



Análise e melhoria do funcionamento do setor de produção numa indústria de marroquinaria de luxo

JOANA ALEXANDRA TORRES MONTEIRO

setembro de 2022

ANÁLISE E MELHORIA DO FUNCIONAMENTO DO SETOR DE PRODUÇÃO NUMA INDÚSTRIA DE MARROQUINARIA DE LUXO

Joana Alexandra Torres Monteiro

1171143

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



ANÁLISE E MELHORIA DO FUNCIONAMENTO DO SETOR DE PRODUÇÃO NUMA INDÚSTRIA DE MARROQUINARIA DE LUXO

Joana Alexandra Torres Monteiro

1171143

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Pinto Ferreira e coorientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Professora Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professora Adjunta, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador com Agregação, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos

Professora Auxiliar, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

À ATEPELI, pela oportunidade de crescer, tanto a nível profissional como pessoal. Aos momentos de companheirismo do dia-a-dia e às pessoas que fizeram parte destas ocasiões.

Ao meu orientador na ATEPELI, Agostinho Pacheco, pela disponibilidade e experiência transmitida nestes meses.

Ao meu orientador, Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, e coorientador, Professor Doutor Francisco Silva, pela dedicação, compreensão e apoio nos momentos mais desafiantes deste percurso. Obrigada pelo conhecimento e experiência que levo para a minha vida.

À Carina, com quem, para além do meu percurso académico, tive a possibilidade de partilhar este estágio. Obrigada pela amizade, companheirismo e apoio neste percurso.

À Inês, amiga desde sempre, pela presença em todos os momentos da minha vida, por partilhar todas as minhas conquistas, e por ser um apoio em todos os momentos.

Ao Bernardo, pela amizade e carinho, compreensão e ajuda, por viver intensamente todas as minhas conquistas e pelo apoio incondicional na reta final deste percurso.

À minha família, em especial ao meu pai, pelo esforço e apoio incondicional, e por acreditarem nos meus sonhos e aspirações.

Aos meus colegas e professores que, de alguma forma, me ajudaram ao longo de todo o meu percurso académico.

PALAVRAS-CHAVE

Marroquinaria de Luxo; Six Sigma; DMAIC; Lean Manufacturing; Lean Green

RESUMO

Atualmente, com a crescente exigência que as organizações enfrentam, devido à notória globalização dos mercados e à alteração dos padrões de consumo, aliados ao crescimento da preocupação ambiental, emergiram novos critérios competitivos. Desta forma, as empresas foram forçadas a modificar as suas abordagens de gestão e a focarem-se na melhoria dos seus processos. A particularidade associada ao mercado de bens de luxo é a procura pela perfeição, existindo um foco incessante na qualidade dos produtos.

Verifica-se que cada vez mais empresas têm vindo a recorrer a filosofias de *Problem-Solving* com o objetivo de melhorar a qualidade dos seus processos e produtos, sendo a metodologia *Six Sigma* um exemplo. Com base no *Lean Manufacturing*, o *Six Sigma* é uma técnica de abordagem estatística que tem como objetivo minimizar as variações dos processos e aumentar a qualidade dos produtos.

O caso de estudo, desenvolvido em ambiente industrial, na ATEPELI – *Ateliers* de Portugal, empresa inserida no grupo *Moët Hennessy Louis Vuitton* (LVMH), apresenta como objetivo principal a redução da área ocupada em armazém por Filtros, utilizados nos processos de coloração e colagem.

Através da aplicação da metodologia *Six Sigma*, bem como com a adoção de novas estratégias de utilização dos Filtros nas operações de colagem, foi possível a resolução eficiente do problema, a obtenção de resultados financeiros positivos para a empresa, e ainda, contribuir para um futuro mais sustentável da organização. Após a implementação de todas as sugestões de melhoria, prevê-se uma poupança anual que pode atingir os 105 207 € e um aumento de 77,73% de área útil em armazém. Por conseguinte, o impacto ambiental da organização foi atenuado, com uma redução na quantidade de resíduos enviados para aterro em 88,72%.

KEYWORDS

Luxury Leather Goods; Six Sigma; DMAIC; Lean Manufacturing; Lean Green

ABSTRACT

Currently, with the increasing demands faced by organizations due to the notorious globalization of markets and the change in consumption patterns, combined with the growth of environmental concern, new competitive criteria have emerged. In this way, companies were forced to modify their management approaches and focus on improving their processes. The particularity associated with the luxury goods market is the search for perfection, with an incessant focus on product quality.

More and more companies are turning to Problem-Solving philosophies to improve the quality of their processes and products, with the Six Sigma methodology being an example. Based on Lean Manufacturing, Six Sigma is a statistical approach technique that aims to minimize process variations and increase product quality.

The case study, developed in an industrial environment, in ATEPELI - *Ateliers de Portugal*, company inserted in the *Moët Hennessy Louis Vuitton (LVMH)* company, presents as objective the reduction of the area occupied in warehouse by Filters used in the coloring and gluing processes.

Through the application of the Six Sigma methodology and with the adoption of new strategies for the use of Filters in the gluing operations, it was possible to efficiently solve the problem, obtain positive financial results for the company and contribute to a more sustainable future for the organization. After the implementation of all improvement suggestions, it is expected an annual saving of up to 105 207, as well as a 77,73% increase in useful warehouse area. Consequently, the environmental impact of the organization was mitigated, with a reduction in the amount of waste sent to landfill of 88,72%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
FIFO	Primeiro a entrar, primeiro a sair
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just in Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PA	Poliamida
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PTFE	Politetrafluoretileno
SIPOC	<i>Supplier, Input, Process, Output, Costumer</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Lista de Unidades

kg	Quilograma
m	Metro
min	Minutos

mm	Milímetros
----	------------

s	Segundo
---	---------

Lista de Símbolos

€	Euro
---	------

%	Percentagem
---	-------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

FIFO	<i>First in, first out</i> : “primeiro a entrar, primeiro a sair”.
Just in time	Filosofia <i>lean</i> baseada na eliminação de desperdício nos processos, de modo a alcançar um sistema que forneça produtos de baixo custo e alta qualidade para concretizar as necessidades dos clientes.
Lead Time	Tempo entre o início e o fim de uma tarefa.
Lean	Filosofia de gestão baseada na melhoria contínua e na redução de desperdícios.
Poka-yoke	Dispositivo à prova de erros.
Setup	Configuração de equipamentos para um determinado processo.
Six Sigma	Abordagem estatística que tem como objetivo minimizar as variações dos processos e aumentar a qualidade dos produtos.
Standard work	Ferramenta <i>lean</i> que auxilia a padronização do processo produtivo.
Stock	Estrangeirismo para “inventário”.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Atelier</i> de Penafiel	5
Figura 2 – Evolução do mercado de bens de luxo desde 1966 até 2019, em biliões de euros	9
Figura 3 – Receitas do grupo LVMH de 2008 a 2020 em milhões de euros	10
Figura 4 – Valor da Louis Vuitton de 2016 a 2021, em milhões de dólares	11
Figura 5 – Evolução da utilização do <i>Six Sigma</i> (adaptado de Park, 2003).....	20
Figura 6 – Sustentabilidade e <i>Lean Green</i> (adaptado de Teixeira et al., 2021)	25
Figura 7 – Modelo <i>Green Lean Six Sigma</i> (adaptado de Kaswan & Rathi, 2020).....	27
Figura 8 – Ferramentas no <i>Green Lean Six Sigma</i> (fonte: Kaswan & Rathi, 2020)	28
Figura 9 – Exemplo de um produto final com componentes produzidos no <i>Atelier</i> de Penafiel	36
Figura 10 – Layout do <i>Atelier</i> de Penafiel.....	37
Figura 11 – Processo de costura manual e etapa de acabamento	38
Figura 12 – Espaço no armazém ocupado por Filtros	41
Figura 13 – <i>Project Charter</i>	42
Figura 14 – Posto de abastecimento na produção.....	42
Figura 15 – Exemplo de um robô de cola	44
Figura 16 – Cavalete e suporte de secagem disponíveis nas linhas de preparação	45
Figura 17 – Deslocação dos artesãos no processo de colagem.....	45
Figura 18 – Robô de cola em tapete da linha P3.....	46
Figura 19 – Filtros utilizados nas duas tipologias de bancos de coloração	46
Figura 20 – Diagrama de Pareto com a área ocupada por cada tipologia de Filtros no armazém.....	47
Figura 21 – Etiquetas para recolha de dados	48
Figura 22 – Consumo de Filtros semanal	49
Figura 23 – Diagrama de <i>Ishikawa</i>	50
Figura 24 – Discrepância na utilização dos Filtros nas cabinas de coloração	51
Figura 25 – Processo de corte nos bancos de coloração de tipologia A.....	52
Figura 26 - Diagrama de spaghetti relativo à deslocação dos artesões ao Posto de Abastecimento	53
Figura 27 – Diagrama de <i>spaghetti</i> , pormenorizado, da linha P2 e M8.....	54
Figura 28 – Consumo real e teórico dos Filtros com periodicidade bissemanal	54
Figura 29 – Problema de qualidade inerente às fibras dos Filtros	55

