins de reaproveitamento do valor ou adequar o seu destino”. Carvalho et al. (2012) definem a logística inversa como o manuseamento de materiais retornados, bem como a eliminação, a recuperação e o reaproveitamento de materiais. Segundo Lacerda (2002), o reaproveitamento de produtos e embalagens tem aumentado nos últimos anos, principalmente ocasionados pelas questões ambientais, pela concorrência-diferenciação por serviço e pela redução de custo.

Stock (1998) define a logística inversa como o retorno de produtos para reciclagem, substituição e reutilização de materiais, disposição de resíduos e reforma, reparação e remanufatura de bens retornados.

Conforme ilustra a Figura 5, o processo da logística inversa gera materiais reaproveitados que retomam ao processo tradicional direto composto pelo abastecimento, produção e distribuição (Lacerda, 2002).

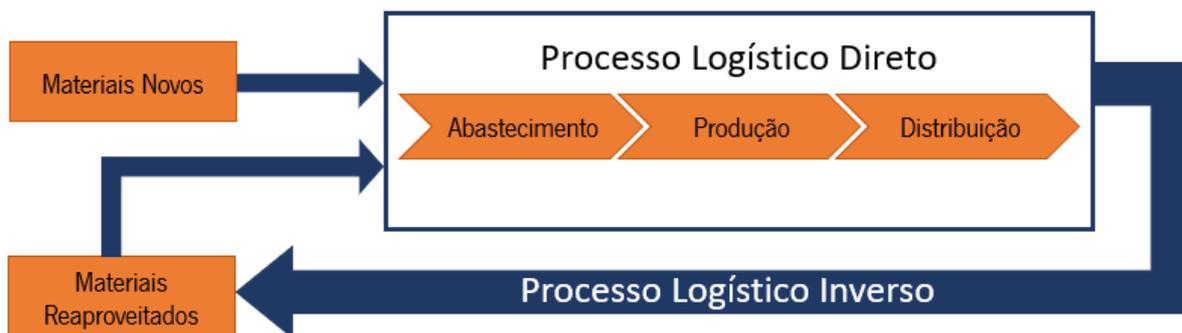


Figura 5: Representação esquemática dos processos de logística direta e inversa
(Adaptado de (Lacerda, 2002))

Embora os retornos mais comuns, do ponto de vista dos consumidores, sejam os retornos comerciais, os quais consistem na troca ou devolução de um produto no caso deste não ir ao encontro das especificações do cliente, Ait-Kadi et al. (2012) identifica outros tipos de fluxos de retorno existentes nos processos logísticos inversos, tais como:

- Devolução de produtos não utilizados;
- Retornos comerciais;
- Devolução de produtos em garantia;
- Resíduos e produtos derivados das atividades da cadeia de abastecimento;
- Embalagem.

Num caso de estudo que consistiu em implementar embalagens retornáveis numa empresa exportadora, Adlmaier & Sellitto (2007) identificou benefícios ecológicos, económicos e logísticos. Para além disso, Moore (2005) identifica mais vantagens ao implementar um sistema logístico inverso eficaz, como:

- Retenção/satisfação do cliente;
- Reutilização de embalagens;
- Programas de reciclagem de produtos em fim de vida;
- Recuperação/reabastecimento de ativos;
- Redução de stocks de matéria-prima;
- Eliminação de equipamentos obsoletos.

De acordo com D. A. L. Silva et al. (2013), a satisfação do cliente pode ser obtida a partir de produtos que são devolvidos para serem reciclados ou reutilizados sem gerar resíduos no cliente final. A partir da reciclagem e reutilização de materiais devolvidos e a redução do stock de matéria-prima obtêm-se benefícios respetivos à redução do impacto ambiental. Para além disso, ao fazer reciclagem e reutilização

de materiais devolvidos é possível alcançar um ganho nos custos, pois estes podem superar os custos necessários para implementar e manter um sistema logístico inverso.

Contudo, existem algumas barreiras que influenciam a implementação de um sistema logístico inverso eficiente, tais como (Lacerda, 2002):

- **Controlo da entrada dos materiais:** É necessário identificar corretamente o estado dos materiais que retornam para que estes possam seguir o fluxo reverso correto ou impedir que os materiais que não devam entrar no fluxo o façam.
- **Processos padronizados e mapeados:** Ter processos corretamente mapeados e procedimentos formalizados é uma condição fundamental para se obter controlo e, conseqüentemente, melhorias nos processos.
- **Tempo de ciclo reduzidos:** O tempo referente entre a identificação da necessidade de reciclagem, disposição ou retorno de produtos e seu processamento efetivo.
- **Sistemas de informação:** A capacidade de rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo, medição do desempenho de fornecedores (avarias nos produtos, por exemplo) permite obter informação essencial para a negociação, melhoria de desempenho e identificação de abusos dos consumidores no retorno de produtos.
- **Planeamento da rede logística:** Definição de uma infraestrutura logística adequada para lidar com os fluxos de entrada de materiais usados e fluxos de saída de materiais processados. Instalações de processamento, armazenamento e sistemas de transporte devem ser desenvolvidos de forma a conectar eficientemente os pontos de consumo onde os materiais usados devem ser recolhidos até às instalações onde serão utilizados no futuro.
- **Relações colaborativas entre clientes e fornecedores:** Quando ocorrem devoluções de produtos danificados, surgem questões relacionadas com o nível de confiança das partes envolvidas. São comuns conflitos relacionados com a interpretação de quem é a responsabilidade sobre os danos causados sobre o produto. Desta forma, as práticas avançadas de logística inversa apenas podem ser implementadas se as organizações desenvolverem relações mais colaborativas.

2.6 Embalagens

A eficiência e eficácia da movimentação de produtos na cadeia de abastecimento depende, em certa parte das embalagens, as quais devem ser devidamente concebidas, adaptadas aos requisitos dos clientes, transportes, identificação e regulamentação aplicável nesta área.

Para definir embalagem, Pålsson (2018) entende como boa definição a mencionada por Paine (1981), o qual afirma que a embalagem:

- É um sistema coordenado de preparação de mercadorias para transporte, distribuição, armazenamento, tarifação e utilização final;
- Garante uma entrega segura ao cliente final, apresentando o produto em boas condições;
- Tem como função minimizar custos de entrega enquanto maximiza as vendas.

A embalagem é um sistema que inter-relaciona embalagens primárias, secundárias e terciárias (Figura 6). A embalagem primária é a que está mais próxima do produto, ou seja, encontra-se em contacto com o mesmo. A embalagem secundária contém várias embalagens primárias, adaptando o produto para a distribuição e comercialização em mais que uma unidade em conjunto. A embalagem terciária, por fim, consolida várias embalagens secundárias facilitando o transporte, movimentação e armazenamento. Para unitizar este último tipo de embalagens são utilizadas paletes, cestos, *racks* metálicos, entre outros (N. Silva & Pålsson, 2022).

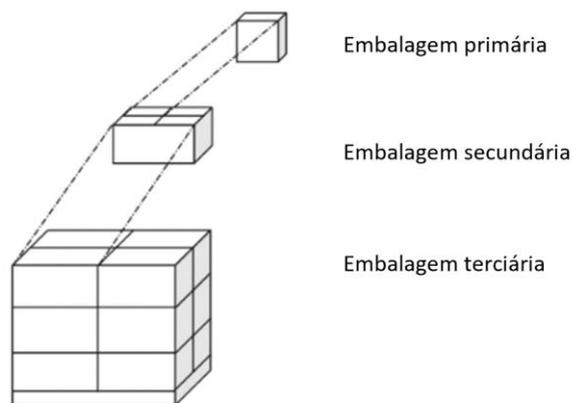


Figura 6: Sistema de embalagem com três níveis inter-relacionados (Pålsson, 2018)

O principal objetivo da embalagem passa por proteger os produtos e facilitar processos eficientes de produção, manuseio de materiais, armazenamento e transporte (N. Silva & Pålsson, 2022).

Do ponto de vista logístico, a embalagem deve cumprir as seguintes funções (Tabela 1) (Szymonik, 2016):

Tabela 1: Funções das embalagens

Função	Descrição
Proteção	A embalagem deve ser totalmente adaptada às características técnicas e funcionais o produto, bem como do seu “valor”
Armazenamento, transporte e manuseamento	Encontram-se associadas à suscetibilidade da embalagem os processos de mecanização e automação, isto é, deve ser adaptada ao sistema dimensional padronizado existente, facilitar o armazenamento, facilitar a formação de cargas, entre outras.
Informativa	Transporta informações utilizadas nos processos de identificação, manuseamento e armazenamento, auxiliando também no controlo de fluxos ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Posto isto, são utilizadas etiquetas com códigos de barras, identificação por radiofrequência (RFID), entre outras tecnologias, para obter dados de rastreamento como localização, circuito, tempo de determinado processo, entre outros, acerca da embalagem e/ou produto embalado.

As embalagens podem ser classificadas em dois tipos: embalagens descartáveis, que apenas têm uma utilização, ou embalagens retornáveis, que têm várias utilizações e seguem um fluxo inverso da cadeia de abastecimento (Figura 7). No caso das embalagens descartáveis, grande parte do seu valor é perdido durante o consumo do produto, por exemplo as garrafas PET ou caixas de cartão, enquanto as embalagens retornáveis destacam-se pelo seu ciclo de vida superior, uma vez que o seu valor se mantém ao longo do tempo que o produto é consumido, por exemplo caixas de plástico ou caixas de poliestireno (Adlmaier & Sellitto, 2007).



Figura 7: Exemplos de embalagens descartáveis e embalagens retornáveis

2.6.1 Embalagens retornáveis

As questões ambientais são o grande motivo de aplicação da logística inversa nas empresas, principalmente quando se trata de embalagens industriais.

O uso de embalagens industriais tem sido o foco de muitas políticas ambientais pois, as embalagens descartáveis geram uma quantidade elevada de resíduos, contribuindo para a saturação dos aterros e escassez de matérias-primas (D. A. L. Silva et al., 2013).

Desta forma, muitas empresas optam por trabalhar com embalagens retornáveis face à crescente preocupação ambiental. Nos últimos 25 anos, a maioria das empresas do ramo automóvel dos Estados Unidos têm apostado fortemente no uso de embalagens retornáveis (Lai et al., 2008; Twede & Clarke, 2004). Kroon & Vrijens (1995) afirmam que houve uma crescente utilização de embalagens retornáveis estimulada não só pela sensibilização face ao ambiente como também pelas regulamentações impostas. Com este tipo de embalagens a geração de resíduos no cliente final pode ser reduzida ou eliminada, minimizando os riscos ao meio ambiente. Além disso apresenta uma melhor relação custo-benefício em termos de aplicações industriais em relação às embalagens descartáveis (D. A. L. Silva et al., 2013).

Alguns benefícios que Adlmaier & Sellitto (2007) e Rogers, D.; Lembke (1998) identificam com a aplicação de embalagens retornáveis são:

- Maior proteção ao produto;
- Redução/eliminação de resíduos;
- Redução de danos registados no transporte dos produtos acabados;
- Melhor aproveitamento do espaço nos transportes;
- Uniformização da alocação dos produtos;
- Benefícios ambientais.

Twede & Clarke (2004) referem ainda que há um aumento da produtividade nas linhas de produção, uma vez que as embalagens retornáveis foram criadas de modo a facilitar as operações de produção.

Contudo, a adoção deste tipo de embalagens implica que a empresa tenha um sistema de gestão de retorno de embalagens vazias para garantir que estas estejam disponíveis no local e momento que foram requisitadas (Adlmaier & Sellitto, 2007). Além disso, a empresa tem a responsabilidade de gerir, controlar, manter e limpar as embalagens de modo a ser possível reutilizá-las, o que resultaria num gasto acrescido nos custos (Mahmoudi & Parviziomran, 2020).

Outra barreira identificada com a prática de implementação de embalagens retornáveis é detetada quando a empresa recebe vários tipos de embalagens de fábricas diferentes, uma vez que isto implica um aumento da complexidade na gestão e manuseamento das mesmas (Kroon & Vrijens, 1995).

Podem ainda ocorrer custos adicionais relacionados com danos, extravios ou roubos ao longo da cadeia de abastecimento (Twede & Clarke, 2004; Zhang et al., 2015).

Posto isto, existe uma pressão constante na redução dos custos face a uma maior competição e menores margens de lucro (Zhang et al., 2015).

As embalagens retornáveis são consideradas ativos difíceis de gerir, requerem uma contagem precisa e informação partilhada entre as organizações (Twede & Clarke, 2004). Desta forma, para uma gestão e controlo eficiente, a empresa deve apostar num sistema de monitorização para localizar e rastrear as mesmas, conciliando o abastecimento à procura. Contudo, para além da monitorização de embalagens ser um dos custos menos considerados aquando da implementação de embalagens retornáveis pelas empresas, é também um dos fatores problemáticos na sua adoção.

2.7 Rastreabilidade nas embalagens

Entende-se por rastreabilidade a capacidade de identificar a localização passada ou atual de um determinado item, assim como ter a possibilidade de consultar o histórico do processo desse mesmo item (GS1 Traceability Standard, 2007). Segundo Van Drop (2002), monitorizar significa reunir e gerir a informação relacionada com a localização atual dos itens. A principal função de um sistema de rastreabilidade é a conexão entre o fluxo físico de materiais com o sistema de informação (Stefansson & Tilanus 2001).

Segundo Carvalho et al. (2012), a aplicação de tecnologias de informação, como a rastreabilidade, oferece um elevado potencial de valor estratégico no desenvolvimento de modelos integrados e de aumento da eficácia e eficiência, redução de recursos e de tempo de processamento. Tem, assim, como principal vantagem o acompanhamento do “rasto” dos produtos, disponibilizando informação sobre os mesmos. Cada vez mais, torna-se um requerimento necessário nas cadeias de abastecimento com vista a melhorar o desempenho logístico e o serviço ao cliente, reduzindo os custos.

É necessária uma gestão mais eficiente dos sistemas logísticos para permitir que as organizações consigam obter os materiais necessários no momento e local certo. Desta forma, as tecnologias de informação têm um forte impacto na logística, nomeadamente nas embalagens, sendo que nos últimos anos foram desenvolvidas muitas soluções de software (Santos et al., 2016). A maioria dos sistemas de informação usam tecnologia de identificação automática como códigos de barras e identificação por

radiofrequência para identificar o item monitorizado em diferentes pontos da cadeia de abastecimento (Loebbecke & Powell, 1998).

A gestão de embalagens retornáveis requer assim que existam sistemas de informação que apresentem dados relevantes sobre o seu estado e localização.

2.8 Limpeza técnica

Desde o início da década de 1990, a contaminação tem vindo a ser um problema crescente para a indústria automóvel à medida que os sistemas se tornam cada vez mais complexos e com uma precisão elevada (ZVEI, 2018).

A evolução da indústria 4.0 teve um forte impacto positivo na indústria automóvel, na medida em que esta implementou novas tendências nos veículos, como a integração de motores elétricos e células de combustível, condução autónoma, sistemas de assistência, entre outros. Tudo isto, exige que haja um elevado padrão de limpeza nas peças e montagem do produto para que não existam riscos associados nos sistemas de segurança (Koblenszer, n.d.). Com a crescente procura do cliente por segurança e conforto num veículo, a limpeza técnica, denominada cientificamente por “*Technical Cleanliness*”, torna-se indispensável numa indústria automóvel em todas as partes da cadeia de abastecimento (Dzetzit & Nagit, 2017).

Embora o termo “*Technical Cleanliness*” tenha sido determinado pela indústria automóvel, os procedimentos relativos às inspeções de limpeza têm sido cada vez mais adotados por outras indústrias como tecnologia médica, indústria ótica, indústria alimentar, engenharia hidráulica e mecânica (ZVEI, 2018).

A limpeza técnica é definida como a ausência de partículas em componentes que podem impactar qualquer processo de produção a montante, o componente ou o bom funcionamento do PCB (*Printed Circuit Board*) (ZVEI, 2018).

De acordo com a VDA 19 (2015), uma partícula trata-se de um corpo sólido composto de metal, plástico, minerais, borracha ou um sal. Esta pode ser distinta em 3 tipos (ZVEI, 2018) (Tabela 2):

Tabela 2: Tipos de partículas de contaminação

Tipo de partículas	Definição
Metálicas	Particularmente caracterizadas por uma superfície metálica refletiva e brilhante. São também consideradas como partículas condutoras. Normalmente são detetáveis através do uso de um microscópio ótico com características relevantes.
Não-metálicas	Não se caracterizam primariamente por uma superfície metálica brilhante e refletora. Não contêm fibras.
Fibras	Por norma, são detetadas fibras têxteis que se encontram em qualquer ambiente de produção ou laboratório onde estão presentes pessoas, sendo consideradas como partículas não-metálicas. De modo a ser possível distinguir das partículas não-metálicas, as fibras devem atender às seguintes condições de contorno geométricas específicas: relação comprimento-largura de 1:20 e largura da fibra $\leq 50 \mu\text{m}$.

Existem alguns erros na deteção e distinção dos três tipos de partículas identificados anteriormente, por exemplo (ZVEI, 2018):

- Partículas metálicas fortemente oxidadas não podem ser identificadas como partículas metálicas;
- Os não-metais reflexivos, como o vidro, podem ser erradamente classificados como partículas metálicas devido ao seu comportamento reflexivo;
- Fibras com forte ondulação não podem ser detetadas;
- As partículas podem ser erradamente classificadas como fibras se a largura e a altura forem muito pequenas em relação ao comprimento;
- Fibras posicionadas verticalmente à membrana podem ser analisadas incorretamente ou não serem analisadas.

O controlo da contaminação num ambiente de fábrica pode ser realizado em máquinas de trabalho, instalações ou armazéns. Para extrair estas partículas e determinar a limpeza num determinado ambiente técnico podem-se utilizar desde testes simples até equipamentos complexos. A ferramenta de teste mais simples e usada com mais frequência para analisar superfícies é o teste de Carimbo de partículas (Figura 8). Este teste é composto por uma fita adesiva de dupla face, sendo aplicado na área

de testagem para remover as partículas contaminantes. Assim, numa face encontram-se as partículas e a outra face está junta à tampa para realçar o contraste em ambas as faces do teste. Posteriormente, a forma e as dimensões destas partículas são analisadas através de um microscópio ótico (Oravec et al., 2019).



Figura 8: Teste de Carimbo de partículas

Também se deve medir e controlar o grau de contaminação no ar através de equipamentos de medição designados por contadores de partículas. Este equipamento mede a concentração de aerossóis sólidos na área (Figura 9) (Oravec et al., 2019).



Figura 9: Contador de partículas no ar

O desempenho e a durabilidade esperada de um produto podem diminuir significativamente com a presença de partículas contaminantes nos componentes, portanto, é necessário determinar o nível de limpeza das superfícies dos componentes individuais na linha de fábrica, bem como nos materiais em que estes são transportados, por exemplo, embalagens (Vecchio et al., 2012).

As especificações de limpeza devem ser sempre derivadas tendo em conta os aspetos de viabilidade técnica e económica, uma vez que uma limpeza altamente rigorosa pode levar a elevados custos da fabricação e processamento de componentes ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Portanto, ao derivar uma especificação de limpeza, deve-se especificar apenas o nível de limpeza necessário para o funcionamento correto do componente: “tão limpo quanto necessário, não tão limpo quanto possível!” (VDA 19, 2015). Posto isto, deve-se selecionar as fontes de partículas dos componentes ou tomar

medidas para garantir que as áreas desprotegidas e sensíveis à limpeza dos componentes sejam expostas apenas a fontes de partículas inevitáveis pelo menor tempo possível (VDA 19, 2010).

Segundo FABER et al. (2021), a garantia do nível de limpeza, adequado a qualquer produto ou componente, requer conhecimento de todo o processo de produção e informações precisas sobre os contaminantes, que permitirão identificar as suas fontes.

De maneira a assegurar a limpeza técnica ao longo de toda a cadeia de processo, a chamada produção limpa deve incluir todas as áreas: produção, montagem, armazenamento, transporte e a própria embalagem (Kövi & Ji, 2020).

A produção limpa pode ainda ser classificada em 4 tipos (VDA 19, 2010) (Tabela 3):

Tabela 3: Classificação das áreas limpas
(VDA 19, 2010)

Área limpa	Requisitos	Símbolo/Caracterização
<p>Grau de limpeza 0 (CG0) Zona não controlada</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem e processos críticos localizados na mesma zona; - Nenhuma regulamentação orientada para a limpeza (exceto 5S). 	<p>Não caracterizado</p>
<p>Grau de limpeza 1 (CG1) Zona de limpeza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zona separada de área potencialmente críticas por: marcações de piso, partições e/ou cortinas de teto; - Regulação orientada para a limpeza dentro da zona; - Regulação orientada para a limpeza de movimento de materiais e pessoas para zonas adjacentes ou outras; - Ar-condicionado padrão. 	
<p>Grau de limpeza 2 (CG2) Sala de limpeza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Separação construtiva fixa de outras zonas; - Regulação orientada para a limpeza dentro da zona; - Regulação orientada para a limpeza de movimento de materiais e pessoas para zonas adjacentes ou outras; - Ar-condicionado padrão. 	
<p>Grau de limpeza 3 (CG3) Sala limpa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Separação construtiva fixa de outras zonas; - Regulação orientada para a limpeza dentro da zona; - Regulação orientada para a limpeza de movimento de materiais e pessoas para zonas adjacentes ou outras; - Equipada com tecnologia de ar limpo; - Distinto sistema "room-in-room" com fechaduras. 	

Quanto maior for o grau de limpeza, maior é a exigência da mesma nos componentes e processos. Existem alguns materiais críticos que podem afetar a limpeza técnica da cadeia de produção e, por isso, não podem entrar na área CG2 e CG3. Estes são: papel, cartão, madeira e metal revestido (reutilizável) (VDA 19, 2010).

Na indústria automóvel, a limpeza técnica pode ser dividida em 4 estruturas padronizadas, como mostra a Figura 10 (VDA 19, 2010).

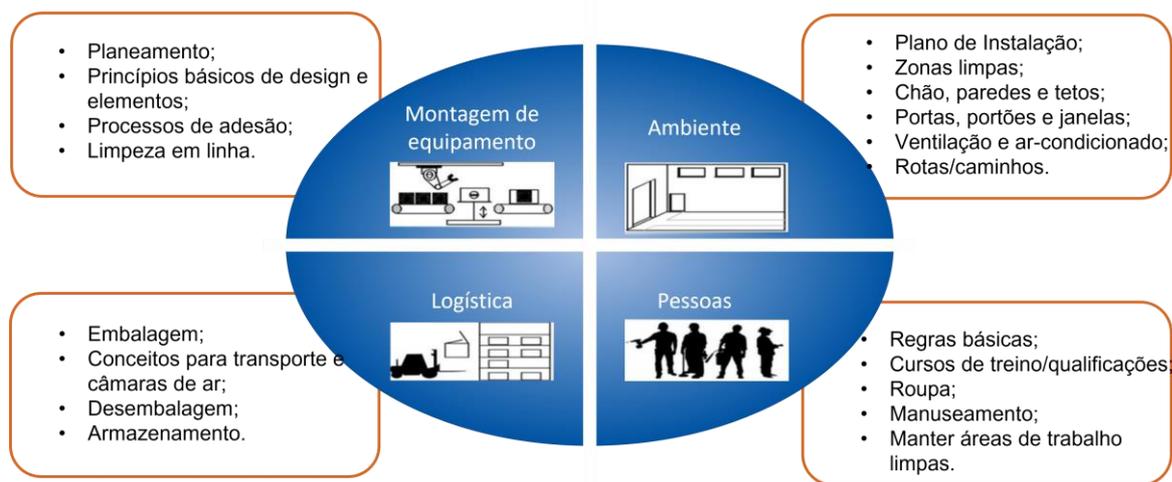


Figura 10: Limpeza técnica das diferentes estruturas padronizadas numa indústria automóvel (Adaptado de (VDA 19, 2010))

O projeto desenvolvido apenas se vai focar no setor logístico, cujo principal objetivo passa por entregar componentes, peças e agregados com o grau de limpeza que o local destinado exige, não podendo estar contaminados por partículas críticas resultantes dos processos logísticos. Dentro deste setor deve-se ter em atenção quatro pontos: embalagem; conceitos para transporte e câmaras de ar; desembalagem e armazenamento (VDA 19, 2010). O projeto apenas se vai direccionar no tópico de embalagem.

A embalagem é um dos fatores que influencia a manutenção da limpeza, uma vez que o uso de materiais sujos ou métodos inadequados de embalagem, podem fazer com que o produto fique diretamente contaminado pela mesma (VDA 19, 2010).

De maneira a garantir a limpeza necessária das embalagens retornáveis, estas devem ser limpas em intervalos regulares. O tipo e a frequência do procedimento de limpeza dependem dos requisitos de limpeza dos componentes/produtos a serem embalados, bem como dos meios de embalagem, ou seja, tipo, método de uso, durabilidade do material da embalagem e quão bem é mantido limpo. As embalagens que tenham contacto direto com componentes sensíveis à limpeza devem ser limpas em intervalos definidos usando um processo aquoso (VDA 19, 2010).

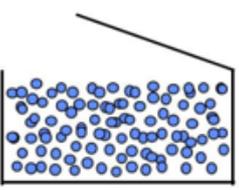
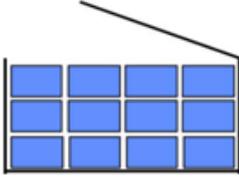
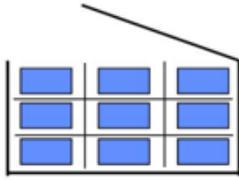
Os requisitos de limpeza nas embalagens podem ser separados em dois graus: alto e médio-baixo (VDA 19, 2010).

- **Alta exigência de limpeza:** as embalagens reutilizáveis devem ser limpas após cada utilização. Quando não é possível realizar a limpeza antes de cada utilização, devem ser transportadas e armazenadas de forma a manter os níveis de limpeza, isto é, no caso destas se apresentarem sujas devem ser armazenadas numa zona CG0, enquanto que se estiverem limpas podem avançar até a uma zona CG2. Se os procedimentos de limpeza não forem económicos, deve ser usada uma embalagem interna adicional de uso único, para evitar que produtos sensíveis à limpeza sejam contaminados (VDA 19, 2010).

- **Média-Baixa exigência de limpeza:** Os procedimentos de limpeza devem ser executados e controlados em intervalos fixos (VDA 19, 2010).

É importante acrescentar que se deve tomar especial atenção ao método de embalagem. Este método descreve a forma como o componente é colocado na embalagem e que, posteriormente, influencia significativamente a geração de partículas. Estas partículas são consequentes da abrasão entre o componente e a embalagem e/ou pelo choque entre os componentes contidos no interior da embalagem. Posto isto, o método de embalagem pode ser classificado em três tipos (Tabela 4) (VDA 19, 2010):

Tabela 4: Métodos de embalagem

Tipo de método	Imagem	Descrição
Mercadoria a granel		Os componentes são colocados aleatoriamente na embalagem.
Mercadoria em camadas		Os componentes são colocados em ordem na embalagem e empilhados em camadas.
Mercadoria separada		Os componentes são colocados individualmente numa ordem específica em compartimentos ou fixações.

O método de embalagem é selecionado de acordo com o tamanho, peso, geometria e características da superfície dos componentes a serem embalados. Dependendo das características dos componentes,

existe um elevado risco de gerar partículas com o método de mercadoria a granel devido à abrasão dos componentes com a embalagem ou choque entre os componentes. Se os componentes forem armazenados em camadas, o movimento entre eles é limitado e as diferentes camadas são separadas umas das outras por uma camada intermediária, logo o risco de abrasão é menor comparativamente ao método anterior. Por fim, com o método de mercadoria separada, a geração de partículas por abrasão ou danos nos componentes dentro da embalagem podem ser praticamente evitados, uma vez que não há contacto entre os componentes (VDA 19, 2010).

Assim, quanto maior for a sensibilidade superficial do componente a ser embalado, mais importante é adotar o método de mercadoria separada de modo a fixar os componentes para que não exista contacto entre eles e, assim, evitar partículas geradas por abrasão.

Alguns requisitos a ter em conta na embalagem são (ZVEI, 2018):

- A embalagem que está em contacto direto com o componente deve atender os mesmos requisitos de limpeza que o componente e protegê-lo eficazmente da contaminação externa que pode afetar o seu funcionamento;
- Deve garantir que nenhuma partícula adicional ou outros contaminantes sejam gerados e que possam prejudicar o funcionamento do componente;
- Deve prevenir a recontaminação de componentes durante a remoção da embalagem, armazenamento e processo posterior.

As embalagens de cartão, como foi já mencionado, não são adequadas como meio de embalagem para componentes pois geram grandes quantidades de partículas. As embalagens retornáveis, por sua vez, devem estar limpas antes do uso (ZVEI, 2018).

2.9 Síntese da revisão bibliográfica

A elaboração da revisão de literatura permitiu, de uma forma geral, a compreensão dos conceitos de gestão da cadeia de abastecimento, logística, logística inversa, embalagens, focando sobretudo nas embalagens retornáveis, as quais têm um papel fundamental nas indústrias, contribuindo para um meio ambiente mais sustentável.

A eficiência da cadeia de abastecimento de uma empresa tem sido o seu principal foco devido à constante globalização e inovação que, conseqüentemente, gera um meio mais competitivo entre as várias indústrias do mundo.

Com o passar dos anos, devido aos problemas climáticos que tendem a agravar cada vez mais, foram exigidas às indústrias processos adaptados a novas práticas e métodos mais sustentáveis. No que diz respeito ao departamento logístico, muitas empresas optaram por utilizar embalagens retornáveis que, por sua vez, estão associadas à gestão de fluxos inversos.

