

ANÁLISE E MELHORIA DO FLUXO DE MATERIAIS NUMA EMPRESA DO SETOR AUTOMÓVEL

JOÃO PEDRO SILVA SAMPAIO

julho de 2022

ANÁLISE E MELHORIA DO FLUXO DE MATERIAIS NUMA EMPRESA DO SETOR AUTOMÓVEL

João Pedro Silva Sampaio

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

ANÁLISE E MELHORIA DO FLUXO DE MATERIAIS NUMA EMPRESA DO SETOR AUTOMÓVEL

João Pedro Silva Sampaio

Estudante n.º 1160265

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Pinto Ferreira e coorientação da Professora Doutora Marlene Brito.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

A dissertação que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

À Preh Portugal um agradecimento profundo pela oportunidade dada de aplicar os meus conhecimentos em contexto industrial e me terem proporcionado este projeto, e muitos mais.

À Eng.^a Sara Baptista, da Preh Portugal, pela disponibilidade, compreensão apresentada e orientação nas várias fases do projeto.

A todos os colaboradores da Preh Portugal com quem tive a oportunidade de trabalhar, pela sua simpatia, disponibilidade e compreensão. A vossa ajuda foi imprescindível.

Ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira e à Professora Doutora Marlene Brito, ambos do Instituto Superior de Engenharia do Porto, expresse o meu sincero agradecimento por todo o apoio, por toda a compreensão e pela transmissão de conhecimentos na orientação desta dissertação.

Aos meus pais, ao meu irmão e à Liliana pelo incrível apoio, amor e compreensão.

A todos os meus amigos e colegas que contribuíram com o seu apoio e companheirismo.

A todos um bem-hajam.

página propositadamente em branco

RESUMO

O forte crescimento que as empresas têm vindo a sentir nos últimos anos, tanto a nível económico como tecnológico, induzem o desenvolvimento de mercados cada vez mais exigentes. A crescente competitividade entre empresas obriga a que estas desenvolvam capacidades de adaptação às novas realidades, sendo necessário adquirir conceitos, técnicas e produtos inovadores a curto prazo. Desta forma, a melhoria dos processos com vista a redução de custos são cada vez mais o foco das organizações, garantindo sempre a excelência dos seus produtos/serviços na ótica do consumidor final.

A presente dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi desenvolvida no departamento da logística da empresa Preh Portugal, Lda., uma empresa situada na Trofa, pertencente ao setor automóvel. O principal objetivo desta dissertação prende-se com a análise e melhoria do fluxo de materiais, com a redução de *stocks* intermédios e excessos de materiais, a otimização dos fluxos de materiais e a implementação de soluções de transporte de materiais sem aumentar os recursos.

Após uma análise ao fluxo de materiais na empresa, identificaram-se os seguintes problemas: excesso de materiais na linha BMW 35UP High; má localização dos supermercados avançados na linha BMW BZM; e indefinição fluxo de embalagens de produto final. De modo a colmatar estes problemas propuseram-se as seguintes melhorias: redefinição do tempo de ciclo do comboio logístico 35UP High; 5S na linha de montagem e comboio logístico 35UP High; formação aos operadores do comboio 35UP High; implementação de um comboio logístico na linha BZM; redefinição do fluxo de embalagens de produto final; e implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final.

Posteriormente à implementação destas melhorias, na linha 35UP High conseguiu-se reduzir o tempo de ciclo do comboio logístico em 9,43%, passando de 106 para 96 minutos. Também houve uma redução significativa do *stock* de material nesta linha produtiva, avaliado em 1447,54€. Estas melhorias resultaram ainda na diminuição dos desvios encontrados, em 41,6%, nas auditorias 5S internas. Na linha de montagem BZM, com a implementação de um comboio logístico, retiraram-se os supermercados avançados da área da montagem, libertando assim uma área de 15 m². Com a definição de um novo fluxo para as embalagens de produto final pelo interior da empresa, ainda em fase de implementação, prevê-se que reduzirão as contaminações, como pó e poeiras, e consequentemente a diminuição de custos associados à lavagem destas embalagens. A implementação de um comboio dedicado ao transporte destas embalagens permitirá, além de padronizar o fluxo de materiais, reduzir em 10000€/ano os serviços subcontratados utilizados atualmente para transportar estas embalagens pelo exterior da empresa. Esta proposta de melhoria resultará ainda na libertação de 30 m² de área ocupada pelas embalagens de produto final no corredor da expedição, sendo este atualmente usado como ponto intermédio.

PALAVRAS-CHAVE

Melhoria de processos, fluxo de materiais, *Lean Production*, Ferramentas *Lean*

página propositadamente em branco

ABSTRACT

The strong growth that companies have been experiencing in recent years, both economically and technologically, has led to the development of increasingly demanding markets. The growing competitiveness between companies forces them to develop adaptability to new realities, making it necessary to acquire innovative concepts, techniques and products in the short term. Therefore, the improvement of processes with a view to reducing costs is more and more the focus of organizations, always ensuring the excellence of their products/services from the perspective of the final consumer.

The present dissertation, carried out within the scope of the Master in Industrial Engineering and Management, was developed in the logistics department of the company Preh Portugal, Lda., a company located in Trofa, belonging to the automotive sector. The main objective of this dissertation is related to the analysis and improvement of the material flow, with the reduction of intermediate stocks and excess of materials, the optimization of material flows and the implementation of material transport solutions without increasing resources.

After an analysis of the material flow in the company, the following problems were identified: excess of materials in the BMW 35UP High line; bad location of advanced supermarkets in the BMW BZM line; and undefined flow of final product packaging. In order to overcome these problems, the following improvements were proposed: redefinition of the cycle time of the 35UP High logistic train; 5S on the 35UP High assembly line and logistics train; training for operators of the 35UP High train; implementation of a logistic train on the BZM line; redefining the final product packaging flow; and implementation of a logistics train for final product packaging.

After the implementation of these improvements, on the 35UP High line, the cycle time of the logistic train was reduced by 9,43%, from 106 to 96 minutes. There was also a significant reduction in the stock of material in this production line, valued at 1447,54€. These improvements also resulted in a decrease of 41,6% of deviations found in internal 5S audits. On the BZM assembly line, with the implementation of a logistics train, advanced supermarkets were removed from the assembly area, thus freeing up an area of 15 m². With the definition of a new flow for the final product packages inside the company, still in the implementation phase, it is expected that contamination, such as dust, will be reduced, and consequently the reduction of costs associated with the washing of these packages. The implementation of a train dedicated to the transport of these packages will, in addition to standardizing the flow of materials, reduce the subcontracted services currently used to transport these packages outside the company by 10000€/year. This improvement proposal will also result in the release of 30 m² of area occupied by final product packaging in the shipping aisle, which is currently used as an intermediate point.

KEYWORDS

Processes Improvement, Material Flow, Lean Production, Lean Tools

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e pertinência	1
1.2. Questão e objetivos de investigação	1
1.3. Opções metodológicas	2
1.4. Apresentação da empresa	3
1.5. Conteúdo e organização da dissertação	5
2. Fundamentação teórica e revisão da literatura	7
2.1. Análise e melhoria dos processos	7
2.2. <i>Toyota Production System</i>	11
2.3. <i>Ferramentas Lean</i>	12
2.3.1. 5S's	13
2.3.2. <i>Standard Work</i>	14
2.3.3. Gestão Visual	15
2.4. Metodologia <i>Kaizen</i>	16
2.5. <i>Lean Production</i>	17
2.5.1. Princípios <i>Lean Production</i>	17
2.5.2. Desperdícios.....	18
2.5.3. Benefícios e Desafios do <i>Lean Production</i>	19
3. Análise e melhoria do fluxo de materiais	21
3.1. Análise e mapeamento do processo de fluxo de materiais.....	21
3.1.1. <i>Layout</i> inicial	23
3.1.2. Comboios logísticos e os abastecimentos das linhas de montagem.....	24
3.2. Identificação de problemas.....	26
3.2.1. Excesso de materiais na linha de montagem BMW 35UP High	26
3.2.2. Má localização dos supermercados na linha de montagem BMW BZM	31
3.2.3. Indefinição do fluxo de embalagens de produto final.....	33
3.3. Propostas de melhorias.....	34
3.3.1. Redefinição do tempo de ciclo do comboio logístico 35UP High.....	34
3.3.2. 5S na linha de montagem e no comboio logístico 35UP High.....	36
3.3.3. Formação aos operadores do comboio 35UP High	39
3.3.4. Implementação de um comboio logístico na linha BZM	41
3.3.5. Redefinição do fluxo de embalagens de produto final.....	47
3.3.6. Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final	48
3.4. Análise de resultados	51

4. Conclusões e trabalho futuro	53
4.1. Principais contributos do trabalho.....	53
4.2. Valor acrescentado para a Preh Portugal, Lda.....	53
4.3. Dificuldades encontradas.....	54
4.4. Trabalhos futuros	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE A – Diagrama de sequência do abastecimento da linha 35UP High	61
APÊNDICE B – Diagrama de sequência do abastecimento de embalagens de produto final.....	65
ANEXO A – Auditoria 5S na linha 35UP HIGH antes da implementação de melhorias	67
ANEXO B – Auditoria 5S na linha 35UP HIGH depois da implementação de melhorias.....	69
ANEXO C – Desenho técnico das carruagens do comboio de embalagens de produto final	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da metodologia <i>Action Research</i> (Elg et al., 2020)	2
Figura 2 - Preh no mundo (Preh Group, 2022)	3
Figura 3 - Evolução do nº de trabalhadores e do volume de receitas (Preh GmbH, 2022)	4
Figura 4 - Exemplos de produtos produzidos na Preh Portugal (Preh Portugal, 2022)	4
Figura 5 - Organograma da Preh Portugal, Lda.....	5
Figura 6 - Casa do TPS (Liker, 2004)	12
Figura 7 - Os 5 princípios do pensamento Lean (Kelendar, 2020)	18
Figura 8 - Fluxograma do fluxo de materiais geral	21
Figura 9 - Comboio de exterior (circuito: Injeção/Pintura para a Entrada de Materiais).....	23
Figura 10 - Exemplo de um comboio de abastecimento de materiais nas linhas de montagem.....	23
Figura 11 - Layout completo da Preh Portugal, Lda.....	24
Figura 12 - Linhas de montagem abastecidas por comboio	25
Figura 13 - Ciclo do comboio logístico	25
Figura 14 - Exemplo de consolas produzidas na linha 35UP High	26
Figura 15 - Excesso de materiais na linha 35UP High	27
Figura 16 - Layout da linha 35UP High	28
Figura 17 - Carta de Controlo do processo de abastecimento do comboio logístico.....	29
Figura 18 - Exemplo da sequência de abastecimento da linha 35UP High.....	29
Figura 19 - <i>Template</i> do Diagrama de Movimentação	30
Figura 20 - Diagrama de <i>Spaghetti</i> do fluxo de abastecimento	30
Figura 21 - Resultado da auditoria 5S antes da implementação de melhorias	31
Figura 22 - Linhas BZM e subgrupos	31
Figura 23 - Posicionamento do supermercado na linha de montagem	32
Figura 24 - Alteração de layout da linha de montagem BZM	32
Figura 25 - Fluxo de embalagens de produto final	33
Figura 26 - Distância e tempo despendido por cada palete de embalagens.....	33
Figura 27 - Proposta de abastecimento da linha 35UP High	36
Figura 28 - Carruagens do comboio 35UP High com excesso de materiais.....	37
Figura 29 - Antes e depois da remoção do excesso de material na linha de montagem	37
Figura 30 - Identificação dos materiais e quantidades no comboio e na linha de montagem	38
Figura 31 - Resultado da auditoria 5S após a implementação de melhorias	38
Figura 32 - 35UP High após a implementação dos 5S	39
Figura 33 - Regras de abastecimento da linha 35UP High e circuito do comboio.....	40
Figura 34 - Antes e depois da proposta de melhorias	41
Figura 35 - Carta de controlo do abastecimento após a implementação de melhorias	41
Figura 36 - <i>Checklist</i> dos materiais da linha BZM	46
Figura 37 - Distribuição dos materiais pelas carruagens	46
Figura 38 - Identificação 5S no comboio BZM	47
Figura 39 - Fluxo atual e o proposto para as embalagens de produto final	47
Figura 40 - Fluxo proposto para as embalagens de produto final	48
Figura 41 - Representação da carruagem projetada para o transporte de embalagens	48
Figura 42 - Fluxo de embalagens das linhas FORD	51

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Revisão de literatura relativa à análise e melhoria dos processos	7
Tabela 2 - As 4 etapas do ciclo PDCA (Isniah et al., 2020)	17
Tabela 3 - Áreas da empresa e descrição.....	22
Tabela 4 - Identificação de problemas.....	26
Tabela 5 - Materiais identificados como excesso de material.....	27
Tabela 6 - Propostas de melhorias.....	34
Tabela 7 - Extrato da base de dados sobre todos os componentes da linha 35UP High	35
Tabela 8 - Tempos médios de carregar o comboio e os BL e volume de cada tipo de embalagem.	35
Tabela 9 - Consumo por hora de cada componente	35
Tabela 10 - Dados relativos às referências, bordos de linha, abastecimento e supermercado.....	42
Tabela 11 - Materiais a serem transportados em cada ciclo.....	43
Tabela 12 - Tempo teórico para abastecer o comboio no supermercado	44
Tabela 13 - Tempo teórico para abastecer os bordos de linha	44
Tabela 14 - Volume teórico dos materiais a transportar	44
Tabela 15 - Cenários de abastecimento da linha BZM	45
Tabela 16 - Dados sobre embalagens retornáveis.....	49
Tabela 17 - Dados sobre as embalagens One-way	50
Tabela 18 - Análise de resultados obtidos	52
Tabela 19 - Estado de implementação do trabalho realizado	53

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

AGV	<i>Automated Guided Vehicles</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just-in Time</i>
Kms	Quilómetros
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
SMD	<i>Surface-Mount Device</i>
TMC	<i>Toyota Motor Company</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work-In-Process</i>

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é efetuado um enquadramento inicial deste projeto e é apresentada a motivação que levou à sua realização. Para além disso, é também descrita a metodologia que foi adotada, o objetivo principal e secundários, e, finalmente, delinea-se a estrutura do relatório.

1.1. Enquadramento e pertinência

A presente dissertação surge como complemento de investigação a um projeto que foi realizado no departamento da logística de uma empresa do setor automóvel, com uma duração de nove meses. Esta empresa dedica-se ao fabrico/montagem de componentes automóveis, produzindo os seus componentes eletrónicos, injeta peças plásticas e faz a montagem dos mesmos.

Na atualidade, todas as organizações procuram ser reconhecidas no mercado pela qualidade, pela eficiência e pela resposta rápida aos pedidos dos clientes. O rápido desenvolvimento tecnológico que se fez sentir nos últimos anos, obrigou as organizações a acompanhar este ritmo de crescimento e assim desenvolver capacidades de forma a garantir sustentabilidade económica e alcançar uma elevada competitividade face ao mercado (Caridade et al., 2017). Assim, o enfoque das organizações passou a ser reduzir custos, tempo e desperdícios e ao mesmo tempo alcançar melhorias constantes e continuadas (Pereira et al., 2019). Neste contexto surgem muitos conceitos e métodos de gestão, de entre vários, destaca-se o *Lean* como forma de gestão, que advoga práticas e conceitos de melhoria contínua e redução de desperdícios em toda a cadeia de valor, visando sempre a satisfação do consumidor final (Teixeira et al., 2021).

O conceito *Lean* apresenta-se como uma filosofia que conduz as empresas para a implementação de uma cultura organizacional de melhoria contínua. Pioneiro na *Toyota*, este conceito foi pensado e desenvolvido numa altura em que a empresa passava por grandes dificuldades económicas. A sua implementação permitiu o crescimento sustentável e contínuo, transformando a *Toyota* no maior construtor de automóveis a nível mundial. A filosofia *Lean* foca-se na identificação e eliminação de atividades que não adicionam valor, considerados desperdícios (Pena et al., 2020).

1.2. Questão e objetivos de investigação

O tema deste projeto advém da necessidade de reduzir desperdícios associados ao setor em análise. Assim, formulou-se a seguinte questão: “De que forma é que as ferramentas *Lean* podem contribuir para a otimização do fluxo de materiais numa empresa do setor automóvel?”.

Consequentemente, pretende-se:

- Reduzir stocks intermédios e excessos de materiais;
- Melhorar os fluxos de abastecimento;
- Implementar soluções de transporte de materiais sem aumentar recursos.

1.3. Opções metodológicas

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa baseou-se na metodologia de investigação que assenta nos princípios de *Action-Research*, uma vez que se trata de uma investigação gerada pela necessidade de solucionar problemas reais numa empresa, implicando mudanças nas pessoas que lidam constantemente com estas dificuldades (French, 2009). O uso desta metodologia é uma espiral de atividades que envolvem a observação, reflexão, planeamento e ação, de forma a que se consigam resolver problemas complexos (Gleerup et al., 2020).

Tendo em conta estes aspetos, o projeto será orientado seguindo as 4 etapas da metodologia em análise, representadas na Figura 1.

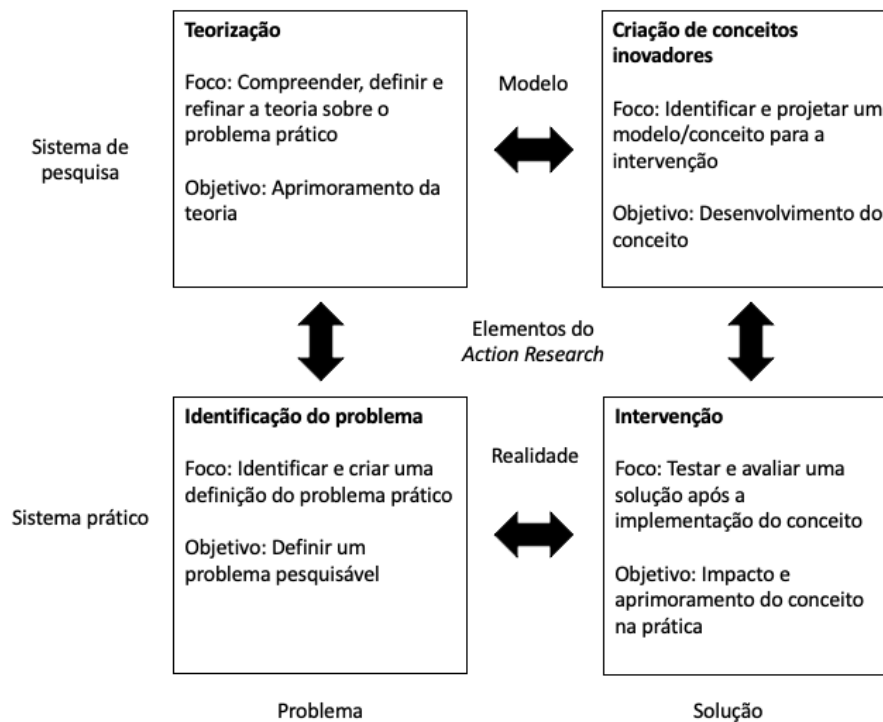


Figura 1 - Etapas da metodologia *Action Research* (Elg et al., 2020)

A primeira fase do ciclo, denominada identificação do problema, consiste na identificação, na representação e relevância de problemas previamente identificados (French, 2009). O objetivo é identificar oportunidades de melhoria para estes problemas. Nesta dissertação em específico, durante esta etapa identificam-se os problemas a abordar, definem-se os objetivos e faz-se a recolha de dados. Estes dados serão analisados para se fazer um ponto de situação atual.

A segunda fase do ciclo consiste na teorização. Este processo está focado em compreender, definir e refinar teoricamente o problema prático, através da geração de ideias plausíveis (Elg et al., 2020). Aqui, preparam-se e desenvolvem-se os planos de ação e as propostas de melhoria aos problemas encontrados.

Na terceira fase, na criação de conceitos orientadores, as ideias anteriormente geradas são aplicadas para resolver os problemas na prática (Elg et al., 2020). Nesta fase devem ser envolvidas pessoas das áreas onde se vai intervir. Aqui, procede-se à execução das ações planeadas na fase anterior.

A última etapa do ciclo é a intervenção. Nesta etapa as ações definidas são testadas em contextos específicos (Elg et al., 2020). Aqui avaliam-se os parâmetros dos processos identificados com falhas que foram alvo de melhorias e discutem-se os resultados, analisando se estes vão de encontro com os objetivos delineados na fase inicial.

Uma vez que esta metodologia é descrita como um ciclo, esta nunca tem fim e deve iniciar-se de novo, identificando potenciais modos de falha e corrigindo-os (Lim et al., 2018).

1.4. Apresentação da empresa

A Preh Portugal, Lda. integra o grupo Preh GmbH (*Gesellschaft mit beschränkter Haftung*), fundada inicialmente como Jakob Preh Jun, em 1919, por Jakob Preh em *Bad Neustadt an der Saale*, na Alemanha. Iniciou a sua produtividade fabricando peças e acessórios eletrónicos (Preh GmbH, 2022).

Com a evolução tecnológica, a era da rádio nasceu e com isto criou-se uma gigantesca oportunidade de investimento, algo que Jakob Preh não deixou escapar, tornando-se um dos primeiros fabricantes alemães a comercializar e criar um recetor de rádio, batizando-o de “Preh Funk”. Nessa altura, a empresa estava em crescente evolução e já contava com mais de 200 colaboradores (Preh GmbH, 2022).

Com o passar dos anos, o crescimento substancial da empresa levou-os à internacionalização e assim, no seu 50º aniversário, abriram a primeira empresa fora da Alemanha. O local escolhido foi a Trofa, em Portugal, e nesse mesmo ano foram alcançados recordes de vendas estimados em 47 milhões de euros. Finais do século 19 e inícios do século 20, o foco principal já era a área automóvel, sendo que o Grupo já empregava mais de 1900 pessoas e contava com um volume de vendas superior a 200 milhões de euros (Preh GmbH, 2022).

Atualmente o grupo Preh conta com instalações nos 4 cantos do mundo: Alemanha, Portugal, E.U.A., México, Roménia, China e Suécia (Figura 2).



Figura 2 - Preh no mundo (Preh Group, 2022)

Todo este crescimento é refletido em números, contando atualmente com mais de 7000 funcionários e um volume de receita de mais mil milhões de euros (Figura 3).

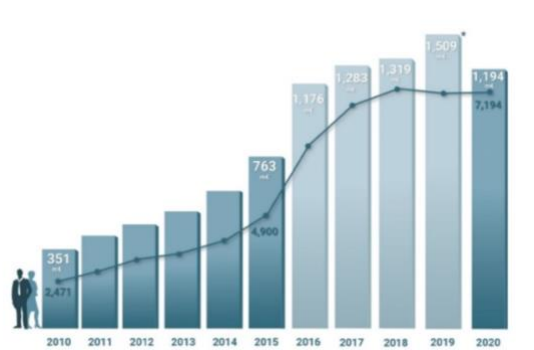


Figura 3 - Evolução do nº de trabalhadores e do volume de receitas (Preh GmbH, 2022)

A Preh Portugal, Lda. fundada em 1969 na trofa, produz placas eletrónicas, componentes mecânicos plásticos injetados, pintura de componentes injetados e montagem do produto final. Os seus grandes clientes são os maiores fabricantes mundiais de automóveis, tais como BMW, o grupo Volkswagen/Audi/Seat/Skoda, a GM/Opel/Vauxhall, a Daimler, o grupo Sony/Ford e a Porsche (Preh GmbH, 2022).

Alguns exemplos dos produtos de série produzidos na Preh Portugal são apresentados na Figura 4.



Figura 4 - Exemplos de produtos produzidos na Preh Portugal (Preh Portugal, 2022)

O *Lean Thinking* é uma das apostas da empresa, o que contribui para a sistemática eliminação de desperdícios e a criação de valor de que beneficiam todos os que, direta e indiretamente, se servem dos seus produtos inovadores e serviços de excelência.

A melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade é um dos compromissos desta empresa, sendo que os principais objetivos são: clientes satisfeitos; produtos e serviços melhores que os

concorrentes; colaboradores flexíveis e motivados; integração e harmonia na sociedade e no ambiente; sócios satisfeitos; e fornecedores integrados. Quanto ao sistema de gestão do ambiente são: redução e prevenção da poluição; comunicação e responsabilidade ambiental (Preh Group, 2022).

A empresa encontra-se dividida em nove departamentos, como se pode ver na Figura 5, tendo sido no departamento da logística que se inseriu o projeto que fundamenta este relatório.