Figura 30 – Desorganização na zona de colagem.....	55
Figura 31 – Utilização dos Filtros de Gaveta	56
Figura 32 – Exemplos de gabaritos.....	56
Figura 33 – Resumo dos problemas identificados durante o projeto	57
Figura 34 – Propostas de melhoria identificadas durante o projeto.....	59
Figura 35 – Planeamento das ações a realizar	60
Figura 36 – Implementação dos Filtros adequados no banco de coloração A e na cabina <i>Silpar</i>	61
Figura 37 – Etiquetas de identificação dos Filtros adequados a cada equipamento	62
Figura 38 – Etiquetas identificativas da periodicidade de substituição	65
Figura 39 – Utilização dos novos Filtros Laterais.....	65
Figura 40 – Materiais termoplásticos.....	67
Figura 41 – Poliamida, politetrafluoretileno e polietileno de alta densidade	67
Figura 42 – Testes nas amostras de PEHD, PA e PTFE, respetivamente.....	68
Figura 43 – Força aplicada na simulação da Placa.....	69
Figura 44 – Zona de fixação da Placa	69
Figura 45 – Malha selecionada para o estudo com o PA e uma espessura de 8 milímetros.....	69
Figura 46 – Deformação resultante da simulação com PA e uma espessura de 8 milímetros.....	70
Figura 47 – Polipropileno Alveolar ou <i>Honeycomb</i>	70
Figura 48 – Malha selecionada para o estudo com o PP e revestimento de PTFE e uma espessura de 8 milímetros.....	71
Figura 49 – Deformação resultante da simulação com PP e revestimento de PTFE e uma espessura de 8 milímetros.....	71
Figura 50 – Placas em utilização na linha de produção P3.....	72
Figura 51 – Facilidade em remover a cola da placa e aderência da mesma a peças com baixas espessuras	72
Figura 52 – Placa com orifícios e resultados do teste	73
Figura 53 – Utilização das Placas em conjunto com os gabaritos	73
Figura 54 – Exemplo de um gabarito e da sua versão otimizada	74
Figura 55 – Cola em excesso durante o processo de colagem, sem a programação do robô.....	75
Figura 56 – Implementação do sistema de <i>KIT's</i>	77
Figura 57 – Base do robô após a aplicação do 5S.....	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Marcas que englobam o grupo LVMH (LVMH, n.d.).....	11
Tabela 2 – Análise de Processos	13
Tabela 3 – Princípios Lean	16
Tabela 4 – Desperdícios <i>Lean</i>	17
Tabela 5 – Ferramentas <i>Lean</i>	18
Tabela 6 – Fases do ciclo DMAIC e as ferramentas a utilizar (T. Costa et al., 2017; Maia et al., 2019; Ferreira et al., 2019)	21
Tabela 7 – Análise de Casos de Estudo: DMAIC.....	23
Tabela 8 – Análise da utilização de ferramentas <i>Lean Green</i>	26
Tabela 9 –Componentes fabricados no <i>atelier</i> de Penafiel	36
Tabela 10 – Tipologias de Filtros existentes no posto de abastecimento da produção	43
Tabela 11 – Tipologias de Filtros laterais	44
Tabela 12 – Tipologia do Filtro para robôs de cola em tapete	44
Tabela 13 – Periodicidade de substituição dos Filtros laterais e de tapete.....	48
Tabela 14 – Comparação entre o <i>stock</i> e o consumo do <i>Atelier</i>	49
Tabela 15 – Causas críticas relativas ao problema principal	50
Tabela 16 – Duração do processo de substituição	52
Tabela 17 – Custo unitário de cada tipologia de Filtros.....	57
Tabela 18 – Tempo de substituição dos Filtros sem o processo de corte, por equipamento	62
Tabela 19 – Custo com a aquisição dos novos Filtros, sem corte.....	63
Tabela 20 – Durabilidade dos Filtros laterais	64
Tabela 21 – Custos com os novos Filtros laterais	66
Tabela 22 – Comparação do peso das várias soluções	71
Tabela 23 – Análise crítica dos resultados.....	80
Tabela 24 – Conclusões	85

ÍNDICE

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	XIII
GLOSSÁRIO DE TERMOS.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XXI
1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Enquadramento do Trabalho	3
1.2 Objetivos	3
1.3 Metodologia de Investigação	4
1.4 Apresentação da Empresa de Acolhimento	4
1.5 Conteúdo e Organização da Dissertação	5
2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 Introdução à Indústria da Marroquinaria de Luxo	9
2.1.1 Mercado dos Bens de Luxo	9
2.1.2 Grupo Moët Hennessy Louis Vuitton	10
2.2 Análise de Processos	13
2.3 Lean Manufacturing	16
2.3.1 Princípios <i>Lean</i>	16
2.3.2 Tipos de Desperdícios.....	17
2.3.3 Ferramentas <i>Lean</i>	18
2.4 Six Sigma	19
2.4.1 Origem e evolução	19
2.4.2 Metodologia	20

2.4.3	DMAIC	21
2.5	Green, Lean & Six Sigma.....	24
2.5.1	Green Manufacturing	24
2.5.2	Lean Green	25
2.5.3	Green Lean Six Sigma	26
2.6	Materiais Poliméricos.....	29
3	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROCESSOS	35
3.1	Caracterização da empresa	35
3.2	Caracterização dos processos	35
4	ANÁLISE E MELHORIA DO SETOR DE PRODUÇÃO	41
4.1	Fase <i>Define</i>	41
4.2	Fase <i>Measure</i>	47
4.3	Fase <i>Analyse</i>	50
4.4	Fase <i>Improve</i>	58
4.4.1	<i>Brainstorming</i> e análise crítica das possíveis soluções.....	58
4.4.2	Planeamento das ações a realizar	60
4.4.3	Implementação das Propostas de Melhoria.....	60
4.4.3.1	Identificação dos Filtros adequados para cada equipamento.....	60
4.4.3.2	Definição de uma periodicidade de substituição dos Filtros para cada equipamento	63
4.4.3.3	Substituição dos Filtros mais dispendiosos por uma solução mais económica	65
4.4.3.4	Substituição dos Filtros com o maior consumo do <i>Atelier</i> , e consequentemente, com a maior área ocupada em armazém, por uma solução mais sustentável.....	66
4.4.3.5	Ajuste do processo de compra às necessidades do <i>Atelier</i> – Sistema de <i>KIT's</i>	76
4.4.3.6	Organização e Melhorias na zona referente ao processo de colagem...77	

4.4.3.7	Formação e sensibilização dos Artesãos para o processo de substituição dos Filtros.....	78
4.5	Fase <i>Control</i>	79
4.6	Análise crítica dos resultados e aplicabilidade da metodologia adotada	80
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	85
5.1	Conclusões	85
5.2	Propostas de trabalhos futuros.....	87
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
7	APÊNDICES.....	101
7.1	Apêndice A: Formação aos Artesãos.....	101

INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do Trabalho
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia de Investigação
- 1.4 Conteúdo e Organização da Dissertação
- 1.5 Apresentação da Empresa de Acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Trabalho

Esta dissertação surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, no ramo de Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Realizada em ambiente industrial na ATEPELI, empresa integrada num dos maiores grupos de artigos de luxo, *Moët Hennessy Louis Vuitton* (LVMH), durante nove meses, esta dissertação foca-se na redução da área ocupada por Filtros, inerentes ao processo de coloração e colagem, no armazém. Através da aplicação da filosofia *Six Sigma*, foi possível atingir o objetivo principal, como também desenvolver novas estratégias no processo de colagem.

A ATEPELI é caracterizada por um sistema produtivo único, onde o saber-fazer, a exclusividade e a diferenciação são peças-chave para o seu crescimento. Estas características, aliadas ao custo do produto, cria, de forma subconsciente, elevadas expectativas para o cliente final, que exige um produto livre de defeitos e com uma durabilidade elevada.

Para além disto, a sustentabilidade e o compromisso ambiental e social que a marca apresenta faz com que muitos dos seus clientes tenham lealdade aos seus produtos. Sendo assim, é necessário a melhoria contínua dos processos produtivos, bem como a procura constante de soluções cada vez mais sustentáveis.

A filosofia *Six Sigma* pode ser interpretada como um método sistemático e organizado, orientado para o alcance de processos mais eficientes, através da utilização de técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade que são suportes essenciais na tomada de decisões (Costa et al., 2017).

1.2 Objetivos

O objetivo principal a atingir com este trabalho foca-se na redução da área ocupada por Filtros em armazém. Desta forma, são desdobrados os seguintes objetivos:

- Definição do problema e caracterização do processo de aquisição e substituição de Filtros;

- Análise do espaço ocupado no armazém por Filtros e do consumo no *Atelier*;
- Identificação e análise das causas do excesso de *stock* em armazém;
- Desenvolvimento de propostas de melhoria que solucionem ou contribuam para a resolução do problema principal deste projeto;
- Implementação das soluções estudadas;
- Análise e controlo das melhorias implementadas e quantificação de resultados.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia adotada surge da necessidade de melhoria ininterrupta da qualidade dos processos. Inicialmente, foi elaborado um estudo para a perceção do contexto do problema e, posteriormente, foi desenvolvida a revisão bibliográfica dentro da temática *Lean, Six Sigma, Green Manufacturing* e, ainda, acerca de materiais poliméricos. Desta forma, foi compreendido o seu contexto de aplicação e as vantagens que surgem da implementação das metodologias, bem como o conjunto de ferramentas que as incorporam.