Para além de beneficiar as questões ambientais impostas, a implementação de embalagens retornáveis na indústria permitem obter grandes benefícios operacionais. Contudo, é essencial conjugar este tipo de embalagens com sistemas de informação, como rastreamento, para tornar os processos mais eficientes. Apesar de apresentar um investimento elevado, os sistemas de informação facilitam a redução de extravios, possibilitando uma maior visibilidade ao longo de toda a cadeia de abastecimento e apoio nas tomadas de decisões.

Além disso, o conceito de limpeza técnica associado às indústrias automóveis também foi um foco importante para a realização deste projeto. Cada vez mais, os clientes demonstram-se preocupados com a segurança dos seus veículos, procuram por produtos de confiança e confortáveis. Desta forma, torna-se imprescindível garantir a ausência de partículas contaminantes ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Sendo as embalagens um meio logístico suscetível a acumular contaminação, este projeto tem como principal foco melhorar o processo de limpeza técnica das embalagens retornáveis de uma indústria automóvel.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a empresa onde se desenvolveu este projeto de dissertação, nomeadamente a Aptivport Services S.A. Será descrito o seu grupo, missão, valores e localização em Portugal, dando principal destaque à unidade fabril de Braga pois foi onde se desenvolveu o projeto. Adicionalmente, serão apresentados os seus produtos, clientes, instalações, classificação das áreas produtivas de acordo com a limpeza técnica, departamento logístico e a gestão das embalagens retornáveis, bem como os fluxos e tarefas existentes associadas às mesmas. Por fim, termina com a apresentação do local de limpeza das embalagens retornáveis no qual o projeto teve principal foco.

3.1 Grupo AptivPort Services S.A.

A AptivPort Services S.A., vulgarmente conhecida por Aptiv, é uma empresa multinacional norte-americana que desenvolve tecnologias avançadas de conectividade, autonomia e mobilidade para o ramo automóvel. Esta empresa líder tecnológica a nível global, dedica-se à produção de autorrádios, sistemas de navegação, módulos controladores e *displays* para o automóvel.

Inicialmente designada por Delphi Automotive Systems, em 2017 resultou de um *spin-off* desta mesma empresa, dividindo-a em duas grandes empresas: a AptivPort Services e a Delphi Technologies (Figura 11).

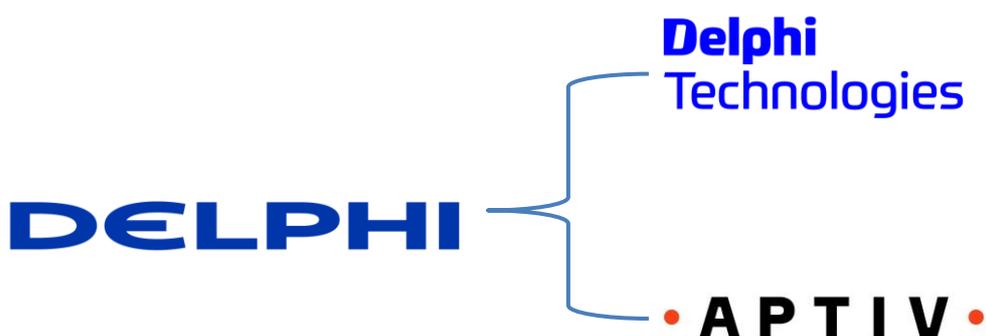


Figura 11: *Spin-off* da Delphi

A Aptiv tem como principal princípio contribuir para a construção de veículos cada vez mais seguros, ecológicos e mais conectados, promovendo o futuro da mobilidade global. Assim, atua essencialmente em 4 áreas: *Active Safety; Mobility & Services; Connectivity & Security e Infotainment & User Experience*. A Delphi Technologies, por sua vez, lida com a área de *Powertrain* que se frisa no desenvolvimento de sistemas de propulsão avançada.

Atualmente, a Aptiv conta com cerca de 147000 colaboradores distribuídos em 45 países, que operam em 14 grandes centros técnicos e 109 unidades de produção.

3.2 Missão e valores

O principal foco da empresa consiste em ser líder global em sistemas automóveis, envolvendo os trabalhadores, fornecedores e todas as partes interessadas, com o intuito de propiciar soluções de valor acrescentado para o cliente e acionistas.

Tendo como princípio "fazer sempre a coisa certa, da forma certa", a sua cultura assenta os seguintes valores: Jogar para vencer; Ser uma equipa; Pensar e agir como proprietário; Atuar com rapidez; Paixão pelos resultados e Trabalhar com respeito (Figura 12).

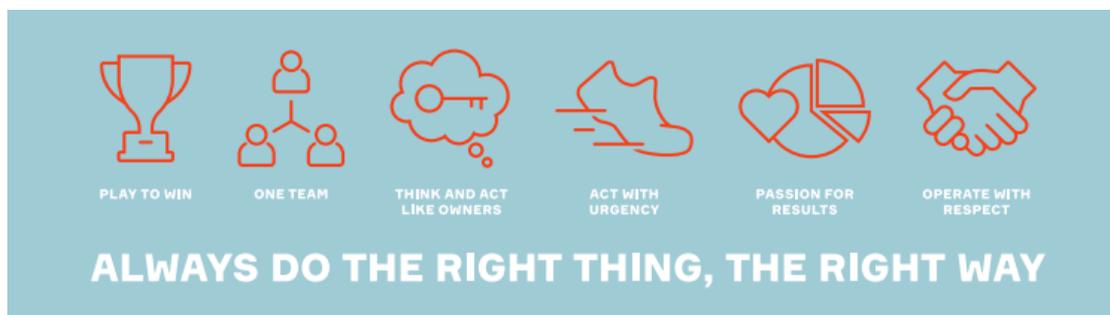


Figura 12: Valores da Aptiv

Além disso, a empresa labora no sentido de oferecer produtos caracterizados como "*Safe, Green and Connected*". Estes três conceitos surgem com o fim de inovar tecnologicamente e ecologicamente as funções de um veículo, permitindo segurança aos condutores e passageiros, soluções para reduzir a pegada carbónica e, por fim, novas experiências e modelos de negócios.

3.3 Localização geográfica em Portugal

Em Portugal, a Aptiv possui três instalações localizada em regiões diferentes: duas unidades industriais, sendo uma em Braga e outra em Castelo Branco; e um centro técnico de excelência em Lumiar (Figura 13).



Figura 13: Localização geográfica da Aptiv em Portugal

3.4 Aptiv em Braga

A instalação de Braga encontra-se fundada desde 1965, inicialmente denominada por Grundig. Nesse ano, começou com a produção de autorrádios, sistemas de áudio, Hi-Fi, televisores, telefones sem fios, entre outros. Em 1973, dedicou-se, exclusivamente, à produção de autorrádios, mudando a sua designação, em 1990, para "Grundig Car Intermedia Systems", direcionada para o ramo automóvel. Posteriormente, em 2003, a Delphi adquire a unidade de Braga passando a denominar-se Delphi Automotive Systems e, no final de 2017, dá-se o *spin-off*, referido anteriormente, que deu origem à Aptiv. O projeto foi desenvolvido na fábrica de Braga, a qual elabora com cerca de 900 operadores e possui instalações com cerca de 42000 m².

3.4.1 Produtos e Clientes

Atualmente, a empresa desenvolve maioritariamente autorrádios, sistemas de navegação, *displays*, controladores eletrónicos e sistemas de segurança avançados para as grandes marcas de referência na indústria automóvel. Entre elas, encontram-se clientes do grupo Volkswagen (Volkswagen, Audi, Porsche, entre outros), PSA (Peugeot, Citroen, Opel), FCA (Fiat, Chrysler, Ferrari), Volvo Trucks e Volvo Cars, como demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5: Produtos e clientes da Aptiv

Customer	Product Line	Customer Portfolio
AUDI 	Infotainment	
VW 	Infotainment	
PORSCHE  BENTLEY 	Infotainment User Experience	
PSA  OPEL  <small>SAAB VAUXHALL 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	

3.4.2 Instalações

A unidade fabril de Braga encontra-se dividida em 4 edifícios, como é possível verificar na Figura 14.

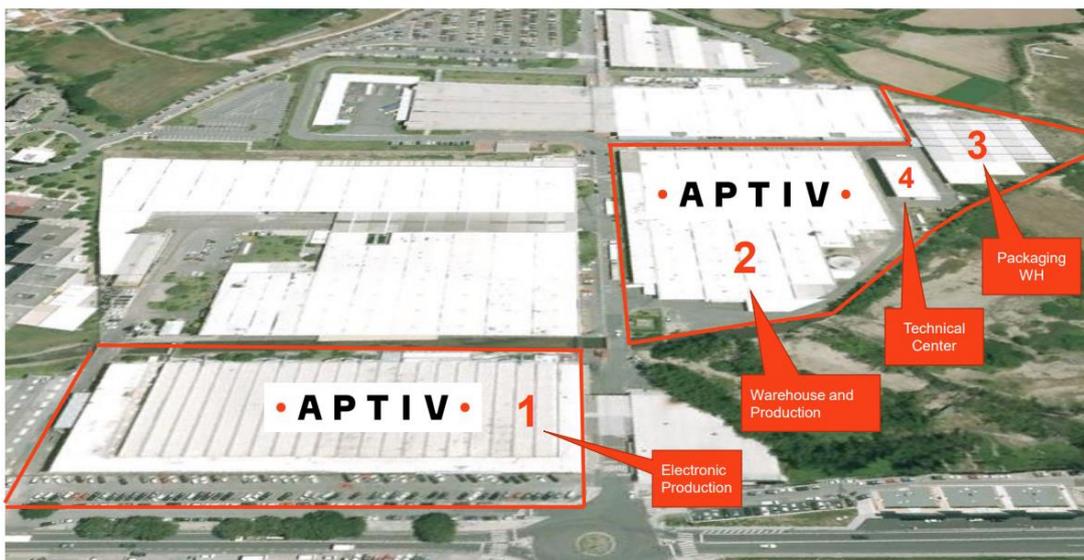


Figura 14: Edifícios da Aptiv Braga

No edifício 1 realiza-se a produção de componentes eletrónicos, tal como no edifício 2. Além disso, no edifício 2 também se produz componentes plásticos, que serão, posteriormente, encaminhados para a secção da montagem final no edifício 1. Existe ainda no edifício 2 uma zona de reembalamento de materiais que chegam em caixa de cartão e têm de ser colocados em caixas de plástico para poderem ir para a produção, e uma zona de receção, armazenamento e exportação de materiais.

No que diz respeito ao edifício 3, este é designado por "armazém", uma vez que se destina ao armazenamento de matéria-prima existente em excesso, embalagens retornáveis, embalagens de cartão

e equipamentos obsoletos. Além disso, existe ainda uma área específica para a lavagem das embalagens internas e de cliente, e outra para realizar a montagem das embalagens de cartão de cliente.

Por fim, no edifício 4 encontra-se situado o mais recente centro técnico que se destina ao desenvolvimento de novos produtos.

3.5 Classificação das áreas da empresa com graus de limpeza técnica

A empresa está cada vez mais a evoluir no sentido de se tornar uma fábrica mais limpa, com zonas mais controladas ao nível da contaminação, para poder investir em novos projetos que exigem determinados requisitos de limpeza.

Posto isto, atualmente, pode-se separar as várias áreas produtivas do edifício 1 (Figura 15) e edifício 2 (Figura 16) em graus de classificação distintos da limpeza técnica.

Edifício 1:

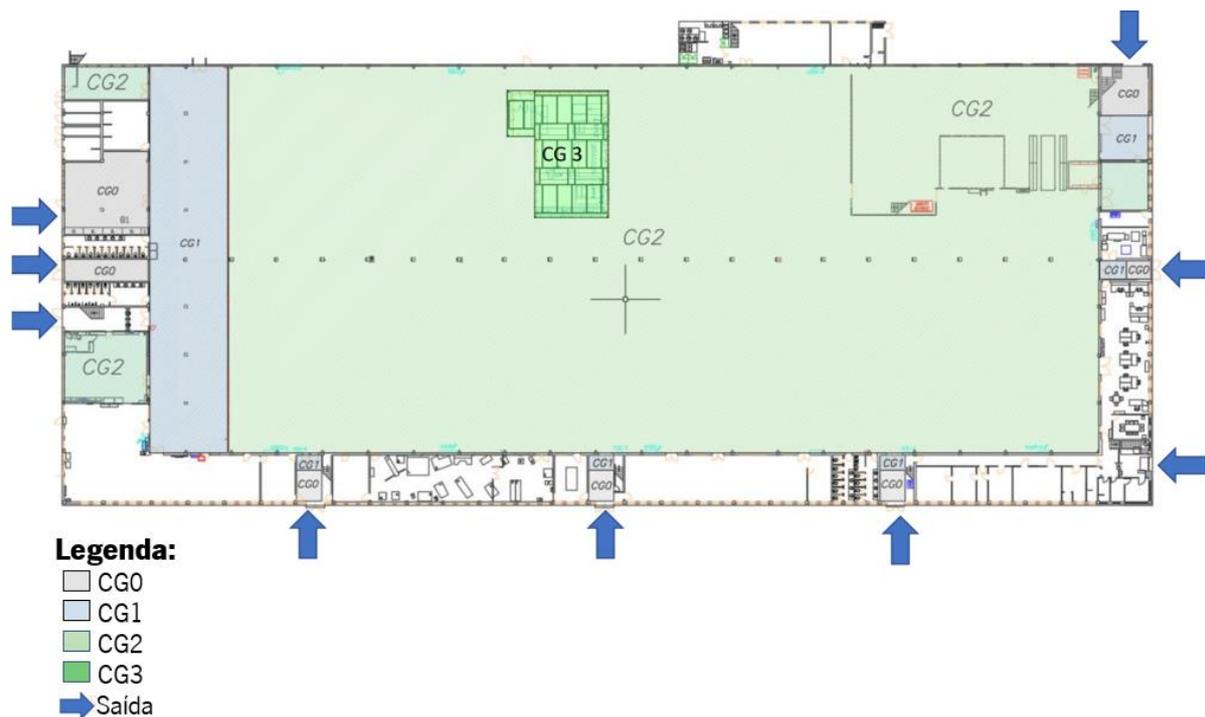


Figura 15: Classificação das áreas de limpeza do edifício 1

Edifício 2:



Figura 16: Classificação das áreas de limpeza do edifício 2

A zona de produção deve ser uma área limpa, controlada e cumprir certos requisitos restritos para poder produzir produtos com um elevado nível de segurança.

No edifício 1 existem 4 classificações de limpeza, enquanto que no edifício 2 existem apenas 3 classificações. A única área que difere em ambos edifícios é a CG3. Esta área é a mais exigente e controlada ao nível da limpeza, sendo considerada uma sala limpa. Segue-se a área CG2 com requisitos menos exigente que a área CG3, mas mais limpa e restrita em determinados materiais que a CG1. Definida como área limpa, é nesta área CG2 que a maioria da produção se encontra, sendo que materiais como papel, cartão, madeira e metal revestido não podem entrar. A área CG1, definida como zona limpa, é onde se faz o embalamento do produto final nas embalagens de cliente tanto de cartão como retornáveis. Por fim, a área CG0 caracterizada por zona não controlada, é uma área mais suja que as áreas mencionadas anteriormente, onde normalmente estão localizados os armazéns e os acessos ao exterior da empresa.

3.6 Departamento logístico

Este projeto foi realizado no departamento logístico da empresa, denominado por PC&L, *Product Control & Logistics*. Este departamento encontra-se subdividido em quatro secções principais: *Parts Ordering*,

Material Flow/Receiving/Shipping, Production Planning & Customer Ordering e Packaging & Advanced PC&L (Figura 17).

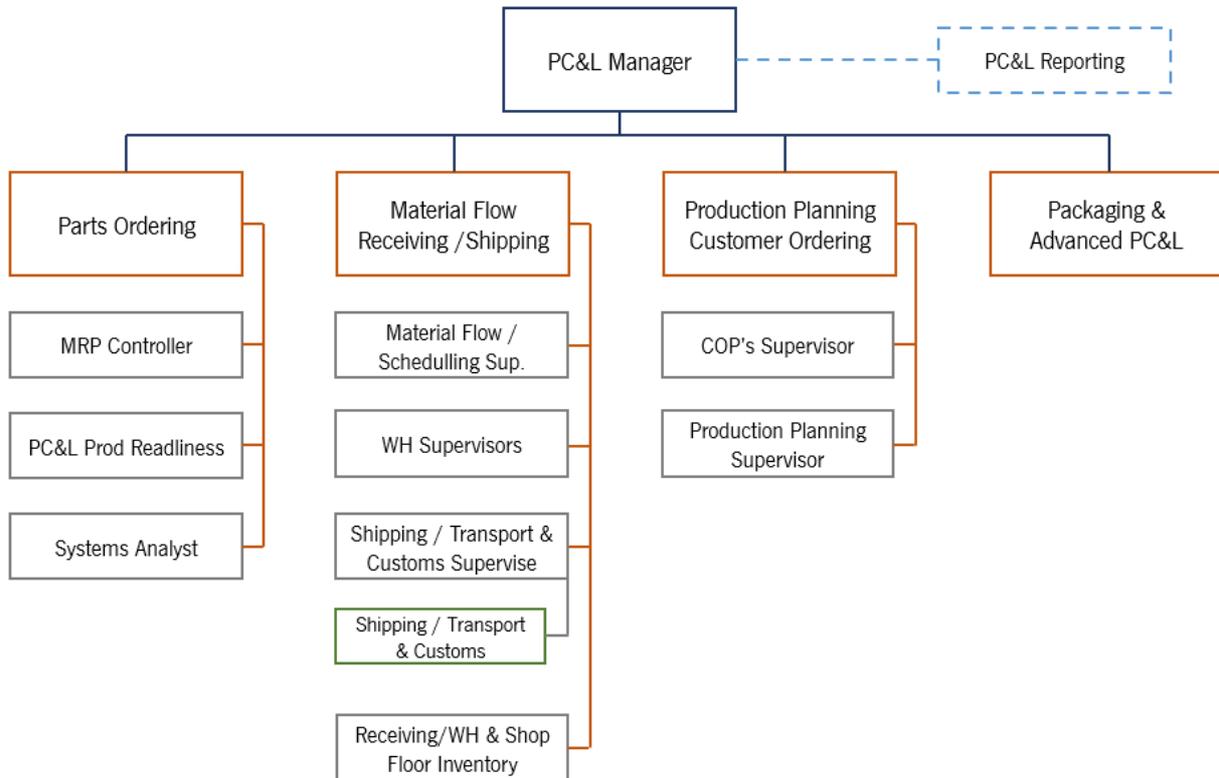


Figura 17: Departamento logístico da Aptiv Braga

A área de gestão de embalagens retornáveis insere-se na secção de *Packaging & Advanced PC&L*, e tem como principal função garantir a disponibilidade de todo o tipo de embalagens para consumir consoante a necessidade da empresa.

3.7 Gestão de embalagens

A gestão de embalagens na empresa conta com dois tipos de embalagens: embalagens de cartão e embalagens retornáveis. Dentro das embalagens retornáveis têm-se as embalagens de cliente, de fornecedor e embalagens internas, sendo que estas últimas são utilizadas para reembalamento de material que chega em embalagens de cartão, de modo a ser possível entrar na produção, e armazenamento e transporte de materiais para a produção entre edifícios. Existem várias embalagens retornáveis diferentes tanto para cliente, fornecedor e internas, logo assumem processos de gestão e manuseamento diferentes.

Todas as embalagens retornáveis têm de passar por um processo de limpeza antes de serem utilizadas novamente, sendo que a empresa é responsável pela limpeza das embalagens de cliente e internas e o fornecedor, por sua vez, é responsável por fornecer material em embalagens limpas.

As embalagens de cartão servem como alternativa às embalagens retornáveis de cliente no caso de haver rotura destas últimas. Assim, para cada embalagem de cliente existe um tipo de embalagem de cartão adequado ao tipo de produto.

A empresa conta com dois meios informáticos que contêm todas as informações relevantes acerca das embalagens existentes:

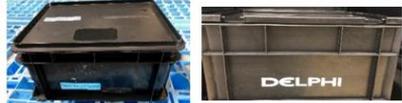
- Uma base de dados com todos os produtos e conjuntos de embalagens – associa cada produto a uma embalagem retornável;
- Programa de gestão de todos os materiais da empresa – engloba todas as características de todos os produtos existentes na empresa.

Os stocks referentes às embalagens retornáveis são geridos pela empresa e pelo cliente, enquanto os stocks das embalagens de cartão são geridos apenas pela empresa.

3.7.1 Embalagens retornáveis

A empresa possui várias embalagens retornáveis com diferentes composições, tamanho e capacidades. Todas elas, comparativamente às embalagens de cartão, apresentam maior resistência, durabilidade e proteção que, conseqüentemente, garantem um maior nível de segurança e qualidade no transporte e manuseamento das embalagens com os produtos e componentes. Como já foi mencionado, a empresa opera com embalagens retornáveis do cliente, do fornecedor e internas. A maioria das embalagens retornáveis são compostas por material plástico ESD, que se caracteriza por dissipar a eletricidade estática. Dentro das embalagens de cliente ainda existem embalagens retornáveis de material esferovite ESD. Na Tabela 6 seguem-se alguns exemplos de embalagens retornáveis de cliente, fornecedor e internas.

Tabela 6: Exemplos de embalagens retornáveis de cliente, fornecedor e internas

Destinatário	Tipo de material	Embalagem
Cliente	Plástico ESD	
	Esferovite ESD	
Fornecedor	Plástico ESD	
APTIV	Plástico ESD	

O retorno das embalagens de cliente pode ser realizado de forma autónoma por parte do cliente ou através de encomendas consoante a necessidade da empresa. Na primeira situação, a empresa não tem controlo sobre as quantidades que irá receber, enquanto que na segunda situação, a empresa possui controlo sobre as quantidades e prazo de entrega necessário para satisfazer as encomendas para o cliente.

No caso das embalagens do fornecedor estas vão para a empresa com o material encomendado pelos MRP, consoante as encomendas de material necessário para a produção.

Por fim, as embalagens internas dependem da produção, ou seja, a quantidade pedida vai de encontro ao consumo da empresa. O retorno destas é feito para o edifício 3 para lavar assim que a embalagem estiver vazia.

3.8 Fluxo logístico das embalagens retornáveis de cliente e internas

As embalagens retornáveis de cliente adotam um fluxo diferente das embalagens retornáveis internas, como se encontra representado na Figura 18.

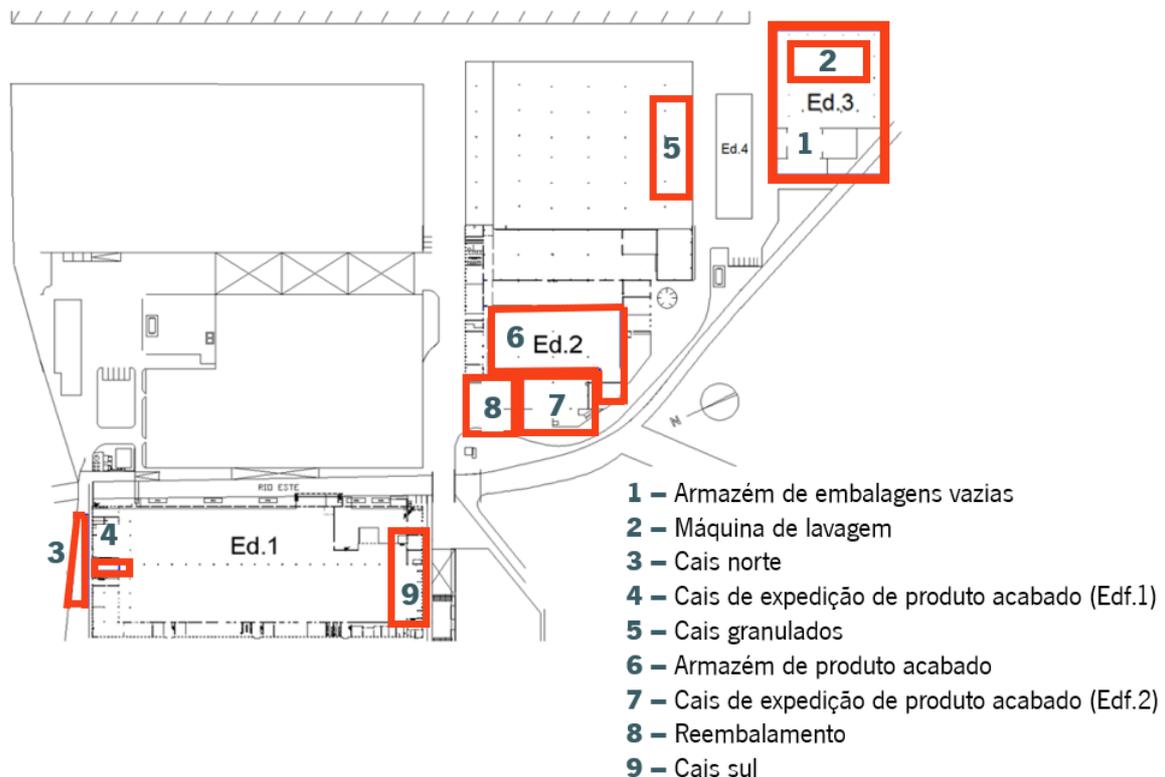


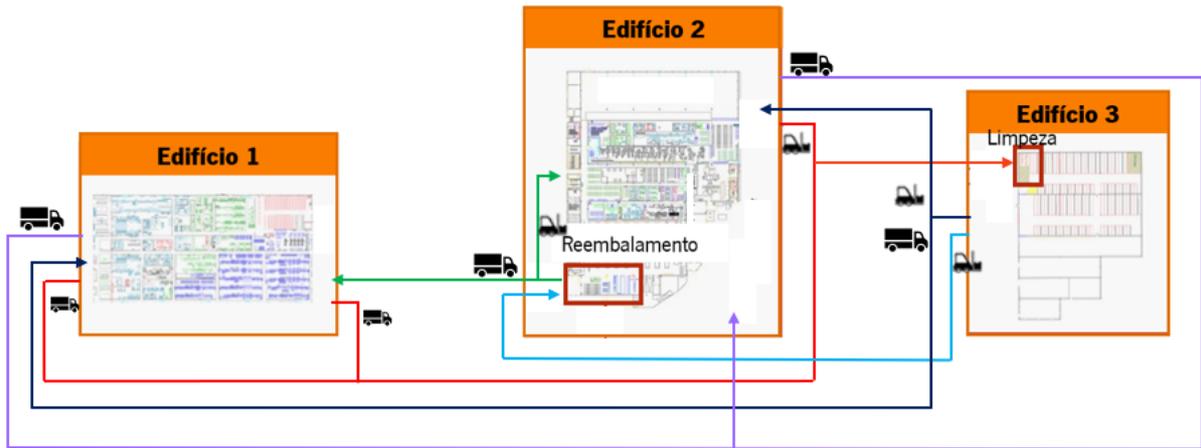
Figura 18: Locais de manuseamento de embalagens retornáveis

As embalagens retornáveis de cliente são descarregadas vazias no edifício 3 (1) para proceder ao método de lavagem (2). É importante referir que alguns clientes, através de um acordo com a empresa, fazem a lavagem das suas próprias embalagens, pelo que na empresa apenas faz a lavagem das embalagens

retornáveis de alguns clientes. Assim que estas estiverem limpas e aptas para serem usadas, são direcionadas para o edifício 1 (3) ou edifício 2 (5), consoante o tipo de produto e projeto, para a zona de embalagem. No caso das embalagens que se encontram no edifício 1, quando estas se encontram completas, ou seja, com o produto final no seu interior, são colocadas no cais de expedição de produto acabado do mesmo edifício (4), para serem posteriormente transportadas para o armazém de produto acabado do edifício 2 (6). Por sua vez, as embalagens que se encontram no edifício 2 são transportadas diretamente para o armazém de produto acabado do mesmo edifício (6). Por fim, após a preparação das ordens dos clientes, os produtos finais que se encontram no armazém de produto acabado são alocados no cais de expedição de produto acabado do edifício 2 (7) para serem expedidos assim que o transitário, que levará os produtos até ao cliente final, chegar.

Relativamente às embalagens retornáveis internas, como já foi referido, estas têm como finalidade fazer o reembalamento do material que vem o fornecedor em caixas de cartão. Estas encontram-se vazias e armazenadas no edifício 3 (1) até que surja um pedido da zona de reembalamento do edifício 2 (8) para se colocar o material no seu interior. Assim que estiverem carregadas com o material são transportadas para a produção do edifício 1 ou edifício 2, consoante o tipo de material. No caso do edifício 1, logo que as embalagens fiquem vazias, são alocadas no cais sul (9) e no cais norte (3) do mesmo edifício para serem, posteriormente, transportadas para o edifício 3 para serem lavadas (2). No caso do edifício 2, as embalagens vazias são alocadas no cais granulados (5) para depois seguirem para a lavagem no edifício 3 (2).

O fluxo das embalagens vazias limpas e sujas e das embalagens completas limpas, tanto internas como de cliente, entre os três edifícios encontra-se representado na Figura 19. Estas são transportadas por três operadores destinados a estas tarefas, em que dois utilizam duas carrinhas e outro utiliza um empilhador. Todas as embalagens vazias ou com material que se destinam ao edifício 1, ou que saem deste mesmo edifício em direção ao edifício 2 ou 3, são transportadas numa carrinha. As embalagens vazias que circulam entre o edifício 2 e 3 são transportadas por um empilhador, enquanto que as embalagens que contém o produto final no seu interior são transportadas por uma carrinha do cais granulados para o cais de expedição no edifício 2.



Legenda:

- Embalagens de Cliente vazias limpas
- Embalagens de Cliente completas limpas
- Embalagens Internas vazias limpas
- Embalagens Internas vazias sujas
- Embalagens Internas completas limpas

Figura 19: Fluxo de embalagens entre edifícios

3.9 Zona de limpeza das embalagens na empresa

O desenvolvimento do projeto focou-se sobretudo na zona de limpeza das embalagens retornáveis (Figura 20), localizada no edifício 3, com vista a implementar melhorias na limpeza técnica das embalagens na empresa.