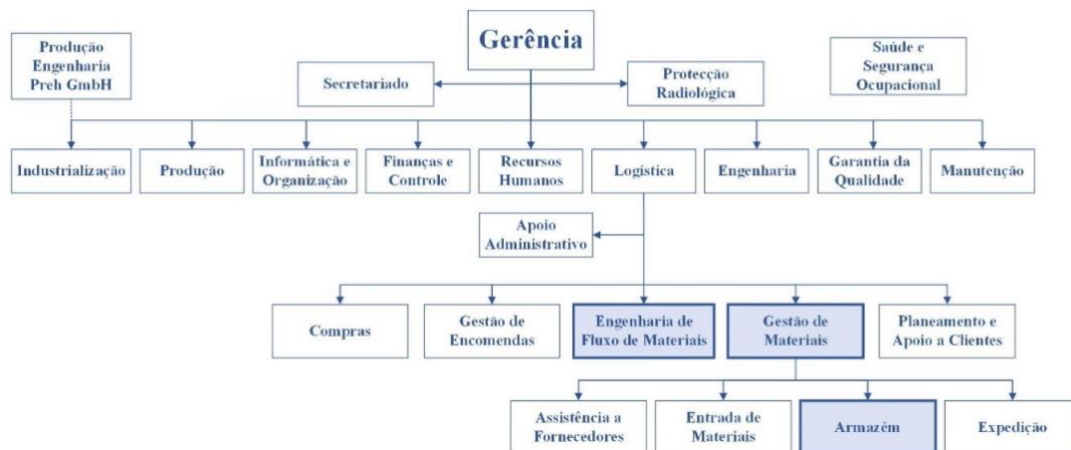


Figura 5 - Organograma da Preh Portugal, Lda.

1.5. Conteúdo e organização da dissertação

Esta secção descreve a organização da presente dissertação. Esta divide-se em 4 capítulos, compostos pela introdução, fundamentação teórica e revisão da literatura, análise e melhoria do fluxo de materiais, conclusões e trabalhos futuros e anexos.

No capítulo 1, intitulado por introdução, realiza-se o enquadramento geral do trabalho, e são formulados os objetivos de investigação. É também explicada a metodologia utilizada e é apresentada a empresa onde se desenvolveu esta dissertação.

No capítulo 2, denominado por fundamentação teórica e revisão da literatura, é realizado um enquadramento à história das ferramentas *Lean* e são abordadas as várias ferramentas utilizadas nesta dissertação. Além disto, são apresentados vários casos de estudo, em contexto industrial, em que se usaram as mesmas ferramentas e obtiveram-se excelentes resultados.

No capítulo 3, designado por análise e melhoria do fluxo de materiais, é efetuada uma análise e mapeamento dos fluxos de materiais em estudo, são identificados vários problemas a estudar, são apresentadas várias propostas de melhorias aos problemas encontrados, e faz-se uma análise final aos resultados obtidos.

No capítulo 4, nas conclusões e trabalhos futuros, desenvolve-se uma análise crítica aos resultados obtidos, e apresenta-se propostas de trabalho futuro ligadas ao fluxo de materiais.

Para finalizar, são apresentadas as referências bibliográficas, os anexos e apêndices desta dissertação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo é dedicado à fundamentação teórica e revisão da literatura. Desta forma, engloba o tema análise e melhoria dos processos, faz um enquadramento histórico da filosofia *Lean*, assim como uma abordagem de algumas ferramentas *Lean* e explicita os sete desperdícios desta filosofia.

2.1. Análise e melhoria dos processos

Face à elevada competitividade entre as organizações, estas procuram apostar na melhoria e adaptação contínua dos seus produtos / serviços, recursos e processos.

A metodologia *Lean* está vocacionada para a otimização dos processos e centra-se na implementação da melhoria contínua, visando a redução quer dos custos quer do desperdício, de modo a conciliar a satisfação dos clientes com o aumento dos proveitos (Chahala & Narwal, 2017). Esta metodologia pode ser introduzida em todos os setores de atividade, com foco na otimização das operações, processos e logística associada (Bardhan & Thouin, 2013).

Os resultados provenientes da implementação de metodologias *Lean* podem ser observados numa vasta gama de artigos e livros. Na Tabela 1, é possível verificar os ganhos obtidos em alguns destes casos de estudo, salientando-se as mais-valias obtidas para as empresas. Os casos de estudo referidos foram analisados e resumidos na tabela, enunciando-se as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos com essas ferramentas.

Tabela 1 - Revisão de literatura relativa à análise e melhoria dos processos

Referência bibliográfica	Descrição do trabalho
(Alkindi & Al-baldawi, 2021)	Este estudo decorreu numa empresa de calçado em couro e o objetivo era diminuir o <i>lead time</i> e aumentar a produtividade. Através de ferramentas <i>Lean</i> e do <i>software</i> de simulação <i>Arena</i> , foi possível aumentar a produtividade em 43% e reduzir o tempo de ciclo em 31%.
(Antoniolli et al., 2017)	Este trabalho foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel, em concreto na linha de montagem de componentes para o ar condicionado. O objetivo era, usando ferramentas <i>Lean</i> , identificar as atividades que não acrescentam valor, padronizar os processos, eliminar os desperdícios, aumentar a produtividade e promover a melhoria contínua. Usando a ferramenta <i>Standard Work</i> e <i>Kaizen</i> , os postos de trabalho foram padronizados, foram eliminados desperdícios e atividades que não acrescentam valor e o OEE da produção aumentou 16%, passando de 70% para 86%.
(Banga et al., 2020)	Esta pesquisa tinha o objetivo de encontrar soluções viáveis para diminuir o tempo de ciclo e, conseqüentemente, aumentar a produtividade de um sistema de produção em lote numa empresa de fabricação de peças em chapa metálica. A utilização de ferramentas <i>Lean</i> permitiu aumentar a produção de uma média de 900 peças/dia para 1051 peças/dia e reduzir o tempo de ciclo de 58,64 segundos para 50,20 segundos.

(Brito et al., 2020)	Este trabalho foi desenvolvido numa fábrica de embalagens plásticas cujo objetivo era combinar ferramentas <i>Lean</i> (SMED e 5S) e ferramentas de ergonomia para melhor os postos de trabalho e eliminar desperdícios associados aos riscos ergonómicos e questões de segurança dos seus processos. Com este trabalho conseguiu-se reduzir os tempos de <i>setup</i> em 15% e o processo de avaliação dos postos de trabalho, com a ferramenta desenvolvida, passou de 15 minutos para 10 minutos.
(César et al., 2018)	Uma equipa de uma empresa do setor alimentar implementou algumas ferramentas <i>Lean</i> para reduzir o <i>lead time</i> , aumentar a produtividade e reduzir as atividades que não acrescentam valor. Através da implementação dos 5S, cartões <i>kanban</i> e o <i>standard work</i> foi possível aumentar a produção, obtendo uma redução do <i>takt time</i> de 6,4 para 3 minutos/unidade. As atividades que acrescentam valor aumentaram de 60% para 95%.
(Costa et al., 2018)	Neste estudo, que decorreu numa empresa metalomecânica, com a implementação dos 5S, conseguiu-se ganhar área livre, reduzir o tempo de procura de ferramentas, obter postos de trabalho mais limpos e organizados, reduzir o risco de acidente e aumentar a produtividade.
(Dias et al., 2019)	Este estudo foi desenvolvido numa empresa metalomecânica cujo objetivo era identificar todas as atividades que acrescentam valor, identificar os desperdícios e problemas e as suas causas. O uso de ferramentas <i>Lean</i> permitiu verificar que o rácio entre o tempo das atividades que acrescentam valor e o tempo total trabalhado não era de 84%, mas sim de 30%, demonstrando que devem ser feitas melhorias nos processos.
(Fernandes et al., 2019)	Este caso de estudo decorreu num fabricante de automóveis europeus cuja abordagem era perceber como poderiam as ferramentas <i>Lean</i> contribuir para as condições de segurança no trabalho. Foi utilizada a ferramenta 5S e os resultados demonstraram que a sua aplicação reduziu o risco total de acidente em 64%, segundo uma ferramenta de avaliação de riscos.
(Ferreira et al., 2019)	Neste estudo foi desenvolvida uma metodologia combinada entre as ferramentas <i>Lean</i> (SMED, VSM, TPM) e a ferramenta DMAIC com o intuito de ajudar as organizações a resolverem os seus problemas de forma mais simples e eficaz. Este estudo decorreu numa fábrica de produtos em madeira. A utilização desta metodologia conseguiu aumentar a produção pois reduziram-se os tempos de <i>Setup</i> de 39 minutos para 17 minutos, apresentando um ganho de 44% na fabricação.
(Huang et al., 2022)	Neste trabalho, com a aplicação de ferramentas <i>Lean</i> , foi possível atingir melhorias significativas numa fábrica de produtos metálicos. Estas melhorias traduziram-se na redução do <i>lead time</i> de 26 para 19,5 dias, aumento da produtividade no posto da soldagem em 28,3%, e melhoria no armazenamento de matérias-primas em 83,84%.

(Kumar et al., 2019)	Este artigo retrata um estudo realizado numa empresa do setor têxtil, cujo objetivo era reduzir o WIP, aumento da produtividade e a redução de desperdícios nas linhas produtivas. Com o uso das ferramentas 5S e VSM, conseguiu-se reduzir o tempo de ciclo em 34%, reduzir o WIP em 14%, reduzir o tempo usado em atividades que não acrescentam valor em 32% e, ainda, a eficiência da linha produtiva aumentou 12,5%.
(M. S. Oliveira et al., 2019)	Este trabalho foi desenvolvido numa empresa que produz componentes eletrónicos para automóveis com o objetivo de balancear duas linhas de montagem que devido à diminuição de encomendas provocou o aparecimento de desperdícios relacionados com áreas ocupadas, aparecimento de <i>bottlenecks</i> e atividades que não acrescentam valor. A implementação de ferramentas <i>Lean</i> na reconfiguração destas linhas permitiu libertar 22% de espaço ocupado com equipamentos que já não eram utilizados, reduzir o número de operadores e aumentar em 50% a produtividade em cada linha.
(Mor et al., 2019)	O objetivo deste trabalho era identificar todas as atividades que não acrescentam valor, numa fábrica de componentes tecnológicos, e eliminá-las através da padronização do trabalho (<i>Standard Work</i>). A implementação desta ferramenta conduziu ao aumento de 50 para 58 peças produzidas por turno.
(Mourato et al., 2020)	Este estudo decorreu numa empresa que fabrica autocarros e teve como objetivo melhorar a receção e o posicionamento dos materiais no armazém, e ainda atuar sobre a logística interna, no processo de gestão dos processos gestão de linhas de abastecimento. Com a implementação dos 5S na linha de montagem, conseguiu-se libertar 6,8% da totalidade da área. Além disso, foi implementado um sistema <i>Kanban</i> para o abastecimento de materiais nas linhas de montagem, padronizou-se o sistema de localização dos materiais no armazém e desenvolveu-se uma base de dados com a informação do stock de materiais e materiais consumidos.
(Nallusamy & Adil Ahamed, 2017)	Este trabalho foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel. Recorreram a ferramentas <i>Lean</i> , nomeadamente, VSM e 5S, para aumentar o OEE através da eliminação de tempos que não acrescentam valor ao produto final. A utilização do VSM permitiu reduzir o tempo de produção na estação dos diferenciais em 40%. Os 5S permitiram reduzir os tempos que não acrescentam valor em cerca de 15% e a OEE do processo aumentou de 71,24% para 81,18%.
(Nallusamy, S., & Saravanan, 2018)	O principal objetivo deste estudo é aumentar a produtividade numa linha de montagem de uma fábrica de válvulas através da implementação de diferentes ferramentas <i>Lean</i> . A utilização das ferramentas VSM, <i>Kaizen</i> e 5S foram essenciais para se reduzir o tempo de ciclo em 10,49 minutos e a produtividade aumento 20% e reduziram-se todas as atividades que não acrescentam valor ao produto final.

(Neves et al., 2018)	Neste projeto recorreram a algumas ferramentas <i>Lean</i> (5S e <i>Kaizen</i>) para melhorar os processos produtivos de uma fábrica do setor têxtil. Com a implementação das ferramentas referidas, conseguiu-se poupar 4 horas/semana ao operador do posto de trabalho da tecelagem, o que corresponde a um ganho de 10% no tempo trabalhado por semana deste operador, sendo este posteriormente usado para executar outras atividades.
(Rocha et al., 2018)	Este caso de estudo decorreu numa fábrica de joias, em concreto na área do controlo da produção. Ao adotar ferramentas <i>Lean</i> (<i>kanban</i> , 5S, <i>Kaizen</i> e gestão visual), a empresa conseguiu implementar novas estratégias com vista a minimização de desperdícios, padronização dos processos e maior controlo sobre a produção.
(Rosa et al., 2017)	Este estudo foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel, mais precisamente numa linha de produção de cabos em aço usados na elevação dos vidros das portas. O objetivo deste estudo era tornar mais eficiente esta linha de montagem, de forma a aumentar a produtividade para dar resposta à procura por parte dos clientes. Usando as ferramentas <i>Lean</i> e a PDCA, a produtividade aumentou em 41% nesta linha de montagem.
(Rosa et al., 2019)	Neste trabalho, que foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel, em concreto na produção de cabos, o objetivo principal era reduzir o tempo dispensado em tarefas que não acrescentam valor e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Assim, com a aplicação das ferramentas VSM, 5S, <i>Standard Work</i> , SMED e ciclo PDCA conseguiu-se aumentar a produtividade em 40%.
(Sá et al., 2021)	Este estudo foi desenvolvido numa fábrica de mobiliário teve como objetivo a redução de desperdícios e melhorar a produtividade. A implementação dos 5S permitiu melhorar a gestão visual da organização com a reestruturação do <i>layout</i> , bem como a normalização do processo produtivo. Com isso, foi alcançada uma redução de 40% em termos de desperdícios com atividades que não acrescentam valor (movimentações e tempos de espera) tendo aumentado a produtividade em 74% e 87% nas secções de acabamento e marcenaria, respetivamente.
(Sahebagowda & Vinayak, 2017)	Este projeto foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel e foram utilizadas ferramentas <i>Lean</i> (5S, <i>Standard Work</i> e <i>Kaizen</i>) para diminuir o tempo de ciclo e o número de paragens de linha por dia. Depois de implementar melhorias nas estações críticas identificadas, as atividades que não agregam valor foram reduzidas, conseguindo assim diminuir o tempo de ciclo em 4% e o número de paragens de linha foi reduzido em 33%. A nível ergonómico, as melhorias implementadas também tiveram um resultado positivo, passando o risco de lesões de 6 para 3 na avaliação RULA.
(Saravanan V, Nallusamy S, 2018)	Este artigo retrata a melhoria de produtividade numa linha de montagem de caixas de engrenagens para automóveis. Através do uso de ferramentas <i>Lean</i> , VSM e <i>Standard Work</i> , a produtividade aumentou de 7 para 10 peças na primeira etapa de montagem. O tempo de processamento na segunda etapa do processo também reduziu, em 24%, após o uso destas ferramentas.

(Sivaraman et al., 2020)	Este estudo foi desenvolvido numa empresa do setor automóvel que faz a montagem dos motores para os carros de um fabricante europeu. O objetivo deste estudo era identificar e eliminar desperdícios nos processos produtivos e aumentar a produtividade. Algumas ferramentas <i>Lean</i> foram utilizadas, tais como, <i>Just-in-time</i> , <i>Kanban</i> , TPM e <i>Standard Work</i> . A produtividade da linha aumentou 7% e foram reduzidas as atividades que não acrescentam valor, tais como os tempos de espera e a diminuição do retrabalho.
(Sousa et al., 2019)	Este estudo decorreu numa empresa transformadora de cortiça cujo objetivo era reduzir os tempos de Setup das máquinas. Neste estudo foram usadas as ferramentas VSM e SMED e os resultados traduziram-se numa redução de 43% nos tempos de Setup, reduzindo de 66,56 minutos para 37,59 minutos.
(Veres & Candeia, 2021)	Neste estudo, é analisado o impacto das ferramentas <i>Lean</i> numa empresa do setor automóvel. A implementação da ferramenta 5S permitiu reduzir o tempo de ciclo de uma linha de produção (3 segundos), aumentar a produtividade em 21%, reduzir o stock na linha de montagem em 60% e libertar área em 21%.
(Viera et al., 2019)	Este caso de estudo teve como objetivo avaliar o impacto das ferramentas <i>Lean</i> no processo de avaliação da eficiência energética na indústria. Foram usadas as ferramentas 5S e VSM para padronizar o processo e eliminar as tarefas que não acrescentam valor. O resultado obtido foi a redução de 18% no tempo dispensado neste processo.

Analisando a Tabela 1, é possível afirmar que a análise e melhoria dos processos produtivos, bem como a aplicação das ferramentas *Lean*, trouxeram melhorias significativas para as organizações onde foram implementadas e, por sua vez, demonstrar-se-ão também importantes para o desenvolvimento deste projeto, uma vez que se pretende analisar e melhorar o fluxo de materiais numa empresa do setor automóvel. Em suma, os ganhos mais significativos nos casos de estudo observados foram o aumento de produtividade, eliminação de desperdícios, redução de *stocks* e redução dos riscos de acidente.

2.2. *Toyota Production System*

A origem da filosofia *Lean* está ligada ao processo industrial, mas ao contrário do grande fabricante americano Ford, que possuía um processo de produção em massa de grandes volumes e de baixo custo, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno perceberam que esta metodologia não era a mais adequada (Kalendar, 2020; Nawanir et al., 2020).

A indústria ressentiu-se à passagem pela Segunda Guerra Mundial e a *Toyota Motor Company* (TMC) não escapou, debatendo-se com um nível relativamente baixo de procura (Sundar et al., 2014). Com a necessidade de encontrar soluções para garantir a sustentabilidade económica da empresa, Toyoda e Ohno criaram um novo modelo de produção, o *Toyota Production System* (TPS) (Cherrafi et al., 2016).

A perceção de que a produção em massa não era a solução mais viável para as condições que apresentavam levou ao abandono deste sistema. O modelo criado pela construtora FORD deixou

de ser rentável quando a procura diminuiu, então o TPS veio contrariar essa situação, com a finalidade de aumentar a eficiência da produção através da eliminação de todo o tipo de desperdícios (também conhecidos como *Muda*) da produção em massa (Anoop, 2020).

Este teve por base metodologias e ferramentas de melhoria contínua que constituem a casa do TPS (Figura 6).

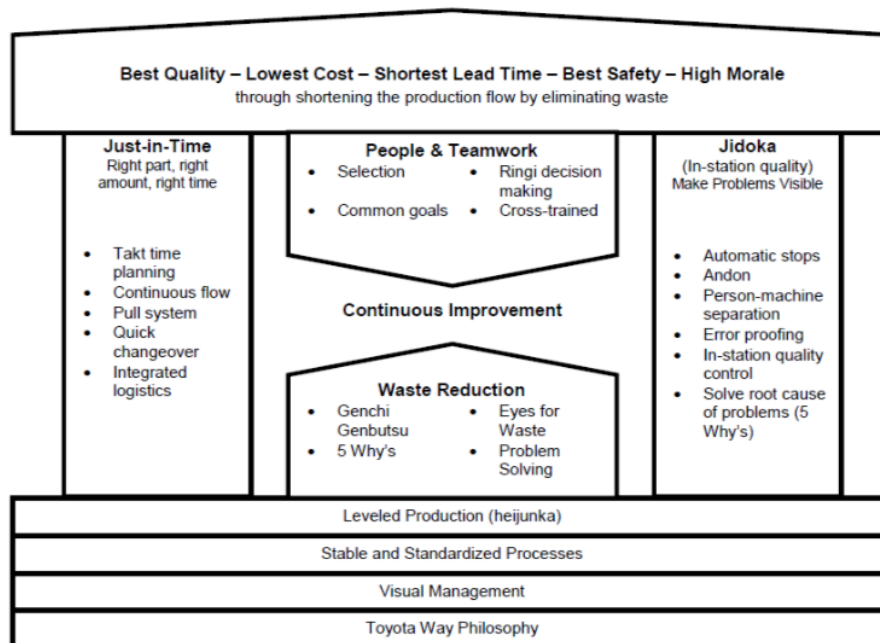


Figura 6 - Casa do TPS (Liker, 2004)

A casa do TPS foi desenvolvida seguindo o modelo de construção de qualquer outra casa, começando do chão até ao topo; a base do TPS é a redução/eliminação total dos desperdícios, ou seja, os *Mudas*. Os dois pilares representam o *Just-in Time* (JIT) e o *Jidoka*; o topo tem presente os objetivos que todas as organizações ambicionam, sendo estes a redução de custos, redução de *lead times* e melhoria na qualidade dos produtos.

2.3. Ferramentas Lean

O *Lean Thinking* teve origem na *Toyota* na década de 1940 devido à necessidade de aumentar a eficiência da produção, especificamente através da redução dos desperdícios, *stocks* e mão-de-obra. Mais tarde, foi integrado na gestão da produção de empresas e fabricantes, e posteriormente espalhou-se para outras indústrias de serviços, sendo nos dias de hoje aplicada a qualquer atividade industrial (Martins et al., 2020; Neves et al., 2018).

Diversas definições sobre a filosofia *Lean* são encontradas na literatura, porém todas compartilham o mesmo princípio básico: fazer mais com menos (Kelendar, 2020).

O *Lean* utiliza um conjunto de ferramentas e técnicas que podem contribuir para a avaliação, gestão e reconfiguração dos processos organizacionais (Anoop, 2020). Para Kelendar (2020), as ferramentas *Lean* dividem-se por categorias, diferenciando-se pela finalidade: ferramentas para melhorar os processos (JIT, fluxos contínuos, sistema *Pull*, *lead* e *takt-time*); ferramentas para o desenvolvimento de capacidades (*Jidoka*, *Poka-yoke*, sistema *Andon*); ferramentas para sistemas

de gestão (causas-raiz, PDCA); ferramentas de nivelamento da produção e padronização (*Heijunka* e *Standard Work*); ferramentas de ajuda visual (5S, Gestão visual, VSM, A3 report).

Por fim, existem ferramentas para monitorizar e avaliar o desempenho dos processos: OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), estudo dos tempos, Seis Sigma, diagramas de dispersão e cartas de controlo (Hill et al., 2018).

Apesar das ferramentas *Lean* apresentarem uma enorme variedade de opções, optou-se por neste subcapítulo abordar as seguintes:

- 5S;
- *Standard Work*;
- Gestão visual.

Tendo em conta as metodologias descritas pelos autores supracitados, estas ferramentas são as que melhor se adequam na resolução de problemas de investigação, pois tornam possível a redução de desperdícios e atividades que não acrescentam valor, redução de stocks e trabalho padronizado, com vista a um sistema eficiente para responder aos requisitos do cliente.

2.3.1. 5S's

O objetivo desta ferramenta é proporcionar um melhor ambiente de trabalho, limpo e organizado, através de uma abordagem sistemática onde o colaborador não perde tempo na procura de objetos ou informações (Kelendar, 2020). É a ferramenta mais eficaz para a organização do posto de trabalho (Adel et al., 2020).

A ferramenta 5S é baseada em cinco princípios fundamentais: *Seiri, seiton, seiso, seiketsu* e *shitsuke*.

- *Seiri*: o primeiro S consiste na eliminação de todos os objetos desnecessários que estejam no posto de trabalho e, posteriormente, designar um local para esses materiais (Agrahari et al., 2017).
- *Seiton*: o objetivo deste ponto é organizar o posto de trabalho, dispondo os objetos num local adequado (Costa et al., 2018). Pode ajudar, neste caso, usar quadro de sombras ou codificação por cores de cada ferramenta (Ismail et al., 2019). É essencial garantir que o colaborador encontre facilmente o que procura em menos de 30 segundos, evitando perdas de tempo e de eficácia (Rewers et al., 2016).
- *Seiso*: nesta fase o posto de trabalho já se encontra organizado, com apenas aquilo que realmente é útil, no lugar que lhe foi atribuído e nas quantidades necessárias (Veres & Candea, 2021). Para que tudo se mantenha organizado, é necessária esta terceira fase que remete para a limpeza diária do posto de trabalho (Ismail et al., 2019). O objetivo deste ponto é manter em boas condições, identificar e eliminar as causas de poluição e cuidar das máquinas (Rewers et al., 2016).
- *Seiketsu*: o objetivo deste ponto é a padronização através do controlo dos 3 primeiros S's. Aqui devem-se atribuir responsabilidades aos colaboradores e criar instruções de trabalho e procedimentos, de forma a manter as rotinas 5S (Rewers et al., 2016).