Foi possível perceber que existem várias filosofias de *Problem Solving*, com o intuito de reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos. O ciclo DMAIC, que integra a filosofia *Six Sigma*, será a ferramenta adotada nesta dissertação. Consiste numa metodologia de cinco etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar) (Maia et al., 2019). Desta forma, foram dados os seguintes passos no desenvolvimento do caso de estudo:

- Observação e definição dos objetivos do projeto;
- Coleta de informação necessária ao bom entendimento do *background* do problema;
- Identificação de possíveis causas raízes para o problema;
- Desenvolvimento e simulação de propostas de melhoria;
- Validação de resultados e análise das soluções propostas;

1.4 Apresentação da Empresa de Acolhimento

A dissertação de mestrado foi realizada em contexto empresarial, sob a forma de um estágio curricular com a duração de 9 meses, na ATEPELI – *Ateliers* de Portugal, no *atelier* de Penafiel. Esta empresa, com *ateliers* em Ponte de Lima, Penafiel (Figura 1) e Santa Maria da Feira, compromete-se a produzir componentes de pequena, média e grande marroquinaria e, mais recentemente calçado, para o setor de moda de luxo. A ATEPELI, está integrada num dos maiores grupos de artigos de luxo, *Moët Hennessy Louis Vuitton* (LVMH).



Figura 1 – *Atelier de Penafiel*

1.5 Conteúdo e Organização da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, sendo o primeiro um capítulo introdutório. No primeiro capítulo, a introdução, é realizado o enquadramento do projeto, onde são referidos os objetivos do mesmo, a metodologia utilizada, delineada a sua estrutura e ainda efetuada uma descrição da empresa onde foi desenvolvido o presente trabalho. O segundo, diz respeito à revisão bibliográfica dos conceitos científicos, organizados de forma estruturada e encadeada. O terceiro capítulo é dedicado à caracterização da empresa e dos processos que influenciam o caso de estudo. O quarto capítulo contém a descrição e a análise do caso de estudo, bem como as propostas de melhoria e as soluções encontradas, através da aplicação do ciclo DMAIC. No quinto capítulo são apresentadas as principais conclusões do caso de estudo e algumas propostas de trabalhos futuros. Por fim, o último capítulo é relativo aos apêndices.

REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- 2.1 Introdução à Indústria da Marroquinaria de Luxo
 - 2.2 Análise de Processos
 - 2.3 Lean Manufacturing
 - 2.4 Six Sigma
- 2.5 Green, Lean & Six Sigma
- 2.6 Materiais Poliméricos

2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo expõe uma revisão bibliográfica da literatura sobre os temas que suportam este caso de estudo. É composto por cinco subcapítulos. O primeiro subcapítulo é composto por uma introdução à indústria da marroquinaria. O segundo subcapítulo incorpora uma análise de processos. No terceiro subcapítulo aborda-se o *Lean Manufacturing* e o quarto subcapítulo é relativo ao *Six Sigma*. O último e quinto subcapítulo é composto pela relação entre o *Green Manufacturing*, *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*.

2.1 Introdução à Indústria da Marroquinaria de Luxo

Integrada num dos maiores grupos de artigos de luxo, *Moët Hennessy Louis Vuitton* (LVMH), a ATEPELI apresenta um sistema produtivo que se diferencia dos demais. Desta forma, será feita uma contextualização relativa ao mercado onde está inserida.

2.1.1 Mercado dos Bens de Luxo

O mercado dos bens de luxo apresenta grandes particularidades, desde a exclusividade à excelência, caracterizando-se pelo seu crescimento anual. Em 2019, este mercado atingiu, a nível global, o valor de 281 biliões de euros, como mostra o gráfico da Figura 2 (Elena-Iulia, 2020).



Figura 2 – Evolução do mercado de bens de luxo desde 1966 até 2019, em biliões de euros

Fonte: www.statista.com

Estas vendas são cada vez mais acentuadas no mercado asiático, enquanto na Europa e nos EUA este crescimento é constante, tendo os clientes chineses representado 90 % do crescimento do mercado global, atingindo 35 % do valor dos bens de luxo vendidos em todo o mundo (Elena-Iulia, 2020).

Em 2020, o grupo LVMH sofreu um impacto provocado pela pandemia COVID-19 (Figura 3). No entanto, o segmento de moda e marroquinaria do grupo LVMH trouxe 21,2 biliões de euros em vendas globais, dos 44,651 biliões totais. Este foi o segmento empresarial mais resiliente para a LVMH, uma vez que as outras linhas do grupo, incluindo relógios e jóias e segmentos de vinho e bebidas espirituosas, regrediram para níveis que não eram experimentados desde 2016 (LVMH, 2022).

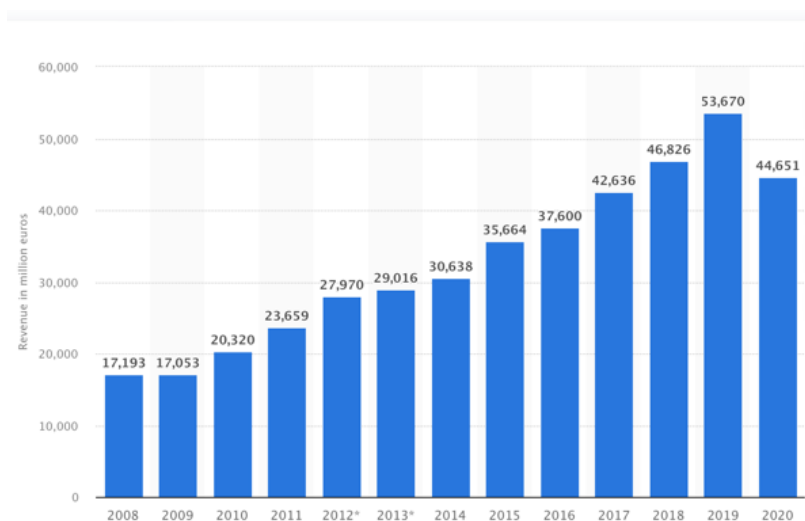


Figura 3 – Receitas do grupo LVMH de 2008 a 2020 em milhões de euros

Fonte: www.statista.com

2.1.2 Grupo Moët Hennessy Louis Vuitton

O mercado de bens pessoais de luxo é liderado por conglomerados de marcas: LVMH, PPR (*Pinault-Printemps-Redoute*)-Gucci e Richemont-Cartier (Paul, 2015).

O grupo LVMH *Moët Hennessy*, ou simplesmente, LVMH, é o maior grupo no mercado de bens de luxo, com um valor de estimado de 50.4 biliões de euros. De entre o grupo LVMH, a *Louis Vuitton* é a marca com maior reputação e valor no grupo, com um valor estimado em 2021 de 14,858 milhões de dólares (Figura 4) (LVMH, 2021).

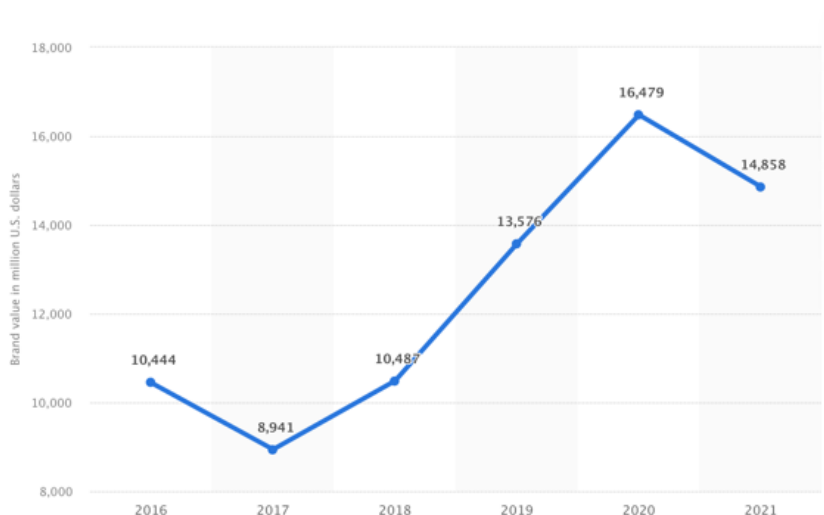


Figura 4 – Valor da Louis Vuitton de 2016 a 2021, em milhões de dólares

Fonte: www.statista.com

A Tabela 1 faz referência a todas as marcas que englobam o grupo LVMH, que inicialmente foram empresas mais pequenas, independentes e de propriedade familiar. Muitas das empresas originais já existiam há várias décadas, mas faltavam-lhes os recursos financeiros para crescerem no mercado global (Bellaiche et al., 2010).

Tabela 1 – Marcas que englobam o grupo LVMH (LVMH, n.d.)