Nesta zona encontram-se armazenadas as embalagens sujas que são para lavar e as embalagens que foram lavadas.

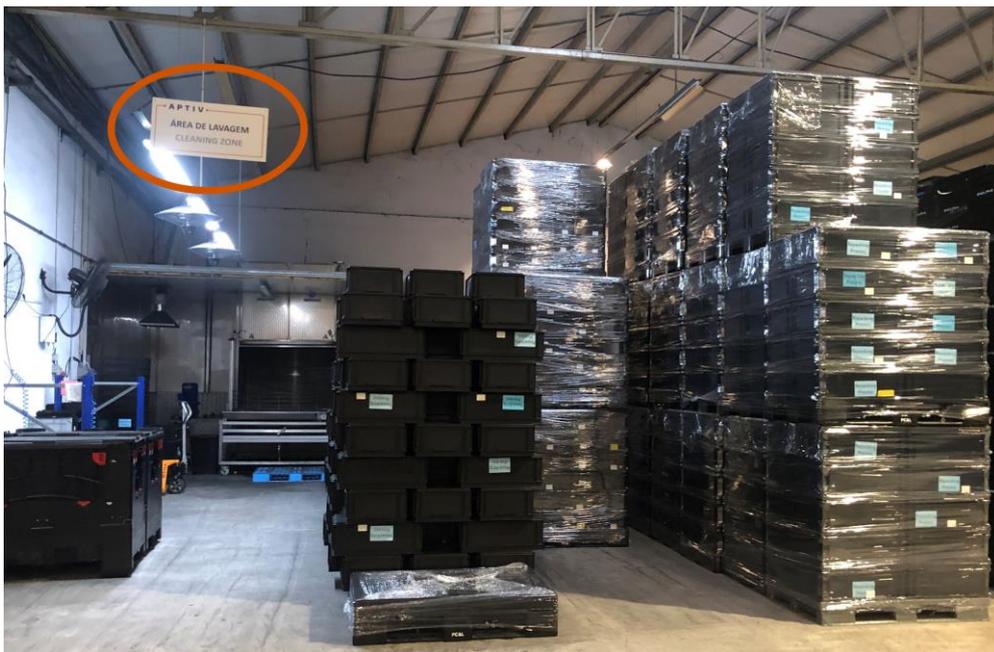


Figura 20: Zona de limpeza de embalagens retornáveis de cliente e internas

As embalagens após estarem limpas e aptas a serem usadas novamente, são protegidas com filme plástico para evitar a recontaminação, uma vez que toda a área do edifício 3 é classificada como CG0, logo é uma zona que não tem a contaminação controlada.

Estas ficam armazenadas em stock no edifício 3 até que surja um pedido da produção, no caso das embalagens de cliente ou um pedido da zona de reembalamento do edifício 2, no caso das embalagens internas. Antes de entrar para a zona CG1, o filme plástico é retirado das embalagens.

4. CARACTERIZAÇÃO INICIAL E ANÁLISE DOS PROCESSOS

Como foi mencionado no capítulo 3, este projeto teve como principal objetivo analisar o método de limpeza técnica das embalagens retornáveis internas e de cliente para, posteriormente, ser possível implementar melhorias. Além disso, outras vertentes também foram alvo de análise no sentido de implementar melhorias.

Assim, o desenvolvimento prático do projeto vai-se focar em três tópicos essenciais: limpeza das embalagens retornáveis; rastreabilidade das embalagens retornáveis e processo de reembalamento de materiais conforme a procura nas embalagens em questão (*Repack on demand*). Desta forma, o quarto capítulo consiste na caracterização e análise dos processos da situação atual nos três tópicos essenciais mencionados anteriormente, identificando, assim, os problemas existentes.

4.1 Limpeza das embalagens retornáveis

4.1.1 Tipos de embalagens retornáveis para lavar/limpar

É importante, desde já, fazer uma separação das embalagens que são para lavar numa máquina industrial das embalagens que são para fazer limpeza com uma pistola de pressão de ar. Esta separação existe devido ao tipo de material que compõe a embalagem. Assim, as embalagens que passam pelo processo de lavagem na máquina industrial são compostas por material plástico ESD, enquanto que as embalagens que são limpas com uma pistola de pressão de ar são compostas por material esferovite ESD.

Dentro das embalagens que são para lavar na máquina industrial existem 13 tipos de embalagens diferentes, em que a maioria são internas, depois seguem-se as de cliente e, por fim, um único tipo de embalagem de fornecedor. Esta última é a única embalagem que vem do fornecedor com material e que a empresa lava, pois esta pertence à empresa e, por isso, a limpeza da mesma ficou da sua responsabilidade. A limpeza de todas as restantes embalagens de fornecedor são da responsabilidade dos mesmos.

Estas embalagens retornáveis são robustas e resistentes, devido ao material ESD que as compõe, logo protegem de forma eficiente o produto/componente que é colocado no seu interior. Além disso, algumas delas contêm um interior cujo principal objetivo consiste em separar adequadamente o produto final para não se danificar, no caso das embalagens de cliente, e separar os componentes para evitar o risco de abrasão, no caso das embalagens internas.

A Tabela 7 caracteriza o levantamento de todas as embalagens retornáveis necessárias para lavar na máquina industrial, consoante a necessidade de cada produto na produção e respetivo cliente. Estas encontram-se separadas por destinatário: cliente, internas e fornecedor. Em cada embalagem encontra-se descrita a sua dimensão, necessidade diária bem como se possui interior ou não. De destacar que dentro da identificação das embalagens para lavar encontram-se não só caixas, mas também tampas de paletes que são necessárias lavar. Para determinar a necessidade de cada tipo, foi necessário o auxílio da equipa do plano da produção e de engenharia de embalagens, obtendo assim uma média diária de cada uma das embalagens.

Tabela 7: Embalagens retornáveis para lavar na máquina industrial

Destinatário	Identificação da embalagem	Dimensão (mm)	Imagem	Necessidade diária (uni.)	Interior	Dimensão Interior (mm)
Cliente	Caixa 1	600x400x335		75		574x375x200
	Caixa 2	600x400x290		60		570x375x205
	Caixa 3	600x400x220		32		600x400x220
	Tampas de palete 1	1200x800x90		42	-----	-----
Internas	Caixa 4	600x400x220		200	-----	-----
	Caixa 5	600x400x135		100	-----	-----
	Caixa 6	300x400x220		300	-----	-----
	Caixa 7	600x400x220		216		600x400x200
	Caixa 8	300x400x220		925		300x400x50
	Caixa 9	300x400x220		300	-----	-----
	Tampas de palete 2	1200x800x70		46	-----	-----
	Caixa 10	1200x800x1100		10		1200x800x550
Fornecedor	Caixa 11	600x400x220		420	-----	-----

Total 2726

Como se pode verificar pela Tabela 7 a empresa tem uma necessidade diária total de embalagens para lavar de 2726 caixas e tampas de palete. De realçar que estas embalagens são lavadas após cada utilização.

No entanto, não se está a cumprir a lavagem de todas as embalagens identificadas por dois motivos: falta de recursos e incapacidade da máquina de lavagem industrial. Assim, atualmente as embalagens que não estão a ser lavadas encontram-se identificadas como: Caixa 5; Caixa 7; Caixa 8; Caixa 9; Tampa de palete 2; Caixa 10 e Caixa 11. Relativamente às embalagens de cliente, quando não há embalagens retornáveis disponíveis utilizam-se as embalagens de cartão, como já mencionado no capítulo anterior. Isto costuma acontecer nas seguintes embalagens com a seguinte periodicidade (Tabela 8). Estes dados foram fornecidos pelo supervisor do armazém responsável pelas embalagens retornáveis e de cartão.

Tabela 8: Periodicidade de falhas das embalagens retornáveis de cliente necessárias para lavar

Destinatário	Identificação de embalagem para lavar na máquina	Imagem	Periodicidade	Tempo
Cliente	Caixa 1		2 meses	1 semana/ 2 semanas
	Caixa 2		3 semanas	1 semana

Pela Tabela 8 depara-se que a Caixa 1 costuma falhar de 2 em 2 meses, cerca de 1 semana ou 2 semanas. A Caixa 2, por sua vez, costuma falhar de 3 em 3 semanas cerca de 1 semana. Estas falhas devem-se a duas principais razões: ou porque as embalagens ainda estão no cliente ou porque a lavagem não foi efetuada a tempo. Assim, é necessário averiguar se existe a necessidade de se lavar cada embalagem após cada utilização ou se se pode reduzir a sua frequência de modo a que a necessidade diária seja inferior, possibilitando uma maior rentabilização de custos e processo de limpeza.

Como foi referido no início do capítulo, existem outros dois tipos de embalagens que devem ser limpas. No entanto, devido à composição do material, estas devem ser limpas com uma pistola de ar comprimido. Na Tabela 9, encontram-se descritas as embalagens necessárias para limpar compostas por esferovite ESD. Estes dois tipos de embalagens pertencem ao cliente e armazenam no seu interior o produto final.

É importante salientar que a parte interna destas embalagens têm um formato específico de forma a encaixar o produto num sítio fixo, de maneira a que os produtos não se movam no interior da embalagem. Através da Tabela 9 é ainda possível ver a dimensão de cada embalagem e a sua necessidade diária. Com isto, conclui-se que a necessidade diária total de embalagens para limpar é de 1338 caixas.

Tabela 9: Embalagens retornáveis para limpar com pressão de ar

Destinatário	Identificação da embalagem	Dimensão (mm)	Imagem	Necessidade diária (uni.)	Interior	Dimensão Interior (mm)
Cliente	Caixa 12	490x295x275		1248	-----	-----
	Caixa 13	600x400x290		90	-----	-----
Total				1338		

Contudo, a limpeza das embalagens anteriormente referidas também não se está a realizar por falta de recursos. Além disso, estas embalagens também costumam falhar. Na Tabela 10 está caracterizada a periodicidade de falha destas embalagens.

Tabela 10: Periodicidade de falha das embalagens de cliente necessárias para limpar

Destinatário	Identificação de embalagem para limpar com pressão de ar	Imagem	Periodicidade	Tempo
Cliente	Caixa 12		2 meses	1 semana / 2 semanas
	Caixa 13		1 mês	1 semana

Analisando a Tabela 10, verifica-se que a Caixa 12 costuma falhar de 2 meses em 2 meses cerca de 1 semana / 2 semanas. A Caixa 13 costuma falhar de mês a mês cerca de 1 semana.

Somando a quantidade de embalagens a limpar com pressão de ar com a quantidade de embalagens a lavar na máquina, obtém-se um total diário de 4064 embalagens necessárias a lavar/limpar.

As embalagens que não se encontram a ser lavadas e seguem diariamente para a zona da produção, com os componentes necessários para a produção dos produtos, perfazem um total de 2017 embalagens sujas. Somando a esta quantidade o total de embalagens necessárias a limpar com pressão de ar, perfaz um total 3355 embalagens que não se estão a lavar, ou seja, 82 % da necessidade diária total não se está a lavar.

Contudo, sendo a área de produção classificada como CG2, ou seja, a área mais limpa da fábrica, não pode conter embalagens com contaminação pois vai contra as exigências da norma da limpeza técnica de uma indústria automóvel (Figura 21).



Figura 21: Embalagem identificada como Caixa 10 suja

A embalagem identificada por Caixa 10 tem como intuito armazenar e transportar rolos com componentes muito sensíveis para a produção para serem, posteriormente, colocados na placa eletrônica designada por PCB (Figura 22).



Figura 22: Caixa 10 com rolos de componentes para PCB

Alguns rolos estão protegidos com um saco (Figura 23), no entanto, existem outros rolos que apenas tem um plástico a cobrir o componente (Figura 24). Caso este esteja mal colocado ou esteja rasgado, o componente vai ficar danificado devido às partículas contaminantes da embalagem.



Figura 23: Rolo protegido com um saco



Figura 24: Rolos com plástico apenas a tapar os componentes

Assim, é desde já possível identificar um ponto crítico no que toca à falta de lavagem das embalagens identificadas anteriormente. A embalagem é um dos fatores logísticos mais suscetíveis a acumular partículas contaminantes devido ao fluxo logístico que esta faz, tanto dentro da empresa como a transitar de um edifício para o outro. No momento em que esta se encontra armazenada com material no armazém à espera que os componentes sejam necessários para a produção, podendo estar horas ou até mesmo dias, acaba por acumular contaminação na parte externa. De seguida, segue para a área de produção, onde o operador pega na embalagem suja e depois no componente para inserir nas linhas de produção. Neste caso acaba por transmitir as partículas contaminantes que estavam na embalagem para o componente, podendo, posteriormente, implicar falhas no funcionamento do produto.

Desta forma, é importante garantir que todas as embalagens que seguem para a produção se encontrem limpas para evitar placas com refugo, ou produtos com defeito, cumprindo, assim, os requisitos exigidos numa zona CG2.

Posto isto, é fundamental avaliar toda a situação atual do processo de lavagem das embalagens, com o intuito de identificar os principais problemas com o objetivo de arranjar soluções, nas quais sejam possíveis lavar todas as embalagens retornáveis, tornando o processo mais eficiente.

4.1.2 Lavagem das embalagens retornáveis

O método de lavagem das embalagens retornáveis é efetuado internamente e externamente (Figura 25).



Figura 25: Método de lavagem das embalagens retornáveis atual

Para realizar a lavagem das embalagens retornáveis internamente, a empresa alugou uma máquina industrial para esse efeito (Figura 26).



Figura 26: Máquina de lavagem industrial

O ciclo de lavagem na máquina é composto por várias fases:

- 1) Lavagem com solvente ($t=120$ segundos)
- 2) Tempo de escoamento da água da primeira fase ($t=70$ segundos)
- 3) Lavagem com água limpa ($t=120$ segundos)
- 4) Tempo de escoamento da segunda fase ($t=70$ segundos)
- 5) Sucção do vapor de água que está dentro da máquina ($t=30$ segundos)
- 6) Secagem tipo “estufa” ($t=180$ segundos)

Fazendo um somatório dos tempos de cada fase verifica-se que o tempo total é de 590 segundos, ou seja, o ciclo da máquina de lavagem alugada é de, aproximadamente, 10 minutos. Contudo, os tempos de cada fase são ajustáveis de acordo com o tipo de embalagem, pois há embalagens com mais cavidades que outras e que por isso dificultam o processo de secagem das mesmas.

A máquina encontra-se operacional no primeiro turno e parte do segundo turno, que perfaz, em média, um total de 10 horas em funcionamento por dia. Destaca-se, desde já, um problema no tempo de utilização da máquina pois sendo esta rentabilizada mensalmente, a empresa não tira partido da utilização a 100% da mesma.

Fez-se um levantamento das embalagens que são lavadas internamente na empresa de maneira a ser possível determinar quantas lavagens são necessárias por dia, tendo em conta a capacidade da máquina

por ciclo para cada tipo de embalagem. Na Tabela 11 encontram-se todas as embalagens que se estão a lavar internamente bem como os dados registados discriminados por cada tipo de embalagem.

Tabela 11: Registo do número de lavagens internas necessárias por dia de cada embalagem

Tipo de embalagem lavada internamente	Necessidade diária (unidades)	Nº caixas por ciclo	Nº lavagens necessárias p/dia
Caixa 1	75	9	9
Caixa 2	60	12	5
Caixa 3	32	17	2
Tampa de palete 1	42	1	42
Caixa 4	200	17	12
Tampas das caixas	292	85	6

Como descrito na Tabela 11, as tampas das caixas são lavadas separadamente às caixas com a exceção da Caixa 1, pois neste caso não é possível separar as tampas das caixas uma vez que estão fixas.

Adicionalmente, foi essencial fazer o acompanhamento de todo o ciclo de lavagem e secagem das embalagens mencionadas anteriormente, de modo a ser possível registar tempos e analisar todo o processo. Cada ciclo de lavagem é composto por várias tarefas sequenciadas. Estas caracterizam-se por:

1. Tirar as tampas e interiores das caixas;
2. Colocar as caixas na máquina;
3. Ciclo de lavagem da máquina;
4. Tirar as caixas da máquina;
5. Colocar as caixas numa palete para secar;
6. Secagem das caixas;
7. Limpeza dos interiores de dois modos diferentes:
 - 7.1. Na máquina:
 - 7.1.1. Colocar os interiores na máquina;
 - 7.1.2. Ciclo de lavagem dos interiores;
 - 7.1.3. Tirar os interiores da máquina;
 - 7.2. Com pistola de pressão de ar;
8. Lavagem e secagem das tampas das caixas;
9. Colocar as tampas e interiores nas caixas, paletizar e filmar.

A partir da Tabela 12 é possível ver os tempos registados discriminados por cada tarefa em cada tipo de embalagem.

Tabela 12: Tempos registados em cada tarefa do processo de lavagem interno

Tipo de embalagem	Interior	Necessidade diária (unidades)	Necessidade interiores (unidades)	Nº caixas por ciclo na máquina	Nº de interiores por ciclo na máquina	Tirar as tampas e interiores das caixas (min.)	Colocar as caixas na máquina (min.)	Ciclo da máquina (min.)	Tirar as caixas da máquina (min.)	Colocar as caixas na palete para secar (min.)	Secagem das caixas (min.)	Colocar os interiores na máquina (min.)	Ciclo da máquina com interiores (min.)	Tirar os interiores da máquina (min.)	Limpeza c/ pressão de ar dos interiores (min.)	Colocar as tampas e interiores nas caixas, paletizar e filmar (min.)
Caixa 1 	X	75	75	9	—	3,6	1,5	10	1,5	1,1	240	—	—	—	—	3,3
Caixa 2 	X	60	60	12	30	4,8	2,0	10	2,0	1,5	300	5,00	15	5,00	—	3,3
Caixa 3 	X	32	32	17	—	6,4	2,8	10	2,8	2,1	180	—	—	—	—	3,3
Tampa de palete 1 	—	42	—	1	—	0,0	1,0	1,17	1,0	1,0	30	—	—	—	—	3,2
Caixa 4 	—	200	—	17	—	5,1	2,8	10	2,8	2,1	180	—	—	—	—	3,7
Tampas das caixas 	—	292	—	85	—	—	9,9	15	9,9	—	0	—	—	—	—	—

Fazendo uma análise à Tabela 12 verifica-se que internamente a empresa lava cerca de 409 caixas. Destas, apenas a Caixa 1, Caixa 2 e Caixa 3 têm interiores. Destes interiores apenas os da Caixa 2 são lavados na máquina de lavagem. Os interiores da Caixa 1 e 3, devido à composição do seu material não podem ser colocados a altas temperaturas pois podem-se estragar. Desta forma, os mesmos são colocados no início do dia a secar de forma empilhada.

Posto isto, a partir da Tabela 11 e Tabela 12, determinou-se o tempo total de lavagem e secagem para cada embalagem. Esse tempo está registado na Tabela 13.

Tabela 13: Tempo total diário necessário para a lavagem interna de cada tipo de embalagem

Tipo de embalagem lavada internamente	Nº lavagens necessárias p/dia	Tempo de lavagem (min.)	Tempo de secagem (min.)	Tempo de lavagem dos interiores (min.)	Tempo total (min.)	Tempo aprox. total (horas)
Caixa 1	9	17,73	240	--	399,5	7
Caixa 2	5	20,30	300	50,00	451,5	8
Caixa 3	2	24,17	180	--	228,3	4
Tampa de palete 1	14	4,17	30	--	88,3	1
Caixa 4	2	22,89	180	--	225,8	4
Tampas das caixas	4	34,83	0	--	139,3	2
Total						26

Assim, tendo em conta o tempo total em horas é possível concluir que não é possível lavar e secar todas as embalagens necessárias por dia. Tal se deve ao elevado tempo de secagem pois a máquina alugada é ineficiente a secar as embalagens e, por isso, algumas embalagens ficam a secar para o dia seguinte. É importante garantir que as embalagens ficam totalmente secas uma vez que estas armazenam no seu interior componentes que serão, posteriormente, colocados nas placas eletrónicas.

O cesto da máquina apenas gira no sentido horizontal, pelo que a água do processo de lavagem acumula no topo das embalagens. Assim, outro problema a ser identificado caracteriza-se pela acumulação de água no topo das embalagens durante o processo de lavagem (Figura 27) que, posteriormente, dificulta a secagem das mesmas na máquina. Além disso, o operador ao retirar as embalagens da máquina após o ciclo de lavagem, acaba por molhar as restantes.



Figura 27: Caixas com água acumulada no topo

Para que as embalagens fiquem totalmente secas, o operador da lavagem coloca-as a secar em cima de paletes, estando assim o processo de secagem dependente das condições atmosféricas (Figura 28).



Figura 28: Caixas empilhadas a secar em cima de uma paleta

Além disso, outro problema aqui identificado consiste na recontaminação das embalagens, uma vez que estas estando a secar numa zona CG0, caracterizada pela área mais suja, estão sempre sujeitas a acumular partículas contaminantes ou poeiras resultantes da circulação de empilhadores, por exemplo, entre outros.

Todas as embalagens internas passam por uma zona CG0 até a uma zona CG2, sendo esta última a área de produção. Desta forma, as embalagens que se localizarem numa área CG2 devem atender os requisitos exigidos, devendo acima de tudo estarem limpas.

Para além de lavar embalagens através da máquina alugada, a empresa recorre a uma empresa subcontratada para lavar o tipo de embalagem identificada por Caixa 6. Este tipo de embalagem vai para a empresa subcontratada duas vezes por semana através de uma transportadora subcontratada. Em cada um dos dias seguem cerca de 18 paletes, que corresponde a um total de 864 caixas por cada um dos dois dias.

A empresa tem ainda dois operadores por dia dedicados a uma tarefa de verificação de embalagem que consiste em retirar todos os papéis e resíduos que se encontram nas embalagens, dando assim auxílio ao operador que se encontra na máquina de lavagem. Além disso, estes operadores são também responsáveis por preparar as paletes com as caixas sujas que, posteriormente, seguirão para a empresa subcontratada para lavar.

Posto isto, os custos que a empresa acarreta no processo de lavagem das embalagens na situação atual encontra-se descrito na Tabela 14.

Tabela 14: Custos do processo de lavagem das embalagens – situação atual

	Situação atual		
	Lavagem Interna	Lavagem externa	
Custo de aluguer máquina p/dia	208,64 €	- €	
Custo lavagem/caixa	- €	0,21 €	
Custo transporte/caixa	- €	0,30 €	
Custo dos operadores p/dia	136,36 €	- €	
Despesas água, detergente e luz p/dia	45,45 €	- €	
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €	0,02 €	
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	136,36		
Custo do espaço ocupado pela máquina e caixas/dia	290,65		
N^o caixas lavadas e secas/dia (output)	409	864	Total
Custo total por mês	17 984,24 €	3 658,02 €	21 642,26 €

Assim, analisando a Tabela 14, verifica-se que a empresa lava internamente cerca de 409 caixas por dia, que perfaz uma quantia mensal de 17.984,24€. Neste valor foram incluídos os custos de verificação de embalagem e os custos do espaço ocupado, sendo este último caracterizado pelo espaço que a máquina de lavagem, as embalagens sujas e limpas ocupam. Todos os custos estão detalhados no Apêndice 4 e 5.

Relativamente à lavagem na empresa externa, a quantidade de embalagens é equivalente a 864 caixas, dois dias por semana, que se totaliza mensalmente em 3.658,02€. Deste modo, o processo de lavagem das embalagens tem um gasto mensal de 21.642,26€ para a empresa.

Fazendo uma média diária da quantidade das embalagens que se estão a lavar externamente, uma vez que estas vão dois dias por semana para a empresa subcontratada, então diariamente esta quantidade é equivalente a 346 embalagens lavadas por dia. Somando este valor à quantidade que se está a lavar internamente, o total de embalagens que se encontram a ser lavadas por dia na situação inicial é de 755 caixas. Posto isto, e tendo em conta que a necessidade total diária é de 4064 embalagens para lavar/limpar, apenas, aproximadamente, 18% é que se está a lavar/limpar.

4.2 Traceabilidade das embalagens retornáveis

Dentro de cada tipo de embalagem existe uma elevada quantidade de caixas, como se pode verificar anteriormente pela necessidade diária de embalagens a lavar da Tabela 7. Como estas são todas iguais, não existe nenhuma forma de as distinguir entre si. Além disso, não se consegue saber quais foram os processos anteriores que as mesmas tiveram.

O operador que trabalha no posto da lavagem das embalagens faz um registo manual diário de todos os tipos de embalagens que lavou por dia bem como as respetivas quantidades (Anexo 1). No entanto, como todas as embalagens não têm nenhuma identificação não é possível distinguir quando é que uma embalagem foi lavada.

Assim, um dos grandes problemas desde logo identificados nas embalagens retornáveis são a falta de controlo sobre a sua localização e processos que passou anteriormente, desde a lavagem, carregamento com material e descarregamento. Além, como o registo é efetuado manualmente, por vezes o conteúdo é ilegível.

4.3 Reembalamento de materiais conforme a procura

O processo de reembalamento conforme a procura, denominado por *Repack on Demand*, tem como principal objetivo estabelecer prioridades na tarefa de reembalamento dos materiais necessários para a produção. Esta tarefa, como mencionada anteriormente consiste em reembalar os materiais que chegam dos fornecedores em caixa de cartão e colocá-los em caixa de plástico ESD para poderem ir para a produção, a qual é caracterizada como área CG2.

A zona de reembalamento é composta por 6 bancadas de trabalho e encontra-se isolada do armazém através de cortinas ESD (Figura 29).



Figura 29: Zona de reembalamento

Assim que o reembalamento dos materiais é feito, as caixas são armazenadas numa estante do armazém por cada *part numbers* referente a cada componente (Figura 30).



Figura 30: Estantes com caixas do reembalamento

Quando o material é necessário para a produção, o operador da rota logística faz o *picking* dos materiais que contém numa lista emitida pela produção (Figura 31).

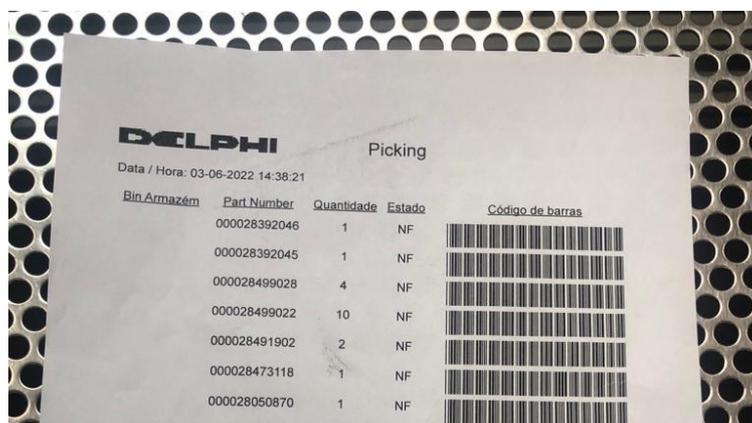


Figura 31: Lista com os materiais necessários para a produção

Contudo as caixas que se encontram na estante estão na zona do armazém (CG0) sem nenhuma proteção. Estas acabam por acumular sujidade por causa do tempo que ficam armazenadas e, por consequência, do movimento dos empilhadores que circulam pelos corredores para carregar e descarregar paletes com material. Posteriormente, estas caixas são transportadas para a produção, entre as quais a maioria encontram-se sujas (Figura 32).



Figura 32: Embalagem suja

Além disso, grande parte das vezes, não se cumpre a regra FIFO – *First In First Out*, devido ao facto de as embalagens estarem armazenadas numa estante. O operador que aloca as caixas deveria tirar a caixa que já lá estava armazenada para poder colocar a embalagem reembalada recentemente atrás, para que o operador do *picking* levasse para a produção a embalagem reembalada há mais tempo. Porém, esta tarefa, para além de não ser ergonómica pelos movimentos e pesos que tem de suportar das embalagens, não é eficiente pois perde-se bastante tempo a ordenar as caixas de acordo com o tempo de reembalamento.

Existe uma base de dados onde constam alguns *part numbers* dos materiais que se efetuam o processo de reembalamento. Contudo, esta não se encontrava atualizada, e consequentemente, havia falta de controlo sobre o consumo dos mesmos na produção. Um dos grandes problemas que acaba por acontecer neste processo trata-se da quantidade excessiva de caixas sobre paletes armazenadas nas estantes, as quais ficam na estante durante muito tempo, ficando totalmente contaminadas (Figura 33).

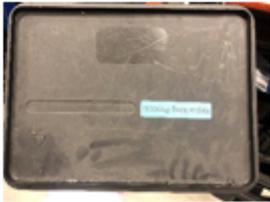


Figura 33: Paletes com caixas em quantidade excessiva

4.4 Síntese dos problemas existentes na situação atual

A Tabela 15 reúne de forma sintetizada todos os problemas referentes à situação atual que foram identificados ao longo do capítulo 4.

Tabela 15: Síntese dos problemas existentes na situação atual

Processo	Tipo de problema
Lavagem/Limpeza das embalagens	<p>a) Máquina alugada ineficiente na secagem das embalagens por acumular água no topo das mesmas;</p> <p>b) Da necessidade diária apenas se está a limpar/lavar 18% das embalagens;</p> <p>c) Embalagens lavadas após cada utilização. Averiguar se existe a necessidade de lavar após cada utilização ou se se pode reduzir a frequência de lavagem, de modo a reduzir a necessidade diária.</p> <p>d) Recontaminação das embalagens após o processo de lavagem das mesmas;</p> <p>e) Utilização de embalagens com partículas contaminantes na zona de produção;</p> <p>f) Incumprimento dos requisitos da norma da limpeza técnica. Embalagens sobem 2 níveis de limpeza. Vão de CG0 para CG2.</p>
Traceabilidade	<p>a) Falta de identificação nas embalagens;</p> <p>b) Inexistência de rastreabilidade. Falta de controlo sobre a localização e histórico de processos;</p> <p>c) Registo manual numa folha. Dificuldade em perceber o conteúdo pois, por vezes a letra é ilegível.</p>
Reembalamento conforme a procura (<i>Repack on demand</i>)	<p>a) Caixas sem proteção armazenadas numa estante do armazém (CG0) para depois irem para a produção (CG2);</p> <p>b) Acumulação de sujidade nas embalagens;</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>c) Dificuldade em cumprir o FIFO e ineficiência nas tarefas para que seja possível cumprir a regra mencionada;</p> <p>d) Falta de controlo sobre a quantidade mínima a armazenar de cada <i>part number</i> de acordo com o consumo do mesmo na produção.</p>

5. PROPOSTAS DE MELHORIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Tendo sido identificados os problemas da situação atual, este capítulo tem como objetivo demonstrar as propostas de melhoria bem como as análises dos resultados para cada problema identificado.