- *Shitsuke*: nesta etapa, o objetivo é promover a disciplina através do controlo das etapas anteriores e agir de acordo com as normas. É uma etapa difícil e longa, porque obriga a mudar os hábitos tanto dos trabalhadores da produção como da gestão (Jiménez et al., 2015). Devem ser intensificadas as ações de formação, difundir regularmente conceitos e informações, criar mecanismos de avaliação e promover o espírito de equipa (Rewers et al., 2016).

A ferramenta 5S não requer um grande investimento financeiro, permitindo a criação de hábitos úteis ao desempenho das funções e formas de organização e limpeza adequada ao ambiente de trabalho. É também o primeiro passo para fortalecer o sentimento de propriedade dos funcionários em relação ao posto de trabalho (Rewers et al., 2016).

2.3.2. Standard Work

O *Standard Work* é uma ferramenta *Lean* para a melhoria do trabalho e sustentabilidade dos processos produtivos. Padronização significa operações uniformes e tem por objetivo que todas as tarefas sejam executadas sempre da mesma forma, na mesma ordem e tempo, gerando trabalho de valor acrescentado. A padronização também pressupõe o desenvolvimento contínuo de novos e melhores padrões (Rewers et al., 2016; Ribeiro et al., 2019).

O *Standard Work* assenta em 3 elementos (Ismail et al., 2019):

- *Takt Time* – é a frequência com que um produto deve ser concluído para atender à procura dos clientes. É calculado usando a procura e o tempo disponível. *Takt time* define o ritmo para o trabalho padronizado;
- Rotina de trabalho normalizada – representa a sequência de operações a executar pelo trabalhador no desempenho das suas funções, da forma mais segura e eficiente, assegurando interrupções na produção.
- WIP padrão – corresponde à quantidade necessária de peças inacabadas para assegurar a produção sem tempos improdutos e com um fluxo contínuo.

Através da aplicação adequada dos padrões, os defeitos podem ser evitados durante a fabricação do produto. Além disso, são criados procedimentos para evitar a ocorrência de outros erros que possam influenciar a atividade produtiva (Ismail et al., 2019).

Após a implementação do *Standard Work*, assim que os operadores se encontram devidamente treinados, são necessárias auditorias regulares com o intuito de verificar se as normas estão a ser cumpridas, e se não, o porquê de isso acontecer e corrigir. Os operadores devem ser incentivados a sugerir propostas de melhoria que permitam melhorar o processo e que resultem em revisões no trabalho normalizado. O *Standard Work* incorpora um diferente modo de pensar que permite motivar toda a organização a operar de uma maneira mais eficiente e a oferecer produtos de qualidade superior a um custo menor (Johansson et al., 2013).

A implantação de *Standard Work* resulta nos seguintes benefícios:

- Estabilidade do processo: as organizações devem assegurar permanentemente a sua produtividade, custo, *lead time*, segurança e objetivos ambientais (Adel et al., 2020; Ismail et al., 2019; Shafeek et al., 2018);
- Aprendizagem organizacional: o *Standard Work* preserva o conhecimento e a competência (Adel et al., 2020);

- Auditar e solucionar problemas: a normalização do trabalho permite compreender o estado atual e identificar problemas (Johansson et al., 2013);
- Envolvimento dos colaboradores e *poka-yoke*: num sistema Lean, os membros da equipa desenvolvem *Standard Work* com o auxílio de supervisores e engenheiros, sendo capazes de identificar oportunidades para a introdução de dispositivos à prova de erros (Ismail et al., 2019; Shafeek et al., 2018);
- *Kaizen* (melhoria contínua): os processos são, essencialmente, muda. O *Standard Work* confere uma base sobre a qual é possível avaliar as melhorias (Shafeek et al., 2018);
- Treino: o trabalho normalizado constitui a base sólida para o treino dos colaboradores. Assim que estes estejam familiarizados com os formatos do *Standard Work*, torna-se natural a forma como executam as operações (Shafeek et al., 2018).

A padronização torna os processos mais estáveis e previsíveis, trabalhando toda a gente da mesma forma, usando os mesmo métodos e recursos (Kelendar, 2020).

2.3.3. Gestão Visual

A gestão visual é uma ferramenta muito simples de utilizar, pois permite que todas as pessoas, num dado local de trabalho, possam compreender tudo o que está à sua volta. Permite a visualização intuitiva de todo o processo no chão de fábrica, a exibição de todas as ferramentas, peças atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção para que a sua situação possa ser imediatamente compreendida (Kelendar, 2020; Kovacevic et al., 2016).

É um sistema que promove a melhoria organizacional, podendo ser usada em qualquer empresa que procure melhorar o seu desempenho em toda a linha, ao mesmo tempo que concentra a sua atenção no que é realmente importante. Por norma, a ferramenta Gestão Visual é implementada juntamente com a ferramenta 5S, numa das 5 etapas que a compõe (Fenza et al., 2021).

Existem diversos sistemas de gestão visual como, por exemplo, quadros informativos, delimitações de espaço, *andons* (painéis informativos digitais) e instruções de trabalho, organogramas e mapas de fluxo de valor (Sá et al., 2021).

Alguns dos benefícios da Gestão Visual podem ser (Fenza et al., 2021):

- Facilitam a mediação de desempenho e a verificação do estado do processo;
- Permite o envolvimento das pessoas;
- Melhoram a comunicação interna e externa;
- Aprimoram a colaboração e a integração e mostra como o trabalho deve ser realizado;
- Promovem a inovação.

A Gestão Visual deve ser encarada como uma ferramenta que promove o desenvolvimento e a melhoria contínua das empresas e assume especial importância na aplicação do *Lean* (Fenza et al., 2021; Kovacevic et al., 2016).

2.4. Metodologia Kaizen

Kaizen é uma metodologia utilizada por muitas empresas, industriais ou serviços, por todo o mundo. A palavra *Kaizen* é de origem japonesa e pode ser claramente traduzida como mudança para melhor, ou seja, melhoria contínua (Adel et al., 2020). Representa a procura constante por oportunidades de melhoria, de forma eficaz para melhorar o empenho e a qualidade das organizações (Ismail et al., 2019).

É uma metodologia, por norma, rápida a implementar melhorias e tem como objetivo agregar valor e reduzir os desperdícios. Esta ferramenta enfatiza o uso do esforço humano no trabalho em equipa, envolvendo todos os colaboradores da empresa (Kelendar, 2020).

O *Kaizen* é baseado em 5 princípios:

- Cultura de melhoria: engloba todas as atitudes e comportamentos que criam uma procura constante pela perfeição. Os líderes procuram prevenir o aparecimento de problemas, mas quando estes aparecem, as falhas são investigadas identificando a sua causa-raiz para garantir que não voltam a acontecer. Todas as pessoas da organização fazem parte da cultura de melhoria (Aij & Teunissen, 2017).
- Necessidade de autodesenvolvimento: baseia-se na consciência a transição para a liderança *Lean* também exige a aprendizagem de novas habilidades de liderança. Também os líderes devem saber usar ferramentas *Lean* específicas, como o ciclo PDCA (Abdulmouti, 2015).
- Qualificação dos funcionários: funcionários qualificados são mais capazes de ajudar na melhoria contínua e na resolução de problemas. No contexto *Kaizen*, os problemas são enfrentados como oportunidades de melhoria, sendo que essa melhoria implica a participação, a valorização e a maximização do potencial das pessoas (Aij & Teunissen, 2017).
- *Go to the Gemba*: *Gemba* é a palavra japonesa que se refere ao espaço ou local onde a ação decorre. As atividades que acrescentam valor acontecem sempre no *Gemba*. Este princípio refere os líderes *Lean* devem ir ao local onde o valor é criado, de forma ver e entender os problemas que lá existam e os processos que os seus funcionários lidam (Iwao, 2017).
- Hoshin Kanri: é um método de alinhamento de objetivos e metas com foco no cliente em todos os níveis. Embora cada equipa de trabalho ou departamento tenha uma meta diferente a curto prazo, Hoshin Kanri orienta todas as equipas a atingirem juntas metas a longo prazo (Aij & Teunissen, 2017).

Em 1950, Edwards Demings introduziu uma ferramenta simples, mas que descreve de uma forma eficaz como a melhoria contínua deve ser implementada – ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Este instrumento é constituído por diversas atividades para obter uma determinada melhoria, assente no propósito de tornar os processos mais claros e ágeis (Isniah et al., 2020; Maarof & Mahmud, 2016).

Resumidamente, na Tabela 2 são apresentadas as quatro etapas correspondentes ao ciclo PDCA.

Tabela 2 - As 4 etapas do ciclo PDCA (Isniah et al., 2020)

Etapa	Descrição
Plan (Planear)	Analisar o que necessita ser melhorado, estabelecendo objetivos e metas necessárias para os atingir
Do (Fazer)	Implementar as mudanças que tenham sido estabelecidas na etapa anterior
Check (Verificar)	Controlar e medir periodicamente os processos e os resultados, confrontando-os com o planeado e realizar relatórios.
Act (Atuar)	Atuar de acordo com o avaliado e, também, de acordo com os relatórios. Além disso, é essencial criar novos planos de ação para corrigir o ciclo PDCA, sempre numa ótica de melhoria contínua.

2.5. *Lean Production*

Lean Production é um modelo organizacional de produção (com origem no sistema de produção da *Toyota*) que tem como foco a eliminação dos desperdícios e a criação de valor (Pessoa et al., 2021). Comparada com a produção em massa, é extremamente vantajosa pois necessita de menos esforço humano, menos espaço e menor investimento em ferramentas e recursos, o que resulta numa maior produtividade (Nawanir et al., 2020).

Este modelo organizacional ajuda as empresas a alcançar a produtividade desejada através da introdução de técnicas e ferramentas fáceis de aplicar e de fácil manutenção (Brito et al., 2020). O seu principal foco na redução/ eliminação dos desperdícios permite que este modelo seja enraizado na cultura organização e transforme cada processo em lucro (J. Oliveira et al., 2017).

2.5.1. Princípios *Lean Production*

A filosofia *Lean* surge com a necessidade de produzir bens de qualidade a um custo reduzido. Esta foca-se na identificação e redução de atividade que não possuem valor acrescentado ao produto final, uma vez que as considera desperdícios (Gadre et al., 2011).

O conceito *Lean* pode ser definido em cinco princípios (Figura 7), sendo que estes podem ser estendidos a qualquer empresa ou organização, inserida em qualquer sector e em qualquer país. Deste modo, os princípios associados à presente filosofia de pensamento são (Adel et al., 2020; Chahala & Narwal, 2017; Kelendar, 2020):

- Valor (*value*): o valor representa aquilo que o cliente está disposto a pagar. Deve determinar-se esse valor para cada tipo de produto. Tudo o que não corresponde aos requisitos e às necessidades dos clientes constituem desperdícios e representam oportunidades de melhoria que devem ser minimizados ou até mesmo eliminados.

- Cadeia de valor (*value stream*): identificar a cadeia de valor e analisar o fluxo desde o fornecedor (matérias-primas) até ao cliente final para identificar quais as atividades/ações necessárias para responder às exigências dos clientes.
- Fluxo (*flow*): é fundamental garantir que existe um fluxo de produção contínuo na organização. Aqui deve-se sincronizar a produção com o ritmo da procura dos clientes.
- Sistema Puxado (*pull*): a criação de um sistema pull pressupõe que é o cliente quem puxa a produção mediante a colocação de encomendas. Este sistema tem o objetivo de sincronizar a produção com as necessidades dos clientes, evitando *stocks* indesejados.
- Perfeição (*perfection*): neste princípio procura-se encontrar a perfeição através da melhoria contínua (*Kaizen*), garantindo que apenas as atividades que acrescentam valor estão presentes no fluxo de valor.

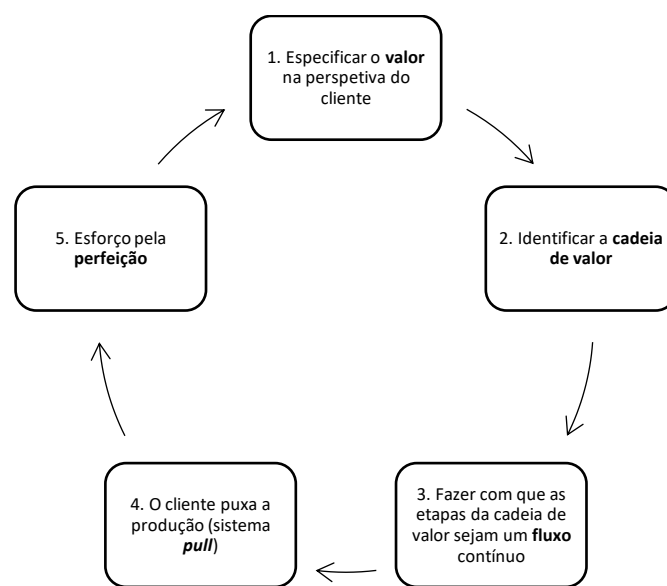


Figura 7 - Os 5 princípios do pensamento Lean (Kalendar, 2020)

2.5.2. Desperdícios

O conceito de desperdício no âmbito da filosofia *Lean* pode ser definido como a utilização de recursos que efetivamente não adicionam valor ao produto ou serviço do ponto de vista do cliente (Mahbubah & Gresik, 2022).

Os desperdícios podem ser categorizados de duas formas: desperdícios puros (paragens, avarias, transportes ou reuniões desnecessárias) e desperdícios necessários (atividades necessárias, inspeções de qualidade e *setups*, que embora não agreguem valor, são necessárias e não podem ser completamente eliminadas) (Lopes et al., 2019).

As organizações trabalham geralmente para reduzir os desperdícios puros, pois não auxiliam na criação de nenhum valor tangível. Para reduzir de forma sustentável os desperdícios, outras ferramentas *Lean* são aplicadas para auxiliar no cumprimento desse objetivo, como por exemplo, 5S, *Standard Work* e VSM (Ismail et al., 2019).

Apresentam-se de seguida os sete tipos de desperdícios associados à filosofia *Lean* (Chahala & Narwal, 2017; Kelendar, 2020; Shah & Patel, 2018; Sivaraman et al., 2020; Sundar et al., 2014):

- Excesso de produção: considera-se sobreprodução produzir em excesso ou com demasiada antecedência. Este excesso de produção poderá levar ao aumento dos custos de posse, por isso, deve-se manter a produção sempre igual à procura do cliente. Este desperdício é considerado o pior de todos uma vez que atinge os restantes.
- Esperas: este tipo de desperdício refere-se aos tempos inativos e improdutivos dos trabalhadores, dos equipamentos e de outros recursos.
- Transporte: desperdícios de tempo e recursos ao ser várias vezes necessária a movimentação ou a transferência de materiais na linha de produção, deve-se por isso reduzir as distâncias de transporte entre os vários locais.
- Excesso de *Stock*: todo este *stock* deve ser alvo de eliminação, uma vez que todo o material que não é utilizado num futuro previsível é considerado desperdício, pois ocupa espaço, implica empate e perda de capital.
- Defeitos: defeitos de produção quando um produto é não conforme, não satisfazendo as necessidades e as exigências do cliente. Inclui todos os custos relacionados com retrabalho, reparação, inspeção e devolução de pedidos.
- Sobreprocessamento: todo o trabalho que ultrapassa o exigido para o produto, não sendo valorizado pelo cliente.
- Movimentos desnecessários: o último desperdício refere-se ao movimento que não acrescenta valor, a saber: movimento de pessoas; movimento de ferramentas; movimento de material. Normalmente, este desperdício está relacionado com a distância entre os vários postos de trabalho.

2.5.3. Benefícios e Desafios do *Lean Production*

A implementação deste modelo organizacional traz muitos benefícios, sendo eles (Patel & Patange, 2017):

- Maior produtividade;
- Redução do *lead time*;
- Redução dos níveis de inventário (*stocks* indesejados);
- Melhor gestão do conhecimento;
- Processos mais robustos (menos produtos não conformes e, portanto, menos retrabalho);
- Maior compreensão sobre os processos;
- Poupanças financeiras.

Como desafios à implementação desta filosofia, destacam-se (Cherrafi et al., 2016; Rosa et al., 2019):

- Insatisfação dos funcionários e resistência à mudança;
- Incorreta aplicação das ferramentas *Lean*;
- Fornecedores (obriga a uma sincronização com a cadeia de fornecimentos, de modo a manter baixos níveis de *stock*);
- Falha nos equipamentos (instabilidade na produção em caso de avarias).

3. ANÁLISE E MELHORIA DO FLUXO DE MATERIAIS

Ao longo da execução deste projeto, foram seguidos e analisados vários fluxos no chão-de-fábrica, mais especificamente, no fluxo de materiais para as linhas de montagem. São apresentados os problemas encontrados no fluxo de materiais da empresa, as possíveis soluções de melhoria e é feita uma análise final aos resultados obtidos.

3.1. Análise e mapeamento do processo de fluxo de materiais

A Preh Portugal Lda. encontra-se dividida em seis áreas principais – Injeção, Pintura, SMD, Linhas de Montagem, Armazém e Expedição. Estas áreas incluem no seu conjunto outras áreas da cadeia logística, sendo elas, a entrada de materiais, armazém e supermercados avançados. No fluxograma da Figura 8, está representado, em visão macro, o fluxo de materiais geral da empresa, estando representado com linhas encarnadas os fluxos efetuados com comboios logísticos, e os restantes são efetuados com auxílio de porta-paletes ou *stacker*.

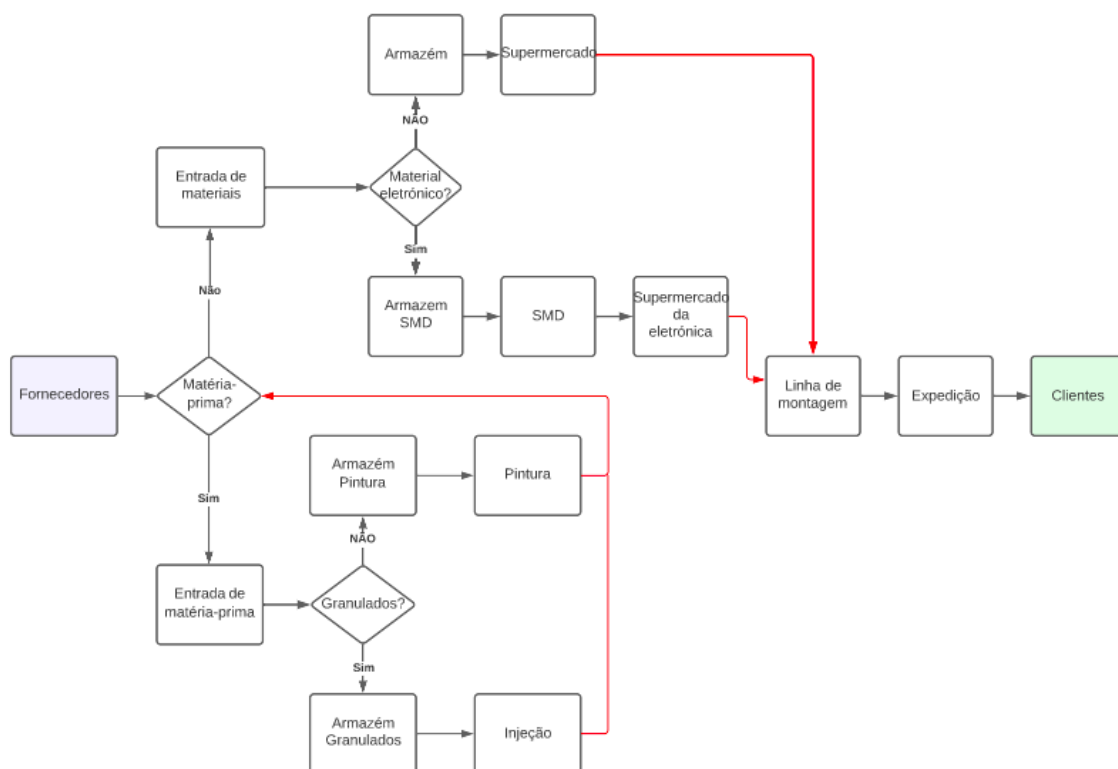


Figura 8 - Fluxograma do fluxo de materiais geral

Na Tabela 3, é apresentada uma descrição sobre cada área enunciada anteriormente no fluxograma da Figura 8.

Tabela 3 - Áreas da empresa e descrição

Áreas da empresa	Descrição
Armazém	Local destinado ao armazenamento de componentes
Armazém Granulados	Local usado para o armazenamento de granulados que, posteriormente, serão usados na injeção
Armazém Pintura	Local usado para o armazenamento de componentes/tintas que, posteriormente, serão usados na pintura
Armazém SMD	Armazém destinado ao armazenamento de componentes para a montagem de placas eletrônicas
Entrada de matéria-prima	Local usados para dar entrada das matérias-primas para o armazém dos granulados ou para a pintura. Estas matérias-primas apenas são usadas nos componentes de produção interna
Entrada de materiais	Entrada de componentes estéticos (componentes visíveis no produto final) ou mecânicos (componentes que não ficam visíveis no produto final) vindos dos fornecedores ou da injeção ou pintura
Expedição	Área destinada à expedição de produtos finais para os clientes. Os produtos finais são montados nas linhas, são analisados pela equipa da Qualidade e são libertados para a expedição
Injeção	Área destinada à injeção de componentes
Linha de montagem	Área destinada à montagem de produtos finais
Pintura	Área destinada à pintura de componentes estéticos
SMD	Local de produção de placas eletrônicas
Supermercado	Local destinado ao armazenamento de componentes, de fácil acessibilidade, usado para os operadores dos comboios logísticos efetuarem o <i>picking</i> dos materiais a transportar para as linhas de montagem
Supermercado da eletrónica	Local de armazenamento das placas eletrónicas produzidas

O transporte de materiais desde a Injeção e Pintura para a Entrada de Materiais é efetuado por um comboio dedicado a esta função. Este é um comboio de exterior e transporta paletes de materiais nas suas carruagens (Figura 9).



Figura 9 - Comboio de exterior (circuito: Injeção/Pintura para a Entrada de Materiais)

Os comboios usados no abastecimento de materiais nas linhas de montagem são diferentes do comboio de exterior. Enquanto o comboio de exterior transporta paletes, os comboios de abastecimento de materiais nas linhas de montagem transportam apenas materiais em embalagem de pequena dimensão (Figura 10).



Figura 10 - Exemplo de um comboio de abastecimento de materiais nas linhas de montagem

O fluxo de materiais na Preh Portugal, Lda. é bastante extenso, pelo que, neste projeto, procurou-se dar apenas enfoque ao abastecimento de materiais nas linhas de montagem, tanto de componentes como de embalagens de produto final.

3.1.1. *Layout* inicial

A Preh é uma empresa que está em constante evolução. O foco pela melhoria continua dos processos é um dos fatores chave do seu sucesso. Esta constante evolução faz com que haja diversas alterações na empresa, salientando as mudanças de *layout*. Na Figura 11 está

representado o *layout* completo da empresa, salientando as áreas da produção, de aproximadamente 8000 m² (representado a verde) e a área do armazém, cerca de 5000 m² (representado a vermelho).

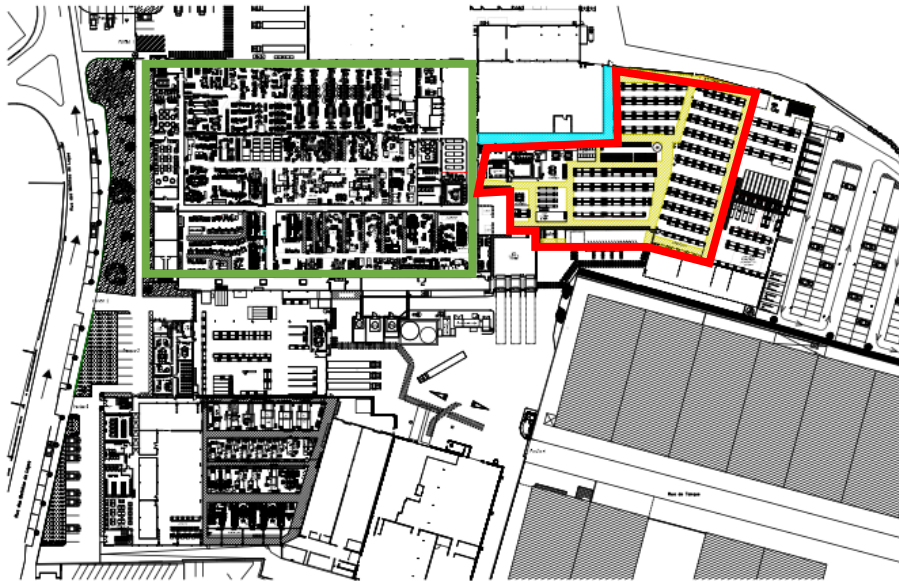


Figura 11 - Layout completo da Preh Portugal, Lda.