Bebidas	Moda e Marroquinaria	Perfumes e Cosméticos	Joalheria e Relógios	Retalho	Outras Atividades
Moët & Chandon	Loewe	Officine Universelle Buly	Chaumet	Le Bom Marché Rive Gauche	Cova
Dom Pérignon	Moynat	Guerlain	Tiffany & Co.	La Grande Epicerie de Paris	Royal Van Lent
Mercier	Louis Vuitton	Acqua di Parma	Tag Heurer	Starboard Cruise Services	Los Echos
Krug	Berluti	Christian Dior	Fred	DFS	Le Parisien
Clos del Lambrays	Rimowa	Givenchy	Bulgari	Sephora	Investir
Château D'Yquem	Patou	Loewe	Hublot		Belmond
Ruinart	Loro Piana	Benefit Cosmetics	Zenith		Jardin D'Acclimatation

Hennessy	Fendi	Make up for ever	Repossi	Connaissance des arts
Veuve Clicquot	Celine	Kenzo		Radio Classique
Ardbeg	Christian Dior	Fresh		Cheval Blanc
Château Cheval Blanc	Emilio Pucci	KVD		
Glenmorangue	Givenchy	Maison Francis Kurkdjian		
Chandon	Kenzo	Marc Jacobs		
Cape Mentelle	Marc Jacobs	Cha Ling		
Newton		Fenty Beauty		
Cloudy Bay				
Belvedere				
Terrazas de los Andes				
Bodega Numanthia				
Cheval des Andes				
Woodinville				
Ao Yun				
Clos19				
Volcan de Mi Tierra				

A *Louis Vuitton* fundada em 1854, em Paris, é representada por uma herança única que alia o espírito de inovação com a perfeição. A qualidade, inovação e o património do produto são as características-chave que definem a *Louis Vuitton*. Desta forma, os artigos são produzidos em regiões especialmente conhecidas pelo seu saber-fazer. Apesar da aquisição de diferentes marcas, a LVMH encorajou a preservação das técnicas artesanais, contribuindo para a exclusividade dos produtos (Bellaiche et al., 2010).

Todo o destaque desta marca é conseguido por um conjunto de estratégias muito próprias que se mantêm há muitos anos e são essencialmente definidas pelas suas malas, produto que trouxe maior reconhecimento à marca. Estas estratégias associam-se ao produto, preço, localização e forma de promoção (Nagasawa, 2009).

Os processos artesanais, a elevada qualidade dos materiais, e o *know-how* tradicional são evocados nas campanhas de *marketing* e publicidade para estimular o desejo dos consumidores (Nagasawa, 2009).

A *Louis Vuitton* garante a confeção, distribuição e venda dos seus produtos dentro do grupo, em loja física ou excepcionalmente online, garantindo assim a qualidade e controlo dos processos até ao cliente final (Bellaiche et al., 2010).

Contar histórias é uma ferramenta importante para as indústrias do luxo, devido à necessidade de diferenciar os vários produtos e acrescentar valor emocional a cada um deles. A criatividade constitui a base do sucesso da LVMH e é uma simbiose de criação de valor económico e de *design* artístico (Nagasawa, 2009).

2.2 Análise de Processos

Atualmente, com a constante evolução dos mercados e com o aumento da exigência dos clientes, torna-se muito importante para as organizações que estas se mantenham competitivas, de forma a sobreviverem à mudança constante a que estão expostas. Consequentemente, é essencial que exista foco na melhoria contínua de processos, de modo a reduzir custos, eliminar desperdícios e aumentar a vantagem competitiva da empresa (Rosa et al., 2017). Foi realizada uma revisão da literatura assente na análise e melhoria de processos com recurso a ferramentas *Lean*, apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de Processos

Referência	Análise
(Roriz et al., 2017)	Este caso de estudo, desenvolvido em Portugal, numa fábrica de caixas de cartão, tinha como objetivo a melhoria da qualidade do processo produtivo, devido à existência de tempos de <i>setup</i> elevados, da reduzida disponibilidade das máquinas e da desorganização da área de trabalho. Através da aplicação das ferramentas SMED, 5S e gestão visual, verificou-se uma redução do tempo de <i>setup</i> em 47%, o que se traduz numa poupança de 10.114€ mensais.
(Rosa et al., 2017)	O caso de estudo, realizado na <i>Ficocables</i> (Maia) apresentava como objetivo a otimização do processo de produção de cabos de aço para a indústria automóvel. Através da análise VSM (<i>Value Stream Mapping</i>), vários problemas foram identificados, o que permitiu um aumento da produtividade em 41%: são produzidas 493 peças por hora em contrapartida com as 350 anteriormente produzidas.
(Neves et al., 2018)	Neste trabalho, desenvolvido numa indústria têxtil no Porto, foi possível obter um ganho de quatro horas semanais por operador, que corresponde a um ganho de 10% do tempo semanal disponível por operador, através da combinação de ferramentas <i>Lean</i> : PDCA, 5S, 5W2H.

(Correia et al., 2018)	Este trabalho apresenta como objetivo a realização de um estudo aprofundado numa linha de montagem de aparelhos eletrónicos, em Portugal, sendo para isso usada a ferramenta VSM, técnicas de gestão visual e de redução de desperdícios. Consequentemente, existiu uma redução de 54,5% no trajeto feito pelos operadores entre postos de trabalho, aumentando 3% a capacidade produtiva. Foi ainda possível verificar um ganho de 25% de área livre.
(Realyvásquez-Vargas et al., 2018)	O caso de estudo foi desenvolvido numa indústria de componentes eletrónicos, no México. Foram definidos como objetivos a redução em 20% do desperdício em processos de soldadura, bem como o aumento em 20% da capacidade de produção das três linhas duplas. Através do ciclo PDCA e da utilização do diagrama de Pareto, reduziram-se os defeitos em 65%, 79% e 77% para as peças estudadas e houve um aumento de produtividade de 19,72%.
(Monteiro et al., 2019)	O projeto apresentado foi desenvolvido em Portugal, numa indústria metalomecânica. Tem como objetivo o aumento da produtividade, através da ferramenta SMED (<i>Single Minute Exchange of Die</i>). Assim sendo, os tempos de <i>setup</i> foram reduzidos em 40% e 57%, na fresadora vertical e horizontal.
(Monteiro et al., 2019)	Numa empresa metalúrgica portuguesa, foram implementadas ferramentas <i>Lean</i> , com o objetivo da redução de desperdícios e consequente aumento da sua lucratividade. Estes objetivos foram alcançados e, para além destes, existiu uma redução de 59% no tempo de movimentação de peças, bem como uma redução de 2,04% nas não conformidades externas. Ainda foi possível obter uma redução de 3,99% nas não conformidades internas.
(Dias et al., 2019)	O caso de estudo, realizado na indústria automóvel, com o intuito de otimizar uma linha de produção, apresenta a aplicação de ferramentas e técnicas <i>Lean</i> . Desta forma, através do balanceamento de linhas, normalização do trabalho, gestão visual e 5S, foi possível obter aumento de 37% na capacidade produtiva da linha e uma melhoria de 22% do seu OEE.
(Ribeiro et al., 2019)	Neste caso de estudo, numa indústria de produção de peças plásticas, foram definidos como objetivos a redução dos tempos de ciclo, o aumento da capacidade produtiva e a diminuição das reclamações. Assim sendo, e com a implementação de metodologias como 5S, gestão visual, SMED e normalização do trabalho, foi conseguida uma redução de 70% dos tempos de transporte e uma melhoria de 18% no processo de injeção, de 16% na linha de pintura das tampas de rodas e de 17% na linha de pintura dos pára-choques dianteiros.
(Pombal et al., 2019)	Este caso de estudo, apresenta como objetivo a implementação de metodologias <i>Lean</i> na gestão de materiais. Consequentemente, com recurso à metodologia 5S e à gestão visual, foi melhorada a organização dos materiais, reduzindo em 70% o tempo necessário

	para localizar os mesmos. Através da reformulação de <i>Kanbans</i> , obtiveram uma redução de <i>stock</i> de 70%, e ainda, com recurso ao <i>Mizusumashi</i> , foi possível obter uma redução no tempo de reabastecimento de materiais em 50%.
(Azevedo et al., 2019)	Este trabalho foi realizado numa empresa inerente à indústria automóvel, em Portugal, e apresenta como objetivo a aplicação da filosofia <i>Lean</i> numa linha de produção, de forma a reduzir os desperdícios e o excesso de processamento. Através da metodologia 5S, foi possível obter uma poupança de 10,9% do investimento inicial, o que corresponde a 215.900€.
(Pinto et al., 2019)	Este caso de estudo foi desenvolvido numa indústria produtora de vedantes, <i>Uchiyama</i> Portugal, com o intuito da aplicação de indicadores de desempenho exigidos pela norma IATF 16949: 2016. Desta forma, foi necessário implementar algumas ferramentas <i>Lean</i> como o SMED e os 5S, reduzindo o tempo de <i>setup</i> em 11%. Também foi possível atingir um OEE de 90,22%, não podendo comparar este último valor com anteriores porque não era calculado.
(Oliveira et al., 2019)	O caso de estudo, desenvolvido numa indústria eletrónica, apresenta como objetivo a redução da área utilizada na produção de componentes para rádios e os desperdícios inerentes, aumentando a produtividade. Através da utilização de ferramentas <i>Lean</i> , foi possível reduzir em 22% o espaço utilizado e aumentar em 50% a produtividade de cada linha de produção.
(Bhade et al., 2020)	Neste caso de estudo, desenvolvido numa indústria automóvel na Índia, foi aplicada a ferramenta SMED, de forma a reduzir as perdas de produção nas paragens das máquinas de injeção, aumentando assim o OEE. Após a implementação, o OEE aumentou de 58,34% para 68,41% e a produtividade aumentou em 25,63%.
(Ioana et al., 2020)	Este estudo foi desenvolvido na <i>Hirschmann Automotive</i> , inerente ao setor automóvel, com o objetivo de descrever a implementação de uma linha <i>One Piece Flow</i> . Desta forma, foi possível aumentar a produtividade em 6%, poupar 4500 m ³ de sucata nas fábricas da Roménia e, ainda, poupar 40.000 horas num segmento de produção.
(Zahraee et al., 2020)	O caso de estudo, desenvolvido numa indústria de aquecedores, tem como objetivo a identificação e eliminação de desperdícios. Através da filosofia <i>Lean</i> , nomeadamente da ferramenta VSM, bem como da simulação computacional, foi possível a redução do <i>lead time</i> de 17,5 dias para 11 dias. Para além disso, o tempo de valor acrescentado passou de 3412 segundos para 2415 segundos.