Assim, as propostas de melhorias vão de encontro aos três tópicos essenciais: limpeza das embalagens retornáveis; rastreabilidade das embalagens retornáveis e processo de reembalamento de materiais conforme a procura nas embalagens em questão (*Repack on demand*).

5.1 Análise da frequência de lavagem após cada utilização das embalagens

Primeiramente, fez-se uma análise à frequência de lavagem das embalagens retornáveis tendo em conta os fluxos de cada tipo de embalagem, com o intuito de analisar se existe a necessidade de lavar cada embalagem após cada utilização. No caso das embalagens de cliente e de fornecedor, é impensável reduzir a frequência de lavagem uma vez que estas percorrem vários quilómetros, variando conforme o destino de cada cliente/fornecedor, estando, desta forma, expostas a várias condições do meio envolvente, tais como poeiras. Quando as mesmas regressam à empresa, o estado delas é tão crítico que necessitam mesmo de ser lavadas para estarem nas melhores condições possíveis e garantir qualidade nos seus produtos. No caso das embalagens de cliente, por exemplo, algumas embalagens chegam à empresa com restos de lama colada e com água no seu interior (Figura 34).



Figura 34: Exemplo do estado de uma embalagem de cliente quando chega à empresa

No caso das embalagens internas, uma vez que estas apenas circulam entre edifícios para transportar e armazenar os componentes necessários para a produção, recorreu-se a testes de Carimbo para averiguar

se se justifica lavar as embalagens após cada utilização ou se é viável reduzir essa frequência. O Carimbo de partículas é um desenvolvimento adicional das opções descritas em VDA 19 (2010) “Limpeza técnica na montagem – Meio ambiente, logística pessoal e equipamentos de montagem” para monitorização de partículas que permite fazer uma correlação com a contaminação real das superfícies (Figura 35). Este é usado para fazer um instantâneo da contaminação por partículas de superfícies, removendo todas as partículas existentes na superfície em que o teste é colocado. Posteriormente, este é analisado por um laboratório especializado.



Figura 35: Teste de Carimbo na embalagem interna

Foram utilizadas apenas 2 caixas como teste piloto, sendo uma do tipo de embalagem “Caixa 4” e outra do tipo “Caixa 6”. Estas foram identificadas com uma etiqueta nos 4 lados exteriores de modo a ser rapidamente identificada e se diferenciar das restantes (Figura 36). Num dos lados da etiqueta colocou-se uma letra como ponto de referência. Assim, na etiqueta da Caixa 4 foi colocada a letra A e na etiqueta da Caixa 6 foi colocada a letra B.



Figura 36: Caixa interna identificada com etiqueta para monitorização dos testes de Carimbo

O método dos testes efetuados consistiu em analisar cada embalagem em vários períodos, sendo que para cada período foi feito um teste em zonas diferentes da embalagem, uma vez que o teste de Carimbo remove grande parte das partículas, podendo colaborar, juntamente com a lavagem, na remoção das partículas. Assim, verifica-se realmente qual a eficiência do processo de lavagem na remoção da quantidade de partículas. Desta forma, as zonas analisadas em cada período foram (Figura 37):

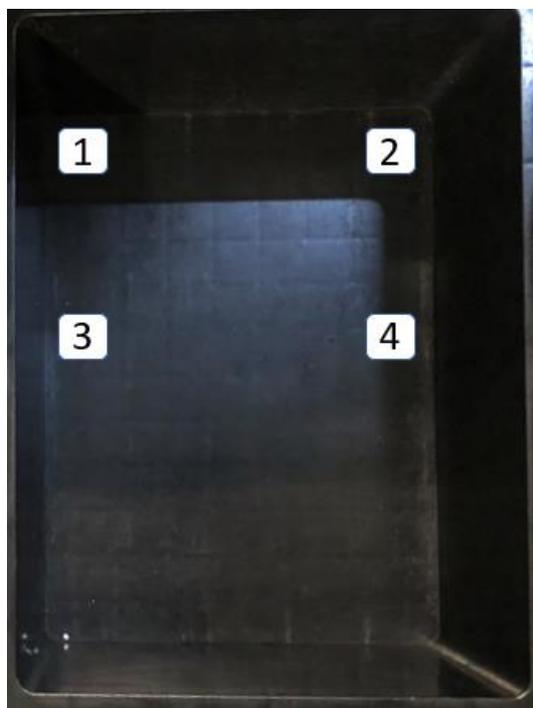


Figura 37: Zonas analisadas em cada período

Legenda:

- 1) Antes da lavagem;
- 2) Depois da lavagem;
- 3) Passado duas semanas sem lavar;
- 4) Passado um mês sem lavar.

Os resultados dos testes identificam separadamente as partículas existentes na embalagem. Estas são:

- Partículas metálicas;
- Partículas não metálicas;
- Fibras

O tamanho das partículas é em micrómetro (μm), sendo o limite máximo estabelecido pela empresa de acordo com a norma de:

- 500 μm para partículas metálicas e não metálicas;
- 2500 μm para as fibras.

É importante garantir que haja a menor quantidade possível de partículas nas embalagens, mas, mais importante que isso, é garantir que não haja nenhuma partícula acima do limite máximo estabelecido, uma vez que nesse caso, existe um maior risco de gerar curto-circuito na placa eletrónica e, conseqüentemente, avaria do produto. Desta forma, o foco foi garantir a limpeza necessária para que se reduza ao máximo o risco de aparecimento de defeitos no produto através de curto-circuito. Assim, na análise dos gráficos deu-se destaque às partículas cujo tamanho é superior ao limite máximo. Após ter sido efetuada a recolha das partículas das embalagens, os resultados dos testes foram os seguintes:

- **Partículas metálicas:** limite máximo < 500 µm

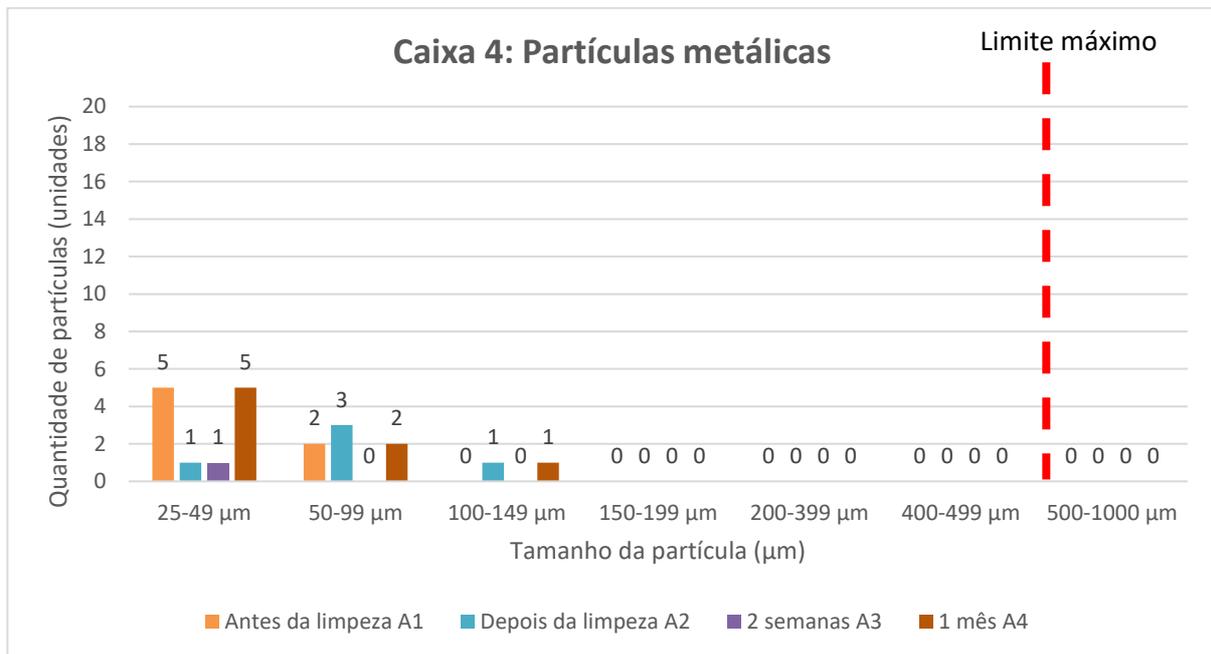


Figura 38: Caixa 4 - partículas metálicas

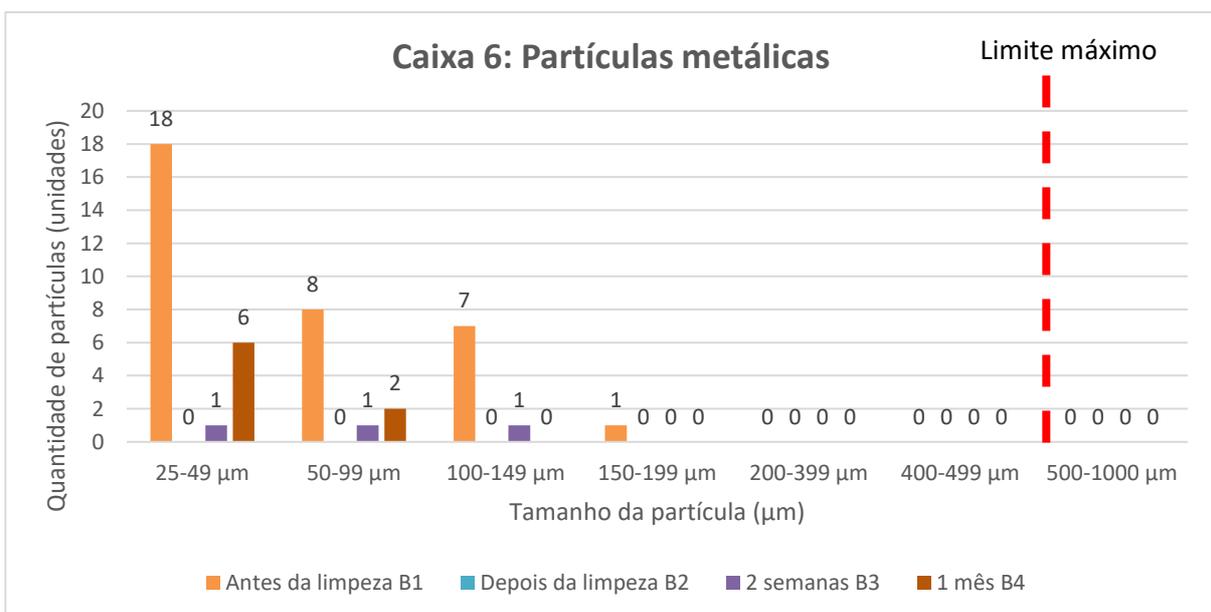


Figura 39: Caixa 6 - partículas metálicas

Nos dois gráficos da Figura 38 e Figura 39 está destacado o limite máximo com uma linha tracejada a vermelho. Fazendo uma análise, verifica-se que todos os cenários seriam possíveis, uma vez que não existem partículas acima do limite máximo de 500 μm . Além disso, nota-se uma redução drástica na quantidade de partículas em geral, após a lavagem.

- **Partículas não metálicas:** limite máximo < 500 μm

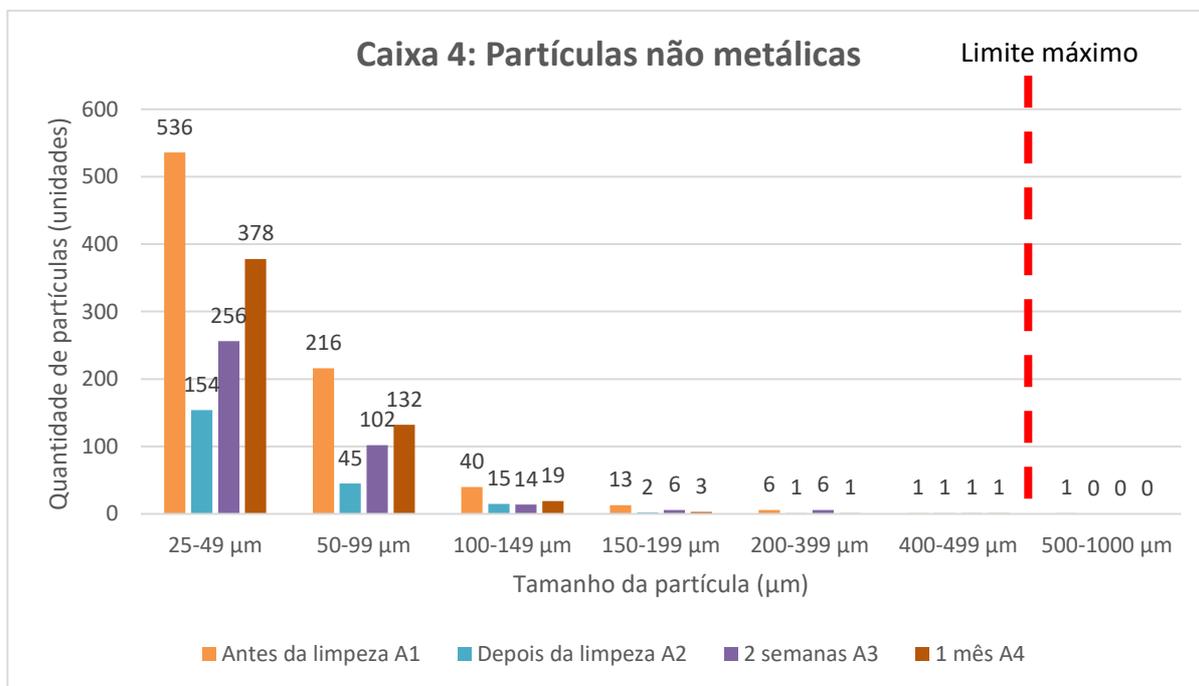


Figura 40: Caixa 4 - partículas não metálicas

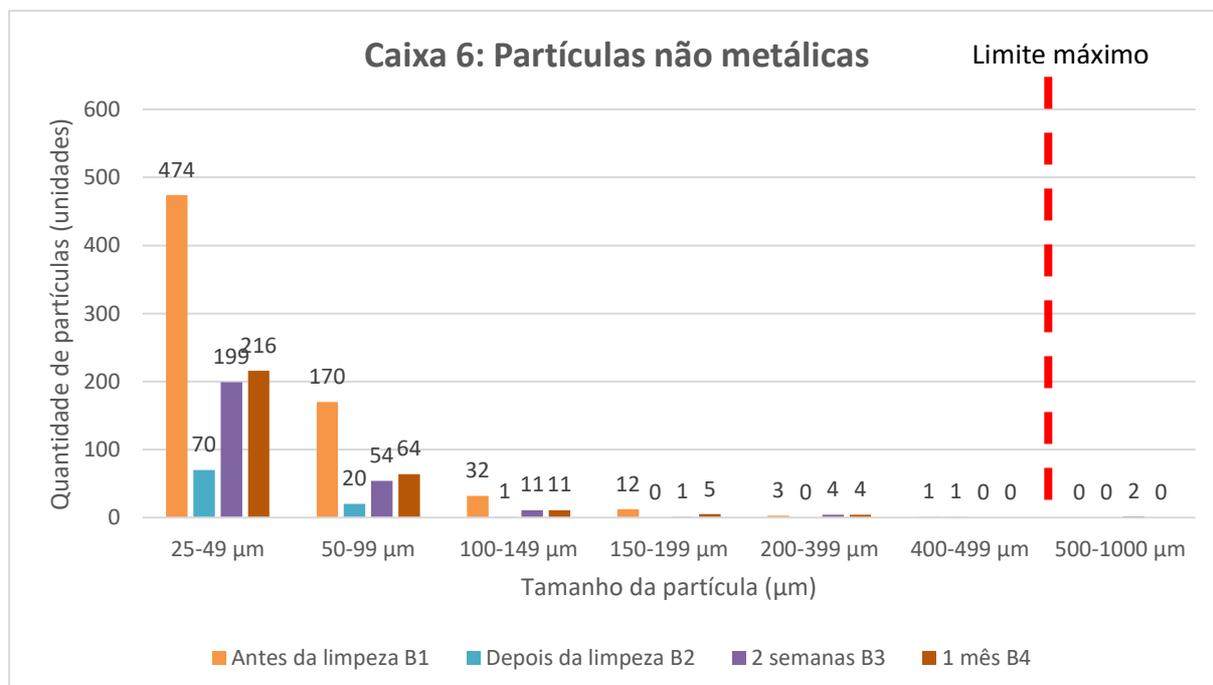


Figura 41: Caixa 6 - partículas não metálicas

Fazendo uma análise crítica aos dois gráficos da Figura 40 e Figura 41, é possível verificar que no primeiro caso (Figura 40) há apenas uma partícula acima do limite máximo de 500 μm . Por sua vez, no segundo caso da Caixa 6 (Figura 41), há incoerência nos dados, uma vez que no período referente a um mês sem lavar não contém nenhuma partícula acima dos 500 μm , enquanto que no período de duas semanas sem lavar, sendo este período inferior ao mencionado anteriormente, existem 2 partículas que ultrapassam o limite máximo de 500 μm . Tal se justifica devido ao facto de o teste ter sido efetuado em zonas diferentes.

- **Fibras:** limite máximo <2500 μm

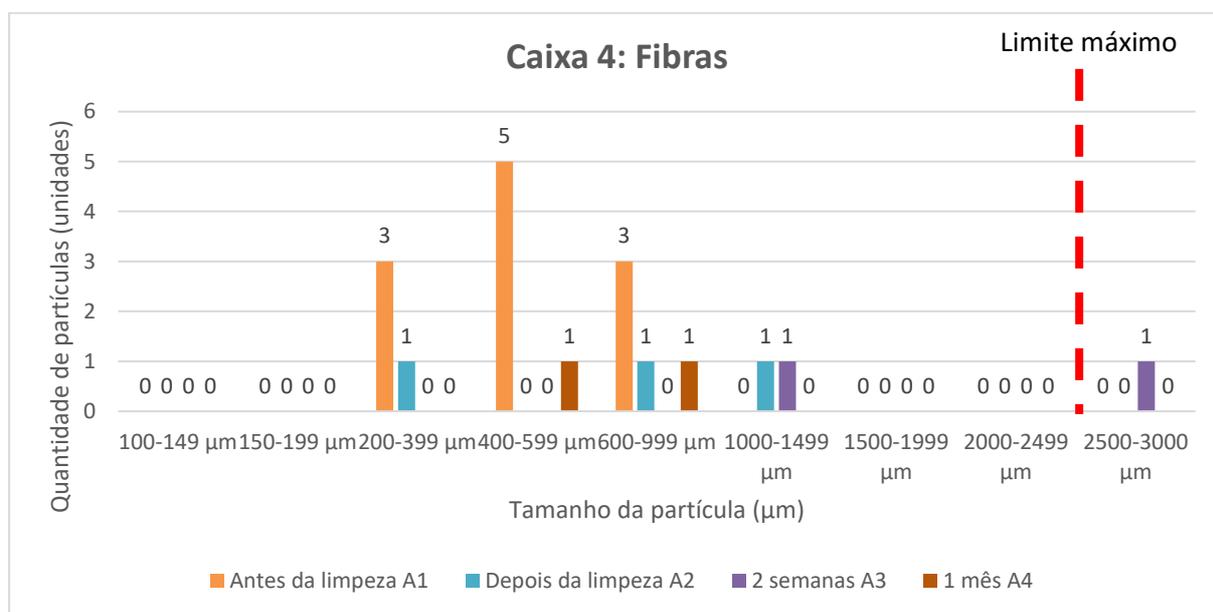


Figura 42: Caixa 4 - Fibras

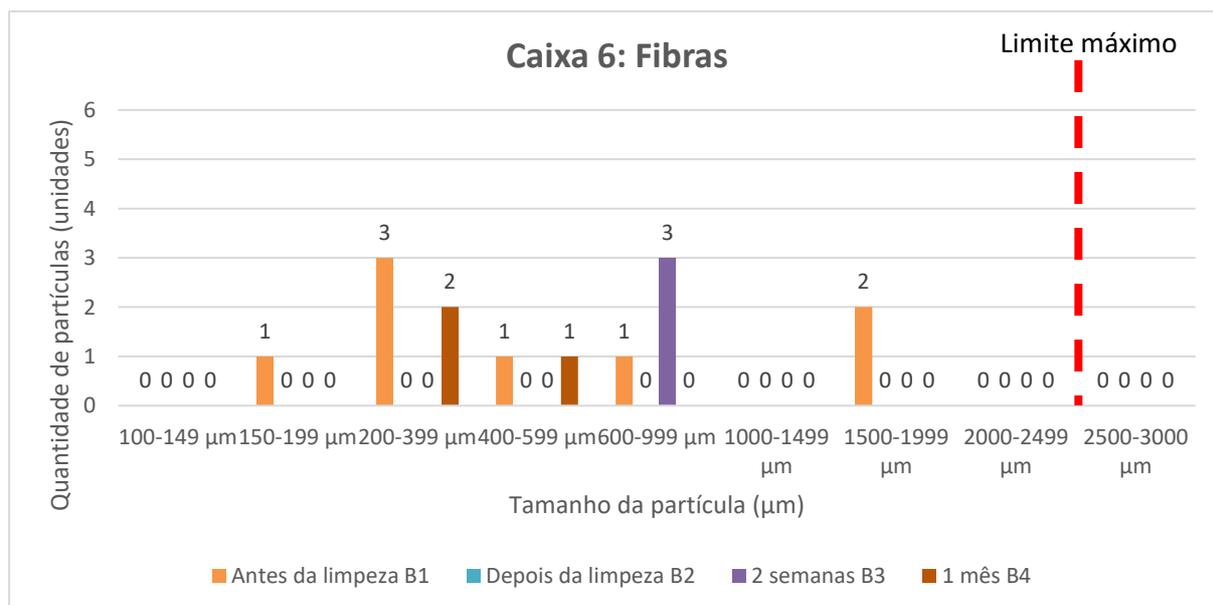


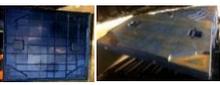
Figura 43: Caixa 6 - Fibras

Relativamente às fibras, na primeira situação (Figura 42) referente à Caixa 4, existe novamente incoerência dos dados uma vez que, no período relativo às duas semanas sem lavar a embalagem, existem fibras acima do limite máximo de 2500 μm e, de seguida, no período de um mês sem lavar a embalagem não existem fibras nenhuma. Por sua vez, no segundo caso (Figura 43), respetivo à Caixa 6, não existem nenhuma fibra acima do limite máximo de 2500 μm .

No Apêndice 1, estão disponíveis alguns exemplos de partículas contaminantes da Caixa 4 e Caixa 6, obtidos através do relatório com os resultados dos testes de Carimbo efetuados.

Assim sendo, uma vez que nos dois cenários das partículas não metálicas e das fibras existe sempre um com resultados incoerentes, é possível tomar como base o outro cenário. Desta forma, pelos resultados do cenário viável em cada partícula (metálica, não metálica e fibras) é aceitável lavar a embalagem após cada utilização; após duas semanas e ainda após um mês. Contudo, tendo sido realizado o teste de Carimbo apenas na zona interna da embalagem, esta acaba por acumular poeiras no exterior durante o tempo de armazenamento e circulação entre edifícios. Uma vez que esta vai para a produção, considerada uma zona limpa, convém manter a embalagem limpa tanto no interior como no exterior. Desta forma, lavar a embalagem após um mês seria um tempo exagerado pois acabaria por acumular poeiras no exterior. Posto isto, decidiu-se internamente na empresa avançar com a periodicidade quinzenal na lavagem das embalagens internas. Deste modo, quantificou-se o número de embalagens a lavar com periodicidade quinzenal (Tabela 16).

Tabela 16: Necessidade diária de embalagens para lavar com periodicidade quinzenal

Destinatário	Identificação da embalagem	Dimensão (mm)	Imagem	Antes	Depois	Periodicidade de lavagem
				Necessidade diária (uni.)	Necessidade diária (uni.)	
Cliente	Caixa 1	600x400x335		75	75	Após cada utilização
	Caixa 2	600x400x290		60	60	Após cada utilização
	Caixa 3	600x400x220		32	32	Após cada utilização
	Tampas de palete 1	1200x800x90		42	42	Após cada utilização
Internas	Caixa 4	600x400x220		200	20	Quinzenal
	Caixa 5	600x400x135		100	24	Quinzenal
	Caixa 6	300x400x220		300	48	Quinzenal
	Caixa 7	600x400x220		216	24	Quinzenal
	Caixa 8	300x400x220		925	120	Quinzenal
	Caixa 9	300x400x220		300	48	Quinzenal
	Tampas de palete 2	1200x800x70		46	14	Quinzenal
	Caixa 10	1200x800x1100		10	1	Quinzenal
Fornecedor	Caixa 11	600x400x220		420	420	Após cada utilização
Total				2726	928	

Pela Tabela 16, verifica-se que a quantidade necessária a lavar reduziu em cerca de 66%, aplicando uma periodicidade quinzenal nas embalagens internas, enquanto que as embalagens de cliente e de fornecedor continuam a ser lavadas após cada utilização.

A quantidade de embalagens a serem limpas com pressão de ar manteve-se, uma vez que estas são embalagens de cliente, por isso também se devem limpar após cada utilização. Com isto, no total, existe a necessidade de lavar/limpar cerca de 2266 embalagens.

5.2 Traceabilidade das embalagens retornáveis internas

Para ser possível controlar a periodicidade de limpeza quinzenal das embalagens, foi essencial implementar a rastreabilidade nas embalagens internas. Assim, colocou-se uma etiqueta com um código de barras de maneira a identificar cada uma das embalagens. Esta etiqueta é plastificada e ESD, sendo também muito resistente à lavagem das embalagens. Primeiramente, avançou-se com a embalagem identificada como Caixa 10, uma vez que é o único tipo de embalagem com menos quantidade e, assim, seria mais fácil de servir como piloto de estudo (Figura 44).



Figura 44: Caixa 10 com etiqueta de identificação

Estando todas as embalagens da Caixa 10 identificadas com um código de barras, o passo seguinte foi registar todas as embalagens no programa informático desenvolvido pela empresa para as rastrear e controlar o seu fluxo e processos.

Assim, o fluxo das embalagens e os registos a efetuar estão ilustrados na Figura 45.

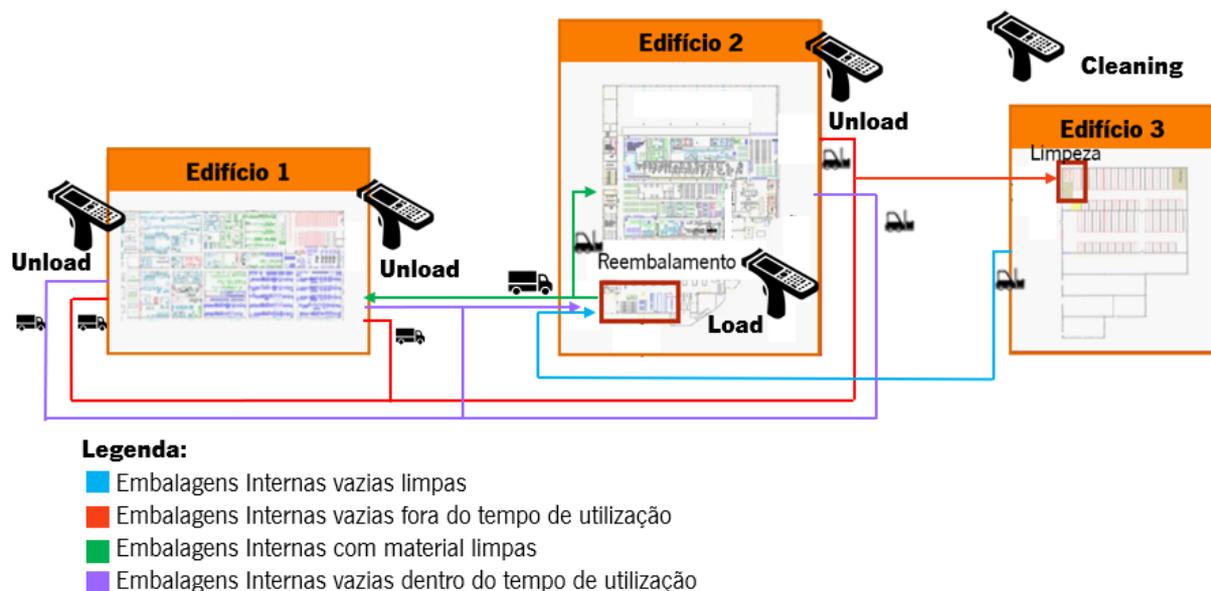


Figura 45: Fluxos e registros de rastreabilidade das embalagens internas

Como mostra a Figura 45 existem 3 registos diferentes necessários para ser possível rastrear as embalagens e ter controlo sobre os processos que efetuou. Estes registos caracterizam-se por:

- 1º) **Load**: deve ser efetuado antes de carregar a embalagem com material;
- 2º) **Unload**: deve ser efetuado após a embalagem ficar vazia;
- 3º) **Cleaning**: deve ser efetuado após a lavagem da embalagem.