O forte crescimento desta indústria obriga a uma adaptação diária para responder à procura por parte dos clientes. Assim, no decorrer deste projeto, foram feitas algumas alterações a nível de *layout*, alguns fluxos foram otimizados, foram adicionadas novas linhas de montagem e outras foram descontinuadas.

3.1.2. Comboios logísticos e os abastecimentos das linhas de montagem

Atualmente, a Preh Portugal possui 5 comboios logísticos para fazer o transporte dos materiais desde o armazém até às linhas de montagem. Cada comboio é composto por uma máquina (locomotiva) e por um *kit* de 5 carruagens.

Dois comboios estão distribuídos para transportarem os materiais de duas linhas específicas (uma linha para cada comboio), sendo elas, BMW ZBE, BMW 35UP High. Os restantes comboios transportam materiais para diversas linhas. A distribuição é a seguinte (Figura 12):

- Comboio 35UP: transporta os materiais para a linha 35UP High;
- Comboio ZBE: transporta materiais para a linha ZBE;
- Comboio BMW: transporta materiais para as linhas 35UP Low, FKA e Klimaeletronik;
- o comboio FORD transporta materiais para a Ford Slim Display, Ford V408, AMG, Daimler e Porsche;
- o comboio Audi transporta materiais para a linha Audi AU270, AU37X, Sony e MMI EVO.



Figura 12 - Linhas de montagem abastecidas por comboio

O transporte e abastecimento dos materiais nas linhas de montagem é feito pelo operador do comboio logístico. Este inicia o seu ciclo no supermercado onde abastece o comboio, dirige-se para as linhas de montagem onde faz o abastecimento das mesmas, passa no cais dos resíduos para deixar o lixo acumulado durante este ciclo, passa na separação de tabuleiros para deixar os tabuleiros reutilizáveis e regressa ao supermercado (Figura 13). Na ida para as linhas de montagem, passa ainda no supermercado da eletrónica para abastecer o comboio com placas eletrónicas.

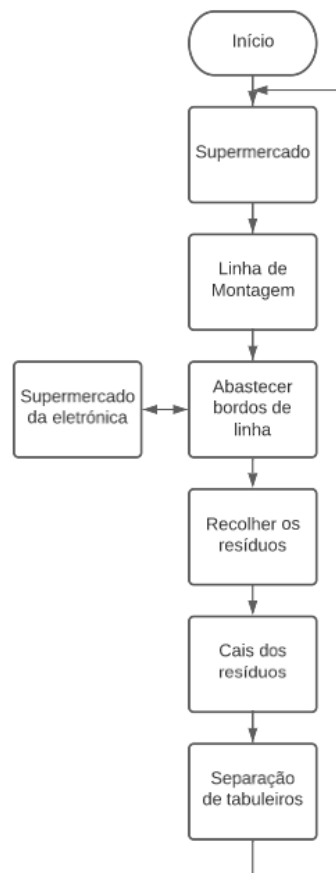


Figura 13 - Ciclo do comboio logístico

Aquando da implementação dos comboios logísticos na empresa, foram estabelecidos os tempos de ciclo que cada um teria de cumprir. Todos os comboios tinham um tempo de ciclo de 60 minutos, exceto o comboio 35UP que era 90 minutos. Estes tempos de ciclo são registados numa plataforma informática e são recolhidos através de 4 antenas RFID espalhadas pela empresa. Estas leituras ainda estavam em fase de implementação, pelo que ainda não era feito qualquer controlo.

3.2. Identificação de problemas

Ao longo da avaliação do processo de fluxo de materiais da empresa, identificaram-se alguns problemas que exigem a aplicação de métodos mais atualizados. Estes foram estudados de forma a encontrar uma solução viável para a empresa de acordo com os requisitos dos clientes, cujo cumprimento representa um dos principais focos da organização. Os problemas a serem estudados ao longo deste relatório estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Identificação de problemas

Setor	Descrição do Problema
Produção	Excesso de materiais na linha de montagem BMW 35UP High
	Má localização dos supermercados na linha de montagem BMW BZM
Armazém	Indefinição do fluxo de embalagens de produto final

3.2.1. Excesso de materiais na linha de montagem BMW 35UP High

Esta fase do projeto decorreu numa linha de montagem que pertence à BMW, que produz a consola do rádio e climatização dos modelos Série 5 e 7 (Figura 14).



Figura 14 - Exemplo de consolas produzidas na linha 35UP High

O produto final desta linha tem um elevado número de variantes, trabalhando diariamente com um elevado número de referências de componentes diferentes, pelo que a torna especialmente complexa.

Devido à falta de padronização do processo de abastecimento e à complexidade no abastecimento desta linha de montagem, os operadores dos comboios logísticos começaram a procurar formas

para facilitar o seu trabalho de forma a evitar paragens de linha. Uma dessas soluções foi transportar materiais em excesso para a linha de montagem (Figura 15).



Figura 15 - Excesso de materiais na linha 35UP High

Estes excessos de material, além de visualmente evidenciarem um certo nível de desorganização, são também considerados *stocks* intermédios, os quais devem ser eliminados sempre que possível. Adicionalmente, quando era necessário inventariar algum material, havia sempre o risco de não encontrar a sua totalidade, provocando assim diferenças de inventário.

Consideram-se excessos de materiais quando na linha de montagem existem referências de materiais com duração total superior ao ciclo do comboio, neste caso superior a 90 minutos. Na Tabela 5 estão identificados os materiais considerados como excesso de material. Estes materiais, à data do início do projeto, estavam avaliados em 1447,54€.

Tabela 5 - Materiais identificados como excesso de material

Referência	QTD/Caixa	Caixas	Duração/caixa (min)	Duração Total (min)
05067-117	500	3	216,5	649,5
10375-153	5000	5	2165	10825
10668-183	400	4	173,2	692,8
11054-630	3250	5	1407,25	7036,25
12331-591	130	10	56,29	562,9
12613-529	400	4	173,2	692,8
12613-530	600	6	259,8	1558,8
12620-264	110	5	47,63	238,15
12620-274	400	6	173,2	1039,2
12620-275	400	6	173,2	1039,2

12620-278	250	5	108,25	541,25
12620-279	250	2	108,25	216,5
12620-300	195	3	84,435	253,305
12705-041	1000	3	433	1299
12705-042	400	5	173,2	866
12788-115	108	3	46,764	140,292
13031-160	80	5	34,64	173,2
13047-649	200	4	86,6	346,4
13047-650	200	5	86,6	433
13047-652	200	2	86,6	173,2
13047-653	200	5	86,6	433
13047-655	200	6	86,6	519,6
13047-656	200	5	86,6	433
13047-658	200	4	86,6	346,4
13047-659	200	5	86,6	433

Depois de identificar o problema de excesso de materiais na linha, era fundamental perceber quais as suas possíveis causas. Esta linha de montagem produz cerca de 1050 peças de produto final por turno (8 horas), o que implica uma grande capacidade de gestão de quem está a fazer abastecimento pois o volume de material a transportar é muito elevado.

Na Figura 16 é apresentado o layout desta linha de montagem. Esta linha é composta pela linha principal e subgrupos. Dada a proximidade do supermercado da eletrónica, o operador do comboio não transporta a placa eletrónica no comboio. Este estaciona o comboio junto à linha e faz o *picking* da placa com auxílio de um carrinho com pegas. Os restantes comboios da empresa transportam as placas eletrónicas no próprio comboio.

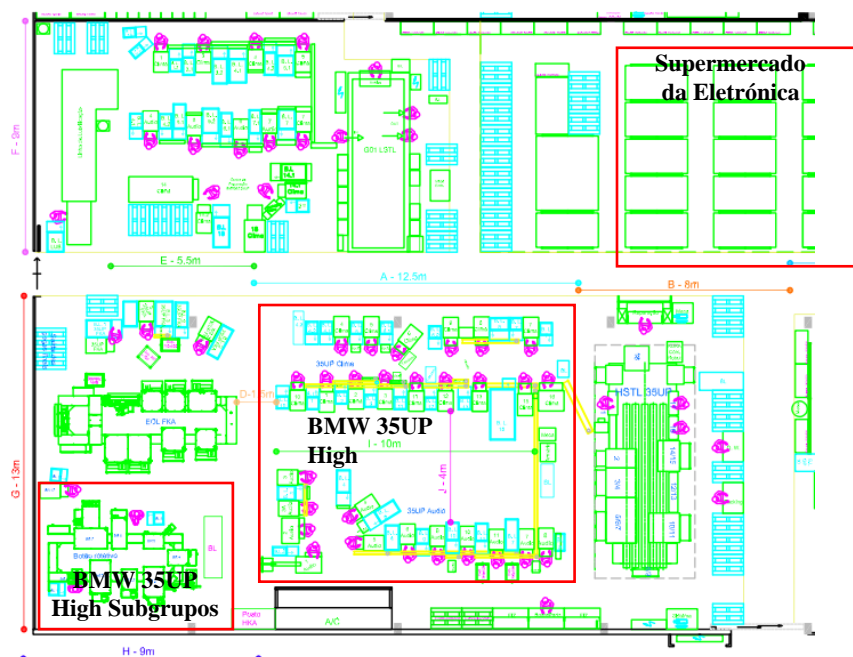


Figura 16 - Layout da linha 35UP High

Durante as reuniões de *brainstorming* elaboradas pela equipa de Fluxo de Materiais, surgiram as seguintes possíveis causas para o problema identificado:

- Tempo de ciclo do comboio desajustado;
- Bordos de linha com capacidade insuficiente para o ciclo do comboio;
- Formação insuficiente dos colaboradores.

Para ficar com uma ideia dos tempos de ciclo que o comboio estava a fazer, foi realizada uma análise às leituras das antenas RFID para assim verificar se o processo de abastecimento estava controlado, ou seja, se os operadores do comboio estavam a cumprir os tempos de ciclo definidos (Figura 17).

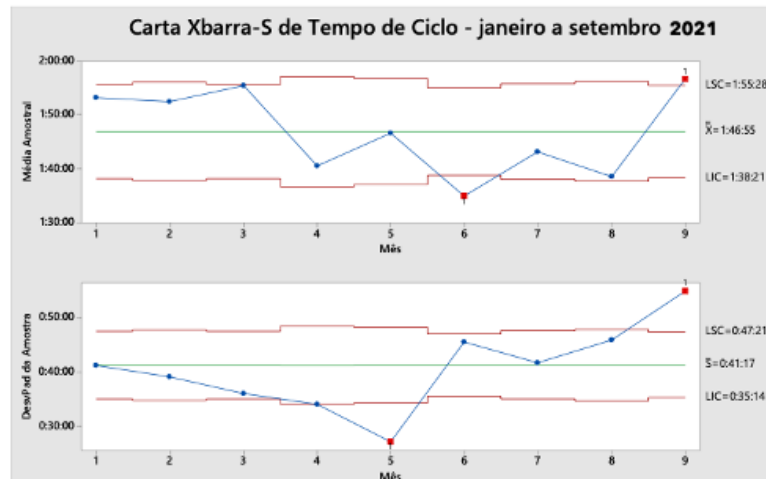


Figura 17 - Carta de Controlo do processo de abastecimento do comboio logístico

Através da análise do gráfico da Figura 17, é possível afirmar que o processo de abastecimento apresenta elevadas variações em relação ao tempo de ciclo delineado (90 minutos). O valor médio das leituras RFID no período de análise foi de 1 hora e 46 minutos.

Para determinar e entender a forma de abastecimento desta linha de montagem, registaram-se os movimentos e as durações de cada tarefa que os operadores faziam em cada ciclo (Figura 18).

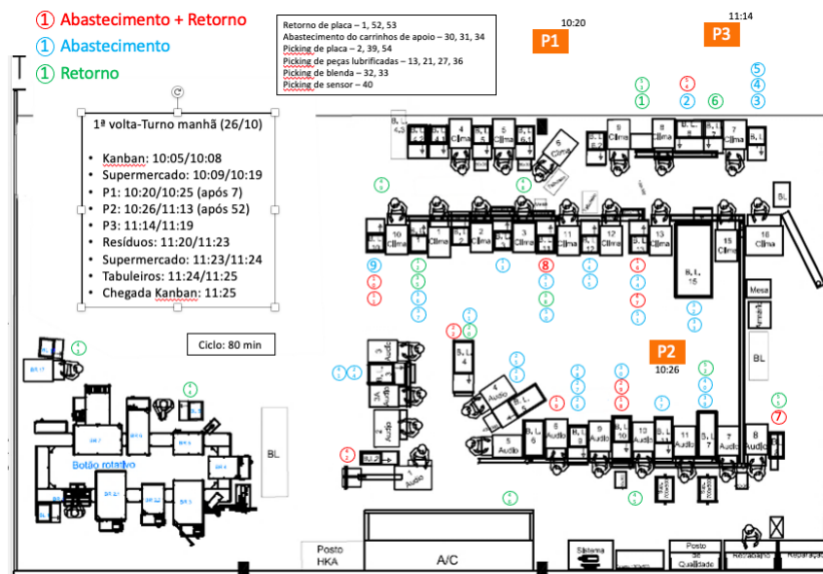


Figura 18 - Exemplo da sequência de abastecimento da linha 35UP High

Resultado global - Área	
12	Verde < 6 desvios
	Amarelo de 6 a 10 desvios
	Vermelho > 10 desvios

Figura 21 - Resultado da auditoria 5S antes da implementação de melhorias

3.2.2. Má localização dos supermercados na linha de montagem BMW BZM

O grupo de linhas BZM, pertencentes ao grupo BMW, representam a maior linha de montagem da Preh Portugal. Este grupo é composto por duas linhas principais (denominadas Linha 1 e Linha 2) e por 4 linhas que produzem subgrupos (subgrupo *Knobs*, Colagem, Lubrificação e Motores). Estas duas linhas principais produzem as caixas de velocidade da marca, sendo produzidas cerca de 5250 caixas/dia. Além destas linhas, existe ainda a Linha M que produz um produto final semelhante, mas para a versão M da BMW, diferenciando-se apenas em alguns componentes estéticos.

O subgrupo *Knob* e Lubrificação situam-se juntos das linhas principais (representado a vermelho), mas os restantes subgrupos, Colagem e Motores (representado a amarelo), encontram-se noutra área da empresa devido às limitações de espaço no momento em que estas linhas foram desenvolvidas (Figura 22).



Figura 22 - Linhas BZM e subgrupos

Devido à elevada complexidade desta linha de montagem, esta é abastecida por quatro assistentes de linha, ao contrário das restantes que são abastecidas pelo operador do comboio logístico. Três destes assistentes abastecem as linhas principais, *Knobs* e Lubrificação, enquanto que o outro abastece apenas subgrupo Colagem e Motores. Também, por isso, esta linha tinha outra particularidade em relação às restantes: o supermercado avançado estava junto à linha, dentro da área da montagem (Figura 23).

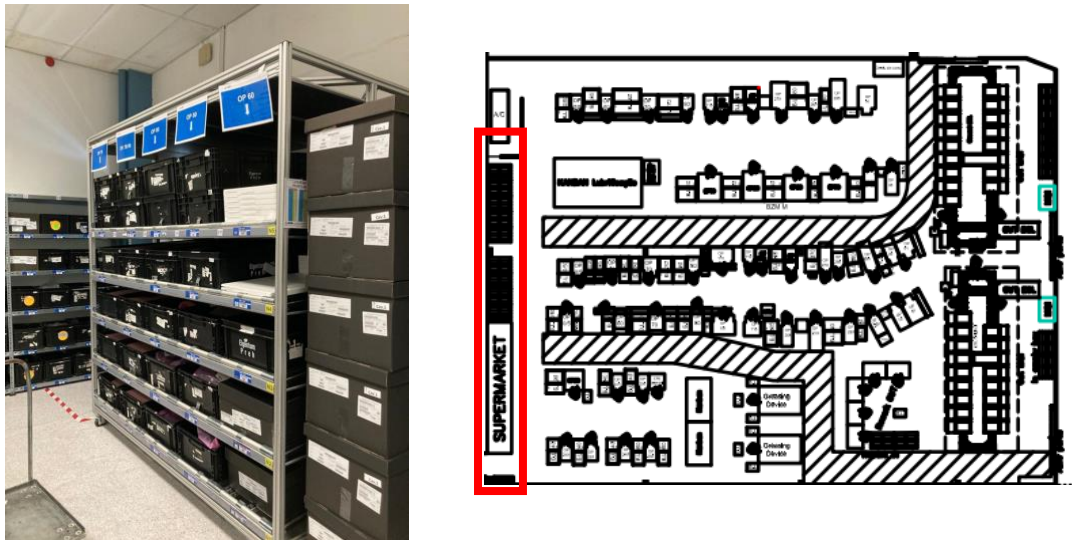


Figura 23 - Posicionamento do supermercado na linha de montagem

A solução de ter o supermercado junto à linha de montagem, para além de facilitar o trabalho de quem está a abastecer as linhas, também era uma vantagem pelo facto destas linhas possuírem um elevado número de variantes de produto final. Existem versões esquerdas e direitas, com toque ativo ou toque passivo, versão normal ou versão *Swarovski*, teclas com função ou sem função, edição normal ou edição M. Todas as referências necessárias para montar os produtos finais estavam presentes na linha de montagem. Esta solução de ter os supermercados na linha de montagem apenas se enquadra para as linhas principais e *knobs*, pois os restantes subgrupo têm uma estante de supermercado noutra área junto com outras estantes de supermercado de outras linhas.

O constante aumento das encomendas do produto final deste grupo de linhas obrigou a empresa a dar resposta a esta procura, criando-se assim a Linha 3 do BZM. Esta mudança obrigou a alterar o layout da linha, pois a criação da terceira linha envolve a necessidade de o otimizar por falta de espaço naquela área (Figura 24).

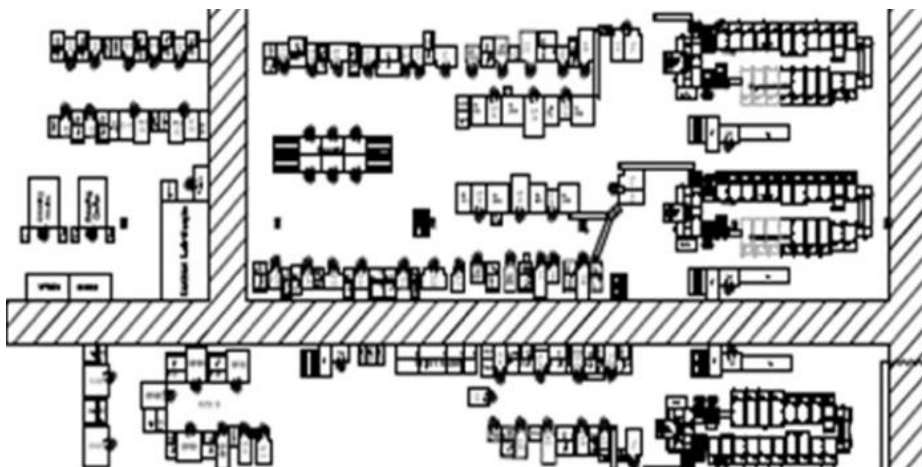


Figura 24 - Alteração de layout da linha de montagem BZM

Devido à introdução da terceira linha e de forma a standardizar os processos da empresa, surgiu a necessidade de retirar os supermercados da linha de montagem.

3.2.3. Indefinição do fluxo de embalagens de produto final

O fluxo de embalagens de produto final é feito desde o armazém de embalagens até à área da respetiva linha de montagem. Atualmente, este fluxo envolve pessoas de 4 áreas: uma pessoa da equipa da gestão de embalagens que transporta a paleta de embalagens do armazém até à zona de transbordo do armazém; outra pessoa é o responsável da carrinha (serviço subcontratado) que leva, pelo exterior da empresa, numa carrinha, a paleta desde o transbordo do armazém até ao cais da expedição; um elemento da expedição que retira a paleta da carrinha e desloca-a até ao cais da expedição; e por fim, um assistente de linha que leva a paleta desde o cais da expedição até à respetiva linha de montagem. Este fluxo teve origem, como solução temporária, enquanto aconteceram obras de ampliação da empresa. O tempo foi passando e este fluxo manteve-se até então (Figura 25).

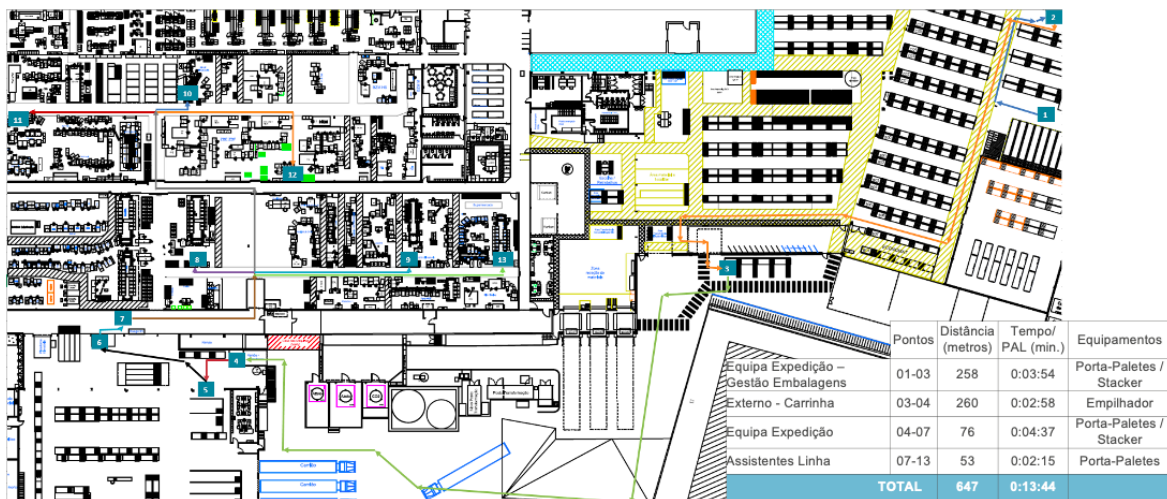


Figura 25 - Fluxo de embalagens de produto final

Na Figura 25, percebe-se que se despendem imensos recursos na movimentação de cada paleta, aliado ao facto da carrinha do exterior ser subcontratada. Para perceber o ponto de situação, construiu-se um diagrama de movimentação deste fluxo, usando os tempos médios das tarefas (APÊNDICE B).

Nestas observações, o tempo despendido foi de 13 minutos e 44 segundos por cada paleta, com uma distância total de 647 metros (Figura 26).

	Pontos	DISTANCIA (metros)	TEMPO / PAL (min.)	Equipamento
Equipa Montagem de Embalagens	01/03	258	0:03:54	Porta-Paletes/ Stacker
Externo - Carrinha	03/04	260	0:02:58	Carrinha
Equipa Expedição	04/07	76	0:04:37	Porta-Paletes/ Stacker
Assistentes Linha	07-13	53	0:02:15	Porta-Paletes
TOTAL		647	0:13:44	

Figura 26 - Distância e tempo despendido por cada paleta de embalagens

Uma vez que este fluxo não está otimizado e existem aparentes desperdícios associados, surgiu a necessidade de o otimizar.

3.3. Propostas de melhorias

Após a análise de todos os problemas anteriormente enunciados, são agora propostas algumas melhorias para os combater, propostas estas mencionadas na Tabela 6 e apresentadas ao longo deste subcapítulo.

Tabela 6 - Propostas de melhorias

Setor	Descrição do Problema	Propostas de melhoria
Produção	Excesso de materiais na linha de montagem BMW 35UP High	Redefinição do tempo de ciclo do comboio logístico 35UP High
		5S na linha de montagem e no comboio logístico 35UP High
		Formação aos operadores do comboio 35UP High
	Má localização dos supermercados na linha de montagem BMW BZM	Implementação de um comboio logístico na linha BZM
Expedição	Indefinição do fluxo de embalagens de produto final	Redefinição do fluxo de embalagens
		Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final

3.3.1. Redefinição do tempo de ciclo do comboio logístico 35UP High

O tempo de ciclo do comboio logístico está diretamente relacionado com a duração dos materiais nos bordos de linha, ou seja, o material com menor duração limita o seu ciclo. A juntar à duração dos bordos de linha, é necessário também saber qual o tempo em circuito, o tempo em cada paragem (resíduos ou separação de tabuleiros) e ainda calcular o tempo médio de abastecimento do comboio no supermercado.

Para validar os materiais utilizados e as respetivas durações, criou-se uma base de dados com todos os componentes que podem entrar nesta linha. Nesta base de dados temos presente a referência do componente, a variante, em que máquina entra o material, o tipo de embalagem no bordo de linha, quantidades e as respetivas durações (Tabela 7).