Com base nos trabalhos apresentados na tabela anterior, é possível concluir que a utilização de ferramentas *Lean* promove a redução de desperdícios e de custos, aumentando a vantagem competitiva da empresa.

2.3 Lean Manufacturing

A produção *Lean*, filosofia *Lean* ou *Lean Manufacturing* visa eliminar atividades que não acrescentem valor às organizações, reduzindo os desperdícios e os custos e aumentando a produtividade (Rodrigues et al., 2019). O termo *Lean Manufacturing*, que teve origem no Japão na década de 1940, assenta nos conceitos de *Taiichi Ohno* e de *Shigeo Shingo* e num sistema de produção desenvolvido pela *Toyota: Toyota Production System (TPS)*. O TPS aumentou a produtividade, baseando-se na ideia chave de “fazer mais com menos”: menos esforço, menos espaço, menos investimento, menos tempo e menos *stock* (Melton, 2005).

2.3.1 Princípios *Lean*

O *Lean Manufacturing* está associado a uma metodologia composta por um conjunto de princípios fundamentais que as organizações devem seguir, de forma que estas consigam extrair o máximo de benefícios da sua implementação (Aziz & Hafez, 2013). Estes cinco princípios são apresentados na Tabela 3. Consequentemente, uma empresa que segue estes princípios terá a sua mentalidade orientada para a melhoria contínua (Oliveira et al., 2019).

Tabela 3 – Princípios *Lean*

Princípios	Descrição
Especificação de valor	Definição de valor a partir da perspetiva do cliente e das suas necessidades. Este é o ponto de partida do <i>Lean</i> , de forma a garantir a otimização dos processos (Oliveira et al., 2020).
Identificação da cadeia de valor	Atividades necessárias para a produção de um produto, desde a transformação da matéria-prima até à entrega do produto final. Consequentemente, devem ser identificadas todas as atividades que não acrescentam valor, do ponto de vista do cliente, mas que consomem recursos. Estas devem ser eliminadas, contribuindo para a redução de desperdícios (Oliveira et al., 2020).
Criar um fluxo contínuo	Obtenção de um fluxo contínuo e nivelado de produção, sem paragens, esperas e desperdícios (Aziz & Hafez, 2013).
Implementação do sistema <i>pull</i>	A produção deve ser “puxada” em função das necessidades do cliente, ou seja, quando o cliente quer e no momento em que ele precisa. Este sistema contrasta com o sistema <i>push</i> , em que os produtos são “empurrados” para o cliente sem que este necessite, resultando num aumento de <i>stock</i> (Aziz & Hafez, 2013).
Procura pela perfeição – zero defeitos	Procura constante da perfeição através da melhoria contínua e da eliminação total de desperdícios, bem como de atividades que não acrescentem valor (Oliveira et al., 2017).

O pensamento *Lean* implica alterar a gestão de operações, iniciando-se com a mudança de mentalidade desde a gestão de topo até aos operadores. É necessário existir uma adoção de novas culturas, princípios e métodos, de forma a atingir os objetivos. (Pombal et al., 2019).

2.3.2 Tipos de Desperdícios

Desperdício, também denominado de *Muda*, é definido como uma atividade que não acrescenta valor, na perspetiva do cliente, mesmo existindo consumo de recursos. Os desperdícios foram classificados em sete grupos, sendo eles: excesso de produção, tempo de espera, transportes, desperdícios do próprio processo, *stock*, deslocações e defeitos. Posteriormente foi identificado o oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial humano (Tabela 4) (Brito et al., 2019.; Klein et al., 2021).

Tabela 4 – Desperdícios *Lean*

Desperdícios	Descrição
Sobreprodução	Produzir mais em relação às necessidades do cliente, originando custos desnecessários (Soltan & Mostafa, 2015).
Processos inadequados	Utilização de recursos, ferramentas e equipamentos de forma inadequada (Brito et al., 2019).
Esperas	Tempo desperdiçado quando a produção está parada. Pode ocorrer pela paragem do operador, falta de matéria-prima, e ainda, caso o produto se encontre parado a aguardar um processo, traduzindo-se num aumento do <i>lead-time</i> (Soltan & Mostafa, 2015).
Transportes	Deslocações desnecessárias ou excessivas de pessoas, materiais ou informação, resultando em custos desnecessários e longos períodos de <i>lead time</i> (Redeker et al., 2019).
Inventário	Produto, matéria-prima ou equipamento que esteja em excesso. Consequentemente acarretam custos elevados para a organização (Klein et al., 2021).
Defeitos	A produção de produtos não conformes origina diversas consequências, das quais o desperdício de materiais, atrasos em encomendas e aumento dos custos em retrabalho (Redeker et al., 2019).
Movimentação desnecessária	A movimentações de equipamentos e a procura de ferramentas por parte dos operadores, são consideradas desperdícios e devem ser eliminadas. A produtividade é afetada e pode ter origem na fraca gestão visual e em <i>layouts</i> desajustados (Roriz et al., 2017).

Não aproveitamento do potencial humano	Desperdício do conhecimento e da experiência dos operadores, gera desperdício de talento na equipa de trabalho (Klein et al., 2021).
---	--

2.3.3 Ferramentas *Lean*

A concretização do *Lean Manufacturing* exige melhorias a vários níveis da empresa, desta forma, diversas metodologias e ferramentas foram desenvolvidas para apoiar a sua implementação (Oliveira et al., 2017).

Através da aplicação de ferramentas *Lean*, é possível obter produtos com mais qualidade, no menor tempo possível, reduzindo o número de defeitos, e assim, aumentar a produtividade e a vantagem competitiva da empresa (Fercoq et al., 2016). Estas ferramentas focam-se na redução e eliminação contínua de desperdícios (Rodrigues et al., 2019), e algumas delas são descritas na Tabela 5.

Tabela 5 – Ferramentas *Lean*

Ferramentas	Descrição
5S	Os 5S correspondem a uma ferramenta <i>lean</i> que permite redução e eliminação de desperdícios e de atividades que não adicionam valor. Tem maior foco na organização dos postos de trabalho, consistindo em cinco atividades específicas, <i>Seiri</i> (eliminação de desperdícios), <i>Seiton</i> (organização), <i>Seiso</i> (limpeza), <i>Seiketsu</i> (uniformização) e <i>Shitsuke</i> (disciplina) (Mourato et al., 2020; Redeker et al., 2019; Freitas et al., 2019).
VSM	Ferramenta utilizada no mapeamento do fluxo de um processo, desenhando o fluxo de informação e de material desde a receção de matéria-prima até à expedição do produto final. Permite identificar desperdícios operacionais, separando as atividades que acrescentam valor das que não têm valor acrescentado. Permite também reduzir o <i>lead time</i> bem como os custos associados ao produto (Ferreira et al., 2019).
SMED	Um dos grandes entraves à implementação de uma produção nivelada são os elevados tempos de <i>setup</i> . O SMED analisa os tempos de mudança de ferramenta, separando-os em tempos de <i>setup</i> internos e externos. O objetivo é conseguir passar os tempos de <i>setup</i> internos para externos de modo a trocar a ferramenta no menor tempo possível, reduzindo assim as paragens e aumentando a produtividade (Sundar et al., 2014).
TPM	O TPM é uma manutenção preventiva e autónoma de máquinas e instalações, tendo como objetivo atingir um elevado nível de

	eficácia e eficiência. Trabalha no sentido de minimizar sistematicamente as paragens planeadas e não planeadas (Rosa et al., 2019; Marinho et al., 2021).
Kanban	Assegura o fornecimento da peça correta, na quantidade correta, no sítio correto, no momento correto. É um mecanismo de gestão e controlo do fluxo de material em produção, baseado na metodologia <i>Just In Time</i> (Rosa et al., 2019).
Poka-Yoke	Ferramenta que permite a prevenção de erros na produção (Rosa et al., 2019).
Visual Management	Comunicação sem palavras ou voz, que consiste na utilização de meios de comunicação rápidos e intuitivos que permita a identificação de problemas e uma melhor gestão da produção. O objetivo é dar o poder aos operadores de gerirem o seu posto de trabalho, reduzindo os erros e outras formas de desperdícios (Ferreira et al., 2019).
Standard Work	Visa padronizar a sequência de execução das atividades em cada posto de trabalho, de forma a garantir que os procedimentos são executados da mesma forma. A padronização do trabalho é uma ferramenta fundamental na gestão <i>Lean</i> . Sem normalização, a tendência é que haja grande variabilidade e complexidade na forma como o trabalho é realizado (Antoniolli et al., 2017).

2.4 Six Sigma

Com base no *Lean Manufacturing*, o *Six Sigma* é uma técnica de abordagem estatística que tem como objetivo minimizar as variações e aumentar a qualidade dos processos e dos produtos (Pereira et al., 2019).