O processo começa no edifício 2 iniciando com a leitura *Load* antes de carregar a embalagem com material. Assim que a embalagem tiver os componentes no seu interior, segue para a produção no edifício 1 ou 2 consoante o tipo de componente. No caso dos componentes inseridos na Caixa 10, estes apenas seguem para a produção do edifício 1.

Tendo sido os componentes consumidos na produção, é feito o registo *Unload* por um operador na caixa vazia.

Ao fazer a leitura *Unload* aparece um aviso a verde a informar que a embalagem está dentro do tempo limite (15 dias) (Figura 46) ou, por outro lado, aparece um aviso a laranja a informar que já ultrapassou o tempo limite e necessita de ser lavada (Figura 47).

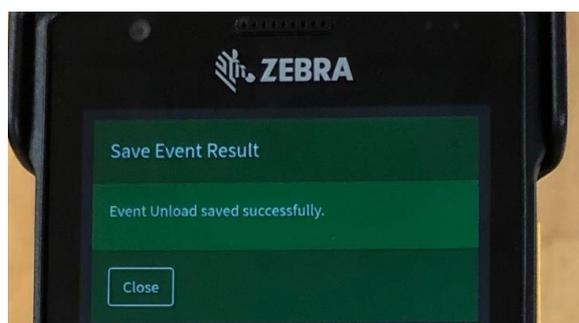


Figura 46: Aviso verde a informar que a embalagem está dentro da periodicidade quinzenal

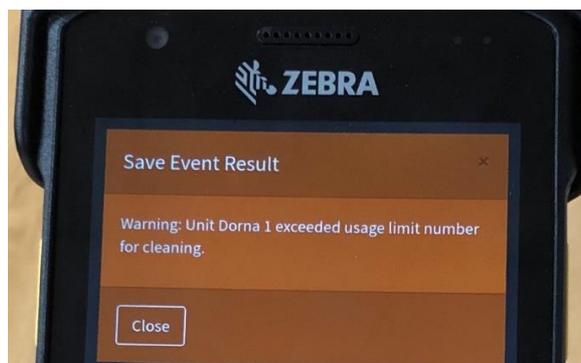


Figura 47: Aviso laranja a informar que a embalagem ultrapassou a periodicidade quinzenal e necessita de ser lavada

Assim, quando aparece o aviso verde a embalagem retoma para o edifício 2, enquanto que quando aparece o aviso a laranja, a embalagem vai para o edifício 3 para ser lavada. Para facilitar a distinção e evitar erros por parte dos colaboradores das rotas das várias embalagens identificadas como Caixa 10, foi criado um cartão com dois lados, em que um indica que a Caixa 10 está "OK"(Figura 48) e pode continuar no processo, e o outro lado indica que está "Não OK" (NOK) (Figura 49) e, por isso, necessita de ser lavada. Desta forma, o operador que efetua o *Unload* deve virar os dois cartões das laterais da Caixa 10 consoante o aviso que aparecer no leitor, para informar o operador da rota logística sobre o destino que a embalagem deve tomar.



Figura 48: Caixa 10 que pode continuar no processo



Figura 49: Caixa 10 que tem de ir para lavar

Quando a embalagem pode continuar no processo, então esta retoma para o edifício 2 para reiniciar o processo e fazer um novo registo *Load*.

Em contrapartida, quando a embalagem deve ir para lavar por ter ultrapassado o tempo limite de utilização, então esta vai para o edifício 3 para lavar. Após a lavagem da mesma, é efetuado o registo *Cleaning* pelo operador da lavagem. Por fim, a embalagem é filmada e retoma novamente ao edifício 2. Caso o operador que efetua o *Unload* se engane ou se esqueça de colocar o lado correto do cartão lateral e, posteriormente, o operador da rota entregue no edifício 2 uma embalagem que deveria ter ido para lavar, então o programa não aceita aquela embalagem, mostrando um erro, e, por isso, não se consegue usa-la. Neste caso, os operadores do edifício 2 devem mandar a embalagem para o edifício 3 para lavar. Todos os registos mencionados anteriormente são efetuados através de um leitor ZEBRA (Figura 50).



Figura 50: Leitor para efetuar os registos da rastreabilidade

Estes leitores foram colocados tanto no edifício 1 (Figura 51) como no edifício 3 para se poder fazer o registo. No edifício 2, foi possível reaproveitar o programa utilizado na zona de reembalamento para efetuar o registo.



Figura 51: Leitor no edifício 1

Através destes registos é ainda possível consultar o histórico de registos das embalagens (Figura 52). No histórico indica a data e hora que se efetuou cada registo e o operador que o registou.

The screenshot shows a web interface titled 'Event History'. At the top, there are navigation links for 'Home', 'Units', and 'Event History'. Below the title, there is a search section with a text input field containing 'dorna 16', a 'Date range:' label, a 'Date range picker' button, and a 'Search' button. Below the search section, a status bar indicates 'Unit DORNA 16 Status: Production'. The main content area is titled 'Unit DORNA 16 History' and includes a 'Show 10 entries' dropdown and a search input. A table displays the event history with columns: Date, Tag, Type, Operator, Location, Result, and Obs. The table contains one entry: 2022-05-06 09:37:02, DORNA 16, Load, FILIPA, LOAD01, PASS. Below the table, it says 'Showing 1 to 1 of 1 entries' and has 'Previous', '1', and 'Next' navigation buttons. At the bottom, there are two attribute panels: 'Family CTN-REPACKING-1200x800x1000 Attributes' with 'cleaning_months: 2' and 'cleaning_cnt: 20', and 'Unit DORNA 16 Attributes' with 'cleaning_cnt: 0'.

Figura 52: Histórico da rastreabilidade da Caixa 10

Sendo este um processo novo na empresa, foram feitas instruções de trabalho para os operadores. Estas estão disponíveis no Apêndice 2.

Contudo, este projeto apenas foi implementado na Caixa 10, pelo que o próximo passo seria implementar nas restantes embalagens retornáveis internas. Além disso, tendo em conta que circulam cerca de 2097 embalagens internas por dia, tendo de fazer registo em todas elas, seria necessário contratar mais 3 colaboradores para efetuar esse registo. Os cálculos intermédios com o tempo de cada registo estão no Apêndice 3.

O custo de aquisição de cada leitor é de 900 €. Tendo em conta que serão necessários 4 leitores como ilustrado na Figura 45, então, o custo de aquisição total é de 3.600€

Posto isto, o gasto inicial, referente ao custo de aquisição dos leitores e da contratação das 3 pessoas para efetuar os registos, seria de 8.100€. Por sua vez, o gasto mensal com este projeto para a empresa seria equivalente aos 3 operadores necessários a contratar 4.500€ por mês.

5.3 Cenários possíveis para a lavagem/limpeza das embalagens retornáveis

Sendo possível controlar a periodicidade das embalagens, fizeram-se várias análises que consistiram em comparar 8 cenários diferentes para a lavagem das embalagens retornáveis:

- 1) Tudo internamente com máquina alugada;
- 2) Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa 1

- 3) Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa 1
- 4) Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa 2
- 5) Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa 2
- 6) Tudo externamente Empresa 1
- 7) Tudo externamente Empresa 2
- 8) Tudo internamente com máquina nova

5.3.1 Cenário 1: Tudo internamente com máquina alugada

Na hipótese de lavar todas as embalagens internamente através da máquina alugada, ter-se-ia de mudar a sequência de tarefas do processo de lavagem, uma vez que a máquina não é eficiente no processo de secagem das embalagens devido à acumulação de água no topo das embalagens, como mencionado no capítulo 4. Posto isto, a sequência de tarefas seria:

1. Colocar as caixas e tampas das respectivas caixas no cesto da máquina;
2. Lavagem das caixas e tampas;
3. Tirar a água acumulada no topo das caixas;
4. Tempo de secagem na máquina;
5. Tirar as caixas do cesto da máquina;
6. Limpeza dos interiores de dois métodos diferentes:
 - 6.1. Na máquina:
 - 6.1.1. Colocar os interiores na máquina;
 - 6.1.2. Ciclo de lavagem e secagem dos interiores;
 - 6.1.3. Tirar os interiores da máquina;
 - 6.2. Com pistola de pressão ar;
7. Colocar os interiores e as tampas nas caixas, paletizar e filmar.

Seriam apenas adicionadas duas diferenças nas tarefas comparativamente à situação inicial, entre as quais: tirar a água acumulada no topo das caixas e lavar as tampas juntamente com as caixas, uma vez que inicialmente se lavavam separadamente.

Para ser possível avançar com esta hipótese seria essencial ter 3 turnos, um operador por turno, a operar com a máquina de lavagem de modo a ser possível lavar toda a necessidade diária. Adicionando o terceiro turno, é preciso também um operador para auxiliar e trabalhar com o empilhador para que o operador da máquina esteja 100% dedicado à mesma. Além disso também seriam necessários 2 operadores para se efetuar a limpeza das embalagens com a pressão de ar.

Contudo, devido à ineficiência da máquina do processo de secagem, não é possível lavar toda a necessidade diária das embalagens na máquina alugada, uma vez que o tempo operacional da máquina é de 27 horas, ultrapassando assim um dia. Assim, apenas seria possível lavar 781 embalagens (84% da necessidade de lavagem) que perfaz um tempo operacional da máquina de 22,76 horas. Todos os cálculos estão referenciados no Apêndice 6.

Assim, os custos que este cenário teria encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17: Cenário 1 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada)

	Lavagem interna
	Máquina alugada
Investimento	- €
Custo de aluguer maquina p/dia	208,64 €
Custo de lavagem p/dia	- €
Custo transporte/dia	- €
Custo do espaço ocupado/dia	304,64 €
Custo dos operadores p/dia	409,09 €
Despesas água, detergente e luz p/dia	68,18 €
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €
Verificação embalagem (feito por operadores)	136,36 €
N^o caixas lavadas e secas/dia (output)	781
N^o caixas limpas com pressão de ar	1338
Custo total por mês	24 791,98 €

Pela análise da Tabela 17, a empresa teria um gasto de 8 operadores, entres os quais seriam: 3 para a máquina de lavagem; 1 para o empilhador do terceiro turno; 2 para limpeza das embalagens com pressão de ar e 2 para a verificação de embalagem. Este custo está mencionado na parcela de custos dos operadores e verificação de embalagem feito por operadores. Por outro lado, uma vez que não teria subcontratação, não iria haver gastos com a lavagem externa, transporte e carga e descarga.

Assim, o gasto mensal para a empresa com este cenário seria de 24.791,98€. Contudo, como mencionado em cima, este cenário não é viável, uma vez que não seria possível lavar tudo internamente com esta máquina alugada devido à sua ineficiência.

5.3.2 Cenário 2: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa 1

Este cenário é idêntico à situação inicial, no entanto, apresenta diferenças na periodicidade da lavagem das embalagens internas e na limpeza com pressão de ar das embalagens. Na Tabela 18 encontram-se os custos que caracterizam este caso.

Tabela 18: Cenário 2 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 2 turnos mais externa Empresa 1

	Lavagem interna (máquina alugada) + externa Empresa 1		
	Lavagem interna (máquina alugada)	Lavagem externa (Empresa 1)	
Investimento	- €	- €	
Custo de aluguer maquina p/dia	208,64 €	- €	
Custo de lavagem p/dia	- €	234,00 €	
Custo transporte/dia	- €	55,00 €	
Custo do espaço ocupado/dia	283,65 €		
Custo dos operadores p/dia	272,73 €	- €	
Despesas água, detergente e luz p/dia	45,45 €	- €	
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €	0,02 €	
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	136,36 €		
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	292	636	
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338	—	Total
Custo total por mês	20 830,37 €	6 638,40 €	27 468,76 €

Neste caso, todas as embalagens seriam lavadas e limpas internamente com exceção da Caixa 6, 8, 9 e 11. Para a lavagem destas embalagens externamente, a Empresa 1 propôs um orçamento que se encontra igualmente discriminado por embalagem no Apêndice 4. O custo de transporte foi proposto pela transportadora a contratar, sendo esta diferente da empresa transportadora inicial.

Nesta situação teríamos 2 turnos dedicados à máquina, um operador por cada turno, e outros dois operadores dedicados à limpeza das caixas com pressão de ar. Comparativamente à situação inicial, apenas seria necessário contratar mais 2 pessoas para a limpeza das embalagens com pressão de ar. Assim, lavar-se-iam 292 caixas internamente e 636 externamente que perfazia um custo total mensal de 27.468,76€.

5.3.3 Cenário 3: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa 1

O terceiro cenário é praticamente igual ao cenário 2, mas com a diferença no número de operadores, uma vez que no cenário 2 a máquina estaria operacional em apenas 2 turnos, neste caso, seriam 3 turnos. Ao inserir o terceiro turno, seria necessário contratar mais um operador para a máquina de lavagem e outro operador para circular e auxiliar com o empilhador, uma vez que atualmente não tem ninguém a trabalhar no terceiro turno. Assim, ter-se-iam 3 pessoas por dia na máquina de lavagem, 2 pessoas a limpar as embalagens com pressão de ar e mais 1 operador no empilhador do terceiro turno. Neste caso, teriam de contratar mais 4 pessoas comparativamente à situação inicial.

Os custos que este cenário teria encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19: Cenário 3 – custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 3 turnos mais externa (Empresa 1)

	Lavagem interna (maquina alugada) + externa Empresa 1		
	Lavagem interna (máquina alugada)	Lavagem externa (Empresa 1)	
Investimento	- €	- €	
Custo de aluguer maquina p/dia	208,64 €	- €	
Custo lavagem/caixa	- €	96,00 €	
Custo transporte/dia	- €	42,00 €	
Custo do espaço ocupado/dia	301,53 €		
Custo dos operadores p/dia	409,09 €	- €	
Despesas água, detergente e luz p/dia	68,18 €	- €	
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €	0,02 €	
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	136,36 €		
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	760	168	
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338	—	
Custo total por mês	24 723,60 €	3 110,07 €	Total 27 833,66 €

Pela análise da Tabela 19, verifica-se que internamente lavar-se-iam mais embalagens do que externamente devido ao terceiro turno. Consequentemente, o custo de transporte e de lavagem na empresa externa é inferior comparativamente ao cenário 2.

Desta forma, o custo mensal que a empresa iria acarretar seria de 27.833,66€.

5.3.4 Cenário 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente Empresa 2

Esta hipótese vai de encontro ao cenário 2, no entanto, o que difere é a empresa subcontratada, pelo que os valores que se distinguem são o custo de lavagem e de transporte.

Na Tabela 20 estão os custos que a implementação desta situação teria.

Tabela 20: Cenário 4 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 2 turnos mais externa (Empresa 2)

	Lavagem interna (maquina alugada) + externa Empresa 2		
	Lavagem interna (máquina alugada)	Lavagem externa (Empresa 2)	
Investimento	- €	- €	
Custo de aluguer maquina p/dia	208,64 €	- €	
Custo de lavagem p/dia	- €	318,00 €	
Custo transporte/dia	- €	39,15 €	
Custo do espaço ocupado/dia	283,65 €		
Custo dos operadores p/dia	272,73 €	- €	
Despesas água, detergente e luz p/dia	45,45 €	- €	
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €	0,02 €	
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	68,18 €		
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	292	636	
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338	—	
Custo total por mês	19 330,37 €	8 137,70 €	Total 27 468,06 €

Assim, pela lavagem interna com a máquina alugada e limpeza das embalagens com pressão de ar, a empresa teria um gasto mensal de 19.330,37€ enquanto que com a lavagem externa na Empresa 2, o gasto mensal seria de 8.137,70€. No total, a empresa gastaria cerca de 27.468,06€ por mês.

5.3.5 Cenário 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente Empresa 2

Este cenário é também equivalente ao cenário 3, onde, mais uma vez, a diferença está na empresa externa subcontratada.

Na Tabela 21 estão os gastos referentes a esta situação.

Tabela 21: Cenário 5 - custo mensal lavagem interna (máquina alugada) com 3 turnos mais externa (Empresa 2)

	Lavagem interna (maquina alugada) + externa Empresa 2		
	Lavagem interna (máquina alugada)	Lavagem externa (Empresa 2)	
Investimento	- €	- €	
Custo de aluguer maquina p/dia	208,64 €	- €	
Custo de lavagem p/dia	- €	84,00 €	
Custo transporte/dia	- €	32,60 €	
Custo do espaço ocupado/dia	301,53 €		
Custo dos operadores p/dia	409,09 €	- €	
Despesas água, detergente e luz p/dia	68,18 €	- €	
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €	0,02 €	
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	136,36 €		
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	760	168	
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338	—	
Custo total por mês	24 723,60 €	2 639,27 €	Total 27 362,86 €

Posto isto, com este cenário a empresa teria um gasto mensal de 27.362,86€.

5.3.6 Cenário 6: Tudo externamente Empresa 1

Outra hipótese seria colocar todas as embalagens para lavar/limpar externamente.

Desta forma, o custo que a empresa teria ao subcontratar a Empresa 1 para esse serviço está descrito na Tabela 22.

Tabela 22: Cenário 6 - custo mensal lavagem externa (Empresa 1)

	Lavagem externa
	Empresa 1
Investimento	- €
Custo de aluguer maquina p/dia	- €
Custo de lavagem p/dia	1 123,43 €
Custo transporte/dia	139,00 €
Custo do espaço ocupado/dia	156,20 €
Custo dos operadores p/dia	- €
Despesas água, detergente e luz p/dia	- €
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	0,02 €
Verificação embalagem (feito por operadores)	136,36 €
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	928
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338
Custo total por mês	35 208,96 €

Nesta situação, já não se teria o custo de aluguer da máquina nem dos operadores. Em contrapartida, ter-se-ia na mesma o custo do espaço ocupado pelas embalagens para lavar e as embalagens limpas, apesar de ser inferior uma vez que deixar-se-ia de ter o espaço ocupado pela máquina de lavagem. A tarefa de verificação de embalagem também se mantinha, pois na Empresa 1 não teriam hipótese de realizar essa tarefa. Além disso, o custo de lavagem e de transporte seria superior comparativamente às situações anteriores. Com isto, a empresa teria uma despesa mensal de 35.208,96€.

5.3.7 Cenário 7: Tudo externamente Empresa 2

Por outro lado, também seria possível subcontratar a Empresa 2 para fazer este serviço completo. Na Tabela 23 estão os custos mensais para esta hipótese.

Tabela 23: Cenário 7 - custo mensal lavagem externa (Empresa 2)

	Lavagem externa
	Empresa 2
Investimento	- €
Custo de aluguer maquina p/dia	- €
Custo de lavagem p/dia	1 206,25 €
Custo transporte/dia	318,60 €
Custo do espaço ocupado/dia	40,41 €
Custo dos operadores p/dia	- €
Despesas água, detergente e luz p/dia	- €
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	0,02 €
Verificação embalagem (feito por operadores)	- €
Nº caixas lavadas e secas/dia (output)	928
Nº caixas limpas com pressão de ar	1338
Custo total por mês	35 434,76 €

Neste caso, comparativamente ao cenário 6, a empresa teria um custo de lavagem e de transporte superior. No entanto, esta empresa teria oportunidade de armazenar as embalagens limpas no seu armazém, sendo que só regressavam à empresa quando fossem necessárias para a produção. Por este motivo, o custo do espaço ocupado é inferior. Além disso, a Empresa 2 também teria operadores para efetuar a verificação das embalagens, pelo que a empresa não teria quaisquer gastos com operadores. Posto isto, o custo mensal para este cenário seria de 35.434,76€.

5.3.8 Cenário 8: Tudo internamente com máquina nova

Por fim, a última hipótese seria investir numa máquina nova (Figura 53) com efeito de ser possível lavar tudo internamente. No Anexo 2, tem o desenho técnico da máquina nova.



Figura 53: Máquina de lavagem nova

O investimento desta máquina é de 230.000€. Este modelo é usado por outra empresa APTIV da Polónia, pelo que foi comprovada pela mesma, através de vídeos e imagens, que a máquina é eficiente no processo de secagem, não acumulando água no topo das embalagens. Além disso, tem dois cestos, pelo que permite que o processo seja o mais eficiente possível, uma vez que durante o ciclo de lavagem de um cesto, o operador pode encher o outro para que, deste modo, a máquina nunca esteja parada. No Apêndice 6 estão, mais uma vez, todos os cálculos efetuados.

Na Tabela 24 encontram-se os gastos mensais que a empresa teria com este cenário.

Tabela 24: Cenário 8 - custo mensal de lavagem interna (máquina nova)

	Lavagem interna
	Máquina nova
Investimento	230 000,00 €
Custo de aluguer maquina p/dia	- €
Custo de lavagem p/dia	- €
Custo transporte/dia	- €
Custo do espaço ocupado/dia	396,34 €
Custo dos operadores p/dia	409,09 €
Despesas água, detergente e luz p/dia	68,18 €
Custo de carga e descarga atual p/dia p/caixa	- €
Verificação embalagem (feito por operadores) p/dia	136,36 €
N^o caixas lavadas e secas/dia (output)	928
N^o caixas limpas com pressão de ar	1338
Custo total por mês	22 219,42 €

Analisando a Tabela 24, o gasto mensal que a empresa teria, após ter feito o investimento, seria de 22.219,42€.

Sintetizando todos os cenários (Tabela 25):

Tabela 25: Síntese dos 8 cenários possíveis

Cenários lavagem	Lavagem interna (caixas p/dia)	Lavagem externa (caixas p/dia)	Tempo operacional máquina interna (h)	Turnos	Caixas a limpar p/dia	Custo total p/mês
1. Interna (máquina alugada)	928 (100%)	0	27,02	3	1338	24 791,98 €
2. Interna (máquina alugada) e externa (Empresa 1)	292 (31%)	636 (69%)	15,57	2	1338	27 468,76 €
3. Interna (máquina alugada) e externa (Empresa 1)	760 (82%)	168 (18%)	22,82	3	1338	27 833,66 €
4. Interna (máquina alugada) e externa (Empresa 2)	292 (31%)	636 (69%)	15,57	2	1338	27 468,06 €
5. Interna (máquina alugada) e externa (Empresa 2)	760 (82%)	168 (18%)	22,82	3	1338	27 362,86 €
6. Externa (Empresa 1)	0	928 (100%)	0	0	1338	35 208,96 €
7. Externa (Empresa 2)	0	928 (100%)	0	0	1338	35 434,76 €
8. Interna (máquina nova)	928 (100%)	0	22,71	3	1338	22 219,42 €

Através da Tabela 25, verifica-se que em todos os cenários é possível cumprir com lavagem diária das embalagens todas exceto no cenário 1, uma vez que o tempo que a máquina de lavagem está operacional ultrapassa um dia, como já foi referido anteriormente. Todos os cálculos efetuados encontram-se no Apêndice 6.

Para os cenários 2, 3, 4, 5, 6 e 7, os custos de lavagem na empresa externa e transporte, tanto na Empresa 1 como na Empresa 2 estão detalhados no Apêndice 4. Por sua vez, o Apêndice 5 apresenta os custos do espaço ocupado para todos os cenários também de forma detalhada. No Apêndice 6 estão todos os tempos detalhados para cada cenário referentes à lavagem/limpeza das embalagens retornáveis.

Posto isto, conclui-se que o cenário mais vantajoso para a empresa é o cenário 8, o qual consiste em comprar uma máquina nova. Contudo, tendo em conta que um investimento tem um processo longo e complexo, é essencial tomar uma decisão a curto prazo, enquanto que se processa a compra da máquina. Assim, de forma a que a empresa consiga garantir a lavagem das embalagens todas diariamente e, conseqüentemente, evitar que haja contaminação nos seus componentes e produtos, a solução mais económica a curto prazo seria optar pelo cenário 5, que consiste em colocar 3 turnos internamente e subcontratar a Empresa 2.

Para determinar o ROI, não sendo possível comparar com a situação inicial uma vez que não se lava/limpa todas as embalagens necessárias diariamente, fez-se o cálculo através do cenário a curto prazo VS cenário a longo prazo. Assim, este é determinado pelo investimento da máquina sobre a diferença entre o cenário a curto prazo e o cenário a longo prazo (Equação 1):

$$\text{ROI} = \frac{\text{Investimento da máquina}}{(\text{Cenário a curto prazo} - \text{Cenário a longo prazo})} \quad (1)$$

Sendo a aquisição da máquina inicial de 230.000€, o ROI é equivalente a 3 anos e 9 meses.

5.4 Reembalamento de materiais conforme a procura

Para além das soluções propostas anteriormente e implementações feitas, também se efetuou uma melhoria na área de reembalamento de materiais conforme a procura (*Repack on demand*).

Como descrito no capítulo 4, neste tópico não havia controlo sobre a quantidade mínima a armazenar nas estantes de cada componente necessário para a produção. Conseqüentemente, armazenava-se demasiada quantidade pelo que as embalagens ficavam armazenadas no armazém (zona CG0) sem nenhuma proteção durante muito tempo, acumulando contaminação. De seguida, estas embalagens seguiam todas contaminadas para a produção (zona CG2).

Posto isto, tendo sido já criada pela empresa uma base de dados com alguns *part numbers* de componentes necessários a fazer reembalamento para poderem ir para a produção, reaproveitou-se a mesma e fez-se a sua atualização para determinar a quantidade mínima e máxima a armazenar.

A base de dados constitui as seguintes informações:

- 1) *Part Number* do componente;
- 2) Designação do componente;
- 3) Destino de produção (edifício 1 ou 2);
- 4) Tipo de embalagem de reembalamento;

- 5) Consumo de peças por dia;
- 6) Número de peças por caixa;
- 7) Número de caixas mínimo ($\frac{1}{2}$ dia);
- 8) Número de caixas máximo (1 dia);

O parâmetro referente ao mínimo necessário a armazenar garante produção para meio-dia, enquanto que o máximo é para um dia. Existem componentes cujo consumo na produção é muito elevado e, por isso, estes devem ser abastecidos à palete.

Contudo, existem materiais cuja rotatividade é superior comparativamente a outros, devido à produção constante e quantidade a produzir desses produtos. Assim, através das listas de *picking* enviadas diariamente pela produção e com o auxílio dos colaboradores que gerem essas tarefas todos os dias, fez-se a separação dos componentes que têm rotatividade elevada, rotatividade baixa e abastecimento à palete.

Desta forma, deu-se uso a várias rampas vazias que se encontrava à beira da zona de reembalamento para colocar os materiais com consumo elevado. Nas rampas foram colocadas etiquetas com o material respetivo a alocar naquele local, bem como a quantidade mínima e máxima. Além disso, para que as caixas possam avançar para a produção sem contaminação, isolaram-se as rampas com cortinas ESD para evitar que as embalagens fiquem com partículas contaminantes (Figura 54). Assim, as caixas estão armazenadas numa zona considerada por CG1, podendo avançar para a zona CG2 da produção.



Figura 54: Rampas com caixas para a produção isolada com cortinas ESD

O facto de as embalagens estarem em rampas inclinadas, é facilmente cumprido o FIFO no abastecimento das mesmas. As caixas com baixo consumo/rotatividade e o material que tem de ser abastecido à palete encontram-se nas estantes utilizadas inicialmente (Figura 55).

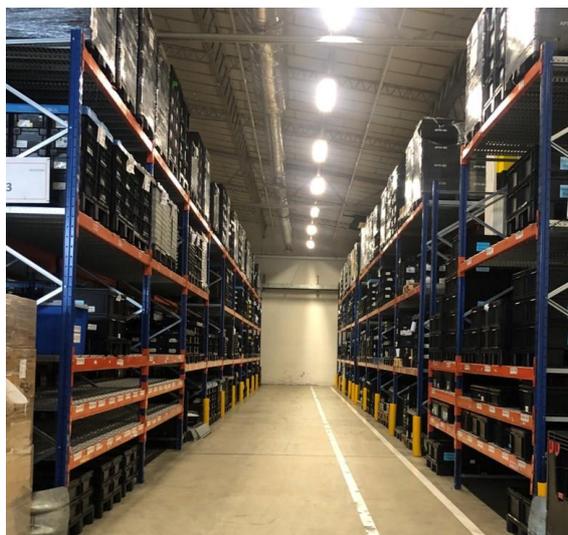


Figura 55: Estantes com material de baixo consumo e material abastecido à paleta

Tendo em conta que as estantes da Figura 55 se encontram numa zona CG0, deve-se filmar com filme plástico todas as embalagens/paletes que se destinam às mesmas (Figura 56). Desta forma, as embalagens encontram-se protegidas das partículas contaminantes, podendo avançar para a produção. No entanto, antes de entrar para a produção o filme plástico deve ser removido.



Figura 56: Embalagens com material filmadas que ficam armazenadas na estante da zona CG0

A atualização da base de dados deve ser realizada uma vez por mês, uma vez que vai havendo componentes que se tornam obsoletos e, por isso, devem ser removidos da zona de reembalamento, assim como, há componentes novos que necessitam de ser inseridos. No Apêndice 7 encontram-se as instruções de trabalho realizadas para os operadores acerca de todas as tarefas a realizar para manter o trabalho standardizado.

5.5 Síntese de melhorias

Por fim, na Tabela 26 encontra-se a síntese dos problemas mencionados no capítulo 4 com as melhorias respetivas implementadas.