Tabela 7 - Extrato da base de dados sobre todos os componentes da linha 35UP High

PHOTO		Side	Level	REFERENCE	COMPONENTS	VERSION	DEVICE	BOX TYPE	PARTS/BOX	BOX QUANTITY	TOTAL PARTS	INCORPORATION FACTOR	BOX DURATION [min.]	TOTAL BOX DURATION [min.]
1		L	3	12620-264	Guiding Frame audio	All Versions	A4	Plastic Box (1)	600x400x20	110	2	220	47,67	95,33
2		R	2	13565-589	Light guide DVD	With CD	A4	Middle Plastic Box	230x147x132	250	4	1000	108,33	433,33
3		R	3	11199-016	Filtz	With CD	A4	Middle Plastic Box	230x147x132	700	5	3500	303,33	1516,67
4		L	2	13061-380	DVD Bezel	With CD	A4	Painting Tray (2)	300x200	10	36	360	4,33	156,00
5		L	2	13061-391	Blind Bezel	Without CD	A4	Painting Tray (2)	300x200	10	36	360	4,33	156,00
6		L	3	10668-183	Audio strap	All Versions	A5	Middle Plastic Box	230x147x132	400	4	1600	173,33	693,33
7		L	T	12705-041	Pusher rotary audio	All Versions	A5	Tube		1000	1	1000	433,33	433,33
8		L	4	13047-668	Lower part FBM	All Versions	A5	Plastic Box (2)	400x300x20	300	4	1200	130,00	520,00
9		L	2	13052-023	Capacitive Foil	All Versions	A6	Middle Plastic Box	230x147x132	600	2	1200	260,00	520,00

Tendo a base de dados completa, analisou-se e verificou-se que os componentes com o consumo mais rápido têm uma duração de apenas 50 minutos.

No seguimento, registaram-se vários tempos para calcular os tempos médios de cada tarefa (em segundos), tanto no abastecimento às linhas como em circuito e abastecimento no supermercado e ainda, o volume de cada tipo de embalagem (em m³) (Tabela 8).

Tabela 8 - Tempos médios de carregar o comboio e os BL e volume de cada tipo de embalagem

Carregar Comboio :	mm:ss	Carregar BL :	mm:ss:ms	Área:	m ³
Bag	00:24	Bag - Box	00:34:52	Bag p/ Caixa	0,01
Plastic Box (1)	00:14	Bag - Tub	00:38:00	Plastic Box (1)	0,05
Plastic Box (3)	00:26	Plastic Box (1)	00:09:30	Plastic Box (3)	0,05
Carton Box ESD (1)	00:25	P 600X400 --> TAB	01:21:24	Carton Box ESD (1)	0,05
Carton Box ESD (2)	00:25	Carton Box ESD (1)	00:26:00	Carton Box ESD (2)	0,03
Blister (2)	00:17	Carton Box ESD (2)	00:26:42	Blister (2)	0,01
Blister (1)	00:03	Blister (2)	00:46:00	Blister (1)	0,01
Blister PCB	00:10	Blister (1)	00:09:03	Blister PCB	0,01
		Blister PCB	00:05:06		

O passo seguinte passou por simular a quantidade de materiais a serem transportados para a linha de montagem, tendo por base o respetivo consumo (Tabela 9). Também era necessário prever o volume de material para ver a relação entre o volume disponível no comboio e o volume necessário.

Tabela 9 - Consumo por hora de cada componente

Component	BATCH DURATION [min.]	TOTAL BOX DURATION [min.]	Ciclo									
			Intervalo	0 - 60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-360	360-420	420-480	480-540
80926-812	5,20	156,00	Qtd inicial	62,4	64,8	62	64,4	61,6	64	61,2	63,6	60,8
			Qtd final	64,8	62	64,4	61,6	64	61,2	63,6	60,8	63,2
			Abst	Abst	Abst	Abst	Abst	Abst	Abst	Abst	Abst	Abst
			Qtd Abst	12	11	12	11	12	11	12	11	12

O resultado desta análise resultou num tempo de ciclo teórico de 85 minutos e um volume de materiais de 1,7m³.

Uma vez que o consumo de material mais rápido é de 50 minutos, e o tempo de ciclo é superior, foi necessário pensar numa solução de abastecimento alternativa a todos os componentes com consumo inferior ao tempo de ciclo. A sugestão foi efetuar o abastecimento destes componentes

em duas fases: na chegada à linha de montagem e à saída da linha antes de voltar para o supermercado. Esta solução torna possível o cumprimento do tempo de ciclo calculado.

Surgiu então a nova proposta de abastecimento desta linha (Figura 27):

- P1: Paragem 1 – Nesta paragem, abastecer os bordos de linha junto ao corredor;
- P2: Paragem 2 – Nesta paragem, abastecer os bordos de linha internos, seguindo sentido horário, e de seguida abastecer as linhas de botões (clima e áudio representados a tracejado verde). Realizar o retorno de tabuleiros (R) e voltar à linha para reabastecer os materiais com necessidade de dois abastecimentos por ciclo;
- P3: Paragem 3 – Nesta paragem, abastecer os bordos de linha do corredor que apresentam necessidade de dois abastecimentos por ciclo.

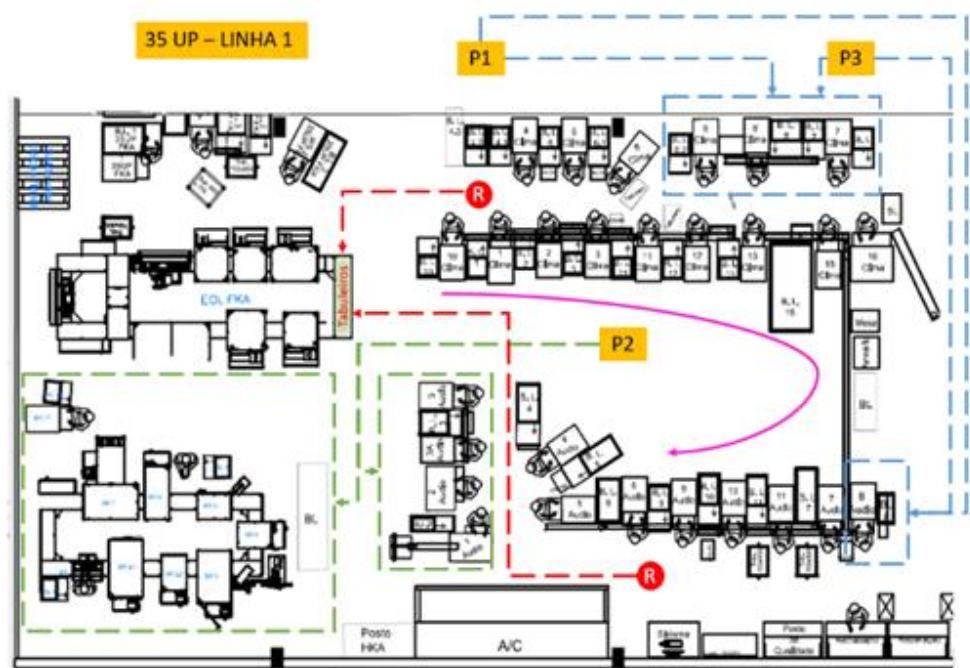


Figura 27 - Proposta de abastecimento da linha 35UP High

A proposta foi aceite e implementada.

3.3.2. 5S na linha de montagem e no comboio logístico 35UP High

Um dos objetivos da equipa de fluxo de materiais é tornar o trabalho dos operadores logísticos o mais simplificado possível, não só para otimizar o seu tempo, mas também para criar rotinas e métodos de trabalho. No momento do estudo de abastecimento da linha 35UP High, não só se verificou excesso de materiais na linha de montagem, mas também no comboio logístico (Figura 28).



Figura 28 - Carruagens do comboio 35UP High com excesso de materiais

Depois de saber a quantidade de materiais a transportar para a linha de forma a cumprir o tempo de ciclo (verificado no tópico anterior) foi necessário implementar a metodologia 5S no comboio e na linha de montagem.

Na primeira fase da metodologia 5S, esvaziou-se o comboio, identificaram-se os materiais que estavam no comboio e devolveu-se ao armazém o que estava em excesso. O procedimento para a linha de montagem foi semelhante, conseguindo eliminar 1,92 m² de área de chão de fábrica que estava ocupada com os materiais em excesso (Figura 29).



Figura 29 - Antes e depois da remoção do excesso de material na linha de montagem

Na segunda fase, no comboio definiu-se um lugar específico para cada material através de etiquetas visuais que continham a quantidade máxima a transportar daquele material. Na linha de montagem foram identificadas as caixas de bordo de linha com etiquetas de quantidade máxima (Figura 30).



Figura 30 - Identificação dos materiais e quantidades no comboio e na linha de montagem

Na terceira fase, já tendo todos os materiais no comboio identificados e nas quantidades corretas, definiram-se regras para as caixas do comboio dedicadas. Estas tinham de ficar vazias no final do turno, de forma que o próximo operador tenha conhecimento do que transporta quando faz o abastecimento das mesmas.

Na quarta fase, estabeleceu-se a regra que cada operador era responsável pelo comboio no seu turno, garantindo o bom funcionamento e reportando à chefia quando houvesse algum problema, seja de manutenção, limpeza ou excesso de material do operador anterior. O mesmo se aplica à linha de montagem. Este tem a responsabilidade de deixar os materiais necessários na troca de turno, mas nunca em excesso.

Para finalizar a metodologia, na quinta fase foram definidas auditorias ao processo. Inicialmente eram feitas auditorias semanais, mas dado que o processo começou a dar sinais de estabilização, as auditorias passaram a ser mensais. Além das auditorias realizadas pela equipa de fluxo de materiais, existem ainda auditorias periódicas às linhas de montagem realizadas pela equipa da Qualidade e o relatório desde a aplicação desta metodologia, presente no Anexo B, revelou melhorias significativas, não apresentando, de momento, falhas ao nível de fluxo de materiais (Figura 31).

Resultado global - Área	
5	Verde < 6 desvios
	Amarelo de 6 a 10 desvios
	Vermelho > 10 desvios

Figura 31 - Resultado da auditoria 5S após a implementação de melhorias

Após a implementação dos 5S na linha de montagem, conseguiu-se reduzir significativamente os materiais em excesso (avaliado em 1447,54€) e obteve-se uma maior organização da área produtiva (Figura 32).



Figura 32 - 35UP High após a implementação dos 5S

3.3.3. Formação aos operadores do comboio 35UP High

A formação dos operadores é fundamental para que o processo seja mais estável. Até ao momento do início deste projeto, a formação dada aos colaboradores dos comboios logísticos era de duas semanas e consistia no seguimento de outros operadores que explicavam o funcionamento da linha de montagem, o *picking* de materiais e tarefas básicas. A possível ineficácia deste tipo de formação poderia resultar numa má adaptação por parte do novo operador, incumprimento de regras por desconhecimento, e por sua vez, dificuldade em cumprir o tempo de ciclo delineado.

A proposta de melhoria apresentada foi criar um plano de formação do colaborador, com avaliações trimestrais, de forma a avaliar o progresso dos colaboradores. Foi desenvolvido um “manual do colaborador”, que era entregue na integração de novos colaboradores, que possuía as regras básicas de abastecimento às linhas e o circuito de abastecimento (Figura 33).

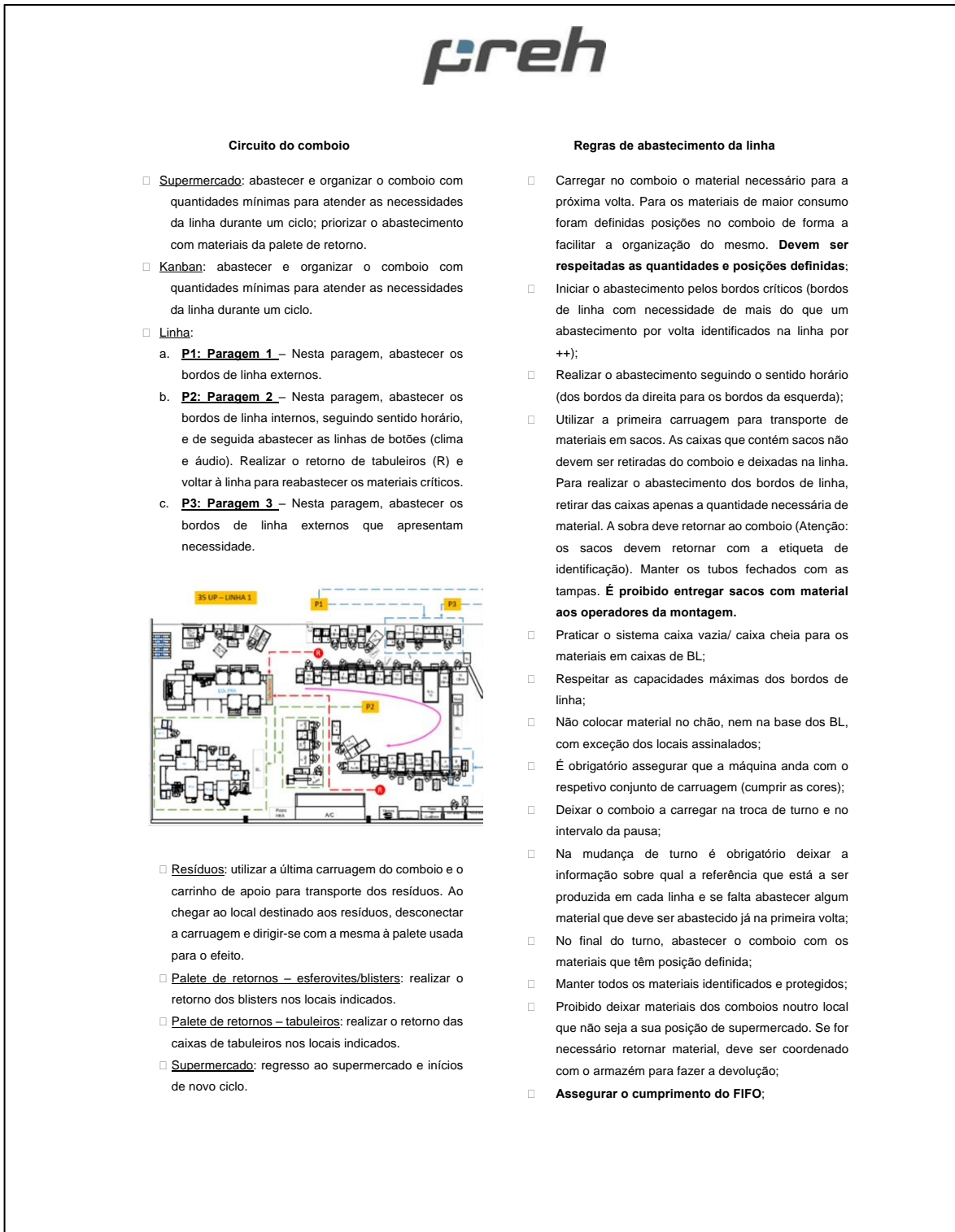


Figura 33 - Regras de abastecimento da linha 35UP High e circuito do comboio

Este plano de formação teve como projeto piloto a linha de abastecimento 35UP High, mas rapidamente estendeu-se a todas as linhas de montagem.

Para finalizar os pontos relacionados com a linha 35UP High, fez-se uma análise final através de novos diagramas de *Spaghetti*, com os mesmos recursos e com as mesmas pessoas (Figura 34).

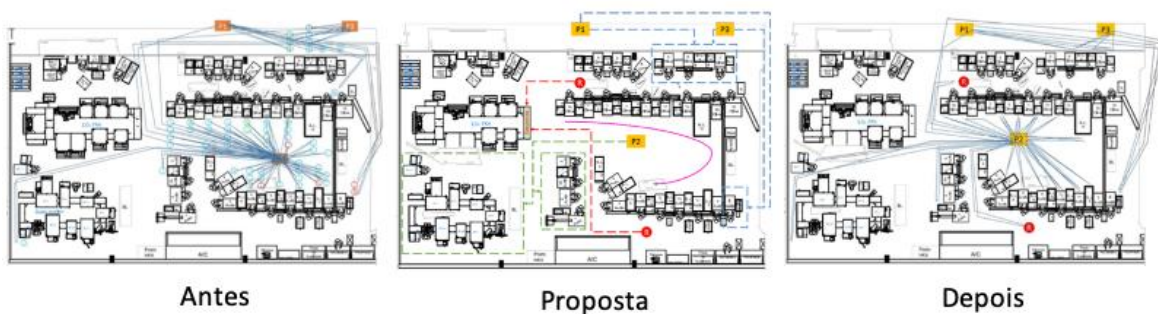


Figura 34 - Antes e depois da proposta de melhorias

Analisando a Figura 34, torna-se evidente a clara redução de movimentos efetuada pelos colaboradores. Esta é uma melhoria significativa, contudo o foco era a redefinição do tempo de ciclo, então torna-se necessário efetuar uma análise aos novos tempos registados pelo sistema RFID (Figura 35).

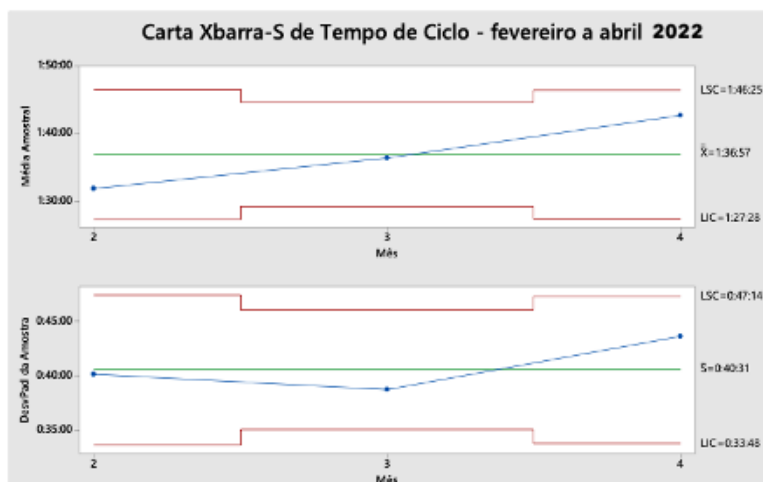


Figura 35 - Carta de controlo do abastecimento após a implementação de melhorias

A análise dos gráficos da Figura 35, revela que houve uma diminuição de 9 minutos e 58 segundos face aos tempos registados antes da implementação de melhorias. A estabilidade do processo melhorou mas ainda não está dentro dos limites definidos, pois o tempo de ciclo teórico é de 85 minutos. Contudo, realça-se a diminuição de 9,43% no tempo de ciclo, demonstrando a eficiência das ferramentas utilizadas.

3.3.4. Implementação de um comboio logístico na linha BZM

De forma a estandardizar os processos de abastecimento das linhas de montagem, a solução encontrada para compensar a retirada do supermercado da linha passaria pela implementação de sistema de abastecimento *milkrun*, à semelhança das restantes linhas de montagem.

Na primeira fase de implementação, foi necessário determinar o tempo de ciclo que este comboio deveria ter, calcular os recursos necessários, definir fluxos e calcular os custos de implementação. Para isso, foi necessário conhecer as linhas, perceber os materiais que as linhas consumiam, a quantidade desse consumo, perceber a duração dos bordos de linha, com o objetivo de alcançar o tempo de ciclo mais ajustado para este comboio.

Para validar os dados relativos às referências usadas nestas linhas, foi criado uma base de dados que possui-a, para cada referência, o nome do componente, a versão (ativa ou passiva; direita ou esquerda), os dados sobre a quantidade de material que cabia nos bordos de linha (para saber a sua duração), informações sobre a embalagem da referência a ser transportada e como estava armazenada no supermercado (Tabela 10).

Tabela 10 - Dados relativos às referências, bordos de linha, abastecimento e supermercado

Client		Expected Cycle Time		Expected Supply Time		preh		Supply					Supermarket											
PHOTO	REFERENCE	COMPONENTS	VERSION	DEVICE	BOX TYPE	BOX SIZE	PARTS/BOX	BOX QUANTITY	TOTAL PARTS	INCORPORATION FACTOR	BOX DURATION	TOTAL BOX DURATION	Supply Material	Supply Unit	Supply Y	Parts/Supply Unit	Supply Unit	Material Packaging	Units/Package	Supermarket	Posições	Está em N°	N° Posições	market dur
	12613-727	Borracha slider	All Versions	40/50	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	1000	3	3000	1	450,00	1350,00	Bag	1000	1	1000	450	Plastic Box (2)	12000	1	1	NÃO	0	540
	13067-505	SST Lower Part	All Versions	40/50	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	150	3	450	1	67,50	202,50	Bag	300	1	300	135	Carton Box ESD (2)	1200	3	1	NÃO	0	1620
	13067-726	SST Lower Part	SWK	40/50	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	150	3	450	1	67,50	202,50	Bag	300	1	300	135	Plastic Box (2)	1200	3	1	NÃO	0	1620
	10998-064	Actuator	Active	40/50	Blister (2)		66	16	1056	1	29,70	475,20	Plastic Box (2)	264	1	264	119	Plastic Box (2)	264	4	1	NÃO	0	475
	13067-602	EPB Lower Part	Act LHD	60	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	200	2	400	1	90,00	180,00	Bag	500	1	500	225	Plastic Box (2)	1000	3	1	NÃO	0	1350
	13067-603	EPB Lower Part	Act RHD	60	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	200	2	400	1	90,00	180,00	Bag	500	1	500	225	Plastic Box (2)	1000	3	1	NÃO	0	1350
	13067-721	EPB Lower Part	Pass LHD	60	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	200	2	400	1	90,00	180,00	Bag	500	1	500	225	Carton Box ESD (2)	1200	3	1	NÃO	0	1620
	13067-722	EPB Lower Part	Pass RHD	60	Middle Plastic Box	14 230x147x13 2	200	2	400	1	90,00	180,00	Bag	500	1	500	225	Carton Box ESD (2)	1200	3	1	NÃO	0	1620
	13566-580	EPB Top Light Guide	Active	60	Plastic Tube (2)	- 80x1200	10000	1	10000	1	4500,00	4500,00	Bag	1000	1	1000	450	Plastic Tube (2)	10000	1	1	NÃO	0	4500
	13566-231	EPB Top Light Guide	Pass LHD	60	Plastic Tube (1)	- 80x1200	10000	1	10000	1	4500,00	4500,00	Bag	1000	1	1000	450	Carton Box ESD (2)	10000	1	1	NÃO	0	13500

Na Tabela 10, analisando, por exemplo, a referência 12613-727 (assinalada a vermelho), esta refere-se a uma borracha *Slider*, que entra no bordo de linha 40/50. No bordo de linha, para esta referência existem 3 caixas para depositar o material, sendo que em cada uma cabem 1000 peças. O fator de incorporação diz respeito ao número de peças necessário para produzir uma referência de produto final.

O tempo de ciclo desta linha é de 27 segundos, o que equivale a 134 peças por hora.

A duração de cada caixa do bordo de linha é calculada através da Equação 1 e a duração total do bordo de linha é calculada através da Equação 2.

Equação 1 - Duração da caixa do bordo de linha (min)

$$\text{Box Duration (min)} = \frac{\text{Parts} * \text{Expected Cycle Time}}{\text{Incorporation Factor}} = \frac{1000 * \frac{27}{60}}{1} = 450 \text{ min}$$

Equação 2 - Total da duração do bordo de linha (min)

$$\text{Total Box Duration} = \text{Box Quantity} * \text{Box Duration} = 3 * 450 = 1350 \text{ min}$$

Este material é transportado para a linha em sacos de 1000 peças (informação no *supply*). O *Supply Units* é referente ao número de sacos transportados de cada vez, sendo neste caso apenas um devido à sua quantidade.

Na parte do Supermarket, sabe-se que esta referência está no supermercado numa Plastic Box 400x300mm com 12000 peças e que possui apenas uma posição no supermercado. A duração do supermercado é calculada através da Equação 3.

consideraram-se os valores médios. Estes valores foram usados para calcular o tempo teórico utilizado em cada uma destas tarefas (Tabela 12 e Tabela 13). Na Tabela 14 é possível ver o volume dos materiais a transportar em cada volta e estes valores irão ser usados para perceber se o comboio tem capacidade ou não para os transportar.