2.4.1 Origem e evolução

A filosofia *Six Sigma* surgiu em 1980 na *Motorola Company*, de forma a aumentar a competitividade e a eficácia da empresa. A *Motorola* investiu 170 milhões de dólares em formação *Six Sigma* para os seus colaboradores, obtendo uma poupança de 2,2 biliões de dólares em custos associados à qualidade (Costa et al., 2017). Desde então tem sido implementada em numerosas empresas como a *Ford*, *Allied Signal*, *Sony*, *Kodak* ou *Texas Instruments*, resultando numa redução na quantidade de defeitos, bem como numa redução de custos e aumento da produtividade (Figura 5) (Ferreira et al., 2020; Costa et al., 2017).

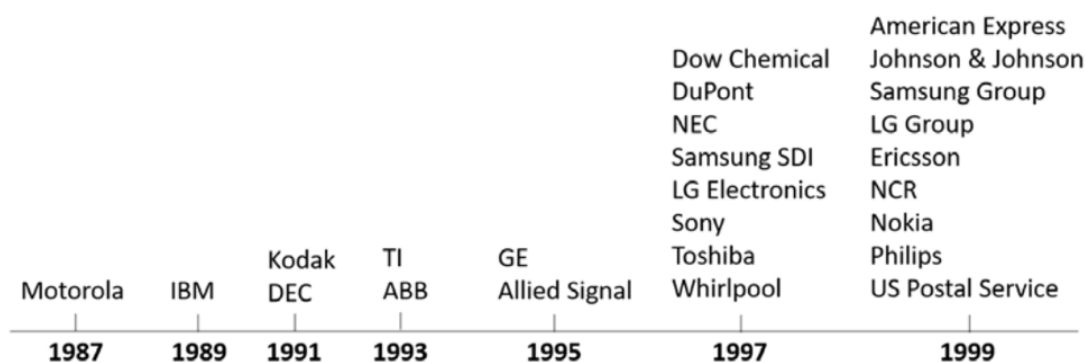


Figura 5 – Evolução da utilização do *Six Sigma* (adaptado de Park, 2003)

Recentemente, a economia global presencia uma elevada competição. Contudo, a maior parte das organizações que adotaram a abordagem *Six Sigma*, têm sido bem-sucedidas nas suas atividades.

2.4.2 Metodologia

Six Sigma é considerada uma abordagem inovadora, rigorosa e eficiente para a melhoria constante de processos e é uma metodologia do TQM (*Total Quality Management*) (Shrivastava, 2008). Na estatística, a letra σ (*sigma*) é utilizada para representar o desvio padrão de uma amostra de dados. Na filosofia *Six Sigma*, o termo sigma simboliza a variabilidade de um determinado processo industrial ou de uma amostra de produtos em relação a um valor nominal (Henderson & Evans, 2000). Deste modo, a filosofia *Six Sigma* procura reduzir a variabilidade de processos industriais, para que exista a redução da quantidade de defeitos para valores próximos de 6σ . Consequentemente, consegue identificar e eliminar as causas raiz de problemas e defeitos nos processos, bem como os tempos de inatividade, colocando ênfase na qualidade do sistema global da empresa (Maia et al., 2019).

O *Six Sigma* é uma extensão dos princípios *Lean* e concentra-se na melhoria contínua dos processos com o objetivo principal de zero defeitos, e consequentemente no aumento da qualidade dos produtos (Marques & Matthé, 2017). Esta metodologia pretende reduzir as variações no processo, de forma que estes estejam dentro dos limites pré-estabelecidos, melhorando os seus indicadores de *performance* (Barbosa et al., 2017).

2.4.3 DMAIC

O ciclo DMAIC é uma metodologia de resolução de problemas, capaz de implementar o *Six Sigma* nos processos existentes. Consiste numa metodologia de cinco etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyse* (Analisar), *Improve* (Melhorar) and *Control* (Controlar) (Maia et al., 2019). Esta metodologia apresenta similaridade com o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) de *Deming* (Pereira et al., 2019). As ferramentas utilizadas na abordagem DMAIC pertencem, na maior parte dos casos, às sete ferramentas básicas da qualidade propostas por *Ishikawa*: cartas de controlo; histograma; diagrama de pareto; diagrama de dispersão; fluxograma; diagrama de *Ishikawa*; folha de verificação (Chandrasekaran et al., 2019). Para além das ferramentas mencionadas, a filosofia *Six Sigma* utiliza outras ferramentas, tais como: *brainstorming*, *5Why's*, SIPOC, mapa de processo e mapa de raciocínio. No entanto, Ferreira et al., 2019, obteve resultados satisfatórios com a combinação de ferramentas *Lean* em cada fase do ciclo. A Tabela 6 define cada uma das fases do ciclo DMAIC, bem como as ferramentas a utilizar em cada uma delas.

Tabela 6 – Fases do ciclo DMAIC e as ferramentas a utilizar (T. Costa et al., 2017; Maia et al., 2019; Ferreira et al., 2019)

Fase	Métodos e Ferramentas	Ferramentas Lean
<p>Define:</p> <p>Após selecionado o projeto, este é analisado e definido o problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Project Carter</i>; ○ VOC (<i>Voice of Customer</i>); ○ CTQ (<i>Critical to Quality</i>); ○ Fluxograma de processo; ○ Diagrama SIPOC; ○ Mapa de Raciocínio. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Kaizen</i> Diário; ○ <i>Gemba Walk</i>; ○ <i>Obeya Room</i>; ○ A3; ○ Gestão Visual; ○ VSM; ○ 3M's.
<p>Measure</p> <p>O problema é traduzido de forma mensurável e são adotadas métricas para monitorização do processo. A informação é coletada para a análise nas fases seguintes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análise e Sistemas de Medição; ○ Plano de Recolha de Dados; ○ Amostragem; ○ Diagrama de Pareto; ○ Cartas de Controlo; ○ Histograma; ○ Métricas Six Sigma; ○ Mapa de Raciocínio; 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Métricas <i>Lean</i> (KPI's); ○ A3.

<p>Analyse</p> <p>Após a recolha de dados, são identificadas as possíveis causas raiz do problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Diagrama de <i>Ishikawa</i>; ○ FMEA; ○ Diagrama de Pareto ○ Histograma; ○ Testes de hipóteses; ○ Brainstorming; ○ Mapa de Processo; ○ Mapa de Raciocínio; 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gemba Walk; ○ A3; ○ Gestão Visual; ○ Diagrama de Espaguete; ○ 5 <i>Why's</i>.
<p>Improve</p> <p>Devem ser eliminadas as causas, através da avaliação e da implementação de soluções. Desta forma, é possível melhorar o desempenho do processo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Brainstorming</i>; ○ FMEA; ○ Diagrama de <i>Gantt</i>; ○ DOE; ○ Mapa de Raciocínio. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Kaizen</i> diário; ○ <i>Gemba Walk</i>; ○ Gestão Visual; ○ <i>Jidoka</i>; ○ Kanban; ○ SMED; ○ <i>Poka-Yoke</i>; ○ <i>Standard Work</i>. ○ TPM; ○ <i>Milkrun</i>; ○ <i>Heijunka</i>; ○ <i>Obeya Room</i>.
<p>Control</p> <p>É necessário assegurar que as ações de melhoria efetuadas anteriormente, se mantêm. Assim sendo, é necessária a implementação de planos de controlo e de novos procedimentos, bem como documentar métodos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cartas de Controlo; ○ Plano de Controlo; ○ Métricas <i>Six Sigma</i>; ○ Diagrama de <i>Gantt</i>; ○ SPC; ○ Relatório de Verificação; ○ Mapa de Raciocínio. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Poka-Yoke</i>; ○ <i>Kaizen</i> diário; ○ <i>Gemba Walk</i>; ○ <i>Obeya Room</i>; ○ A3; ○ Gestão Visual; ○ 5S; ○ VSD.

Na Tabela 7 é apresentada uma análise de alguns casos de estudo que abordam a implementação da abordagem DMAIC.

Tabela 7 – Análise de Casos de Estudo: DMAIC

Referência	Análise
(Dambhare et al., 2013)	A aplicação da ferramenta DMAIC, numa indústria de motores, tinha como objetivo a redução da taxa de retrabalho do processo de furação, sendo que este objetivo foi cumprido reduzindo esta taxa de 16% para 2,20 %.
(Prashar, 2014)	Através da implementação da ferramenta DMAIC numa empresa produtora de componentes para helicópteros, a taxa de rejeição de ventiladores de refrigeração na sua linha de montagem reduziu de 9% para 0%.
(Costa et al., 2017)	Neste caso de estudo, realizado na <i>Continental Mabor</i> de Famalicão (Portugal), o principal objetivo foi melhorar o processo de extrusão inerente à produção do piso e da parede lateral do pneu. Desta forma, e recorrendo à ferramenta DMAIC existiu uma redução de 0,89% no indicador de <i>work-off</i> , bem como a poupança de 165.000 € anuais.
(Barbosa et al., 2017)	Este trabalho foi desenvolvido na <i>Continental</i> , em Portugal, no âmbito do processo de produção das máquinas <i>APEX</i> . O principal objetivo é melhorar o seu desempenho e o seu índice de qualidade. Através da ferramenta DMAIC, foi realizada uma análise estruturada e identificadas as causas que afetam negativamente o processo. Após a sua implementação, o número de não conformidades foi reduzido e, conseqüentemente, o índice de qualidade aumentou em 41%.
(Pereira et al., 2019)	O principal objetivo do caso de estudo, consistia na otimização do processo interno de produção de moldes. Através da aplicação da ferramenta DMAIC, verificou-se um aumento de 20% do OEE.
(Ferreira et al., 2019)	O caso de estudo consiste na implementação da metodologia <i>iLeanDMAIC</i> numa indústria de produtos de madeira, de forma a tornar a empresa mais eficiente e competitiva. Através da integração das ferramentas <i>Lean</i> com a metodologia <i>Six Sigma</i> (DMAIC), foi possível aumentar em 44% a produção, através da redução do tempo de troca de máquina de 39 para 17 minutos.
(Sivaraman et al., 2020)	Este caso de estudo foi desenvolvido numa fábrica da <i>Renault Nissan Automotive</i> na Índia, de forma a aumentar a produtividade da empresa. Através da ferramenta DMAIC aliada à análise VSM, a produtividade aumentou em 7%.
(Guleria et al., 2021)	O caso de estudo apresenta como objetivo a eliminação das variações do processo produtivo de eixos para automóveis. A abordagem DMAIC compreendeu a elaboração e análise de SIPOC, diagrama de Pareto, cartas de controlo e diagrama de <i>Ishikawa</i> . A taxa de rejeição reduziu de 10,4% para 3,20%. O valor de σ associado ao processo apresentou uma melhoria de 3,34 para 3,94.