Tabela 26: Síntese das melhorias

Processo	ANTES	DEPOIS
Lavagem/Limpeza das embalagens	<p>a) Máquina alugada ineficiente na secagem das embalagens por acumular água no topo das mesmas;</p> <p>b) Da necessidade diária apenas se está a limpar/lavar 18% das embalagens;</p> <p>c) Embalagens lavadas após cada utilização. Averiguar se existe a necessidade de lavar após cada utilização ou se se pode reduzir a frequência de lavagem, de modo a reduzir a necessidade diária.</p> <p>d) Recontaminação das embalagens após o processo de lavagem das mesmas;</p> <p>e) Utilização de embalagens com partículas contaminantes na zona de produção;</p> <p>f) Incumprimento dos requisitos da norma da limpeza técnica. Embalagens sobem 2 níveis de limpeza. Vão de CG0 para CG2.</p>	<p>a) Lavagem com periodicidade quinzenal nas embalagens retornáveis internas. Redução de 66% da necessidade diária.</p> <p>b) Solução mais económica a curto prazo: Limpeza das embalagens com pressão de ar + Lavar 82% da necessidade internamente na máquina com 3 turnos + 18% da necessidade externamente na Empresa 2. Custo total mensal: 27.362,86€.</p> <p>c) Solução mais económica a longo prazo: comprar máquina nova (230.000€). Limpeza e lavagem das embalagens apenas internamente com 3 turnos. Custo total mensal: 22.219,42€.</p> <p>d) ROI (cenário curto prazo VS cenário longo prazo): 3 anos e 9 meses.</p> <p>e) Poupança mensal (cenário curto prazo VS cenário longo prazo): 5.143,54€.</p> <p>f) Todas as embalagens retornáveis são lavadas na máquina industrial e limpas com pistola de ar. Assim que estas são lavadas/limpas, são filmadas e depois vão para a produção, cumprindo os requisitos de limpeza.</p>
Traceabilidade	<p>a) Falta de identificação nas embalagens;</p> <p>b) Inexistência de rastreabilidade. Falta de controlo sobre a localização e histórico de processos;</p> <p>c) Registo manual numa folha. Dificuldade em perceber o conteúdo pois, por vezes a letra é ilegível.</p>	<p>a) Caixa 10 com identificação. Colocar etiquetas nas restantes embalagens.</p> <p>b) Projeto de traceabilidade implementado para Caixa 10. Implementar para as restantes embalagens retornáveis internas.</p> <p>c) Registo num sistema informático (programa da traceabilidade). Custo aquisição inicial: 8.100€. Custo mensal: 4500€</p>
Reembalamento conforma a procura (Repack on demand)	<p>a) Caixas sem proteção armazenadas numa estante do armazém (CG0) para depois irem para a produção (CG2);</p> <p>b) Acumulação de sujidade nas embalagens;</p>  <p>c) Dificuldade em cumprir o FIFO e ineficiência nas tarefas para que seja possível cumprir a regra mencionada;</p> <p>d) Falta de controlo sobre a quantidade mínima a armazenar de cada <i>part number</i> de acordo com o consumo do mesmo na produção.</p>	<p>a) Utilização de rampas isoladas com cortinas ESD (CG1) + filme plástico envolvente nas embalagens/paletes que ficam armazenadas nas estantes iniciais. Assim, o material segue para a produção em embalagens limpas, sendo possível avançar para a produção (zona CG2);</p>  <p>b) Com as rampas inclinadas facilmente se cumpre o FIFO nas embalagens com maior rotatividade, para além de ficar mais perto para os operadores da zona de reembalamento, logo não perdem tanto tempo a abastecer as rampas;</p> <p>c) Atualização da base de dados existente com o mínimo e máximo de embalagens para cada material a fazer reembalamento de modo a não armazenar muita quantidade de cada componente.</p>

6. CONCLUSÕES

No capítulo 6 encontram-se descritas as principais conclusões obtidas com a realização do projeto de dissertação. Em último, são apresentadas as propostas de trabalho futuro que não foram possíveis concluir ao longo do estágio.

6.1 Considerações Finais

A indústria automóvel é uma indústria que está em constante inovação, a qual é destacada pela forte tendência em se adaptar facilmente às mudanças e produzir novos produtos que levem à satisfação do cliente. Estes demonstram-se cada vez mais preocupados e ao mesmo tempo exigentes com a qualidade dos seus produtos. Desta forma, é fulcral garantir a máxima qualidade nos produtos, assegurando conforto e segurança para o cliente, cumprindo todas as exigências implícitas numa indústria automóvel, para evitar reclamações ou, no pior dos casos, acidentes.

A logística inversa tem vindo a ser cada vez mais implementada nas indústrias com o principal objetivo de reduzir custos e desperdícios. No que diz respeito às embalagens retornáveis estas têm como intuito reduzir/eliminar a elevada quantidade de resíduos que as embalagens descartáveis libertam. Apesar de gerar bastantes benefícios face ao meio ambiente e de seguirem as regulamentações impostas, estas requerem um aumento da complexidade de gestão e manuseamento das mesmas. Para uma gestão e controlo eficiente, é essencial ter um sistema de monitorização que permita rastrear e localizar as embalagens retornáveis. Além disso, sendo a embalagem um dos meios logísticos mais suscetíveis à contaminação envolvida no meio ambiente, é necessário mantê-la sempre limpa para ser possível reutilizá-la e, desta forma, evitar recontaminação dos componentes para garantir um bom funcionamento do produto.

A limpeza técnica na indústria automóvel ainda é um conceito recente, mas num futuro próximo irá ter muito impacto em toda a cadeia de abastecimento para o desenvolvimento de produtos cujos componentes são sensíveis, como placas eletrónicas. Desta forma é essencial seguir os requisitos exigidos pela norma VDA 19 (2010).

Este projeto foi desenvolvido na Aptivport Services S.A, no departamento logístico, o qual teve como principal objetivo implementar melhorias nos processos de limpeza técnica.

A metodologia usada durante o decorrer do projeto foi Investigação-Ação, que se caracteriza pelo envolvimento do investigador no ambiente empresarial em estudo e a sua participação ativa no projeto.

O objetivo desta metodologia consiste na resolução de problemas, implementando melhorias e avaliando os resultados das mesmas.

O projeto de desenvolvimento focou-se na melhoria da limpeza técnica das embalagens retornáveis da empresa, de forma a garantir que todas as embalagens retornáveis ficassem lavadas/limpas cumprindo todos os requisitos da empresa. Assim, os problemas identificados foram separados em 3 grandes tópicos que se complementam: Lavagem das embalagens; Traceabilidade e Reembalamento de materiais conforme a procura. Todos eles vão de encontro ao facto de 82% das embalagens irem contaminadas para a produção, sendo esta considerada a área mais limpa (CG2), uma vez que apenas se estava a lavar/limpar 18% da necessidade diária.

Para responder à primeira questão de investigação “As embalagens carecem de ser limpas após cada utilização?”, foram realizados testes de Carimbo para analisar a contaminação das embalagens e para averiguar a frequência de lavagem das mesmas. Após a análise dos resultados dos testes verificou-se que é possível alterar a periodicidade de lavagem após cada utilização para quinzenalmente, reduzindo a necessidade diária das embalagens para lavar em 66%.

Para um controlo mais eficiente na periodicidade, registo da lavagem e fluxos, implementou-se um sistema de traceabilidade informático. Apesar deste sistema apenas ter sido implementado num tipo de embalagem, designada por Caixa 10, foi notória as várias melhorias tais como, maior controlo no processo de lavagem e utilização da embalagem, bem como registo automático num sistema acessível a todos os colaboradores da empresa.

Além disso, foi efetuado um estudo aprofundado de vários cenários possíveis para o processo de lavagem/limpeza de todas as embalagens retornáveis. O cenário mais económico foi comprar uma máquina de lavagem nova de modo a ser possível lavar/limpar todas as embalagens retornáveis. Contudo, sendo um investimento um processo complexo e longo ficou decidido um cenário a curto prazo para que a lavagem/limpeza das embalagens necessárias diariamente seja feita a 100%. Não sendo possível ter meio de comparação a nível de custos com a situação inicial, uma vez que não se estavam a lavar/limpar todas as embalagens, fez-se a comparação do investimento da máquina com o cenário a curto prazo e a longo prazo. Assim, com a compra da máquina de 230.000€, a empresa poupa mensalmente cerca de 5.143,54€, sendo o ROI ao fim de 3 anos e 9 meses.

Respondendo à segunda questão de investigação “O processo de limpeza deve ser realizado internamente ou externamente?”, torna-se evidente que a empresa obtém maior lucro lavando e limpando todas as embalagens necessárias internamente com a máquina nova.

Para além de melhorar a lavagem/limpeza das embalagens retornáveis, também foi essencial melhorar a zona onde estas são armazenadas para seguirem limpas para a produção. Assim, foi atualizada a base de dados com os materiais que têm de ser reembalados de acordo com o seu consumo, para posteriormente serem armazenados em rampas, cumprindo facilmente o FIFO. Nas rampas foram colocadas cortinas para ficarem isoladas do armazém, de modo a que as embalagens com os componentes não acumulem partículas contaminantes provenientes da circulação de empilhadores, entre outros. Desta forma, as embalagens seguem para a produção, considerada a área mais limpa (CG2) sem contaminação.

Por fim, conclui-se que foram alcançados todos os objetivos definidos para o projeto, e que a sua implementação trouxe vários benefícios para a empresa, tanto na eficiência do processo de lavagem e redução de contaminação nas embalagens que seguem para a produção, como no controlo e visibilidade dos fluxos das embalagens retornáveis.

6.2 Trabalho Futuro

Como já foi mencionado, a rastreabilidade apenas foi implementada na Caixa 10, pelo que esta deve ser realizada no mesmo processo para as restantes embalagens.

Tendo em conta que a Aptivport Services S.A é uma empresa inovadora e que atribui grande importância à melhoria contínua, existem aspetos desta implementação que devem posteriormente ser melhorados, tais como:

- Registos no sistema informático da rastreabilidade mais rápidos e com menos campos para preencher;
- Tornar o sistema visível em todos os momentos, e não apenas através dos registos efetuados pelo operador pela leitura do scanner.
- Avaliar se o sistema RFID é mais vantajoso comparando custos vs simplicidade no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adlmaier, D., & Sellitto, M. A. (2007). *Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa*. 17(2), 395–406. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132007000200014>
- Ait-Kadi, D., Chouinard, M., Marcotte, S., & Riopel, D. (2012). *Sustainable Reverse Logistics Network*. <https://doi.org/10.1002/9781118387177>
- Athanasopoulou, A., de Reuver, M., Nikou, S., & Bouwman, H. (2019). What technology enabled services impact business models in the automotive industry? An exploratory study. *Futures*, 109(April), 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.04.001>
- AuYong, H. N., Zailani, S., & Aziz, A. A. (2017). Incorporating sustainability into supply chain logistics: Evolution and future opportunities. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 23(4), 267–294.
- Brundtland, G. (1987). *Our Common Future, From One Earth to One World* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Caridade, R., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. G. (2017). Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1096–1103. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.170>
- Carvalho, J.; Guedes, A. ., Arantes, A. ., Martins, A. ., Póvoa, A. ., Luís, C. ., Dias, E. ., Dias, J. ., Menezes, J. ., Ferreira, L. ., Carvalho, M. ., Oliveira, R. ., Azevedo, S. ., & Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Edições si).
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). *Investigação-Ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas* (2nd ed., pp. 355–380). Lusoimpress.
- CSCMP. (2013). *SCM Definitions and Glossary of Terms*. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- CSCMP. (2022). *CSCMP Supply Chain Management definitions and glossary*. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- Czajkowska, A., & Stasiak-Betlejewska, R. (2015). Quality management tools applying in the strategy of logistics services quality improvement. *Serbian Journal of Management*, 10(2), 225–234. <https://doi.org/10.5937/sjm10-8095>
- Dzetzit, A., & Nagit, G. (2017). Research on importance of cleanliness in manufacturing reliable products for automotive. *MATEC Web of Conferences*.
- FABER, J., BRODZIK, K., & NYCZ, M. (2021). Understanding technical cleanliness: importance, assessment, maintenance. *Combustion Engines*, 186(3), 41–50. <https://doi.org/10.19206/ce-140531>
- Fleckenstein, T., & Pihlstroem, E. (2015). *Returnable Packaging in the Automotive Supply Chain From a supplier's perspective*.
- GS1 Traceability Standard. (2007). The GS1 Traceability Standard: What you need to know. *Management*, 76(4), 1–35. http://www.gs1.org/docs/traceability/GS1_traceability_what_you_need_to_know.pdf
- Koblener, G. (n.d.). Trends in automotive parts cleaning. *IST International Surface Technology*, 10(1), 36–37. <https://doi.org/10.1007/s35724-017-0012-4>
- Kövi, M., & Ji, J. (2020). *Technical Cleanliness in Electronics Manufacturing* (Vol. 67521, Issue November, pp. 311–314).
- Kroon, L., & Vrijens, G. (1995). Returnable containers: An example of reverse logistics. *International*

- Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 56–68.
<https://doi.org/10.1108/09600039510083934>
- Lacerda, L. (2002, January). *Logística Reversa. Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais*. Revista Tecnológica. https://issuu.com/publicare/docs/tecno_janeiro_2002_completa0001_bea292660b3eb4/47?e=3094345/6436134
- Lai, J., Harjati, A., McGinnis, L., Zhou, C., & Guldborg, T. (2008). An economic and environmental framework for analyzing globally sourced auto parts packaging system. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1632–1646. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.01.011>
- Leite, V. (2009). *Logística reversa como instrumento para a materialização do desenvolvimento sustentável*. September 2009. <https://www.researchgate.net/publication/289245739%0ALOGÍSTICA>
- Lixandru, C. G. (2016). Supplier Quality Management for Component Introduction in the Automotive Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 423–432. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.132>
- Loebbecke, C., & Powell, P. (1998). Competitive advantage from IT in logistics: The integrated transport tracking system. *International Journal of Information Management*, 18(1), 17–27. [https://doi.org/10.1016/S0268-4012\(97\)00037-6](https://doi.org/10.1016/S0268-4012(97)00037-6)
- Mahmoudi, M., & Parviziomran, I. (2020). Reusable packaging in supply chains: A review of environmental and economic impacts, logistics system designs, and operations management. *International Journal of Production Economics*, 228(March), 107730. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107730>
- Martin, C. (2011). Logistics & Supply Chain Management. In *Communications of the ACM* (Vol. 48, Issue 4). <http://www.springerlink.com/openurl.asp?id=doi:10.1023/B:BTTJ.0000047119.22852.38>
- Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: Past, present and future. *Computers and Industrial Engineering*, 43(1–2), 231–249. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(02\)00066-9](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00066-9)
- Moore, R. (2005). *Reverse Logistics - the least used differentiator*. [https://www.yumpu.com/en/document/read/1708376/reverse-logistics-the-least-used-differentiator-ops-supply-differentiator-ops-supply](https://www.yumpu.com/en/document/read/1708376/reverse-logistics-the-least-used-differentiator-ups-supply-differentiator-ops-supply)
- Ohmae, K. (1982). The Mind of the Strategist. In *Academy of Management Learning & Education* (Vol. 2, Issue 4). <https://doi.org/10.5465/amle.2003.11901970>
- Oravec, M., Divoková, A., Lipovský, P., Karásek, M., & Janošík, R. (2019). Technical Cleanliness - a Requirement of Precision Manufacturing. *Acta Mechanica Slovaca*, 23(4), 46–51. <https://doi.org/10.21496/ams.2020.008>
- Palsson, H. (2018). *Packaging Logistics: Understanding and managing the economic and environmental impacts of packaging in supply chains*. <https://books.google.com.mx/books?id=WyxwDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=I5GgQI09jv&lr&hl=pt-BR&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>
- Pečman, J., & Luptak, V. (2021). CLEANLINESS TEST FOR VARIABLE PACKAGING SOLUTIONS IN THE AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN. In *The Archives of Automotive Engineering – Archiwum Motoryzacji* (Vol. 91, Issue 1, pp. 49–62).
- Rausch, A., Brox, O., Grewe, A., Ibe, M., Jauns-Seyfried, S., Körner, M., Küpper, S., Mauritz, M., Knieke, C., Peters, H., Strasser, A., Vogel, M., & Weiss, N. (2015). Managed and continuous evolution of dependable automotive software systems. In *TU-Clausthal* (pp. 96–105). <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00060152>
- Rogers, D.; Lembke, R. (1998). *Going Backwards : Reverse Logistics Trends and Practices*.
- Sanders, N. (2012). *Supply Chain Management: A global prespective*.
- Santos, N., Barbosa, D., Maia, P., Fernandes, F. A., Rebelo, M. P., Silva, P. V., Sameiro Carvalho, M.,

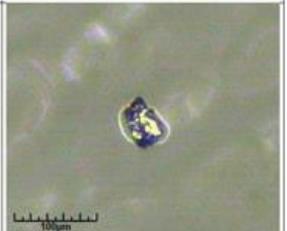
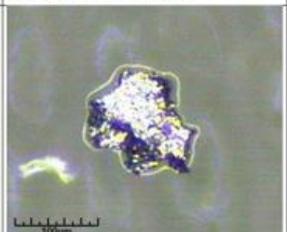
- Fernandes, J. M., & Machado, R. J. (2016). iFloW: An integrated logistics software system for inbound supply chain traceability. *Proceedings of the I-ESA Conferences, 8*, 187–197. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30957-6_15
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research methods for business students* (4th ed.). Financial Times/Prentice Hall.
- Schuler, R. S., & Jackson, S. E. (1987). Linking Competitive Strategies with Human Resource Management Practices. In *The Academy of Management Executive* (Vol. 1, Issue 3, pp. 207–219). <https://doi.org/10.5465/ame.1987.4275740>
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production, 16*(15), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- Silva, D. A. L., Renó, G. W. S., Sevegnani, G., Sevegnani, T. B., & Truzzi, O. M. S. (2013). Comparison of disposable and returnable packaging: A case study of reverse logistics in Brazil. *Journal of Cleaner Production, 47*, 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.057>
- Silva, N., & Pålsson, H. (2022). Industrial packaging and its impact on sustainability and circular economy: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production, 333*(December), 130165. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130165>
- Szymonik, A. (2016). Packaging in logistics. *ResearchGate, January*, 1–12. https://www.researchgate.net/publication/297368732_PACKAGING_IN_LOGISTICS
- Toni, M., Renzi, M. F., Pasca, M. G., Guglielmetti Mugion, R., Pietro, L. di, & Ungaro, V. (2021). Industry 4.0 an empirical analysis of users' intention in the automotive sector. *International Journal of Quality and Service Sciences, 13*(4), 563–584. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-04-2020-0062>
- Twede, D., & Clarke, R. (2004). Supply chain issues in reusable packaging. *Journal of Marketing Channels, 12*(1), 7–26. https://doi.org/10.1300/J049v12n01_02
- VDA 19. (2010). *Quality Management in the Automotive Industry: Technical cleanliness in assembly - Environment, Logistics, Personnel and Assembly Equipment* (1st-part ed.).
- VDA 19. (2015). *Quality Management In the Automotive Industry: Inspection of Technical Cleanliness - Particulate contamination of functionally-relevant automotive components* (2nd Revise, Vol. 19).
- Vecchio, I., Schladitz, K., Godehardt, M., & Heneka, M. J. (2012). 3D geometric characterization of particles applied to technical cleanliness. In *Image Anal Stereol* (Vol. 31, Issue 3, pp. 163–174). <https://doi.org/10.5566/ias.v31.p163-174>
- Zhang, Q., Segerstedt, A., Tsao, Y. C., & Liu, B. (2015). Returnable packaging management in automotive parts logistics: Dedicated mode and shared mode. *International Journal of Production Economics, 168*, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.002>
- Zijm, Henk; Klumpp, Matthias; Regattieri, Alberto; Heragu, S. (2012). *Operations, Logistics and Supply Chain Management* (Springer (ed.)). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_21
- ZVEI. (2018). *Guideline - Technical Cleanliness in Electrical Engineering: Dirt is simply matter in the wrong place* (2nd extend).

APÊNDICES

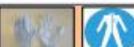
APÊNDICE 1 – EXEMPLOS DE PARTÍCULAS CONTAMINANTES DO RELATÓRIO DOS TESTES DE CARIMBO

Na Tabela 27 encontram-se alguns exemplos obtidos dos relatórios dos testes de Carimbo de partículas metálicas, não-metálicas e fibras antes de lavar a Caixa 4 e a Caixa 6.

Tabela 27: Exemplos de partículas contaminantes antes da lavagem Caixa 4 e Caixa 6

	Partículas metálicas		Partículas não-metálicas		Fibras	
Caixa 4	Largest metallic shining particle	Second largest metallic shining particle	Largest not shining particle	Second largest not shining particle	Largest fiber	Second largest fiber
						
	Bildtext Description Länge [µm] Length Breite [µm] Width	Metallisch glänzendes Partikel Metallic shining particle 58 36	Bildtext Description Länge [µm] Length Breite [µm] Width	Nichtglänzendes Partikel Not shining particle 774 59	Bildtext Description Länge F _{max} [µm] Length F _{max} Länge L _{av} [µm] Length L _{av}	Faser/Fuse fiber/fluff 830 776 879 948
Caixa 6	Largest metallic shining particle	Second largest metallic shining particle	Largest not shining particle	Second largest not shining particle	Largest fiber	Second largest fiber
						
	Bildtext Description Länge [µm] Length Breite [µm] Width	Metallisch glänzendes Partikel Metallic shining particle 148 113	Bildtext Description Länge [µm] Length Breite [µm] Width	Nichtglänzendes Partikel Not shining particle 504 171	Bildtext Description Länge F _{max} [µm] Length F _{max} Länge L _{av} [µm] Length L _{av}	Faser/Fuse fiber/fluff 1577 1540 2333 1721

APÊNDICE 2 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO PROJETO DE TRACEABILIDADE DAS EMBALAGENS

<p>Processo Modelo: Leituras Load, Unload e Cleaning - Dornas Lugar: Edif.1, Edif.2 e Edif.3</p>	<p>Sinalética de Segurança</p> 	<p>Notas Importantes:</p> <p style="background-color: yellow; padding: 2px;">Em caso de algum erro detetado, informar a chefia.</p> <p style="background-color: yellow; padding: 2px;">Certificar que os dois cartões laterais da dorna estão virados para o mesmo lado.</p>
---	--	--

Fluxo do processo

Legenda:

- Dornas limpas
- Dornas sujas (>= 2 meses e/ou >= 20 utilizações)

1º) Load: a leitura deve ser feita no edifício 2 (zona de repacking) antes de colocar o material na dorna.

2º) Unload: a leitura deve ser feita no edifício 1 (cais Sul) assim que a dorna ficar vazia.

3º) Cleaning: a leitura deve ser feita no edifício 3 assim que a dorna estiver limpa e pronta para ser usada novamente. No fim deve-se filmar para retomar ao edifício 2.

Material a usar:



Dorna



Android ZEBRA



Computador



Scanner

Figura 57: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens

Standardized Operation Sheet / Instruções de Trabalho

Processo/Modelo: Leituras Load, Unload e Cleaning - Dornas Lugar: Edif.1, Edif.2 e Edif.3		Notas importantes: <div style="background-color: yellow; padding: 2px; text-align: center;">Em caso de algum erro detetado, informar a chefia.</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px; text-align: center;">Certificar que os cartões laterais da dorna estão virados para o mesmo lado.</div>	
--	--	---	--

Registo Load - Edifício 2

- Equipamento de registo:

Scanner



Computador



- Operador: Repacking

- Momento do registo: Antes de colocar o material dentro da dorna

Procedimento Load

(A)



1º) Dorna: ler o código de barras da dorna
 2º) Utilizador: ler o código de barras do cartão do operador
 3º) Doc. material: ler o código de barras da guia do material

(B)



Etiqueta colada

Ler o código de barras do material e colar a etiqueta impressa no mesmo. Repetir para todos os materiais da guia.

(C)



Colocar os materiais com a etiqueta dentro da dorna.

(D)



Guia terminada

D1

Continuar na mesma dorna

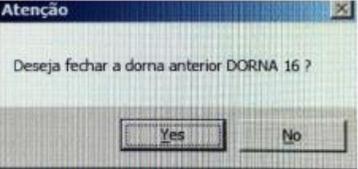
Ler nova guia. Repete passo A até C

D2

Mudar de dorna

Apaga o texto do campo "Dorna" e lê o código de barras da dorna que quer usar

(D2)



Atenção

Deseja fechar a dorna anterior DORNA 16 ?

Yes No

Aviso a perguntar se quer fechar a dorna anterior.

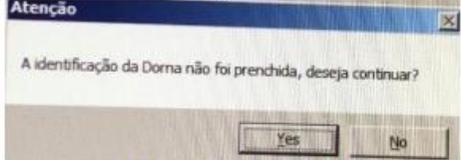
SIM

Conta um uso da dorna

NÃO

A dorna fica em aberto

(E)



Atenção

A identificação da Dorna não foi preenchida, deseja continuar?

Yes No

Aviso a perguntar se quer continuar sem dorna associada no caso de ter lido primeiro a guia

SIM

Pode ler as guias dos materiais sem dorna associada

NÃO

Tem de ler o código de barras da dorna

Figura 58: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação)

Standardized Operation Sheet / Instruções de Trabalho

<p>Processo/Modelo: Leituras Load, Unload e Cleaning - Dornas</p> <p>Lugar: Edif.1, Edif.2 e Edif.3</p>	<p>Sinalética de Segurança</p> 	<p>Notas importantes:</p> <p style="background-color: yellow; padding: 2px;">Em caso de algum erro detetado, informar a chefia.</p> <p style="background-color: yellow; padding: 2px;">Certificar que os cartões laterais da dorna estão virados para o mesmo lado.</p>
---	--	--

Registo Unload - Edifício 1

- Equipamento de registo:
Android ZEBRA



- Operador: Cais Sul

- Momento do registo: Após a dorna ficar vazia

Procedimento Unload



Passos:

- 1º) Abrir a aplicação;
- 2º) Ir a operations – Load/Unload;
- 3º) **Type of event:** selecionar Unload
Unit ID: Ler o código de barras da dorna
Location: ler o código de barras com a localização (está junto ao suporte do android)
User: ler o código de barras do cartão do operador que efetua este registo
- 4º) Submit

Nota: os passos 1 e 2 apenas se tem de fazer uma vez



Nota: uma dorna tem dois suportes nas laterais. Os cartões de ambos os suportes devem estar virados para o mesmo lado.

Figura 59: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação)

Standardized Operation Sheet / Instruções de Trabalho

<p>Processo/Modelo: Leituras Load, Unload e Cleaning - Dornas</p> <p>Lugar: Edf.1, Edf.2 e Edf.3</p>	<p>Sinalética de Segurança</p> 	<p>Notas importantes:</p> <p>Em caso de algum erro detetado, informar a chefia.</p> <p>Certificar que os cartões laterais da dorna estão virados para o mesmo lado.</p>
--	--	---

<p>Registo Cleaning - Edifício 3</p> <p>- Equipamento de registo: Android ZEBRA</p>  <p>- Operador: Lavagem</p> <p>- Momento do registo: Após a dorna estar limpa e apta a ser usada novamente</p>	<p>Procedimento Cleaning</p>  <p>Passos:</p> <p>1º) Abrir a aplicação</p> <p>2º) Ir a maintenance - cleaning</p> <p>3º) Unit ID: ler o código de barras da dorna User: ler o código de barras do cartão do operador que efetua este registo Location: ler o código de barras com localização (está junto ao suporte do android)</p> <p>4º) Submit</p>  <p>Filmar a dorna</p> <p>Edf.2</p>
--	---

Nota: os passos 1 e 2 apenas se tem de fazer uma vez

MATRIZ DE FERRAMENTAS/ DISPOSITIVOS			
Task ID	Designação	Nº Dispositivo	Aparelho

REGISTO DE REVISÕES			
Revisão	Descrição	Realizado por:	Data
1	Edição inicial	Daniela Almeida	2007/0/022

Figura 60: Instrução de Trabalho do projeto de rastreabilidade das embalagens (continuação)

APÊNDICE 3 – TEMPOS DESPENDIDOS A EFETUAR OS REGISTOS DA TRACEABILIDADE

Registo *Load*: O operador apenas tem de ler o código de barras de cada embalagem antes de colocar cada material no seu interior. Todo o registo é feito automaticamente através do programa instalado, pelo que não acrescenta tempo significativo nas tarefas dos colaboradores.

Registo *Unload*: O operador tem de ler o código de barras assim que a embalagem ficar vazia. No leitor o operador tem de ler vários campos (Figura 61):

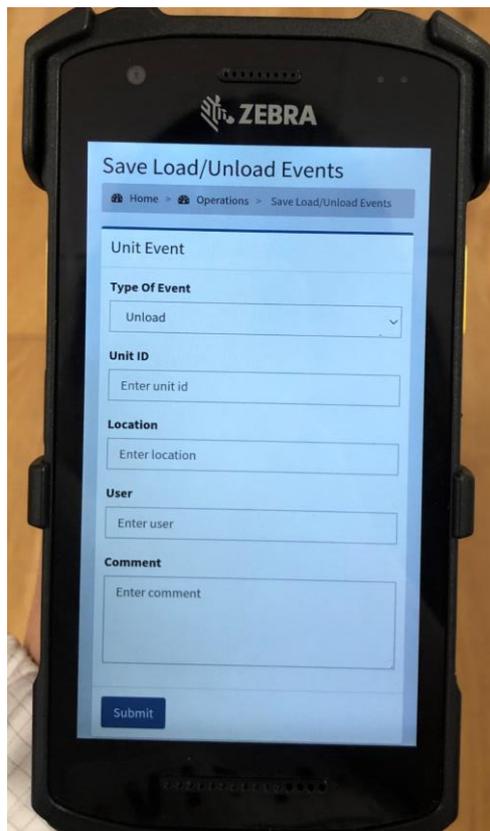
A Zebra handheld device screen displaying a form titled "Save Load/Unload Events". The form includes a breadcrumb trail: Home > Operations > Save Load/Unload Events. The form fields are: "Unit Event" with a dropdown menu set to "Unload"; "Unit ID" with a text input field labeled "Enter unit id"; "Location" with a text input field labeled "Enter location"; "User" with a text input field labeled "Enter user"; and "Comment" with a text input field labeled "Enter comment". A "Submit" button is located at the bottom of the form.

Figura 61: Campos a preencher no registo *Unload*

- 1º) fazer *scanner* do código de barras;
- 2º) ler o código de barras indicado na placa em cima do suporte do leitor;
- 3º) ler o código de barras do cartão do colaborador que está a fazer o registo;
- 4º) Submeter.