Tabela 12 - Tempo teórico para abastecer o comboio no supermercado

Carregar Comboio :		1	2	3	4	5	6	7	8
Bag		3	4	5	4	11	2	5	5
Plastic Box (1)		2	3	2	3	2	2	3	2
Plastic Box (2)		4	4	6	4	4	4	4	5
BOX		6	7	6	6	6	7	6	6
Carton Box ESD (1)		5	5	6	5	5	5	5	6
Blister (2) 6cm		1	0	1	0	1	0	1	0
Blister (2) 3cm									
Blister (1)		3	3	3	2	3	3	3	3
Painting Tray (1)		8	9	8	8	9	8	8	9
Painting Tray (2)									
Blister PCB									
Bag	00:24	01:12	01:36	02:00	01:36	04:24	00:48	02:00	02:00
Plastic Box (1)	00:14	00:28	00:42	00:28	00:42	00:28	00:28	00:42	00:28
Plastic Box (2)	00:14	00:56	00:56	01:24	00:56	00:56	00:56	00:56	01:10
BOX	00:14	01:24	01:38	01:24	01:24	01:24	01:38	01:24	01:24
Carton Box ESD (1)		02:05	02:05	02:30	02:05	02:05	02:05	02:05	02:30
Carton Box ESD (3)		00:03	00:03	00:03	00:03	00:03	00:03	00:03	00:03
Blister (1)		00:42	00:42	00:42	00:28	00:42	00:42	00:42	00:42
Blister (2) 6cm									
Blister (2) 3cm									
Painting Tray (1)		00:14	00:42	00:42	00:28	00:42	00:42	00:42	00:42
Painting Tray (2)									
Blister PCB	00:10	01:20	01:30	01:20	01:20	01:30	01:20	01:20	01:30
Carregar Comboio:		8:10	9:09	9:51	8:31	11:32	7:57	9:12	9:44
Volta:		8:37	8:37	8:37	8:37	8:37	8:37	8:37	8:37
Outras tarefas		4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00	4:00
TOTAL:		20:47	21:46	22:28	21:08	24:09	20:34	21:49	22:21
sem motores		6:46	7:31	8:27	7:07	10:08	6:19	7:48	8:20

Tabela 13 - Tempo teórico para abastecer os bordos de linha

Carregar BL :		1	2	3	4	5	6	7	8
Bag - Box		3	3	5	3	6	2	4	5
Bag - Tub		0	1	0	1	5	0	1	0
Plastic Box (1)		4	4	4	4	5	3	4	5
Plastic Box (2)		4	4	6	4	4	4	4	5
BOX		6	7	6	6	6	7	6	6
Carton Box ESD (1)		5	5	6	5	5	5	5	6
Carton Box ESD (3)									
Blister (2) 6cm		9	9	9	8	10	8	9	9
Blister (2) 3cm									
Blister (1)		3	3	3	2	3	3	3	3
Painting Tray (1)		8	9	8	8	9	8	8	9
Painting Tray (3)									
Blister PCB									
Bag - Box	00:18	00:54	00:54	01:30	00:54	01:48	00:36	01:12	01:30
Bag - Tub	00:28	00:00	00:28	00:00	00:28	02:20	00:00	00:28	00:00
Plastic Box (1)	00:50	03:20	03:20	03:20	04:10	03:20	03:20	04:10	03:20
Plastic Box (2)	00:50	03:20	03:20	05:00	03:20	03:20	03:20	03:20	04:10
box	00:50	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
Carton Box ESD (1)		04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	04:10	05:00
Carton Box ESD (3)									
Blister (1)		00:27	04:03	04:03	04:03	03:36	04:30	03:36	04:03
Blister (2) 6cm									
Blister (2) 3cm									
Painting Tray (1)		00:40	02:00	02:00	02:00	01:20	02:00	02:00	02:00
Painting Tray (2)									
Blister PCB	00:19	02:32	02:51	02:32	02:32	02:51	02:32	02:32	02:51
Carregar Bordo de Linha:		25:19	26:56	28:25	25:30	28:29	25:24	26:55	27:04
Carregar Bordo de Linha /s motor		20:19	21:06	23:25	20:30	23:29	19:34	21:55	22:04
Recolha de resíduos									
Material proxima volta		5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00	5:00
TOTAL:		30:19	31:56	33:25	30:30	33:29	30:24	31:55	32:04
sem motores		25:19	26:06	28:25	25:30	28:29	24:34	26:55	27:04

Tabela 14 - Volume teórico dos materiais a transportar

Volume (m3):		1	2	3	4	5	6	7	8
Plastic Box (1)	0,05	0,11	0,16	0,11	0,16	0,11	0,11	0,16	0,11
Plastic Box (2)	0,026	0,11	0,11	0,16	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13
Carton Box ESD (1)	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11
Carton Box ESD (3)	0,079	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Painting Tray (1)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Painting Tray (3)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
box	0,02	0,11	0,13	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11
blister (1)	0,05	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
bag (6 POR CAIXA)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	0,05	0,05
blister (2) 6cm	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
blister (2) 3cm	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB	0,05	0,11	0,16	0,11	0,11	0,16	0,11	0,11	0,16
Total:		1,03	1,10	1,14	1,03	1,14	1,00	1,08	1,11
sem motores		0,92	0,98	1,03	0,92	1,03	0,87	0,98	1,00

O tempo teórico do circuito do comboio, ou seja, o tempo que este depende em deslocamentos é o mesmo considerado pelos outros comboios logísticos da empresa, uma vez que terá o mesmo fluxo.

Outro aspeto relevante que se pode retirar na análise das tabelas é que o tempo de abastecimento do comboio no supermercado e o tempo despendido em deslocamentos é bastante elevado, ou seja, os assistentes de linha iriam ficar sem trabalhar enquanto o comboio estava em abastecimento. Assim, a solução encontrada para contrariar esta situação foi implementar o comboio mas com dois kits de carruagens, ou seja, o operador deslocava-se para as linhas de montagem com o comboio carregado, trocava o kit cheio pelo kit vazio e regressaria ao supermercado. Assim, o operador do comboio apenas abastece o comboio nos supermercados e transporta os materiais até às linhas de montagem, enquanto que os assistentes de linha apenas fazem abastecimentos de bordos de linha.

Por observação dos tempos obtidos para carregar o bordo de linha e para carregar o comboio, torna-se perceptível que o tempo de ciclo teórico ronda entre os 45 minutos e os 60 minutos. Contudo, se o comboio transportar os subgrupos Motores, já não consegue cumprir em 45 minutos,

mas em 60 minutos consegue. Esse tipo de análise foi feito no passo seguinte, em que se criou um ficheiro resumo com toda a informação relevante.

Vários cenários de abastecimento foram criados, alguns rejeitados desde o início por não serem viáveis e surgiram então as opções da Tabela 15.

Tabela 15 - Cenários de abastecimento da linha BZM

			Atual (Simulação para 3 linhas)	Abastecimento total	Área 1 e Área 3 (S/ Carrier + S/ Cromados)	Área 3 S/ Carrier	Área 3 S/ M
Tempo de ciclo (min)			NA	60	45	45	45
Nº Comboio			0	2	1	1	1
Ocupação Máxima Comboio *			NA	91%	100%	75%	99%
Mizu			NA	2	1	1	1
Head Count p/ Turno	Linhas Área 3 Linhas Área 1 Abast. Supermercado	3	2	2,5	2	2	
		1	0	0,5	1	1	
		2	1,5	2	2	1,75	
		Total	6	5,5	6	6	5,75
Paletes Chão			12	0	8	4	1
Comboio			-	30.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €
Investimento (Aprox.)			2 KIT's (5 carruagens /Cada)	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €
Total			- €	45.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €
Fluxo de Materiais	Área 3	Aut	Transp Abast	Transp Abast	Transp Abast	Transp Abast	Transp Abast
		Carrier	Arm A3	C A3	C A3	C A3	C A3
		Cromados	Arm A3	C A3	Arm A3	Arm A3	C A3
		M	Arm A3	C A3	C A3	C A3	Arm A3
		Lubrificação	Arm A3	C A3	C A3	C A3	C A3
		Knob's	Arm A3	C A3	C A3	C A3	C A3
	Área 1	HS	A1	C	C A1	A1	A1
		Motores	A1	C	C A1	A1	A1
		Colagem SWK	A1	C	C A1	A1	A1
		Colagem Metal-Sheet	A1	C	C A1	A1	A1
		Vantagens	- Investimento	- Abastecimento total por comboio - Ocupação do comboio - Head Count	- Investimento	- Investimento - Ocupação Comboio	- Investimento - Ocupação Comboio - Head Count
		Desvantagens	- Head Count - Ocupação Chão de Fábrica (aprox. 12 m2) - Supermercados na linha	- Investimento (2 comboios)	- Ocupação Comboio - Ocupação Chão de Fábrica (aprox. 8 m2) - Head Count	- Ocupação Chão de Fábrica (Aprox: 4 m2) - Head Count	- Ocupação Chão de Fábrica (Aprox: 1 m2)

Legenda:

C - Comboio
Arm - Armazém
A1 - Assistente Área 1
A3 - Assistente Área 3
* Ocupação referente a 4 carruagens

Com base nos dados da Tabela 15, é possível perceber que existem vários cenários a analisar (para 45 minutos e outros para 60 minutos):

- A opção Abastecimento total inclui-a o abastecimento das três linhas principais e subgrupos, mas para isso eram necessários dois comboios com uma ocupação de 91% cada. Economicamente esta opção não era viável.
- A opção Área 1 e Área 3 (s/carrier + s/cromado) é igual à anterior, mas com a exceção de não transportar os *carriers* (cada caixa de *carrier* tem 25 peças) nem os cromados (cada caixa de cromados tem 25 peças). Estes materiais são de elevada cadência, sendo necessário transportar no mínimo 6 caixas de cada por cada volta. Esta opção, apesar de diminuir significativamente o volume de materiais transportados, não é válida por exceder o volume máximo permitido por um *kit* de carruagens.
- A opção Área 3 s/carrier é uma opção que apenas faria o abastecimento das 3 linhas principais e da linha M, ignorando os subgrupos. Os subgrupos seriam abastecidos por um assistente dedicado apenas a essa função.
- A opção Área 3 s/M é uma opção igual à anterior com a exceção que a linha M teria de ser abastecida pelo armazém ou por outro comboio que passasse naquela área.

A opção escolhida foi a opção Área 3 s/M, apesar que, por opção estratégica da empresa, os *carriers* seriam abastecidos à paleta ao invés do comboio.

O tipo de comboio usado e as respetivas carruagens são padrão na empresa. De forma a evitar a compra de um novo comboio, foi feito, em paralelo, um estudo para retirar o comboio que faz o abastecimento à linha 35UP Low pois esta linha estava em constante declínio de produção. Assim, foi acordado com o Planeamento e com a Produção que a linha 35UP Low só poderia ter trabalho em terceiro turno, sendo que neste turno, por norma, existe mais folga para outros comboios poderem fazer abastecimento desta linha. Esta solução permitiu utilizar este comboio para fazer

abastecimento da linha BZM, pelo que apenas só foi necessário comprar um *kit* de 5 carruagens, reduzindo o investimento em 75% em relação ao planeado inicialmente.

Um dos problemas existente neste método de abastecimento é o desconhecimento dos materiais que o operador do comboio tem de carregar no supermercado. Este não é um problema nos restantes comboios porque é o operador do comboio que abastece os bordos de linha, logo sabe o que precisa de trazer na próxima volta. No comboio BZM, como este não abastece bordos de linha, ele não sabe os materiais que tem de levar na próxima volta. Para isso, foi criada uma *checklist*, com todas as referências existentes na linha. Para além de abastecer os bordos de linha, os assistentes têm de preencher a *checklist* com as quantidades de material que precisam que o comboio traga (Figura 36).

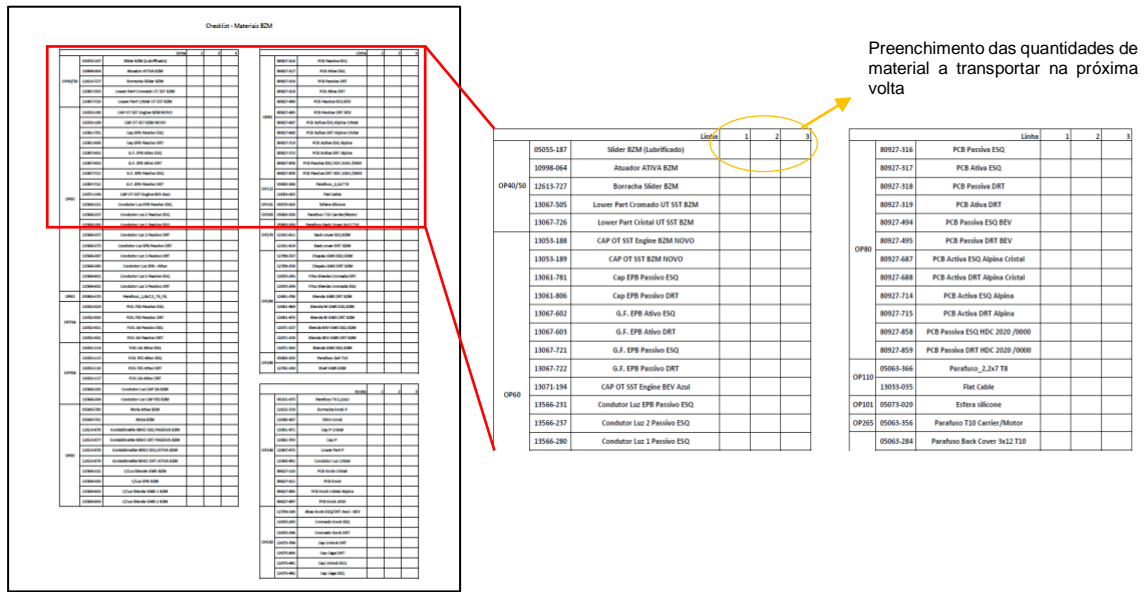


Figura 36 - Checklist dos materiais da linha BZM

À semelhança do que foi feito no comboio da linha 35UP High, foi feita uma distribuição lógica dos componentes pelo comboio, garantindo que os materiais da linha 1 vão na carruagem 1, os materiais da linha 2 vão na carruagem 2, os materiais da linha 3 vão na carruagem 3 e, por fim, os materiais para o subgrupo Knobs vão na carruagem 4 assim como os restantes materiais alternativos. A carruagem 5 é sempre destinada à gestão de resíduos (Figura 37).

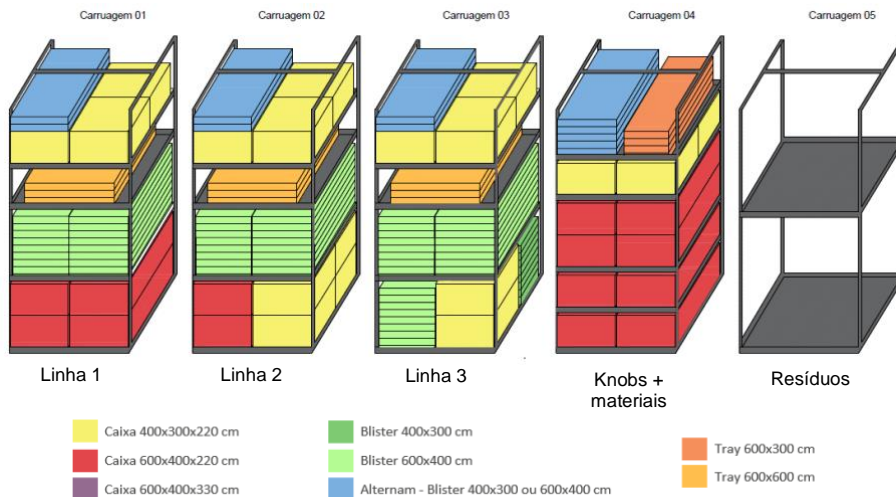


Figura 37 - Distribuição dos materiais pelas carruagens

Os materiais a levar em cada ciclo no comboio foram identificados nas carruagens, com a informação da quantidade máxima permitida no transporte (os dois *kits* de carruagens têm a mesma configuração) (Figura 38).



Figura 38 - Identificação 5S no comboio BZM

Tendo a fase de implementação do comboio concluída, resta apenas analisar os dados e perceber se este foi concluído com sucesso. A partir da implementação deste comboio logístico, foram feitas análises semanais aos tempos de ciclo dos comboios, não apenas do comboio BZM mas também dos restantes, e foram afixados os dados obtidos para também os próprios operadores dos comboios perceberem o ponto de situação, o que poderão melhorar e também para comparar com os restantes elementos dos restantes turnos.

Feita uma análise aos tempos de ciclo do comboio BZM, vemos que este tem um tempo médio por volta de 58 minutos, tempo este inferior aos 60 minutos definidos.

3.3.5. Redefinição do fluxo de embalagens de produto final

Um dos objetivos da alteração deste fluxo é a evidente necessidade de transportar as embalagens apenas pelo interior da empresa, não só para manter o padrão mas também para evitar contaminações, nomeadamente pó e outras partículas. Outro objetivo é eliminar o *stock* intermédio de embalagens do corredor da expedição, libertando assim cerca de 30m² (Figura 39).

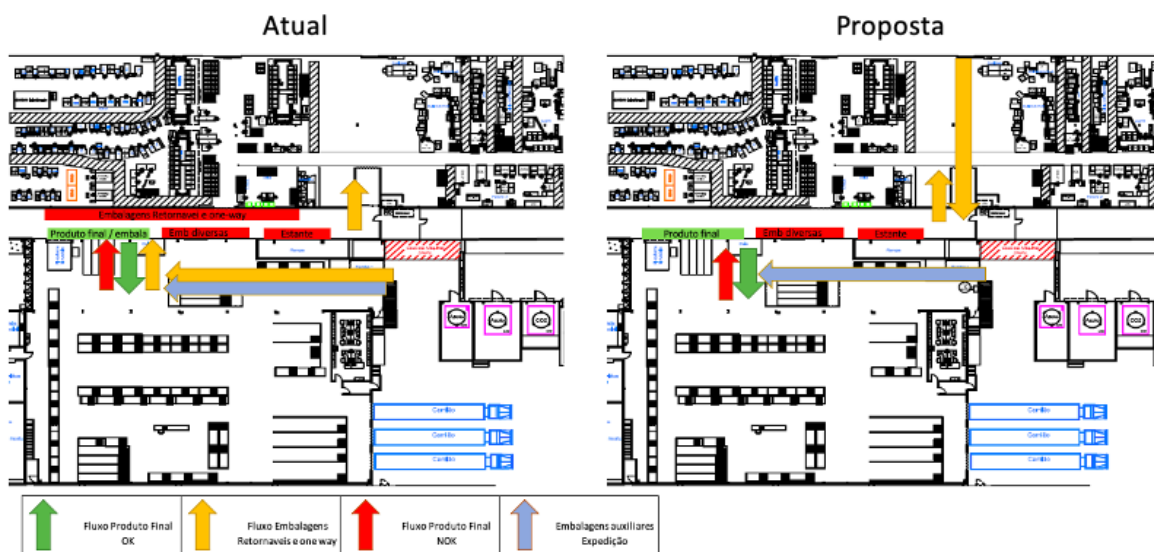


Figura 39 - Fluxo atual e o proposto para as embalagens de produto final

Assim, e de forma a evitar fluxos cruzados entre estas paletes e os comboios logísticos, foi proposto um fluxo semelhante ao dos comboios (Figura 40).

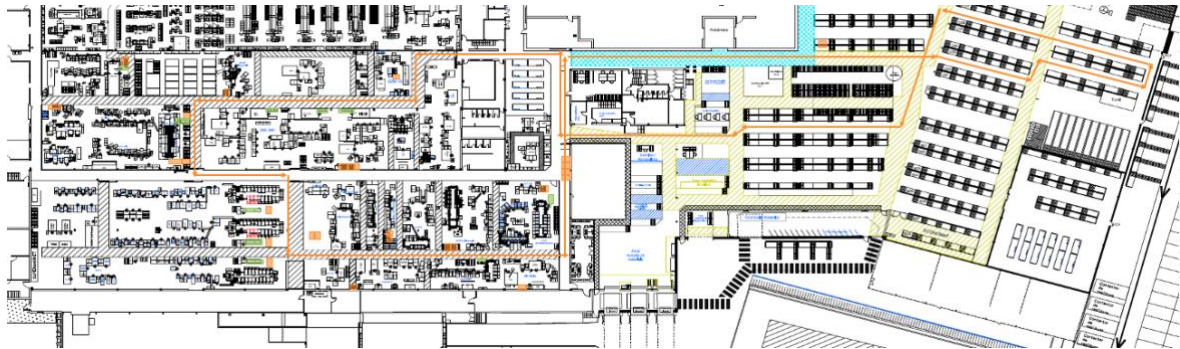


Figura 40 - Fluxo proposto para as embalagens de produto final

Este fluxo tem uma distância total de 700 metros, logo seria impensável continuar com o mesmo método de levar as embalagens em porta-paletes.

3.3.6. Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final

Várias soluções foram pensadas (contratação de pessoas dedicadas a este serviço, usar a tecnologia AGV para fazer o transporte entre armazém e linha de montagem, entre outras) mas pensar numa solução de baixo investimento seria o ideal. Assim, surgiu a ideia de implementar um comboio dedicado apenas a este transporte.

Os comboios usados no abastecimento de componentes para as linhas de montagem possuem características especiais, nomeadamente amortecedores na máquina e nas rodas das carruagens para evitar as trepidações, 4 pilares e teto em cada carruagem para sustentar as várias prateleiras e baterias de carregamento rápido. Como o comboio das embalagens apenas tem de transportar embalagens, não necessita de ser tão sofisticado, logo à partida será uma solução mais barata.

Na Figura 41 está representada a carruagem projetada para o transporte de embalagens. Esta carruagem possui uma base de 800x600 mm, medida escolhida para transportar todo o tipo de embalagens, sendo que a embalagem maior que terá de transportar é de 800x500mm (ANEXO C).

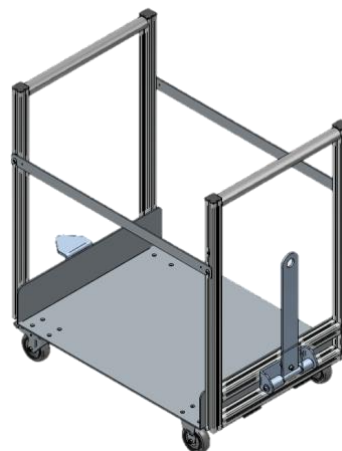


Figura 41 - Representação da carruagem projetada para o transporte de embalagens

Dado o volume de embalagens a transportar e o tempo de ciclo ser demasiado curto, a solução encontrada foi comprar 10 carruagens: um kit de 5 carruagens estará em circulação; outro kit estará no armazém a ser preparado para a próxima volta do comboio. Esta solução ajudará o operador a não perder tempo a abastecer.

Existem dois tipos de embalagens a analisar:

- Embalagens retornáveis: embalagens de esferovite de alta densidade que vão com o produto final até ao cliente e este retorna as embalagens para novo embalamento;
- Embalagens One-Way: embalagens de cartão onde vai o produto final até ao cliente e este recicla-as.

Para implementar este comboio, primeiro foi necessário fazer uma análise à quantidade de embalagens a transportar, verificar a quantidade de embalagens que cabem nas linhas de montagem, consumo destas embalagens nas linhas, com a finalidade de encontrar um tempo de ciclo adequado a este abastecimento. Dependendo da localização geográfica do cliente, a equipa do planeamento da produção decide a embalagem a usar. Por norma, para países europeus usam a embalagem retornável (Tabela 16), caso contrário embalagem One-way (Tabela 17).