Os casos de estudo analisados na tabela anterior convergem para os benefícios na utilização desta metodologia: redução de custos, diminuição do número de defeitos, redução do tempo de *setup* e aumento da produtividade.

2.5 Green, Lean & Six Sigma

A sustentabilidade é um dos imperativos estratégicos das organizações, devido à crescente procura por produtos ecológicos e ao aumento da consciencialização ambiental, aliada ao cumprimento de normas e regulamentos no combate às alterações climáticas. A integração de conceitos *Green, Lean e Six Sigma* permite atingir a sustentabilidade económica, social e ambiental (Cherrafi et al., 2017) .

2.5.1 Green Manufacturing

Com a necessidade de integrar a sustentabilidade no meio industrial, devido ao aumento da consciencialização ambiental, às pressões regulamentares e à responsabilidade social, foi desenvolvida a filosofia *Green Manufacturing*. Este paradigma assenta na criação de medidas que reduzam o impacto ambiental dos produtos e serviços das organizações, através de uma gestão de recursos naturais mais eficiente, da utilização de fontes renováveis e de tecnologias mais limpas e, ainda, da reutilização e reciclagem dos materiais (Erdil et al., 2018). Consequentemente, estes objetivos não devem comprometer os aspetos económicos e sociais da organização, mas sim impulsionar estas áreas, criando uma vantagem competitiva para a empresa (Zameer et al., 2020).

O *Green Manufacturing* aborda o controlo e a prevenção da poluição, bem como a responsabilidade de desenvolver um produto ou serviço ambientalmente amigável, promovendo um desenvolvimento sustentável (Garza-Reyes, 2015).

Uma empresa sustentável segue a abordagem *Triple Bottom Line*, ou seja, segue um desenvolvimento sustentável que promova o crescimento económico, ambiental e social. É a interação harmoniosa entre as três dimensões que garante um desenvolvimento sustentável (Henao et al., 2019).

2.5.2 Lean Green

Existem cada vez mais estudos que interligam o *Lean Manufacturing* com o *Green Manufacturing*, tendo sido criado o conceito de *Lean Green* (Figura 6). A redução e a eliminação de desperdícios são pontos comuns de ambas as filosofias (Gomes da Silva et al., 2020; Teixeira et al., 2021; Teixeira et al., 2022).

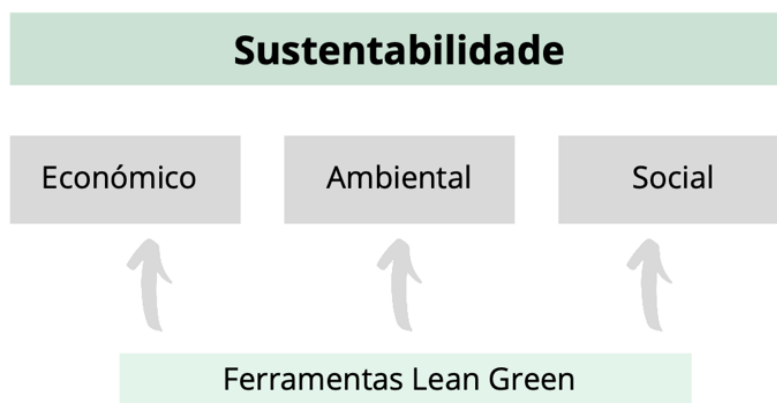


Figura 6 – Sustentabilidade e *Lean Green* (adaptado de Teixeira et al., 2021)

No entanto, enquanto a metodologia *Lean* permite a eliminação de atividades que não geram valor, as práticas *Green* estão direcionadas para a minimização dos impactos ambientais dos sistemas de produção (Pampanelli et al., 2014; Garza-Reyes et al., 2018).

Inman & Green, 2018, investigam a complementaridade entre as práticas *Lean* e *Green* através da recolha e análise de dados de uma amostragem de 182 empresas norte americanas. Os resultados evidenciam que o uso simultâneo de práticas *Lean* e *Green* além de aumentar o desempenho operacional, melhora significativamente o desempenho ambiental das empresas em estudo.

Com o propósito de estudar a relação entre o *Lean*, o *Green* e a sustentabilidade, Teixeira et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática da literatura, combinada com uma análise bibliométrica, que permitiu evidenciar a capacidade da combinação do *Lean* e *Green* para melhorar os resultados de sustentabilidade. Este estudo constatou que, na maioria dos casos onde as práticas *Lean Green* foram implementadas, verificou-se um impacto positivo principalmente nas dimensões económica e ambiental das empresas.

No entanto, existiram algumas ferramentas que promoveram o aumento do consumo de energia, existindo autores que afirmam que combinar ambas as práticas pode ser particularmente difícil (Souza & Alves, 2018).

A Tabela 8 faz referência a vários casos de estudo que apresentaram resultados aquando da implementação de ferramentas que integram o conceito de *Lean Green*.

Tabela 8 – Análise da utilização de ferramentas *Lean Green*

Referência	Análise
(Choudhary et al., 2019)	Neste caso de estudo, foi aplicada a ferramenta <i>Green Integrated Value Stream Mapping</i> numa indústria produtora de embalagens. Esta ferramenta inclui o <i>Lean Green</i> no <i>VSM</i> tradicional, permitindo a redução da pegada carbónica em 77% e do <i>lead time</i> em 63%.
(Cheung et al., 2017)	Foi aplicada uma ferramenta que integra a filosofia <i>Lean</i> com a avaliação do ciclo de vida (ACV) numa indústria produtora de plásticos. Foram aplicados os 5S e o TPM, o que permitiu poupar 41% de gastos energéticos. Com a utilização do <i>Kanban</i> , foi possível reduzir o tempo de operação em 90%, bem como as emissões de carbono em 40%. Como tal, foi possível reduzir o impacto ambiental da empresa em 40%.
(Leme et al., 2018)	Neste caso de estudo, realizado numa indústria metalúrgica, foi aplicada uma ferramenta que combina o SMED com a pegada de carbono, com o objetivo de aumentar a eficiência ecológica. Consequentemente, foi possível reduzir em 81% as emissões de gases com efeito de estufa, aumentando a ecoeficiência em 3%. No entanto, existiu um aumento do consumo energético, devido ao aumento da disponibilidade dos equipamentos.
(Maqbool et al., 2019)	Através da integração de ferramentas <i>Lean e Green</i> numa indústria metalúrgica, foi possível reduzir os custos energéticos e de mão-de-obra em 50% e 22%, respetivamente. Uma vez que, os fornos passaram a utilizar óleo em detrimento de gás, obtiveram-se consequências positivas na saúde dos trabalhadores.
(Domingo & Aguado, 2015)	Neste caso de estudo, foi aplicado o indicador <i>Overall Environmental Equipment Effectiveness (OEEE)</i> , que engloba o OEE e a avaliação do ciclo de vida (ACV), numa indústria produtora de tubos. Desta forma, foi possível a redução de <i>stock</i> o que implicou numa redução do custo do produto em 6,2%.

A literatura converge na ideia de que o *Lean Green* apresenta um impacto positivo no pilar económico e ambiental das empresas, permitindo a redução de resíduos, a gestão mais eficiente dos materiais e recursos e a otimização da cadeia produtiva.

2.5.3 Green Lean Six Sigma

Enquanto a filosofia *Lean* gera valor através da melhoria do fluxo do processo, reduzindo os desperdícios inerentes e o *lead time*, o *Six Sigma* cria valor através da identificação e redução da variação do processo (Chiarini, 2014).

A combinação das duas abordagens, resulta em várias vantagens, das quais se destacam um menor número de defeitos, níveis de inventário mais baixos e menor necessidade de espaço, no entanto não se focam na sustentabilidade (Mohan et al., 2021).

O crescimento da consciencialização ambiental, as políticas governamentais orientadas para as alterações climáticas e a procura por produtos ecológicos obrigam as indústrias a adotar práticas sustentáveis (Freitas et al., 2017). O *Green Lean Six Sigma* integra as abordagens *Lean*, *Green* e *Six Sigma* (Figura 7), permitindo melhorar a qualidade dos processos, reduzir os custos e, ainda, desenvolver produtos sustentáveis.