Posto isto, o tempo ocupado para cada registo, sendo que se faz um registo por caixa, é de 35 segundos. Tendo em conta que o registo será efetuado em todas as embalagens retornáveis internas sem periodicidade (2097 caixas), pois a periodicidade é aplicada após o registo *Unload*, uma vez que é neste

registro que indica se a embalagem pode continuar no processo ou tem de ir para lavar. Assim, o tempo total necessário a dedicar a este será de, aproximadamente, 20 horas por dia.

Tendo em conta que a carga horária dos 3 turnos por dia é de 23 horas, para realizar o registro *Unload* são necessários 3 operadores.

Registro *Cleaning*: Após a lavagem da embalagem, o operador deve efetuar o registro *Cleaning*. Neste caso, o número de embalagens a ler diariamente são apenas aquelas com periodicidade quinzenal para indicar o dia em que esta foi lavada. Assim, o número de embalagens retornáveis internas a ler diariamente são cerca de 300 caixas.

Tendo em conta que os campos a preencher são os mesmos campos que o registro *Unload* (Figura 62), este registro demora o mesmo tempo. Assim, o tempo total diário necessário é de aproximadamente 3 horas. Este registro deve ser efetuado pelo operador da lavagem no momento em que a máquina está operacional.

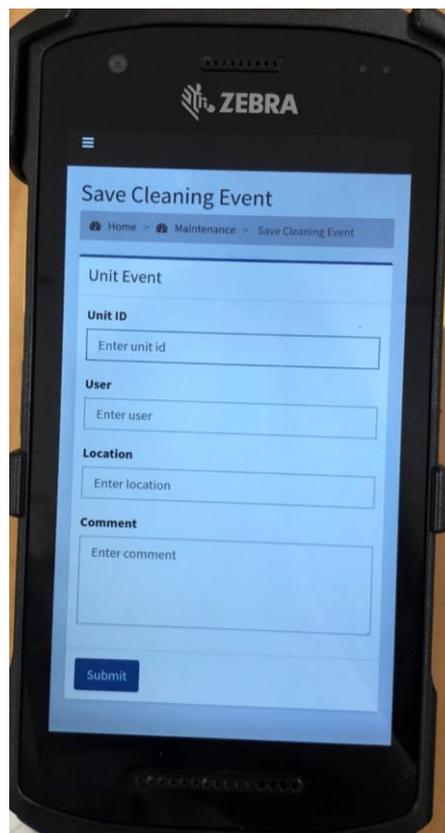
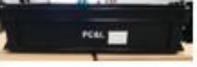
A photograph of a Zebra-branded smartphone displaying a mobile application interface. The screen shows a form titled "Save Cleaning Event" with a breadcrumb trail: Home > Maintenance > Save Cleaning Event. The form is organized into sections: "Unit Event" with a "Unit ID" field (placeholder: "Enter unit id"); "User" with a "User" field (placeholder: "Enter user"); "Location" with a "Location" field (placeholder: "Enter location"); and "Comment" with a "Comment" field (placeholder: "Enter comment"). A blue "Submit" button is located at the bottom left of the form area. The Zebra logo is visible at the top of the phone's bezel.

Figura 62: Campos a preencher no registro *Cleaning*

APÊNDICE 4 – ORÇAMENTO PARA LAVAGEM, TRANSPORTE E CARGA E DESCARGA DE CADA TIPO DE EMBALAGEM EXTERNAMENTE NA EMPRESA 1 E EMPRESA 2

Tabela 28: Orçamento para lavagem/limpeza das embalagens na Empresa 1 e Empresa 2

Identificação da embalagem	Dimensão (mm)	Imagem	Necessidade diária c/ periodicidade (uni.)	Nº paletes diários	Preço unitário de lavagem empresa 1	Preço unitário de lavagem empresa 2	Custo lavagem diária empresa 1	Custo lavagem diária empresa 2
Caixa 1	600x400x335		75	5	1,01 €	0,60 €	76,01 €	45,00 €
Caixa 2	600x400x290		60	4	1,44 €	0,60 €	86,40 €	36,00 €
Caixa 3	600x400x220		32	2	0,90 €	0,60 €	28,80 €	19,20 €
Tampas de palete 1	1200x800x90		42	3	4,47 €	1,45	187,74 €	60,9
Caixa 12	490x295x275		1248	52	0,3	0,5	374,4	624
Caixa 13	600x400x290		90	6	0,3	0,50 €	27,00 €	45,00 €
Caixa 4	600x400x220		20	1	0,30 €	0,50 €	6,00 €	10,00 €
Caixa 5	600x400x135		24	1	0,30 €	0,50 €	7,20 €	12,00 €
Caixa 6	300x400x220		48	1	0,25 €	0,50 €	12,00 €	24,00 €
Caixa 7	600x400x220		24	1	0,85 €	0,60 €	20,40 €	14,40 €
Caixa 8	300x400x220		120	3	0,70 €	0,50 €	84,00 €	60,00 €
Caixa 9	300x400x220		48	1	0,25 €	0,50 €	12,00 €	24,00 €
Tampas de palete 2	1200x800x70		14	1	4,47 €	1,45 €	62,58 €	20,30 €
Caixa 10	1200x800x1100		1	1	12,90 €	1,45 €	12,90 €	1,45 €
Caixa 11	600x400x220		420	21	0,30 €	0,50 €	126,00 €	210,00 €
Total			2266	103			1 123,43 €	1 206,25 €

Na Tabela 28 tem o orçamento fornecido pelas empresas externas para lavar/limpar todo o tipo de embalagens retornáveis.

Cenário 2: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 1)

Tabela 29: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 1 – cenário 2

Lavagem Empresa 1	Quantidade	Cotação	Preço lavagem p/dia
Caixa 8	120	0,70 €	84,00 €
Caixa 9	48	0,25 €	12,00 €
Caixa 6	48	0,25 €	12,00 €
Caixa 11	420	0,30 €	126,00 €
Total			234,00 €

Cenário 3: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 1)

Tabela 30: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 1 – cenário 3

Lavagem Empresa 1	Quantidade	Cotação	Preço lavagem p/dia
Caixa 8	120	0,70 €	84,00 €
Caixa 9	48	0,25 €	12,00 €
Total			96,00 €

Cenário 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 2)

Tabela 31: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 2 – cenário 4

Lavagem Empresa 2	Quantidade	Cotação	Preço lavagem p/dia
Caixa 8	120	0,50 €	60,00 €
Caixa 9	48	0,50 €	24,00 €
Caixa 6	48	0,50 €	24,00 €
Caixa 11	420	0,50 €	210,00 €
Total			318,00 €

Cenário 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 2)

Tabela 32: Cotação lavagem de embalagens na Empresa 2 – cenário 5

Lavagem Empresa 2	Quantidade	Cotação	Preço lavagem p/dia
Caixa 8	120	0,50 €	60,00 €
Caixa 9	48	0,50 €	24,00 €
Total			84,00 €

Cenário 6: Tudo externamente (Empresa 1)

Cotação= 1123,43€

Cenário 7: Tudo externamente (Empresa 2)

Cotação = 1206,45€

Os custos de transporte fornecidos pela Empresa 2, uma vez que esta também tem transporte apropriado, tanto para transportar paletes para a Empresa 2 como para a Empresa 1, encontram-se descritos na Tabela 33 e Tabela 34.

Tabela 33: Orçamento de transporte da Empresa 2 com destino para Empresa 1

Transportadora	Destino	Custo	Nº paletes
Empresa 2	Empresa 1	42,00 €	2 paletes até 6 paletes
	Empresa 1	45,00 €	8 no chão ou até 16 empilhadas
	Empresa 1	55,00 €	20 no chão ou até 40 empilhadas
	Empresa 1	84,00 €	33 no chão ou até 66 empilhadas

Tabela 34: Orçamento de transporte da Empresa 2 com destino para Empresa 2

Transportadora	Destino	Custo	Nº paletes
Empresa 2	Empresa 2	29,80 €	1 paleta
	Empresa 2	32,60 €	2 paletes até 6 paletes
	Empresa 2	35,50 €	8 no chão ou até 16 empilhadas
	Empresa 2	39,15 €	20 no chão ou até 40 empilhadas
	Empresa 2	73,45 €	33 no chão ou até 66 empilhadas

Para além disso, no caso da Empresa 2, caso as embalagens fiquem lá armazenadas há um acréscimo no custo devido ao *handling* de paletes, sendo este de 2€ por cada paleta que entra e sai do armazém.

Cenário 2: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 1)

Nº de paletes a transportar = 27 paletes

Custo de transporte = 55€

Cenário 3: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 1)

Nº paletes a transportar = 4 paletes

Custo de transporte = 42€

Cenário 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 2)

Nº paletes a transportar = 27 paletes

Custo de transporte = 39,15€

Cenário 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 2)

Nº paletes a transportar = 4 paletes

Custo de transporte = 32,60€

Cenário 6: Tudo externamente (Empresa 1)

Nº paletes a transportar = 103 paletes

Custo de transporte = 139,00€

Cenário 7: Tudo externamente (Empresa 2)

Nº paletes a transportar = 103 paletes

Custo de transporte = 112,60€

Custo de *handling* de paletes = 206€

Custo total de transporte + *handling* = 318,60€

Relativamente ao custo estimado de carga e descarga de paletes para o camião que, posteriormente leva as embalagens sujas para a Empresa 1/Empresa 2, e entrega as embalagens limpas na APTIV:

Nº caixas/paleta (média) = 24 caixas

Tempo estimado de carga e descarga por paleta (min.) = 4 minutos

Considerando que cada mês tem 22 dias úteis, cada dia 8 horas e cada hora 60 minutos:

Custo do operador p/mês = 1500€

Custo do operador/minuto = $1500/22/8/60 = 0,142$ €/min.

Custo de carga e descarga p/ caixa = $(4/24) \times 0,142 = \mathbf{0,02€}$

APÊNDICE 5 – CUSTO DO ESPAÇO OCUPADO PARA CADA CENÁRIO

Para determinar o custo do espaço ocupado, fez-se uma análise de quantas paletes caberiam no espaço ocupado pelo processo de lavagem, ou seja, máquina de lavagem, corredor com embalagens para lavar e corredor com embalagens lavadas. Posteriormente, uma vez que a empresa não tem nenhum parâmetro associado ao valor gasto pelo espaço ocupado internamente, determinou-se através do valor que a empresa teria ao colocar essas paletes num armazém externo.

Assim, os parâmetros são:

Armazenamento: 0,19€/dia

Manuseamento: 2€ por cada paleta que sai ou entra no armazém

Transporte: 73,45€ por cada 33 paletes no chão do caminhão/viagem (ida e volta)

Com a máquina alugada o espaço ocupado traduzido em número de paletes seria (Tabela 35):

Tabela 35: Espaço ocupado traduzido em número de paletes (máquina alugada)

Situação atual	máquina alugada	corredor cx sujas	corredor cx limpas
comprimento	5,22 m	11,58 m	11,58 m
largura	14,2 m	14,4 m	8,8 m
altura	4,66 m	4,66 m	4,66 m
Nºpaletes (2 níveis)	88 Paletes	192 Paletes	112 Paletes

Situação atual: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 1)

Nº de paletes lavadas externamente = 18 paletes

Corredor de caixas sujas = 192-18= 174 paletes

Tabela 36: Custo total de armazenamento - situação atual

situação atual	máquina alugada	corredor cx sujas	corredor cx limpas	
Nºpaletes (2 níveis)	88 Paletes	174 Paletes	112 Paletes	
Armazenar	6 102,80 €	12 066,90 €	7 767,20 €	
Handling	9 152,00 €	18 096,00 €	11 648,00 €	
Transporte	9 706,67 €	19 192,73 €	12 353,94 €	
custo p/ano	24 961,47 €	49 355,63 €	31 769,14 €	Custo total
Custo p/dia	68,39 €	135,22 €	87,04 €	290,65 €

Pela Tabela 36, o custo de armazenamento por dia seria de 290,65€.

Cenário 1: Tudo Internamente (máquina alugada) com 3 turnos

Tabela 37: Custo total de armazenamento - cenário 1

Cenário 1	máquina alugada	corredor cx sujas	corredor cx limpas	
Nº paletes (2 níveis)	88 Paletes	192 Paletes	112 Paletes	
Armazenar	6 102,80 €	13 315,20 €	7 767,20 €	
Handling	9 152,00 €	19 968,00 €	11 648,00 €	
Transporte	9 706,67 €	21 178,18 €	12 353,94 €	
custo p/ano	24 961,47 €	54 461,38 €	31 769,14 €	Custo total
Custo p/dia	68,39 €	149,21 €	87,04 €	304,64 €

No cenário 1 (Tabela 37), o custo de armazenamento por dia seria de 304,64€.

Cenário 2 e 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 1/Empresa 2)

Os custos de armazenamento do cenário 2 e 4 são iguais, uma vez que vão o mesmo número de paletes para a empresa externa em cada cenário.

Total de paletes com 2 níveis = $88+192+112= 392$ paletes

Nº de paletes para Empresa 1/Empresa 2 = 27 paletes

Nº de paletes a armazenar internamente = $392-27= 365$ paletes

Tabela 38: Custo total de armazenamento - cenário 2 e 4

Nº paletes a armazenar interno (2 níveis)	365 paletes	
Armazenar	25 312,75 €	
Handling	37 960,00 €	
Transporte	40 260,61 €	
Custo p/ano	103 533,36 €	
Custo p/dia	283,65 €	Custo total

No cenário 2 e 4 (Tabela 38), o custo de armazenamento por dia seria de 283,65€.

Cenário 3 e 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 1/Empresa 2)

Os custos de armazenamento do cenário 2 e 4 são iguais, uma vez que vão o mesmo número de paletes para a empresa externa em cada cenário.

Total de paletes com 2 níveis = $88+192+112= 392$ paletes

Nº de paletes para Empresa 1/Empresa 2 = 4 paletes

Nº de paletes a armazenar internamente = $392-4= 388$ paletes

Tabela 39: Custo total de armazenamento - cenário 3 e 5

Nº paletes a armazenar interno (2 níveis)	388	paletes	
Armazenar	26 907,80 €		
Handling	40 352,00 €		
Transporte	42 797,58 €		
Custo p/ano	110 057,38 €		
Custo p/dia	301,53 €		Custo total

No cenário 3 e 5 (Tabela 39), o custo de armazenamento por dia seria de 301,53€.

Cenário 6: Tudo externamente (Empresa 1)

Com a periodicidade quinzenal, o número total de paletes com embalagens para lavar corresponde a cerca de 103 paletes, como mencionado na Tabela 40.

Tabela 40: Custo total de armazenamento - cenário 6

Nº paletes p/ empresa 1	103	paletes	
Total de paletes (2 níveis)	392	paletes	
Nº paletes (2 níveis) na máquina atual	88	paletes	
paletes a armazenar interno (2 níveis)	201	paletes	
Armazenar	13 939,35 €		
Handling	20 904,00 €		
Transporte	22 170,91 €		
Custo p/mes:	57 014,26 €		
Custo p/dia	156,20 €		Custo total

Neste caso, a empresa externa não teria capacidade de armazenar todas as embalagens, por isso apenas iriam para a Empresa 1 as embalagens que têm de ser lavadas no próprio dia. Posto isto, de todo o espaço ocupado pela lavagem na situação atual, apenas se iria deixar de ter o espaço ocupado pela máquina alugada, que é equivalente a 88 paletes. Desta forma, existindo um total de 392 paletes com 2 níveis e subtraindo as paletes que vão para a Empresa 1 para lavar e as paletes equivalentes ao espaço ocupado pela máquina alugada, obtém-se o espaço que se iria manter ocupado com as embalagens lavadas e as embalagens para lavar, que neste caso equivale a 201 paletes.

Posto isto, no cenário 6, o custo de armazenamento por dia seria de 156,20€.

Cenário 7: Tudo externamente (Empresa 2)

Neste cenário, a Empresa 2 tem capacidade para armazenar todas as embalagens, pelo que internamente apenas se vai ocupar espaço com as embalagens lavadas para o próprio dia.

Assim, dividindo as 103 paletes por 2 níveis dá cerca de 52 paletes no chão.

Tabela 41: Custo total de armazenamento - cenário 7

Nº paletes c/cx limpas	103	paletes
Espaço ocupado (2 níveis)	52	paletes
Armazenar	3 606,20 €	
Handling	5 408,00 €	
Transporte	5 735,76 €	
Custo p/ano	14 749,96 €	
Custo p/dia	40,41 €	Custo total

Assim, no cenário 7 (Tabela 41), o custo de armazenamento por dia seria de 40,41€.

Cenário 8: Tudo internamente (máquina nova)

Com a máquina nova, o espaço ocupado, traduzindo-o em número de paletes, seria (Tabela 42):

Tabela 42: Espaço ocupado traduzido em número de paletes (máquina nova)

situação futura	máquina nova		corredor cx sujas		corredor cx limpas	
comprimento	9,82	m	12,9	m	12,9	m
largura	14,4	m	14,4	m	8,8	m
altura	4,66	m	4,66	m	4,66	m
Nºpaletes (2 níveis)	168	Paletes	216	Paletes	126	Paletes

Tabela 43: Custo total de armazenamento - cenário 8

situação futura	máquina nova		corredor cx sujas		corredor cx limpas	
Nºpaletes (2 níveis)	168	Paletes	216	Paletes	126	Paletes
Armazenar	11 650,80 €		14 979,60 €		8 738,10 €	
Handling	17 472,00 €		22 464,00 €		13 104,00 €	
Transporte	18 530,91 €		23 825,45 €		13 898,18 €	
custo p/ano	47 653,71 €		61 269,05 €		35 740,28 €	
Custo p/dia	130,56 €		167,86 €		97,92 €	
						Custo total
						396,34 €

Por fim, no cenário 8 (

Tabela 43), o custo de armazenamento por dia seria de 396,34€.

APÊNDICE 6 – TEMPOS DOS CENÁRIOS POSSÍVEIS DA LAVAGEM/LIMPEZA DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS COM PERIODICIDADE

Cenário 1: Tudo Internamente com máquina alugada

A Tabela 44 representa o número de lavagens necessárias de acordo com a capacidade máxima da máquina de lavar alugada pela empresa.

Tabela 44: Número de lavagens necessárias de acordo com a capacidade da máquina alugada

Tipo de embalagem	Unidade	Dimensão	Necessidade e cx p/dia	QTD cx por palete	Numero de paletes	Número de caixas a lavar	Capacidade cesto de lavagem	Número de lavagens
Caixa 8	Caixa	300x400x180	120	40	3	120	12	10
	Tampa 30x40	300x400x20	120			120	85	-----
	Interior	352x254x40	120			120	-----	-----
Caixa 4	Caixa	600x400x220	20	20	1	20	17	1
	Tampa 60x40	600x400x20	20			20	85	-----
Caixa 6	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	4
	Tampa 30x40	300x400x20	48			48	12	-----
Caixa 5	Caixa	600x400x150	24	24	1	24	24	1
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	-----
Tampa de palete 2	Tampa PCL	1200x800x90	14	14	1	14	2	7
Caixa 10	Dorna	1200x800x1100	1	1	1	1	1	1
Caixa 1	Caixa + tampa	600x400x320	75	15	5	75	9	9
	Interior	560x362x250	75			-----	-----	-----
Caixa 2	Caixa	600x400x280	60	15	4	60	12	5
	Tampa 60x40	600x400x20	60			60	85	-----
	Interior	541x360x140	60			60	28	3
Caixa 7	Caixa	600x400x220	24	24	1	24	17	2
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	-----
	Interior	557x358x130	24			24	-----	-----
Tampa de palete 1	Tampa azul	1200x800x90	42	14	3	42	2	21
Caixa 3	Caixa	600x400x220	32	16	2	32	17	2
	Tampa 60x40	600x400x20	32			85	85	1
	Interior	560x365x190	32			32	-----	-----
Caixa 9	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	4
	Tampa	300x400x20	48			-----	-----	-----
Caixa 11	Caixa GLN	600x400x220	420	20	21	420	17	25
Total (paletes)					45			
						Total	928	caixas

Relativamente às tampas das caixas, no caso da Caixa 8, Caixa 1 e Caixa 2, as tampas são lavadas junto às caixas por uma questão de rentabilização de tarefas. As restantes tampas são lavadas todas juntas para tirar partido da capacidade máxima da máquina na lavagem das tampas.

Tabela 45: Tempos totais cenário 1

Tipo de embalagem	Unidade	Número de caixas a lavar	Número de lavagens	Tempo de colocar as caixas no cesto (min.)	Tempo lavagem das caixas (min.) e saída do cesto	Tempo de tirar água acumulada (min.)	Tempo de secagem (min.)	Tempo de tirar as caixas do cesto (min.)	Tempo de paletizar e filmar (min.)	Tempo de limpar manualmente os interiores (min.)	Tempo maq operacional por lavagem(min.)	Tempo de mao de obra por lavagem (min.)	Tempo total maq operacional (min.)	Tempo total de mao de obra (min.)	Tempo total disponível (min.)
Caixa 8	Caixa	120	10	3,6	5,0	3,0	13,0	3,6	5,3	—	18,0	10,2	180,0	118,0	62,0
	Tampa 30x40	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	120	—	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	—	—
Caixa 4	Caixa	20	1	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	3,7	—	15,0	8,7	17,6	13,9	3,8
	Tampa 60x40	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 6	Caixa	48	4	3,6	5,0	3,0	13,0	3,6	6,0	—	18,0	10,2	72,0	46,8	25,2
	Tampa 30x40	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 5	Caixa	24	1	4,0	5,0	3,5	10,0	4,0	4,0	—	15,0	11,5	15,0	15,5	-0,5
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tampa de palete 2	Tampa PCL	14	7	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	121,3	24,2	97,2
Caixa 10	Dorna	1	1	5,0	5,0	2,0	13,0	5,0	7,0	—	18,0	12,0	18,0	19,0	-1,0
Caixa 1	Caixa + tampa	75	9	1,5	7,0	2,0	10,0	1,5	3,3	—	17,0	5,0	153,0	60,8	92,2
	Interior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 2	Caixa	60	5	3,6	7,0	3,0	13,0	3,6	1,3	—	20,0	10,2	100,0	56,0	44,0
	Tampa 60x40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	60	3	4,7	5,0	5,0	13,0	4,7	—	—	18,0	14,3	54,0	43,0	11,0
Caixa 7	Caixa	24	2	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	4,0	—	15,0	8,7	30,0	21,3	8,7
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	24	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—	—	—	—
Tampa de palete 1	Tampa azul	42	21	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	364,0	72,5	291,5
Caixa 3	Caixa	32	2	2,8	7,0	3,5	10,0	2,8	3,3	—	17,0	9,2	34,0	25,0	9,0
	Tampa 60x40	85	1	11,3	5,0	2,0	10,0	11,3	—	—	15,0	24,7	15,0	24,7	-9,7
	Interior	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 9	Caixa	48	4	3,6	5,0	3,0	13,0	3,6	6,0	—	18,0	10,2	72,0	46,8	25,2
	Tampa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 11	Caixa GLN	420	25	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	3,7	—	15,0	8,7	375,0	293,7	81,3
Total (minutos)													1621,0	881,1	739,9
Total (horas)													27,0	14,7	12,3
Cenário possível Total (horas)													23 horas		

Na Tabela 45 encontram-se os tempos de lavagem discriminado por cada tipo de embalagem. Neste cenário o tempo total seria de 27 horas, ultrapassando, assim, um dia. Desta forma, a única maneira de tornar este cenário possível seria tirar o tempo marcado a vermelho referente às caixas 7, 1 e 9. Desta forma, apenas se lavaria 781 caixas (84% da necessidade) em vez de 928 caixas, perfazendo um tempo total da máquina operacional de, aproximadamente, 23 horas.

O tempo de mão de obra do operador é referente às tarefas de: colocar as caixas no cesto da máquina; tirar a água acumulada no topo das embalagens; tirar as caixas do cesto da máquina e paletizar e filmar as embalagens em palete. Fazendo a diferença entre o tempo total operacional da máquina e o tempo total de mão de obra do operador, obtém-se o tempo total disponível livre para o operador realizar outras tarefas, sendo neste caso de 12 horas. Uma das tarefas a realizar nesse tempo consiste em ir buscar paletes com caixas sujas para lavar para a beira da máquina. Sendo um total de 45 paletes necessárias, como descrito na Tabela 44 e, considerando um tempo médio de 5 minutos por palete, então, o tempo total de ir buscar cada palete é de 225 minutos, que corresponde a 3,8 horas.

Posto isto, na Tabela 46 apresenta o tempo de sobra final para cada turno no processo de lavagem do cenário 1, sendo este de, sensivelmente, 3 horas.

Tabela 46: Tempo total disponível para o operador da lavagem - cenário 1

	Tempo disponível (horas)	Tempo ocupado movimentação de paletes (horas)	Diferença (horas)
Turno 1	4,1	1,25	2,86
Turno 2	4,1	1,25	2,86
Turno 3	4,1	1,25	2,86
Total	12,3	3,75	8,58

Todos os tempos médios para cada tarefa foram tirados presencialmente a observar cada uma das tarefas. Em suma, reforçando, mais uma vez, este cenário não é viável pois a máquina alugada não tem capacidade para lavar 100% da necessidade internamente.

Cenário 2 e 4: Internamente (máquina alugada) com 2 turnos + externamente (Empresa 1/Empresa 2)

A Tabela 47 demonstra o tipo e quantidade de embalagens a serem lavadas na Empresa 1/Empresa 2 (assinaladas a vermelho), bem como as embalagens que seriam lavadas internamente com 2 turnos a partir da máquina alugada. O cenário 2 e 4 são iguais no que diz respeito aos processos, tempos e quantidades a serem enviadas externamente. A única diferença está nos custos de lavagem e de transporte.

Tabela 47: Número e tipo de embalagens a lavar internamente (máquina alugada com 2 turnos) e externamente (Empresa 1/Empresa 2)

Tipo de embalagem	Unidade	Dimensão	Necessidad e cx p/dia	QTD cx por palete	Numero de paletes	Número de caixas a lavar	Capacidade cesto de lavagem	Número de lavagens
Caixa 8	Caixa	300x400x180	120	40	3	120	12	0
	Tampa 30x40	300x400x20	120			120	85	---
	Interior	352x254x40	120			120	---	---
Caixa 4	Caixa	600x400x220	20	20	1	20	17	1
	Tampa 60x40	600x400x20	20			20	85	---
Caixa 6	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	0
	Tampa 30x40	300x400x20	48			48	12	---
Caixa 5	Caixa	600x400x150	24	24	1	24	24	1
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	---
Tampa de palete 2	Tampa PCL	1200x800x90	14	14	1	14	2	7
Caixa 10	Dorna	1200x800x1100	1	1	1	1	1	1
Caixa 1	Caixa + tampa	600x400x320	75	15	5	75	9	9
	Interior	560x362x250	75			---	---	---
Caixa 2	Caixa	600x400x280	60	15	4	60	12	5
	Tampa 60x40	600x400x20	60			60	85	---
	Interior	541x360x140	60			60	28	3
Caixa 7	Caixa	600x400x220	24	24	1	24	17	2
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	---
	Interior	557x358x130	24			24	---	---
Tampa de palete 1	Tampa azul	1200x800x90	42	14	3	42	2	21
Caixa 3	Caixa	600x400x220	32	16	2	32	17	2
	Tampa 60x40	600x400x20	32			85	85	1
	Interior	560x365x190	32			32	---	---
Caixa 9	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	0
	Tampa	300x400x20	48			---	---	---
Caixa 11	Caixa GLN	600x400x220	420	20	21	420	17	0

Total (paletes) para empresa 1 26 paletes
Total (paletes) para lavar internamente 19 paletes
Total caixas a lavar internamente 292 caixas
Total caixas a lavar externamente 636 caixas

Fazendo uma análise à Tabela 47, verifica-se que cerca de 26 paletes (636 caixas) iriam para a Empresa 1/Empresa 2 para lavar e cerca de 19 paletes seriam movimentadas para lavar internamente na máquina alugada.

A Tabela 48 apresenta os tempos totais do cenário 2 e 4.

Tabela 48: Tempos totais cenário 2 e 4

Tipo de embalagem	Unidade	Número de caixas a lavar	Número de lavagens	Tempo de colocar as caixas no cesto (min.)	Tempo lavagem das caixas (min.) e saída do cesto	Tempo de tirar água acumulada (min.)	Tempo de secagem (min.)	Tempo de tirar as caixas do cesto (min.)	Tempo de paletizar e filmar (min.)	Tempo de limpar manualmente os interiores (min.)	Tempo maq operacional por lavagem(min.)	Tempo de maq de obra por lavagem (min.)	Tempo total maq operacional (min.)	Tempo total de maq de obra (min.)	Tempo total disponível (min.)
Caixa 8	Caixa	120	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tampa 30x40	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	120	—	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	—	—
Caixa 4	Caixa	20	1	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	3,7	—	15,0	8,7	17,6	13,9	3,8
	Tampa 60x40	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 6	Caixa	48	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tampa 30x40	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 5	Caixa	24	1	4,0	5,0	3,5	10,0	4,0	4,0	—	15,0	11,5	15,0	15,5	-0,5
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tampa de palete 2	Tampa PCL	14	7	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	121,3	24,2	97,2
Caixa 10	Dorna	1	1	5,0	5,0	2,0	13,0	5,0	7,0	—	18,0	12,0	18,0	19,0	-1,0
Caixa 1	Caixa + tampa	75	9	1,5	7,0	2,0	10,0	1,5	3,3	—	17,0	5,0	153,0	60,8	92,2
	Interior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 2	Caixa	60	5	3,6	7,0	3,0	13,0	3,6	1,3	—	20,0	10,2	100,0	56,0	44,0
	Tampa 60x40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	60	3	4,7	5,0	5,0	13,0	4,7	—	—	18,0	14,3	54,0	43,0	11,0
Caixa 7	Caixa	24	2	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	4,0	—	15,0	8,7	30,0	21,3	8,7
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	24	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—	—	—	—
Tampa de palete 1	Tampa azul	42	21	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	364,0	72,5	291,5
Caixa 3	Caixa	32	2	2,8	7,0	3,5	10,0	2,8	3,3	—	17,0	9,2	34,0	25,0	9,0
	Tampa 60x40	85	1	11,3	5,0	2,0	10,0	11,3	—	—	15,0	24,7	15,0	24,7	-9,7
	Interior	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 9	Caixa	48	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tampa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 11	Caixa GLN	420	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total (minutos)													922,0	375,8	546,2
Total (horas)													15,4	6,3	9,1

De acordo com a Tabela 48, o tempo total operacional da máquina seria de 15,4 horas, ou seja, 2 turnos, pois cada turno tem 8 horas. Relativamente à diferença do tempo total da máquina operacional e tempo total de mão de obra, que resulta no tempo total disponível para o operador, é equivalente a 9 horas.