Tabela 16 - Dados sobre embalagens retornáveis

Linhas	Tempo Ciclo (s)	Peças/Hora	Retornável											
			Paleta Original (Arm. 4)				Embalagens na Linha		Abastecimento					
			Nº Peças/Emb.	Nº de Emb./PAL	Nr. CX Hora	Nr. Paletes Hora	Método de Arm. Linha	Nº Embalagens Max linha	Capacidade Máx da carruagem	Quantidade	Nº de Carruagens	Tempo Ciclo (MIN)	Nº de Abast. por turno	Nº Total de Carruagens
BZM AUT1	27	134	6	20	23	1,15	BL + PAL	33	9	18	2,0	18	26	52
BZM AUT2	31	117	6	20	20	1,00	BL + PAL	33	9	9	1,0	28	17	17
BZM AUT3	31	117	6	20	20	1,00	BL + PAL	33	9	9	1,0	28	17	17
BZM M	124	30	6	20	5	0,25								
BZM RD	31	117	6	40	20	0,50	1 PAL	40	19	38	2,0	58	8	16
BZM HS	120	30	10	80	3	0,04	1/2 PAL	30	38	16	0,4	320	2	1
ZBE HIGH 1	23	157	12	80	14	0,18	BL + PAL	71	38	38	1,0	66	7	7
ZBE HIGH 2	28	129	12	80	11	0,14	BL	15						
ZBE HIGH 3	28	129	12	80	11	0,14	BL	15						
ZBE LOW	35	103	12	80	9	0,11								
35UP HIGH	26	139	4	40	35	0,88	BL+PAL	72	38	60	1,6	104	5	8
35UP LOW	60	60	4	40	15	0,38	BL + PAL	58	38	38	1,0	152	3	3
35UP FKA	56	65	8	80	9	0,11	1 PAL	48	38	38	1,0	281	2	2
KLIMA Manual	22	164	64	24	3	0,13	1/2 PAL	18	28	14	0,5	119	4	2
KLIMA Auto	12,5	288	64	24	5	0,21								
CLCP	170	22	44	20	1	0,05	1/2 PAL	8	14	7	0,5	840	1	0,5
AMG	120	30												
HBF - Esferovite	108	34	8	76	5	0,07	1/2 PAL	28	40	20	0,5	282	2	1
HBF - Caixa	108	34	8	25	5	0,20	1 PAL	25	x	25	5,0	353	2	10
AU270	42	86	10	24	9	0,38	1 PAL	24	x	24	5,0	167	3	15
B479	25	144	10	80	15	0,19	1 PAL + BL	101	42	42	1,0	175	3	3
PORSCHE Front	198	19	3	40	7	0,18	1/2 PAL	18	18	18	1,0	171	3	3
PORSCHE Rear	152	24	21	40	2	0,05	1/2 PAL	20	21	20	1,0	1050	1	1
V408	90	40	10	80	4	0,05	1/2 PAL	24	38	15	0,4	225	2	1
SLIM DISPLAY	55,2	66	10	40	7	0,18	1PAL + 1PAL	64	20	20	1,0	182	3	3

Tabela 17 - Dados sobre as embalagens One-way

Linhas	Tempo Ciclo (s)	Peças/Hora	One-way											
			Paleta Original (Arm. 4)				Embalagens na Linha		Capacidade Máx da carruagem	Quantidade	Nº de Carruagens	Tempo Ciclo (MIN)	Nº de Abast. por turno	Nº Total de Carruagens
			Nº Peças/Emb.	Nº de Emb. / PAL	Nr. CX Hora	Nr. Paletes Hora	Método de Arm. Linha	Nº Embalagens Max linha						
BZM AUT1	27	134	8	12	17	1,42	2 PAL	24	8	16	2,0	19	24	48
BZM AUT2	31	117	8	12	15	1,25								
BZM AUT3	31	117	8	12	15	1,25								
BZM M	124	30	8	12	4	0,33								
BZM RD	31	117	16	12	8	0,67	2 PAL	24	8	16	2,0	66	7	14
BZM HS	120	30												
ZBE HIGH 1	23	157	24	24	7	0,29	1 PAL	40	20	20	1,0	56	9	9
ZBE HIGH 2	28	129	24	24	6	0,25								
ZBE HIGH 3	28	129	24	24	6	0,25								
ZBE LOW	35	103	24	24	5	0,21								
35UP HIGH	26	139	12	8	12	1,50	2 PAL	16	6	12	2,0	43	11	22
35UP LOW	60	60	12	8	5	0,63								
35UP FKA	56	65	28	16	3	0,19	1 PAL	16	16	16	1,0	413,54	2	2
KLIMA Manual	22	164	108	16	2	0,13	1/2 PAL	10	16	8	0,5	115	4	2
KLIMA Auto	12,5	288	108	16	3	0,19								
CLCP	170	22												
AMG	120	30	6	96	5	0,05	1/2 PAL	40	58	24	0,4	288	2	0,8
HBF - Esferovite	108	34												
HBF - Caixa	108	34												
AU270	42	86	350	1	1	1,00	1 PAL	1	x	1	x	244,19	2	x
B479	25	144	8	80	18	0,23	1 PAL + BL	101	42	40	1,0	133	4	4
PORSCHE Front	198	19												
PORSCHE Rear	152	24												
V408	90	40												
SLIM DISPLAY	55,2	66	6	25	11	0,44	1PAL+1PAL	49	12	12	1,0	65	7	7

Uma breve análise às tabelas anteriores salienta a diferença entre as durações de cada embalagem, havendo linhas que apenas necessitam de um abastecimento por turno enquanto outras necessitam vários.

A linha BZM destaca-se pela elevada cadência de abastecimentos. O produto final desta linha é de grandes dimensões, pelo que a capacidade de cada embalagem é reduzida. Analisando o pior cenário desta linha, a embalagem One-way, é possível ver que seria necessário abastecer a quantidade de uma carruagem de 19 em 19 minutos, para cada linha BZM, ou seja, seriam 3 carruagens a cada 19 minutos. Para contornar esta situação, foi proposto que esta linha fosse abastecida diretamente à paleta, garantindo assim o transporte de 12 embalagens ao invés de 8. Para validar esta situação, foi medida a distância que o operador teria de fazer com o porta-paletes manual. A distância total era de cerca de 300 metros, o que ao final do turno seria um total de 19 kms. Sendo uma distância considerável, foram propostas duas soluções: a primeira foi a utilização de um porta-paletes duplo, ou seja, capaz de transportar duas paletes em simultâneo (uma ao lado da outra); a segunda foi criar um ponto intermédio, sendo que o colaborador responsável pela área de embalagens abasteceria este ponto intermédio e outro faria o *picking* nesta zona e levaria duas paletes de cada vez para a linha de montagem. Esta solução reduziria a distância percorrida pelo assistente que leva as paletes para a linha em 69,4%, passando a ser de cerca de 6 kms por turno. Ambas as soluções foram aceites e serão implementadas.

O fluxo de embalagens das linhas FORD era o único que era feito já pelo interior da empresa diretamente à paleta. Estas linhas possuem uma área própria para as colocar, próxima das linhas, mas fora da área da montagem (Figura 42). Este fluxo foi decidido não se alterar, pelo menos nesta fase de implementação do comboio.

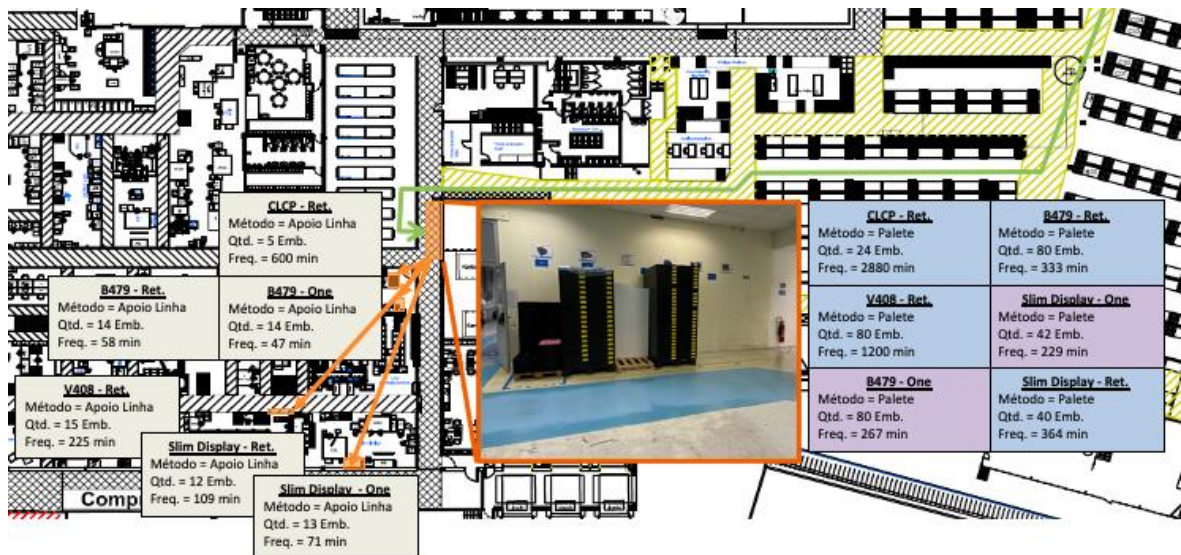


Figura 42 - Fluxo de embalagens das linhas FORD

O pedido de reabastecimento das embalagens na linha de montagem é da responsabilidade da operadora de embalagem de cada linha, pois apenas esta sabe se necessita de embalagens retornáveis ou one-way.

Tendo o estudo das embalagens terminado, o próximo passo a dar é a implementação deste comboio. Devido a circunstância de saúde pública, pandemia COVID-19, este projeto teve algum atraso na sua implementação, pelo que ainda não foi posto em prática.

Contudo, é esperado que, com a redefinição do fluxo de embalagem e a implementação de um comboio logístico para o transporte das mesmas, haja uma redução nos custos associados à lavagem de embalagens (anteriormente contaminadas no percurso pelo exterior da empresa), redução dos custos associados aos serviços subcontratados (custos de transportar as embalagens pelo exterior da empresa – 10000€/ano) e ainda, a libertação de cerca de 30 m² de área ocupada por estas embalagens no cais da expedição.

3.4. Análise de resultados

Após a realização da identificação de problemas e consequentes propostas de melhoria, foi realizada a análise aos resultados das melhorias implementadas no processo (Tabela 18). Na secção anterior, à medida que eram explicadas as ferramentas e ações implementadas, apresentou-se os resultados obtidos com as mesmas. Este subcapítulo tem como objetivo de apresentar um resumo da análise dos resultados obtidos pelas ações de melhoria adotadas e implementadas.

Tabela 18 - Análise de resultados obtidos

Problemas identificados	Propostas de melhoria	Resultados obtidos / estimados
Excesso de materiais na linha de montagem BMW 35UP High	Redefinição do tempo de ciclo do comboio logístico 35UP High	Novo tempo de ciclo teórico de 85 minutos.
	5S na linha de montagem e no comboio logístico 35UP High	Redução de 1,92m ² de área de chão de fábrica e redução significativa dos materiais na linha de montagem (avaliado em 1447,54€).
	Formação aos operadores do comboio 35UP High	Maior facilidade na integração de novos operadores; Processos estáveis e padronizados; Redução de 9,43% no tempo de ciclo.
Má localização dos supermercados na linha de montagem BMW BZM	Implementação de um comboio logístico na linha BZM	Remoção dos supermercados na área produtiva (libertação de 15 m ²); Tempo de ciclo real do comboio de 58 minutos.
Fluxo de embalagens de produto final	Redefinição do fluxo de embalagens	Em fase de implementação. Novo fluxo de embalagens definido pelo interior da empresa. Estima-se a: Redução das contaminações e consequentemente dos custos de lavagem destas embalagens; Redução do custo do serviço subcontratado (carrinha) – cerca de 10000€/ano.
	Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final	Em fase de implementação. Estima-se a: Redução dos tempos de transporte; Libertação de 30 m ² de área ocupada pelas embalagens no corredor da expedição.

4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo são apresentadas as ações de melhoria implementadas, em resultado dos objetivos propostos para esta dissertação. Também se descreve o estado de implementação das respetivas ações. São abordados os principais contributos, o valor acrescentado do trabalho, as dificuldades encontradas e, por fim, são apresentadas ações para trabalhos futuros.

4.1. Principais contributos do trabalho

A realização desta dissertação obteve como principais contributos:

- Redefinição do fluxo de abastecimento da linha 35UP High;
- Aplicação dos 5S na linha 35UP High e no respetivo comboio logístico;
- Formação aos operadores da linha 35UP High;
- Implementação de um comboio logístico para abastecimento da linha BZM;
- Redefinição do fluxo de embalagens de produto final;
- Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final.

Na Tabela 19, encontram-se os estados de implementação relativos às soluções descritas anteriormente:

Tabela 19 - Estado de implementação do trabalho realizado

Principais contributos	Estado de implementação
Redefinição do fluxo de abastecimento da linha 35UP High;	Ação implementada e com previsão de alargar para outras linhas de montagem
Aplicação dos 5S na linha 35UP High e no respetivo comboio logístico;	Ação implementada e com previsão de alargar para outras linhas de montagem e comboios
Formação aos operadores da linha 35UP High	Ação implementada e com previsão de alargar para outras linhas de montagem
Implementação de um comboio logístico para abastecimento da linha BZM	Ação implementada e com estudo a decorrer para usar este comboio também no abastecimento da futura 4ª linha BZM
Redefinição do fluxo de embalagens de produto final	Em fase de implementação. Mas com aprovação da equipa da logística, produção e expedição.
Implementação de um comboio logístico para as embalagens de produto final	Em fase de implementação. Atraso na implementação devido à pandemia COVID-19 e escassez de componentes (alumínio para a estrutura das carruagens)

4.2. Valor acrescentado para a Preh Portugal, Lda.

A realização da presente dissertação permitiu a otimização de alguns fluxos de materiais sem o aumento de recursos. Permitiu otimizar fluxos de abastecimento de linhas de montagem, padronizar a área dos supermercados e minimizar a quantidade de materiais e produtos não

incorporáveis nas áreas produtivas. Para que as metodologias *Lean* sejam bem implementadas, é crucial o envolvimento dos operadores nas ações implementadas, dando uma voz ativa no decorrer do projeto.

O desenvolvimento deste trabalho mostrou a relevância da implementação de metodologias *Lean* na indústria automóvel, onde o trabalho é minucioso e com a expectativa que não haja falhas.

4.3. Dificuldades encontradas

Ao longo do presente trabalho foram encontradas dificuldades principalmente devido à pandemia COVID-19. O rápido contágio desta pandemia teve impacto na assiduidade dos colaboradores, obrigando a fazer pausas forçadas na implementação de algumas ações. Esta situação impossibilitou a devida monitorização dos processos na sua implementação e ainda atrasou diversos projetos. O processo de formação dos colaboradores também representou um enorme problema, pois a obrigatoriedade de rotação de funções era significativa.

Além das consequências da pandemia, também a escassez de componentes eletrónicos representou uma dificuldade acrescida. A instabilidade dos mercados asiáticos obrigou a que a produção da Preh Portugal, Lda. reduzisse, forçando a alterações nos planos produtivos ou até mesmo a algumas paragens de linhas, por dias indeterminados.

4.4. Trabalhos futuros

O projeto desenvolvido na Preh Portugal, Lda. apenas representa o início de uma caminhada de progresso pois a Melhoria Contínua é a base da filosofia *Lean*. Dado os bons resultados obtidos na presente dissertação, conta-se que as ações de melhorias apresentadas sejam aplicadas a outras linhas de montagem ou áreas de produção. É essencial monitorizar os vários processos da empresa, de forma que não haja recuos ou falhas, e colmatar os desvios encontrados.

Posto isto, são apresentadas algumas propostas de trabalhos futuros:

- Implementação do 5S em todos os comboios e linhas de montagem;
- Melhorar o sistema de monitorização de rotas dos comboios logísticos;
- Desenvolvimento de um sistema informático de integração de dados entre as máquinas das linhas de montagem, comboios e armazém. O intuito é saber em tempo real o consumo das linhas, os materiais que o comboio tem de transportar e os materiais que o armazém tem de abastecer nos supermercados. Este projeto está em fase de estudo;
- Melhorar o sistema de abastecimento do comboio de embalagens de produto final, de forma a transportar ainda as embalagens das linhas Ford e BZM;
- Análise dos fluxos de outras áreas, nomeadamente, injeção e pintura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmouti, H. (2015). The role of Kaizen (continuous improvement) in improving companies' performance: A case study. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093768>
- Adel, A. A., Badiea, A. M., & Albzeirat, M. K. (2020). Techniques and Assessment of Lean Manufacturing Implementation: An Techniques and Assessment of Lean Manufacturing Implementation : An Overview. *International Journal of Engineering and Artificial Intelligence*, 1, 26–34.
- Agrahari, R. S., Dangle, P. A., & Chandratre, K. V. (2017). Implementation of 5S Methodology in the Small Scale Industry: a Case Study. *International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)*, 4(3), 130–137.
- Aij, K. H., & Teunissen, M. (2017). Lean leadership attributes: a systematic review of the literature. *Journal of Health, Organisation and Management*, 31(7–8), 713–729. <https://doi.org/10.1108/JHOM-12-2016-0245>
- Alkindi, L. A., & Al-baldawi, Z. (2021). USING LEAN TOOLS AND ARENA SIMULATION TO IMPROVE. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 32(3), 16979–16986.
- Anoop, G. M. (2020). A Brief Overview on Toyota Production System (TPS). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(5), 2505–2509. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.5415>
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Banga, H. K., Kumar, R., Kumar, P., Purohit, A., Kumar, H., & Singh, K. (2020). Productivity improvement in manufacturing industry by lean tool. *Materials Today: Proceedings*, 28, 1788–1794. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.195>
- Bardhan, I. R., & Thouin, M. F. (2013). Health information technology and its impact on the quality and cost of Healthcare delivery. *Decision Support Systems*, 55(2), 438–449. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.10.003>
- Brito, M., Vale, M., Leão, J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Gonçalves, M. A. (2020). Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 613–619. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.086>
- 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>
- César, J., Alulema, M., Napoleón, A., Flores, G., Iván, A., Peña, S., Geovanny, Á., Lozano, G., Elizabeth, G., & Cascante, M. (2018). Lean Manufacturing Tools for Productive Improvement in the Production Process of Smoked Chickens. *Journal of Marketing and HR*, 8(1), 440–452.
- Chahala, V., & Narwal, M. S. (2017). An empirical review of lean manufacturing and their strategies. *Management Science Letters*, 7(7), 321–336. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2017.4.004>
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A., Mokhlis, A., & Benhida, K. (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828–846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.101>

- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. In *DAAAM International*. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Gonçalves, M. A., Silva, F. J. G., & Ares, E. (2019). Analysis of an order fulfilment process at a metalwork company using different lean methodologies. *Procedia Manufacturing*, 41, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.025>
- Elg, M., Gremyr, I., Halldórsson, Á., & Wallo, A. (2020). Service action research: review and guidelines. *Journal of Services Marketing*, 34(1), 87–99. <https://doi.org/10.1108/JSM-11-2018-0350>
- Fenza, G., Loia, V., & Nota, G. (2021). Patterns for visual management in industry 4.0. *Sensors*, 21(19), 6440. <https://doi.org/10.3390/s21196440>
- Fernandes, J. P. R., Godina, R., & Matias, J. C. O. (2019). Evaluating the impact of 5S implementation on occupational safety in an automotive industrial unit. *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, 281(April), 139–148. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_13
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- French, S. (2009). Action research for practising managers. *Journal of Management Development*, 28(3), 187–204. <https://doi.org/10.1108/02621710910939596>
- Gadre, A., Cudney, E., & Corns, S. (2011). Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. *Procedia Computer Science*, 6, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020>
- Gleerup, J., Hulgaard, L., & Teasdale, S. (2020). Action research and participatory democracy in social enterprise. *Social Enterprise Journal*, 16(1), 46–59. <https://doi.org/10.1108/SEJ-02-2019-0012>
- Hill, J., Thomas, A. J., Mason-Jones, R. K., & El-Kateb, S. (2018). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 26–48. <https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1417179>
- Huang, C., Lee, D., Chen, S., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *MDPI*, 10(5), 835–853. <https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- Ismail, M. Z. M., Zainal, A. H., Kasim, N. I., & Mukhtar, M. A. F. M. (2019). A mini review: Lean management tools in assembly line at automotive industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 469(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/469/1/012086>
- Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 72–81. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- Iwao, S. (2017). Revisiting the existing notion of continuous improvement (Kaizen): literature review and field research of Toyota from a perspective of innovation. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 14(1), 29–59. <https://doi.org/10.1007/s40844-017-0067-4>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Johansson, P. E. C., Lezama, T., Malmsköld, L., Sjögren, B., & Ahlström, L. M. (2013). Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden. *Procedia CIRP*, 7, 151–156.
- Kelendar, H. (2020). Lean thinking from Toyota manufacturing to the health care sector. *Res Med*

Eng Sci, 8(5), 913–923. <https://doi.org/10.31031/RMES.2020.08.000697>

Kovacevic, M., Jovicic, M., Djapan, M., & Zivanovic-Macuzic, I. (2016). Lean thinking in healthcare: Review of implementation results. *International Journal for Quality Research*, 10(1), 219–230. <https://doi.org/10.18421/IJQR10.01-12>

Kumar, D. V., Mohan, G. M., & Mohanasundaram, K. M. (2019). Lean tool implementation in the garment industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 27(2), 19–23. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9982>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw - Hill.

Lim, C., Kim, M. J., Kim, K. H., Kim, K. J., & Maglio, P. P. (2018). Using data to advance service: managerial issues and theoretical implications from action research. *Journal of Service Theory and Practice*, 28(1), 99–128. <https://doi.org/10.1108/JSTP-08-2016-0141>

Lopes, R. B., Teixeira, L., & Ferreira, C. (2019). Lean Thinking Across the Company: Successful Cases in the Manufacturing Industry. In L. P. F. J. G. Silva (Ed.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* (pp. 1–30). Nova Science Publisher.

Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35(October 2015), 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4)

Mahbubah, N., & Gresik, U. M. (2022). Managing Waste Using the Integration of Lean and Ergonomic Methods. *Journal Knowledge Industrial Engineering*, 9(1), 12–23. <https://doi.org/10.35891/jkie.v9i1.3015>

Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. . C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51, 1723–1729. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>

Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>

Mourato, J., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Dieguez, T., & Tjahjono, B. (2020). Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>

Nallusamy, S., & Saravanan, V. (2018). Optimization of Process Flow in an Assembly Line of Manufacturing Unit through Lean Tools Execution. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 38, 133–143. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.38.133>

Nallusamy, S., & Adil Ahamed, M. A. (2017). Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29(3), 175–185. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.29.175>

Nawanir, G., Lim, K. T., Lee, K. L., Okfalisa, Moshood, T. D., & Ahmad, A. N. A. (2020). Less for more: The structural effects of lean manufacturing practices on sustainability of manufacturing SMEs in Malaysia. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(2), 961–975.

Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>

Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>

- Oliveira, M. S., Moreira, H. D. A., Alves, A. C., & Ferreira, L. P. (2019). Using lean thinking principles to reduce wastes in reconfiguration of car radio final assembly lines. *Procedia Manufacturing*, *41*, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.073>
- Patel, J. S., & Patange, G. S. (2017). A Review on Benefits of Implementing Lean Manufacturing. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, *3*(1), 249–252.
- Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Fernandes, N. O., & Pereira, T. (2020). Lean manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*, *51*, 1387–1394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.193>
- Pereira, J., Silva, F. J. G., Bastos, J. A., Ferreira, L. P., & Matias, J. C. O. (2019). Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line. *Procedia Manufacturing*, *38*(2019), 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.101>
- Pessoa, B., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Ávila, P., & Ares, J. E. (2021). Assessment of the flexibility of implementing lean tools. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1193*(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012050>
- Preh GmbH. (2022). *História do Grupo Preh*. <https://www.preh.com/en/company/history> [Consultado em: 2022-01-05]
- Preh Group. (2022). *Preh Worldwide*. <https://www.preh.com/en/company/locations> [Consultado em: 2022-01-05]
- Preh Portugal. (2022). *Car HMI - Innovative systems for the Vehicle interior*. <https://www.preh.com/en/products/in-vehicle-systems/car-hmi> [Consultado em: 2022-01-05]
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *7th International Technical Conference TECHNOLOGICAL FORUM 2016, September*, 135–139.
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, *38*, 765–775. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rocha, H. T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2018). Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry. *Procedia Manufacturing*, *17*, 640–646. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.110>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2017). Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, *11*(June), 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Sá, J. C. (2019). Lean Manufacturing Applied to the Production and Assembly Lines of Complex Automotive Parts. In L. P. F. F. J. G. Silva (Ed.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* (pp. 189–224). Nova Science Publisher.
- Sá, J. C., Manuel, V., Silva, F. J. G., Santos, G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Carvalho, M. (2021). Lean Safety - assessment of the impact of 5S and Visual Management on safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1193*(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012049>
- Sahebagowda, & Vinayak, K. (2017). Work Standardization Study for Identifying and Improving Critical Work Stations using Lean Manufacturing Concept-A Case study on LCV Assembly Shop. *International Journal of Darshan Institute on Engineering Research & Emerging Technologies*, *6*(2), 18–26.