Tendo o operador de movimentar 19 paletes para a máquina de lavar, sendo o tempo de cada uma de 5 minutos como já foi mencionado, então, o tempo total ocupado nesta tarefa é de 1,6 horas.

Além disso, é necessário acrescentar a tarefa do registo do *Cleaning* em todas as embalagens retornáveis internas, tanto nas que são lavadas internamente como nas que são lavadas externamente, uma vez que este registo é interno e por isso a empresa externa não pode efetuar esse registo (Tabela 49). O número de embalagens retornáveis internas a registar são 299 caixas cuja periodicidade é quinzenal.

Tabela 49: Tempo da leitura *Cleaning*

Leitura <i>Cleaning</i>	Nº caixas a lavar (<i>cleaning</i>)	299	caixas	
	Tempo do registo <i>cleaning</i> por caixa	35	segundos	
	Tempo total do registo <i>cleaning</i>	10465	segundos	2,91 horas

Desta forma, subtraindo ao tempo total disponível, o tempo de movimentar as paletes e de fazer o registo *Cleaning*, os operadores do turno 1 e 2 fica com o tempo disponível de 4,5 horas (Tabela 50).

Tabela 50: Tempo total disponível para o operador da lavagem - cenário 2 e 4

	Tempo disponível (horas)	Tempo ocupado c/ movimentação de paletes + registo <i>cleaning</i> (horas)	Diferença (horas)
Turno 1	4,5	2,25	2,28
Turno 2	4,5	2,25	2,28
Total	9,1	4,49	4,57

A adicionar que também é necessário limpar as embalagens com pressão de ar. Na Tabela 51 está descrito o tempo necessário para realizar esta tarefa. Sendo o tempo total de 14 horas, então são necessários 2 turnos (1 pessoa por turno) para realizar esta tarefa.

Tabela 51: Tempo necessário para limpar as embalagens com pressão de ar internamente

Identificação de embalagem	Unidade	Dimensão	Quantidade	Qtd caixa/paleta	Número de paletes	Tempo limpeza de cada caixa (segundos)	Tempo manuseamento de cada paleta (segundos)	Tempo operacional (horas)
Caixa 12	Caixa	490x295x275	1248	24	52	25	300	14
Caixa 13	Caixa	600x400x290	90	15	6			
Total			1338		58			

Cenário 3 e 5: Internamente (máquina alugada) com 3 turnos + externamente (Empresa 1/ Empresa 2)

Seguindo a mesma lógica anterior, a Tabela 52 indica a vermelho o tipo de embalagem a lavar externamente na Empresa 1/Empresa 2 e as restantes embalagens a lavar internamente com a máquina alugada em 3 turnos.

Tabela 52: Número e tipo de embalagens a lavar internamente (máquina alugada com 3 turnos) e externamente (Empresa 1/Empresa 2)

Tipo de embalagem	Unidade	Dimensão	Necessidad e cx p/dia	QTD cx por palete	Numero de paletes	Número de caixas a lavar	Capacidade cesto de lavagem	Número de lavagens	
Caixa 8	Caixa	300x400x180	120	40	3	120	12	0	
	Tampa 30x40	300x400x20	120			120	85	—	
	Interior	352x254x40	120			120	—	—	
Caixa 4	Caixa	600x400x220	20	20	1	20	17	1	
	Tampa 60x40	600x400x20	20			20	85	—	
Caixa 6	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	0	
	Tampa 30x40	300x400x20	48			48	12	—	
Caixa 5	Caixa	600x400x150	24	24	1	24	24	1	
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	—	
Tampa de palete 2	Tampa PCL	1200x800x90	14	14	1	14	2	7	
Caixa 10	Dorna	1200x800x1100	1	1	1	1	1	1	
Caixa 1	Caixa + tampa	600x400x320	75	15	5	75	9	9	
	Interior	560x362x250	75			—	—	—	
Caixa 2	Caixa	600x400x280	60	15	4	60	12	5	
	Tampa 60x40	600x400x20	60			60	85	—	
	Interior	541x360x140	60			60	28	3	
Caixa 7	Caixa	600x400x220	24	24	1	24	17	2	
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	85	—	
	Interior	557x358x130	24			24	—	—	
Tampa de palete 1	Tampa azul	1200x800x90	42	14	3	42	2	21	
Caixa 3	Caixa	600x400x220	32	16	2	32	17	2	
	Tampa 60x40	600x400x20	32			85	85	1	
	Interior	560x365x190	32			32	—	—	
Caixa 9	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	12	0	
	Tampa	300x400x20	48			—	—	—	
Caixa 11	Caixa GLN	600x400x220	420	20	21	420	17	0	
Total (paletes) para empresa 1					4	paletes			
Total (paletes) para lavar internamente					41	paletes			
Total caixas a lavar internamente						760	caixas		
Total caixas a lavar externamente						168	caixas		

Verifica-se que cerca de 4 paletes (168 caixas) iriam para a Empresa 1/Empresa 2 para lavar e cerca de 41 paletes seriam movimentadas para lavar internamente na máquina alugada.

A Tabela 53 apresenta os tempos totais do cenário 3 e 5.

Tabela 53: Tempos totais cenário 3 e 5

Tipo de embalagem	Unidade	Número de caixas a lavar	Número de lavagens	Tempo de colocar as caixas no cesto (min.)	Tempo lavagem das caixas (min.) e saída do cesto	Tempo de tirar água acumulada (min.)	Tempo de secagem (min.)	Tempo de tirar as caixas do cesto (min.)	Tempo de paletizar e filmar (min.)	Tempo de limpar manualmente os interiores (min.)	Tempo maq operacional por lavagem(min.)	Tempo de maõ de obra por lavagem (min.)	Tempo total maq operacional (min.)	Tempo total de maõ de obra (min.)	Tempo total disponível (min.)
Caixa 8	Caixa	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tampa 30x40	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	120	—	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	—	—
Caixa 4	Caixa	20	1	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	3,7	—	15,0	8,7	17,6	13,9	3,8
	Tampa 60x40	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 6	Caixa	48	4	3,6	5,0	3,0	13,0	3,6	6,0	—	18,0	10,2	72,0	46,8	25,2
	Tampa 30x40	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 5	Caixa	24	1	4,0	5,0	3,5	10,0	4,0	4,0	—	15,0	11,5	15,0	15,5	-0,5
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tampa de palete 2	Tampa PCL	14	7	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	121,3	24,2	97,2
Caixa 10	Dorna	1	1	5,0	5,0	2,0	13,0	5,0	7,0	—	18,0	12,0	18,0	19,0	-1,0
Caixa 1	Caixa + tampa	75	9	1,5	7,0	2,0	10,0	1,5	3,3	—	17,0	5,0	153,0	60,8	92,2
	Interior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 2	Caixa	60	5	3,6	7,0	3,0	13,0	3,6	1,3	—	20,0	10,2	100,0	56,0	44,0
	Tampa 60x40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	60	3	4,7	5,0	5,0	13,0	4,7	—	—	18,0	14,3	54,0	43,0	11,0
Caixa 7	Caixa	24	2	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	4,0	—	15,0	8,7	30,0	21,3	8,7
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	24	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—	—	—	—
Tampa de palete 1	Tampa azul	42	21	1,0	4,3	1,0	13,0	1,0	3,2	—	17,3	3,0	364,0	72,5	291,5
Caixa 3	Caixa	32	2	2,8	7,0	3,5	10,0	2,8	3,3	—	17,0	9,2	34,0	25,0	9,0
	Tampa 60x40	85	1	11,3	5,0	2,0	10,0	11,3	—	—	15,0	24,7	15,0	24,7	-9,7
	Interior	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 9	Caixa	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tampa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 11	Caixa GLN	420	25	2,8	5,0	3,0	10,0	2,8	3,7	—	15,0	8,7	375,0	293,7	81,3
Total (minutos)													1369,0	716,3	652,7
Total (horas)													22,8	12	11

A partir da Tabela 53 é possível ver que para o cenário 3 e 5, o tempo total operacional da máquina seria de, aproximadamente, 23 horas, ou seja, 3 turnos, pois cada turno tem 8 horas. Relativamente à diferença do tempo total da máquina operacional e tempo total de mão de obra, que resulta no tempo total disponível para o operador, é equivalente a 11 horas.

O operador teria de movimentar 41 paletes para a máquina de lavar. Sendo o tempo de cada uma de 5 minutos como já foi mencionado, então, o tempo total ocupado nesta tarefa é de 3,4 horas.

Além disso, é necessário, mais uma vez, acrescentar a tarefa do registo do *Cleaning*, que tem o tempo de 2,91 horas como já foi referido nos cenários anteriores.

Desta forma, subtraindo ao tempo total disponível o tempo de movimentar as paletes e de fazer o registo *Cleaning*, os operadores do turno 1, 2 e 3 fica com o tempo disponível de 4,4 horas (Tabela 54).

Tabela 54: Tempo total disponível para o operador da lavagem – cenário 3 e 5

	Tempo disponível (horas)	Tempo ocupado c/leitura cleaning e movimentação de paletes (horas)	Diferença (horas)
Turno 1	3,6	2,11	1,47
Turno 2	3,6	2,11	1,47
Turno 3	3,6	2,11	1,47
Total	10,7	6,3	4,4

O número de pessoas para a limpeza das embalagens com pressão de ar mantém-se.

Cenário 6 e 7: Tudo externamente (Empresa 1/ Empresa 2)

Nestes cenários não foram contabilizados, tempos uma vez que a lavagem das embalagens é toda externa, incluindo a limpeza com pressão de ar das embalagens identificadas como caixa 12 e caixa 13. Contudo, seria necessário fazer o registo *Cleaning* das embalagens à medida que fossem chegando da empresa externa. Este registo deveria ser efetuado pelo operador da limpeza das embalagens com pressão de ar juntamente com a disponibilidade dos operadores que circulam com os empilhadores, pois não se justificava contratar uma pessoa para apenas efetuar este registo *Cleaning*.

Cenário 8: Tudo internamente (máquina nova)

Por fim, o último cenário consiste em comprar a máquina nova para se efetuar a lavagem das embalagens toda internamente. A Tabela 55 apresenta os dados relativos à capacidade de lavagem de cada tipo de embalagem, e sequencialmente, o número de lavagens a realizar para cada tipo.

Tabela 55: Número de lavagens necessárias de acordo com a capacidade da máquina nova

Tipo de embalagem	Unidade	Dimensão	Necessidad e cx p/dia	QTD cx por palete	Numero de paletes	Número de caixas a lavar	Capacidade cesto de lavagem	Número de lavagens
Caixa 8	Caixa	300x400x180	120	40	3	120	24	5
	Tampa 30x40	300x400x20	120			120	-----	-----
	Interior	352x254x40	120			120	-----	-----
Caixa 4	Caixa	600x400x220	20	20	1	20	12	2
	Tampa 60x40	600x400x20	20			20	-----	-----
Caixa 6	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	24	2
	Tampa 30x40	300x400x20	48			48	-----	-----
Caixa 5	Caixa	600x400x150	24	24	1	24	16	2
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	-----	-----
Tampa de palete 2	Tampa PCL	1200x800x90	14	14	1	14	6	2
Caixa 10	Dorna	1200x800x1100	1	1	1	1	0,5	2
Caixa 1	Caixa + tampa	600x400x320	75	15	5	75	8	10
	Interior	560x362x250	75			-----	-----	-----
Caixa 2	Caixa	600x400x280	60	15	4	60	8	8
	Tampa 60x40	600x400x20	60			60	-----	-----
	Interior	541x360x140	60			60	16	4
Caixa 7	Caixa	600x400x220	24	24	1	24	12	2
	Tampa 60x40	600x400x20	24			24	-----	-----
	Interior	557x358x130	24			24	-----	-----
Tampa de palete 1	Tampa azul	1200x800x90	42	14	3	42	6	7
Caixa 3	Caixa	600x400x220	32	16	2	32	12	3
	Tampa 60x40	600x400x20	32			85	-----	-----
	Interior	560x365x190	32			32	-----	-----
Caixa 9	Caixa	300x400x180	48	48	1	48	24	2
	Tampa	300x400x20	48			-----	-----	-----
Caixa 11	Caixa GLN	600x400x220	420	20	21	420	12	35

Total (paletes) 45

Total 928 caixas

A capacidade de cada tipo de embalagem foi fornecida pela empresa Aptiv da Polónia, uma vez que têm uma máquina igual a esta.

Assim, o número de embalagens a lavar é cerca de 928 caixas. O número de paletes a movimentar pelo operador da lavagem é equivalente a 45 paletes.

A Tabela 56 apresenta os tempos totais para o cenário 8.

Tabela 56: Tempos totais cenário 8

Tipo de embalagem	Unidade	Número de caixas a lavar	Número de lavagens	Tempo de colocar as caixas no cesto (min.)	Tempo lavagem das caixas (min.) e saída do cesto	Tempo de tirar água acumulada (min.)	Tempo de secagem (min.)	Tempo de tirar as caixas do cesto (min.)	Tempo de paletizar e filmar (min.)	Tempo de limpar manualmente os interiores (min.)	Tempo maq operacional por lavagem(min.)	Tempo de maõ de obra por lavagem (min.)	Tempo total maq operacional (min.)	Tempo total de maõ de obra (min.)	Tempo total disponível (min.)
Caixa 8	Caixa	120	24	5,0	6,0	5,7	10,0	6,0	5,3	—	15,7	12,0	78,7	76,0	2,7
	Tampa 30x40	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	120	—	—	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	20,0	-20,0
Caixa 4	Caixa	20	12	1,7	3,0	5,7	10,0	3,0	3,7	—	15,7	6,0	26,2	13,7	12,6
	Tampa 60x40	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 6	Caixa	48	24	2,0	6,0	5,7	10,0	6,0	6,0	—	15,7	12,0	31,5	30,0	1,5
	Tampa 30x40	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 5	Caixa	24	16	2,0	4,0	5,7	10,0	4,0	4,0	—	15,7	8,0	31,5	20,0	11,5
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tampa de palete 2	Tampa PCL	14	6	2,3	2,0	5,7	10,0	2,0	3,2	—	15,7	4,0	36,7	12,5	24,2
Caixa 10	Dorna	1	1	2,0	5,0	5,7	10,0	5,0	7,0	—	15,7	10,0	31,5	27,0	4,5
Caixa 1	Caixa + tampa	75	8	10,0	1,3	6,2	10,0	1,3	3,3	—	16,2	2,7	162,3	42,9	119,4
	Interior	—	—	—	—	—	—	—	—	12,5	—	—	—	12,5	-12,5
Caixa 2	Caixa	60	8	8,0	2,0	6,2	10,0	2,0	3,3	—	16,2	4,0	129,9	45,0	84,9
	Tampa 60x40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	60	16	4,0	2,7	5,7	10,0	2,7	—	—	15,7	5,3	62,9	21,3	41,6
Caixa 7	Caixa	24	12	2,0	3,0	5,2	10,0	3,0	4,0	—	15,2	6,0	30,5	16,0	14,5
	Tampa 60x40	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	24	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—	—	4,0	-4,0
Tampa de palete 1	Tampa azul	42	6	7,0	2,0	5,7	10,0	2,0	3,2	—	15,7	4,0	110,1	37,5	72,6
Caixa 3	Caixa	32	12	3,0	3,0	6,2	10,0	3,0	3,3	—	16,2	6,0	48,7	24,7	24,0
	Tampa 60x40	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Interior	—	—	—	—	—	—	—	—	5,3	—	—	—	5,3	-5,3
Caixa 9	Caixa	48	24	2,0	6,0	5,7	10,0	6,0	6,0	—	15,7	12,0	31,5	30,0	1,5
	Tampa	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caixa 11	Caixa GLN	420	12	35,0	2,0	5,7	10,0	2,0	3,7	—	15,7	4,0	550,7	217,0	333,7
Total (minutos)													1362,6	655,4	707,2
Total (horas)													22,7	10,9	11,8

Analisando a Tabela 56 , verifica-se que o tempo total operacional da máquina seria de, aproximadamente 23 horas, ou seja, 3 turnos. Quanto à diferença do tempo total da máquina operacional e tempo total de mão de obra, que resulta no tempo total disponível para o operador, é equivalente a 11 horas.

O operador teria de movimentar 45 paletes para a máquina de lavar. Uma vez que, o tempo de movimentação para cada uma é de 5 minutos, como já foi mencionado, então, o tempo total ocupado nesta tarefa é de 3,8 horas.

Além disso, é necessário, mais uma vez, acrescentar a tarefa do registo do *Cleaning*, que tem o tempo de 2,91 horas como já foi referido nos cenários anteriores.

Desta forma, subtraindo ao tempo total disponível o tempo de movimentar as paletes e de fazer o registo *Cleaning*, os operadores do turno 1, 2 e 3 fica com o tempo disponível de 4,4 horas (Tabela 57).

Tabela 57: Tempo total disponível para o operador da lavagem – cenário 8

	Tempo disponível (horas)	Tempo ocupado c/registo cleaning e movimentação de paletes (horas)	Diferença (horas)
Turno 1	3,7	2,22	1,48
Turno 2	3,7	2,22	1,48
Turno 3	3,7	2,22	1,48
Total	11,1	6,7	4,4

O número de pessoas para a limpeza das embalagens com pressão de ar mantem-se de igual forma.

APÊNDICE 7 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO PROJETO DE REEMBALAMENTO CONFORME A PROCURA

Standardized Operation Sheet / Instruções de Trabalho

Processo/Modelo: Repack on demand Lugar: Repacking	Símbolos de Segurança:	Notas importantes: Em caso de algum erro detetado, informar a chefia. Repor nas estantes 1º os materiais da lista de picking e só depois os restantes materiais.
---	------------------------	---

Abastecimento das estantes do repack on demand



PN com maior consumo/rotatividade



Divisão 403:
- placas eletrônicas (CIR) à caixa e à palete

Divisão 404:
- material com baixo consumo
- material abastecido à palete

- Cada caixa/palete deve ser alocada no respetivo local do PN (Part Number);
- Todas as estantes do armazém o Edf.2 do repack on demand têm uma etiqueta para alocar o PN no respetivo local.

Função do operador do kanban

- Realizar o picking da lista do material pedido pela produção;
- Ler a etiqueta da estante e colocar a caixa na paleta do kanban para levar ao seu destino na produção;



Etiqueta da estante

- Entregar a lista com os materiais para a produção ao operador do repacking.

Material	Quantidade	Unidade	Estado	Código de barras
0000000001	1	MP		
0000000002	4	MP		
0000000003	16	MP		
0000000004	2	MP		
0000000005	1	MP		
0000000006	1	MP		

Função do operador do repacking

- Repor o material retirado pelo operador do kanban nas estantes;
- Verificar quais os PN das estantes estão com stock muito inferior ao requerido e abastecer.

Etiqueta da estante referente ao PN



Legenda da etiqueta:

- 1 – Part Number (PN) do material
- 2 – Descrição do material
- 3 – Código de barras do PN
- 4 – Kanban mínimo de caixas a alocar na estante

Figura 63: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura

Standardized Operation Sheet / Instruções de Trabalho

Processo/Modelo: Repack on demand Lugar: Repacking	Simulador de Segurança	Notas Importantes: Em caso de algum erro detetado, informar a chefia. Repor na estante 1º os materiais da lista de picking e só depois os restantes materiais.
---	------------------------	---

Atualização do ficheiro partilhado

Localização: > This PC > PTBRA (\\aptiv\data\Europe) (G:) > PC&L > 1. OPEX > Repack to order

Atualização: Todos os meses e/ou sempre que se adiciona ou retira algum PN (Part Number) do repack on demand

Sheets a trabalhar no ficheiro: **BASE** REPORT 009r

Passos:

1 Copiar valores da coluna I para a coluna Q. Nota: não fazer ctrl C -> ctrl V.

I	Q
CAIXAS	CAIXAS
KANBA	KANBA
55	61
42	44

2 Adicionar PN na coluna A, caso seja necessário

3 Ir ao SAP → Transição: SA38 → Programa: ZPPN009R

1º) S_WERKS: 633

2º) S_BDTET: limite de datas (normalmente 1 ano)

3º) S_MATNR: Copiar valores da coluna A do excel e colar

3º Para colar, carregar em

4 Ir a List → Export → Spreadsheet → Select from All: Excel (in existing XXL format) → Table

5 Copiar os dados do excel exportado do SAP e colar na sheet REPORT 009r. A partir deste passo todas as atualizações são efetuadas na sheet BASE

6 Nos PN adicionados, arrastar as células a laranja (fórmula) e preencher as células a cinza.

Figura 64: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura (continuação)

Processo/Modelo: Repack on demand Lugar: Repacking	Símbolos de Segurança 	Notas Importantes: Em caso de algum erro detetado, informar a chefia. Repor na estante 1º os materiais da lista de picking e só depois os restantes materiais.
---	--	--

7 Verificar a coluna R de todos os PN e os que tiverem "CHECK", significa que alterou a quantidade de kanban. Fazer nova etiqueta para colar na estante.

Q	R
CAIXAS	CHECK
KANBA	CHECK
61	CHECK
44	CHECK
28	CHECK
27	CHECK



Alterar

8 Para os PN que foram adicionados, fazer nova etiqueta igual à anterior e colar nas estantes do Edf.2

9 Fazer novas etiquetas dos PN adicionados para colocar nas estantes da produção do material (Edf1 e Edf2)



10 Os PN que devem ser removidos do repack on demand, tirar as etiquetas das estantes e apagar as informações do ficheiro.

11 Mandar email com todas as alterações: PN adicionados, PN removidos e alteração na quantidade de kanban

- Destinatários: Equipa SMT (Joaquim Costa, Daniel Barbosa, Bernardo Lopes, Hugo Carvalho) e Carlos Rodrigues
- CC: Tiago Almeida, Tiago Martins, António Braga, João Couto, António Fonseca e Márcio Peixoto

MATRIZ DE FERRAMENTAS/ DISPOSITIVOS			
Task ID	Designação	Nº Dispositivo	Aparelho

REGISTO DE REVISÕES			
Revisão	Descrição	Realizado por:	Data
1	Edição inicial	Daniela Almeida	09/08/2022

Figura 65: Instrução de Trabalho do projeto de reembalamento conforme a procura (continuação)

ANEXOS

ANEXO 1 – FOLHA DE REGISTO DA LAVAGEM DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS

Mês: Março 2022 Turno: 1

Dia	Lavagem das caixas													Colaborador	
	Repacking 600*400*220	Tampas 600*400	Repacking 300*400*180	Tabuleiro PCL 600*400*135	Repacking parafusos	Panda 7" Radio 9783	Panda Normal	Interior Panda Normal	J10 Ducato	Tampas VW + PCL	Aptiv GLN 600*400*220	Delphi 300*400*180	Bracket 300*400*180		Volvo Cluster
	1 = 17 Cx.	1=85 tmp.	1 = 30 Cx.	1 = 20 Cx.	1 = 1 Cx.	1 = 9 Cx.	1 = 12 Cx.	1 = 28 int.	1 = 17 Cx.	1 = 1 Tmp.	1 = 17 Cx.	1 = 30 Cx.	1 = 30 Cx.	1 = 17 Cx.	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8		3		Jornal = 1						89			3		Luís
9	6				25					43					Luís
10	10	1													Luís
11	8	2		Jornal = 1						56					Luís
12															
13															
14		3													
15	5					10									Luís
16	5					13									Luís
17						13									Luís
18						14				65					Luís
19															
20															
21	8														
22	7	5													Luís
23		6		Jornal = 1											Luís
24											4				Luís
25						5		9		39					Luís
26															Luís
27															
28															
29															
30															
31															

Nota: Apontar apenas o número de lavagens feitas do respetivo modelo
 Registo da Paletização/Formatação atrás →

Figura 66: Folha de registo da lavagem das embalagens retornáveis

Mês: Março 2022

Turno: 01

Dia	Paletização/Formatação das caixas												NOTAS	Colaborador
	Repacking 600*400* 220	Repacking 300*400* 180	Repacking parafusos	Tabuleiro PCL 600*400*135	Panda 7" Radio 9783	Panda Normal	J10 Ducato	Tampas VW + PCL	Delphi 300*400* 180	Bracket 300*400* 180	APTIV GLN 600*400* 220	Volvo Cluster		
	1 = 20 Cx.	1 = 48 Cx.	1 = 1 Cx.	1 = 24 Cx.	1 = 15 Cx.	1 = 15 Cx.	1 = 16 Cx.	1 = 1 Tmp.	1 = 64 Cx.	1 = 20 Cx.	1 = 40 Cx.	1 = 24 Cx.		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8										φ3				Lucia
9	φ5		25	20RDA=φ1		10								Lucia
10	φ9					φ5		23						Lucia
11	φ6			20KNA=φ1										Lucia
12														
13														
14	φ7					φ7								Lucia
15						φ8								Lucia
16	15													Lucia
17						φ9								Lucia
18						φ9							20KNA=φ1	Lucia
19														Lucia
20														
21														
22	15							14						Lucia
23	16		16											Lucia
24			13											Lucia
25						φ3		φ6						Lucia
26								φ3						Lucia
27														
28														
29														
30														
31														

Nota: Apontar apenas o número de paletes feitas do respetivo modelo

Figura 67: Folha de registo da lavagem das embalagens retornáveis (continuação)

ANEXO 2 – DESENHO TÉCNICO DA MÁQUINA NOVA

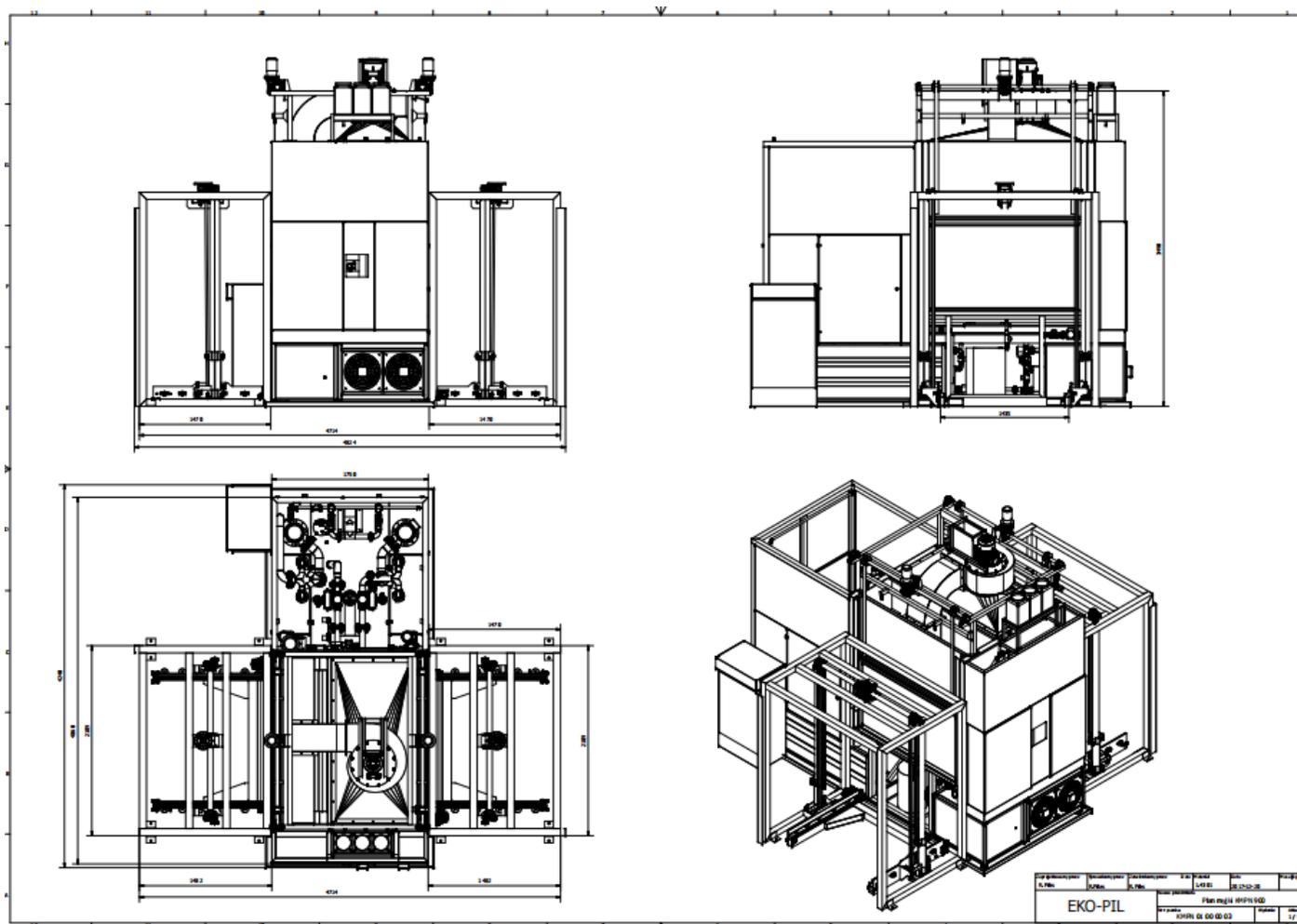


Figura 68: Desenho técnico da máquina nova