- Saravanan V, Nallusamy S, G. A. (2018). Efficiency Enhancement in a Medium Scale Gearbox Manufacturing Company through Different Lean Tools - A Case Study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 128–138. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.34.128>
- Shafeek, H., Bahaitham, H., & Soltan, H. (2018). Lean manufacturing implementation using standardized work. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 15(6–7), 1814–1817. <https://doi.org/10.1166/jctn.2018.7316>
- Shah, D., & Patel, P. (2018). Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 3794–3798.
- Sivaraman, P., Nithyanandhan, T., Lakshminarasimhan, S., Manikandan, S., & Saifudheen, M. (2020). Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques. *Materials Today: Proceedings*, 33, 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.010>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Pimentel, C. M. O., & Ferreira, L. P. (2019). SMED Applied to Composed Cork Stoppers. In L. P. F. F. J. G. Silva (Ed.), *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* (pp. 225–254). Nova Science Publisher.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Teixeira, P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Santos, G., & Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, 322, 129047. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129047>
- Veres, C., & Candea, S. (2021). Lean tools to eliminate losses. Transposing automotive approach in other areas. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM Society International 2019)*, June, 1082–1093.
- Viera, R. J., Sardoueinassab, Z., & Lee, J. (2019). Improving the efficiency of energy assessments with application of lean tools—a case study. *Energy Efficiency*, 12(7), 1717–1728. <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09827-6>


APÊNDICE A – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO ABASTECIMENTO DA LINHA 35UP HIGH

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO		RESUMO ANUAL					
GRÁFICO N.º 1		FOLHA N.º 1 DE 1		ACTIVIDADE	ACTUAL	PROPOSTA	GANHO		
CIRCUITO COMBOIO LOGÍSTICO:				OPERAÇÃO	64		64		
				TRANSPORTE	5		5		
ACTIVIDADE:				ESPERA	0		0		
Abastecimento das linhas de montagem - Comboio Logístico				CONTROLO	0		0		
Actividade efectuada por:				ARMAZENAGEM	0		0		
M/ZU				DISTANCIA (metros)	0		0		
Turno / Operador:				TEMPO (minutos)	1:40:00		01:40:00		
Método: ACTUAL				CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Preh Portugal				MÃO-DE-OBRA					
RESPONSÁVEL: J. Sampaio				MATERIAIS					
DATA: 29/out				TOTAL	0	0	0		
DESCRICÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SIMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
1 Abastecer comboio Supermercado		00:03	○	⇄	D	□	∇		
2 Deslocação para o Kanban		00:01	*						
3 Abastecer comboio Kanban		00:03	*						
4 Deslocação para a linha de montagem		00:02	*						
5 BL 8-9 (linha de fora)			*						
6 BL 7 (linha de fora)			*						
7 BL 8 (linha de fora)			*						
8 BL 7B (linha de fora)			*						
9 BL 8			*						
10 PT 15 e PT 16			*						
11 BL 12			*						
12 BL 12			*						
13 BL 13			*						
14 BL 13			*						
15 BL 13			*						
16 BL 11 A			*						
17 BL 10 (R)			*						
18 BL 10 (R)			*						
19 BL 10 (R)			*						
20 BL 12			*						
21 BL 3			*						
22 BL 3			*						
23 BL 12			*						
24 BL 15			*						
25 BL 12			*						
26 BL 7			*						
27 BL 11 (L)			*						
28 BL 11 (L)			*						
29 BL 33A			*						
30 EST 1			*						
31 BL 10 (R)			*						
32 BL 4			*						
33 BL 4			*						
34 BL 6			*						
35 BL 6			*						
36 BL 5			*						
37 BL 9			*						
38 BL 9			*						
39 BL 9			*						
40 BL 10 (L)			*						
41 BL 11 (L)			*						
42 BL 11 (L)			*						
43 BL 7			*						
44 BL 7			*						
45 BL 13			*						
46 BL 7			*						
47 BL 11 A			*						
48 BL 12			*						
49 BL 3			*						
50 BL 3			*						
51 BL 12			*						
52 BL 2			*						
53 BL 7			*						
54 BL 15			*						
55 BL 4			*						
56 BL 6			*						
57 BL 4			*						
58 BL 8			*						
59 BL 2			*						
60 BL 8-9 (linha de fora)			*						
61 BL 8-9 (linha de fora)			*						
62 BL 8 (linha de fora)			*						
63 BL 8 (linha de fora)			*						
64 BL 8 (linha de fora)			*						
65 Deslocação Resíduos		00:02	*						
66 Descarregar Resíduos		00:03	*						
67 Deslocação Separação Tabuleiros		00:02	*						
68 Descarregar Tabuleiros		00:01	*						
69 Regresso ao supermercado		00:01	*						

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO		RESUMO ANUAL								
GRÁFICO N.º 1		FOLHA N.º 1 DE 1		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO						
CIRCUITO COMBOIO LOGÍSTICO:				ACTIVIDADE								
				OPERAÇÃO	○	47	47					
				TRANSPORTE	⇔	5	5					
ACTIVIDADE:				ESPERA	D	0	0					
Abastecimento das linhas de montagem - Comboio Logístico				CONTROLO	□	0	0					
Actividade efectuada por:				ARMAZENAGEM	∇	0	0					
MIZU				DISTANCIA (metros)		0	0					
_ Turno / Operador:				TEMPO (minutos)		1:44:00	01:44:00					
2				01:44								
MÉTODO:				CUSTO								
ACTUAL				MÃO-DE-OBRA								
LOCALIZAÇÃO: Preh Portugal				MATERIAIS								
RESPONSÁVEL: J. Sampaio				TOTAL		0	0					
DATA: 29/out						0	0					
DESCRIÇÃO			DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SIMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.	
1	Abastecer comboio Supermercado			00:03	•							
2	Deslocação para o Kanban			00:01	•							
3	Abastecer comboio Kanban			00:03	•							
4	Deslocação para a linha de montagem			00:02	•	•						
5	BL8				•							
6	BL8				•							
7	BL8				•							
8	BL8				•							
9	BL7B				•							
10	BL11A				•							
11	BL11(L)				•							
12	BL13				•							
13	BL13				•							
14	BL13				•							
15	BL4				•							
16	BL11A				•							
17	BL10				•							
18	BL10				•							
19	BL5				•							
20	BL4				•							
21	BL8				•							
22	BL7B				•							
23	BL5				•							
24	BL9				•							
25	BL3				•							
26	BL2				•							
27	BL10			01:27	•							
28	BL3				•							
29	BL15				•							
30	EST9				•							
31	EST0				•							
32	BL10				•							
33	BL6				•							
34	EST0				•							
35	BL15				•							
36	BL11				•							
37	BL3				•							
38	BL11				•							
39	BL9				•							
40	BL7A				•							
41	BL7B				•							
42	BL8-9				•							
43	BL8				•							
44	BL8				•							
45	BL8				•							
46	BL8				•							
47	BL7A				•							
48	Deslocação Resíduos			00:02	•							
49	Descarregar Resíduos			00:03	•							
50	Deslocação Separação Tabuleiros			00:02	•							
51	Descarregar Tabuleiros			00:01	•							
52	Regresso ao supermercado			00:01	•							

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO		RESUMO ANUAL					
GRÁFICO N.º 1		FOLHA N.º 1 DE 1		ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
CIRCUITO COMBOIO LOGÍSTICO:				ACTIVIDADE					
				OPERAÇÃO	○	59	59		
				TRANSPORTE	⇄	5	5		
ACTIVIDADE:				ESPERA	D	0	0		
Abastecimento das linhas de montagem - Comboio Logístico				CONTROLO	□	0	0		
Início: 22:05				ARMAZENAGEM	∇	0	0		
Fim: 23:53				DISTANCIA (metros)		0	0		
Atividade efectuada por:				TEMPO (minutos)		1:48:00	01:48:00		
MIZU									
Turno / Operador:									
3									
MÉTODO:				CUSTO					
ACTUAL				MÃO-DE-OBRA					
LOCALIZAÇÃO: Preh Portugal				MATERIAIS					
RESPONSÁVEL: J. Sampaio				TOTAL	0	0	0		
DATA: 29/out									
DESCRICHÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SIMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇄	D	□	∇		
1	Abastecer comboio Supermercado	00:10	*						
2	Deslocação para o Kanban	00:01	*						
3	Abastecer comboio Kanban	00:03	*						
4	Deslocação para a linha de montagem	00:02	*	*					
5	BL8-9		*						
6	BL8-9		*						
7	BL7A		*						
8	BL7A		*						
9	BL7A		*						
10	BL7B		*						
11	BL8-9		*						
12	BL11A		*						
13	BL10		*						
14	BL10		*						
15	BL10		*						
16	BL1-2		*						
17	BL3		*						
18	BL12		*						
19	BL12		*						
20	BL13		*						
21	BL11A		*						
22	BL10		*						
23	BL6		*						
24	BL4		*						
25	BL4		*						
26	BL4		*						
27	BL5		*						
28	BL3A		*						
29	BL5		*						
30	BL9		*						
31	BL9		*						
32	BL9	01:23	*						
33	BL10		*						
34	BL10		*						
35	BL11A		*						
36	BL15		*						
37	BL15		*						
38	BL13		*						
39	BL1-2		*						
40	BL1-2		*						
41	BL1-2		*						
42	BL11A		*						
43	BL7		*						
44	BL7		*						
45	BL3A		*						
46	BL2A		*						
47	EST0		*						
48	EST9		*						
49	BL10		*						
50	BL6		*						
51	BL13		*						
52	BL3		*						
53	BL10		*						
54	BL11A		*						
55	BL13		*						
56	BL7		*						
57	BL8-9		*						
58	BL8-9		*						
59	BL8-9		*						
65	Deslocação Resíduos	00:02	*						
66	Descarregar Resíduos	00:03	*						
67	Deslocação Separação Tabuleiros	00:02	*						
68	Descarregar Tabuleiros	00:02	*						
69	Regresso ao supermercado	00:01	*						

APÊNDICE B – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO ABASTECIMENTO DE EMBALAGENS DE PRODUTO FINAL

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/EQUIPAMENTO							
GRÁFICO N.º 1		FOLHA N.º 1 DE 1		RESUMO ANUAL					
CIRCUITO COMBOIO LOGÍSTICO:				ACTUAL	PROPOSTA	GANHO			
OPERAÇÃO ○				2		2			
TRANSPORTE ⇨				6		6			
ACTIVIDADE:				ESPERA D	0	0			
Abastecimento de embalagens produto final Arm1 - Produção				CONTROLO □	0	0			
<u>Método Atual</u>				ARMAZENAGEM ▽	0	0			
Actividade efectuada por:				DISTANCIA (metros)	647	647			
0:10:02				TEMPO(minutos)	00:13:44	00:13:44			
MÉTODO: ACTUAL				CUSTO					
LOCALIZAÇÃO: Preh Portugal				MÃO-DE-OBRA					
RESPONSÁVEL: xxx				MATERIAIS					
DATA: ____/____/____				TOTAL	0	0	0		
DESCRIÇÃO	DISTANCIA (metros)	TEMPO (min.)	SÍMBOLOS					OBSERVAÇÕES	Op.
			○	⇨	D	□	▽		
Zona Montagem de Embalagens - Pegar palete	35	0:00:35	*						
Zona das Embalagens - Cais Interior Arm.1	123	0:01:15		*					
Cais Interior - Exterior Arm.1		0:00:37		*					
Retomo Zona Montagem Embalagens	100	0:01:27							
Cais Exterior - Entrada Expedição	130	0:01:33		*					
Expedição - Cais Exterior	130	0:01:25							
Zona Expedição - Entrada Expedição	18	0:00:50							
Entrada Expedição - Box	7	0:01:10		*					
Box - Zona Expedição	15	0:00:40							
Zona Expedição - Box	15	0:00:40							
Box - Cais Expedição	21	0:01:17		*					
Cais Expedição - Buffer Cais	5	0:00:15		*					
Buffer Cais - Linha (BZM c/ troca de palete)	48	0:02:00	*						

ANEXO A – AUDITORIA 5S NA LINHA 35UP HIGH ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

5S - Audit Scheme



Área:	Montagem Automóvel: 35UP	A.-Nr.	
Equipa Auditadora:		Data:	30/09/21
Auditados:	J.Sampaio (Engenharia de Fluxo de Materiais)		

Número de desvios		Blocos centrais	HSTL Clima	HSTL Audio	Bancos Audio	Pontos linha HSTL Clima e 35UP HSTL Genl	Total		
Passo 1 - Seiri		Pontos							Comentários
SELECIONAR	A1	No unnecessary items are left or stored in the workplace Nenhum item desnecessário está presente no local de trabalho?		2			1	3	1. 35UP HSTL Clima - Material em excesso: 1.1. Blisters com LCDs em excesso no bordo de linha. 1.2. Várias referências de componentes em excesso na paleta auxiliar. 1.3. Material em excesso no chão 2. Área bordos de linha 35UP HSTL Clima e Audio - Material em excesso: 2.1. As alturas máximas definidas para as teclas não foram cumpridas.
	A2	All machines and pieces of equipment are in regular use Todas as máquinas e acessórios de equipamentos estão em boas condições de conservação?						0	
	A3	All tools, fixtures and fittings are in regular use Todas as ferramentas, acessórios e utensílios estão em boas condições de conservação?						0	
	A4	Storage area is defined to store broken, unusable or occasionally used items Está definida uma área para armazenar artigos partidos, inutilizáveis ou ocasionalmente utilizados?						0	
	A5	Standards for eliminating unnecessary items exist and are being followed. Existem e estão a ser seguidos padrões para eliminar artigos desnecessários?						0	
	A6	Other Outros.						0	
		0	2	0	0	1	0	0	3
Passo 2 - Seiton		Pontos							Comentários
ARRUMAR	B1	Locations of materials and products are clear and well organized. As localizações dos materiais e componentes são claras?					1	1	1. Área bordos de linha 35UP HSTL Clima e Audio: 1.1. Caixas com material colocadas nas bases dos bordos de linha. Estes locais não têm identificações.
	B2	Labels exist to indicate locations, containers, boxes, shelves and stored items. Estão disponíveis identificações para indicar locais, contentores, caixas, prateleiras e artigos armazenados?						0	
	B3	Evidence of inventory control exists (i.e. Kanban cards, FIFO, minimum/maximum, etc.). Existem evidências do controlo de inventário (por exemplo, cartões Kanban, FIFO, mínimo/máximo, etc.)?						0	
	B4	Dividing lines are clearly identified and clean as per standard. As marcações do piso estão claramente identificadas e encontram-se em boas condições de conservação?						0	
	B5	Safety equipment are clear and in good condition. O equipamento de segurança encontra-se em boas condições de utilização?						0	
	B6	Safety stock and spare parts re clear and in good condition. O stock de segurança e as peças de reserva estão limpos e em boas condições de utilização?						0	
	B7	Machines and work equipment are not damaged. As máquinas e o equipamento de trabalho não estão danificados?						0	
	B8	Test equipment is calibrated O equipamento de teste está calibrado?						0	
	B9	Packaging units are not damaged As embalagens não estão danificadas?						0	
	B10	Other Outros.						0	
		0	0	0	0	1	0	0	1

5S - Audit Scheme



Passo 3 - Seiso		Pontos								Comentários	
LIMPAR	C1	Floors, walls, ceilings, and pipework are in good condition and free from dirt and dust. Os pavimentos, paredes, tetos e tubagens estão em bom estado de conservação, livres de sujidade e pó?								0	1. 35UP Blocos centrais (bordo de linha): 1.1. Blisters com etiquetas antigas. 1.2. Blisters com pó. 2. 35UP HSTL Clima: 2.1. Teclas com pó. 2.2. Área envolvente da caixa para amostras de trabalho com partículas de sujidade. 3. Área bordos de linha 35UP HSTL Clima e Audio: 3.1. Material lubrificado sem proteção. 4. 35UP HSTL: 4.1. Caixas para colocação de peças finais com partículas de sujidade. 4.2. Blisters com botões Audio com pó.
	C2	Racks, cabinets, and shelves are kept clean. As estantes, armários e prateleiras estão limpos?								0	
	C3	Machines, equipment, and tools are kept clean. As máquinas, equipamentos e ferramentas estão limpos?		1						1	
	C4	Stored items, materials, and products are kept clean. Os artigos, materiais e componentes armazenados estão limpos?	2	1					2	5	
	C5	Lighting is sufficient A iluminação é suficiente?								0	
	C6	Good movement of air exists through the room (to limit the spread of viruses). Existe uma boa circulação de ar na área (para limitar a propagação de vírus)?								0	
	C7	Cleaning tools and materials are easily accessible. As ferramentas e materiais de limpeza estão facilmente acessíveis?								0	
	C8	Cleaning assignments are defined and are being followed. O plano de manutenção autónoma está definido e está a ser cumprido?								0	
	C9	Other Outros.						1		1	
		2	2	0	0	1	2	0	7		

Passo 4 - Seiketsu		Pontos								Comentários	
NORMALIZAR	D1	Information displays, signs, color coding and other markings are established. Informação disponível nos displays, sinais, codificação por cores e		1						1	1. 35UP HSTL Clima: Utilizados dois modelos de identificações.
	D2	Procedures for maintaining the first three S's are being displayed. Os procedimentos para a manter os três primeiros S's estão a disponíveis?								0	
	D3	Production related documentation (e.g. control plans) are available and valid A documentação relacionada com a produção (por exemplo, planos de								0	
	D4	5S checklists, schedules, and routines are defined and being used. Checklists 5S, horários e rotinas são definidos e estão a ser cumpridos?								0	
	D5	Everyone knows his responsibilities, when and how. Todos os colaboradores conhecem as suas responsabilidades?								0	
	D6	Regular audits are carried out using checklists and measures. São realizadas auditorias regulares utilizando as checklists definidas?								0	
	D7	Other Outros.								0	
		0	1	0	0	0	0	0	1		

Passo 5 - Shitsuke		Pontos								Comentários	
DISCIPLINA	E1	5S seems to be the way of life rather than just a routine. Os 5S aparentam ser um modo de vida e não apenas uma rotina?								0	
	E2	Success stories are being displayed (i.e. before and after pictures). Estão disponíveis situações de sucesso (por exemplo, estão disponíveis "A4 Antes e Depois - Q0520")?								0	
	E3	Rewards and recognition is part of the 5S system. As recompensas e o reconhecimento fazem parte do sistema 5S implementado?								0	
	E4	Employees are trained and qualification matrix available Os colaboradores estão qualificados?								0	
	E5	Other Outros.								0	
		0	0	0	0	0	0	0	0		

Classificação específica por área **2 5 0 0 3 2 0**

Assinatura do(a) auditor(a)

Resultado global - Área	
12	Verde < 6 desvios
	Amarelo de 6 a 10 desvios
	Vermelho > 10 desvios

ANEXO B – AUDITORIA 5S NA LINHA 35UP HIGH DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

5S - Audit Scheme



Área:	Montagem Automóvel: 35UP	A.-Nr.	
Equipa Auditoria:		Data:	30/04/22
Auditados:	J.Sampaio (Engenharia de Fluxo de Materiais)		

Número de desvios		Blocos centrais	HSTL Clima	HSTL Audio	Botões Audio	Pontos linha HSTL Clima e 35UP HSTL Genl	Total		
Passo 1 - Seiri		Pontos						Comentários	
SELECIONAR	A1	No unnecessary items are left or stored in the workplace Nenhum item desnecessário está presente no local de trabalho?			1			1	
	A2	All machines and pieces of equipment are in regular use Todas as máquinas e acessórios de equipamentos estão em boas condições de conservação?						0	
	A3	All tools, fixtures and fittings are in regular use Todas as ferramentas, acessórios e utensílios estão em boas condições de conservação?						0	
	A4	Storage area is defined to store broken, unusable or occasionally used items Está definida uma área para armazenar artigos partidos, inutilizáveis ou ocasionalmente utilizados?						0	
	A5	Standards for eliminating unnecessary items exist and are being followed. Existem e estão a ser seguidos padrões para eliminar artigos desnecessários?						0	
	A6	Other Outros.						0	
			0	0	0	1	0	0	0
Passo 2 - Seiton		Pontos						Comentários	
ARRUMAR	B1	Locations of materials and products are clear and well organized. As localizações dos materiais e componentes são claras?				1		1	
	B2	Labels exist to indicate locations, containers, boxes, shelves and stored items. Estão disponíveis identificações para indicar locais, contentores, caixas, prateleiras e artigos armazenados?						0	
	B3	Evidence of inventory control exists (i.e. Kanban cards, FIFO, minimum/maximum, etc.). Existem evidências do controlo de inventário (por exemplo, cartões Kanban, FIFO, mínimo/máximo, etc.)?						0	
	B4	Dividing lines are clearly identified and clean as per standard. As marcações do piso estão claramente identificadas e encontram-se em boas condições de conservação?						0	
	B5	Safety equipment are clear and in good condition. O equipamento de segurança encontra-se em boas condições de utilização?						0	1. Área bordos de linha 35UP HSTL Clima 1.1. Carrinho de blenda fora das marcações
	B6	Safety stock and spare parts re clear and in good condition. O stock de segurança e as peças de reserva estão limpos e em boas condições de utilização?						0	
	B7	Machines and work equipment are not damaged. As máquinas e o equipamento de trabalho não estão danificados?						0	
	B8	Test equipment is calibrated O equipamento de teste está calibrado?						0	
	B9	Packaging units are not damaged As embalagens não estão danificadas?						0	
	B10	Other Outros.						0	
		0	0	0	0	1	0	0	1

5S - Audit Scheme



Passo 3 - Seiso		Pontos							Comentários	
LIMPAR	C1	Floors, walls, ceilings, and pipework are in good condition and free from dirt and dust. Os pavimentos, paredes, tetos e tubagens estão em bom estado de conservação, livres de sujidade e pó?							0	1. 35UP Blocos centrais (bordo de linha): 1.1. Blisters com etiquetas antigas. 2. 35UP HSTL Clima: 2.1. Teclas com pó. 2.2. Área envolvente da caixa para amostras de trabalho com partículas de sujidade. 3. Área bordos de linha 35UP HSTL Clima e Audio: 3.1. Material lubrificado sem proteção. 4. 35UP HSTL: 4.1. Caixas para colocação de peças finais com partículas de sujidade. 4.2. Blisters com botões Audio com pó.
	C2	Racks, cabinets, and shelves are kept clean. As estantes, armários e prateleiras estão limpos?							0	
	C3	Machines, equipment, and tools are kept clean. As máquinas, equipamentos e ferramentas estão limpos?		1					1	
	C4	Stored items, materials, and products are kept clean. Os artigos, materiais e componentes armazenados estão limpos?	1	1					2	
	C5	Lighting is sufficient A iluminação é suficiente?							0	
	C6	Good movement of air exists through the room (to limit the spread of viruses). Existe uma boa circulação de ar na área (para limitar a propagação de vírus)?							0	
	C7	Cleaning tools and materials are easily accessible. As ferramentas e materiais de limpeza estão facilmente acessíveis?							0	
	C8	Cleaning assignments are defined and are being followed. O plano de manutenção autónoma está definido e está a ser cumprido?							0	
	C9	Other Outros.							0	
		1	2	0	0	0	0	0	3	

Passo 4 - Seiketsu		Pontos							Comentários	
NORMALIZAR	D1	Information displays, signs, color coding and other markings are established. Informação disponível nos displays, sinais, codificação por cores e							0	
	D2	Procedures for maintaining the first three S's are being displayed. Os procedimentos para a manter os três primeiros S's estão a disponíveis?							0	
	D3	Production related documentation (e.g. control plans) are available and valid A documentação relacionada com a produção (por exemplo, planos de							0	
	D4	5S checklists, schedules, and routines are defined and being used. Checklists 5S, horários e rotinas são definidos e estão a ser cumpridos?							0	
	D5	Everyone knows his responsibilities, when and how. Todos os colaboradores conhecem as suas responsabilidades?							0	
	D6	Regular audits are carried out using checklists and measures. São realizadas auditorias regulares utilizando as checklists definidas?							0	
	D7	Other Outros.							0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	

Passo 5 - Shitsuke		Pontos							Comentários	
DISCIPLINA	E1	5S seems to be the way of life rather than just a routine. Os 5S aparentam ser um modo de vida e não apenas uma rotina?							0	
	E2	Success stories are being displayed (i.e. before and after pictures). Estão disponíveis situações de sucesso (por exemplo, estão disponíveis "A4 Antes e Depois - Q0520")?							0	
	E3	Rewards and recognition is part of the 5S system. As recompensas e o reconhecimento fazem parte do sistema 5S implementado?							0	
	E4	Employees are trained and qualification matrix available Os colaboradores estão qualificados?							0	
	E5	Other Outros.							0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	

Classificação específica por área **1 2 0 1 1 0 0**

Assinatura do(a) auditor(a)

Resultado global - Área	
5	Verde < 6 desvios
	Amarelo de 6 a 10 desvios
	Vermelho > 10 desvios

ANEXO C – DESENHO TÉCNICO DAS CARRUAGENS DO COMBOIO DE EMBALAGENS DE PRODUTO FINAL