A redução de desperdícios e o aumento da produtividade interligam-se com os aspetos ambientais. (Kaswan & Rathi, 2020). Desta forma, o *Green Lean Six Sigma* apresenta um impacto positivo na vertente económica, social e ambiental das organizações (Cherrafi et al., 2017).

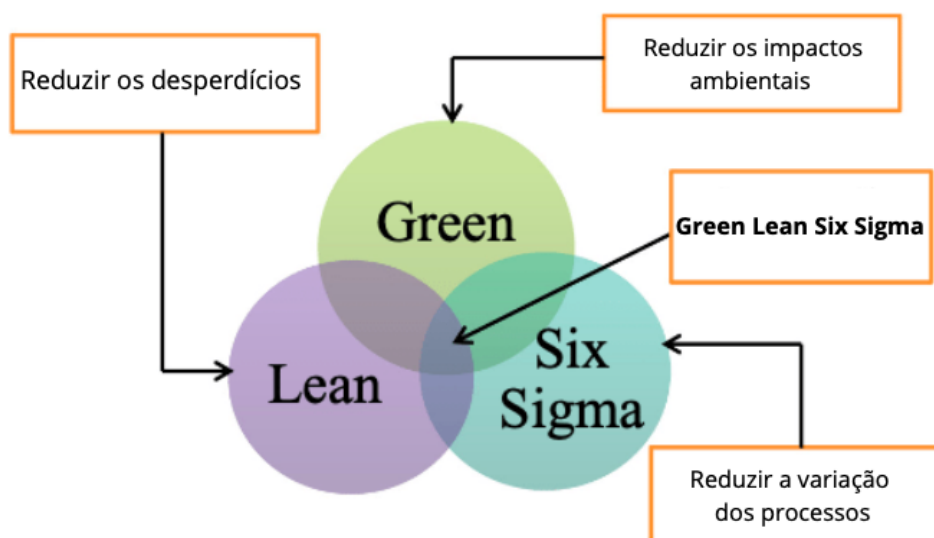


Figura 7 – Modelo *Green Lean Six Sigma* (adaptado de Kaswan & Rathi, 2020)

Apesar da associação entre o *Lean Manufacturing* e o *Green Manufacturing*, existem poucos autores que relacionam estas filosofias com o *Six Sigma* (Erdil et al., 2018). Destes, a metodologia DMAIC é a mais utilizada (Mohan et al., 2021), sendo que as ferramentas utilizadas seguem a Figura 8.

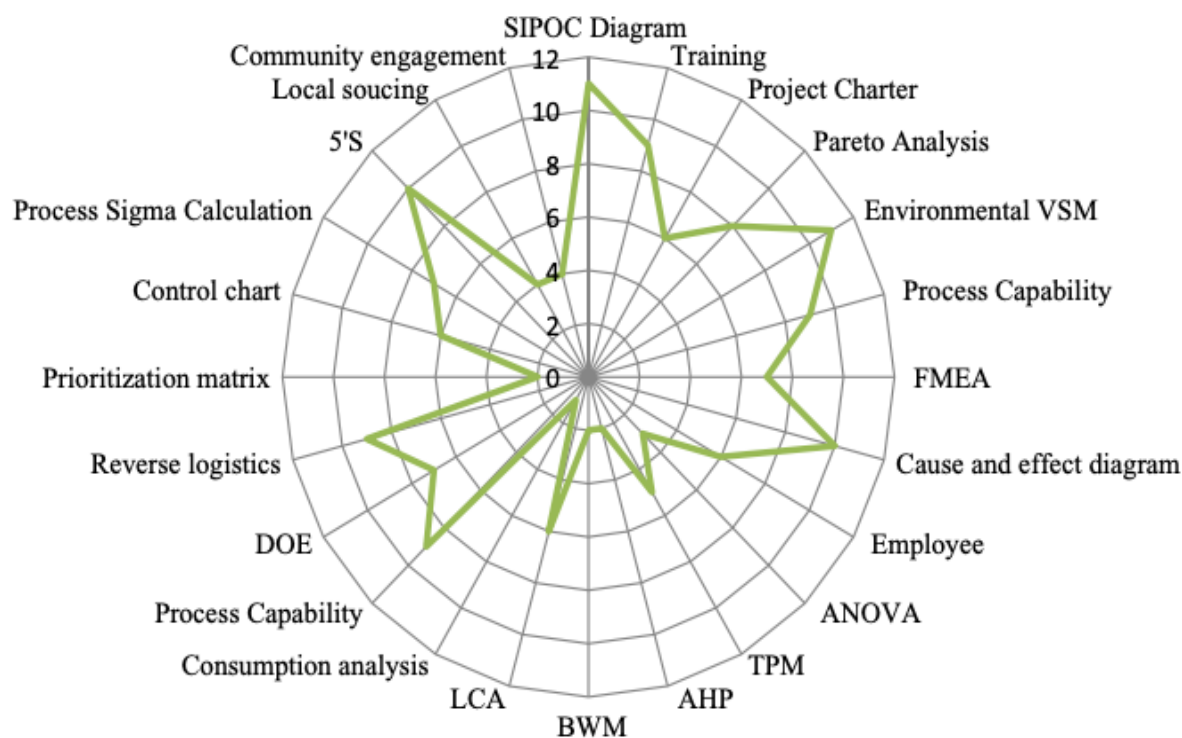


Figura 8 – Ferramentas no *Green Lean Six Sigma* (fonte: Kaswan & Rathi, 2020)

Cherrafi et al. (2018) apresentam a aplicação da ferramenta *Green Lean Six Sigma*, uma metodologia composta por várias ferramentas *Lean*, tais como os 5S, o TPM e o VSM. Desta forma, foi possível reduzir os custos de energia e de fluxos de massa entre 7% e 12%, obtendo-se uma redução no consumo de recursos na ordem dos 20% a 40%. Al-Shamkhani & Maher (2013), utilizou a ferramenta DMAIC de forma a reduzir os impactos ambientais da descarga da água proveniente da indústria petrolífera.

Lee et al. (2015) desenvolveram um procedimento de gestão energética, com base no *Six Sigma*, que permitiu melhorar a eficiência energética, reduzir os custos e melhorar a gestão de recursos naturais. Garza-Reyes et al. (2017) desenvolveu um modelo conceptual que integra os conceitos *Lean*, *Green* e *Six Sigma* utilizando o ciclo DMAIC, e forneceu uma lista de ferramentas que podem ser utilizadas nesta implementação. Powell et al. (2017) aplicaram um modelo VSM-DMAIC, num caso de estudo na indústria alimentar, onde foi possível identificar o local de ocorrência de desperdício e, consequentemente reduzi-lo.

A literatura suporta que a interação entre o *Lean*, *Green* e *Six Sigma* resulta em inúmeras vantagens para as organizações, aumentando a sua competitividade e promovendo a sustentabilidade.

2.6 Materiais Poliméricos

Os polímeros são macromoléculas formadas pela repetição de pequenas unidades químicas, designadas por monómeros. Estes estão presentes no nosso quotidiano e podem ser classificados quanto à sua origem, como natural ou sintética. O polímero natural é extraído da natureza, tendo como exemplo, o látex extraído da árvore *hévea brasiliensis*. Por conseguinte, os polímeros sintéticos são todos aqueles que sofreram transformações. Estes podem ser classificados em três grupos distintos: os termoendurecíveis, os termoplásticos e os elastómeros (Biasotto, 2004; Melentiev et al., 2022).

Os elastómeros são uma categoria intermediária entre os termoplásticos e os termoendurecíveis. Apresentam uma elevada elasticidade com características de um termoplástico e o desempenho de uma borracha termoendurecida. Os elastómeros possuem uma estrutura macromolecular composta por longas cadeias, enroladas e torcidas entre si, o que lhes confere uma grande flexibilidade. A coesão molecular é garantida por reticulações, cujo número condiciona a rigidez do material. A borracha natural (NR) e o elastómero de polibutadieno (BR) são exemplos de elastómeros (Biasotto, 2004).

Os termoendurecíveis são polímeros rígidos e frágeis, estáveis a variações de temperatura. Uma vez transformados, não podem ser fundidos novamente, visto que ao serem aquecidos, formam ligações cruzadas entre as cadeias lineares que impedem um novo deslocamento das moléculas. Com um novo aquecimento e pressão na estrutura, a cadeia quebra-se, resultando na degradação das suas propriedades. Como exemplos de termoendurecíveis, destacam-se os seguintes compostos: poliéster, épxi, fenólico e poliuretano (Harper, 2006).

Os polímeros termoplásticos são formados a partir de macromoléculas individuais lineares, sem reticulações entre si. Desta forma, são materiais que se tornam maleáveis quando aquecidos, uma vez que existe uma rotura destas ligações. Posteriormente, com o arrefecimento, as moléculas permanecem nas posições alcançadas, solidificando com uma determinada forma. Uma vez que, não ocorre nenhuma mudança química, o processo é reversível e estes polímeros podem ser fundidos várias vezes, sem perda significativa das suas propriedades. O politereftalato de etileno (PET), o polietileno (PE), o policloreto de vinilo (PVC), o polipropileno (PP) e o poliestireno (PS) são exemplos desta tipologia de polímeros. Serão abordados com maior detalhe o polietileno, o polipropileno, a poliamida e o politetrafluoretileno decorrentes do caso de estudo presente no quarto capítulo (Harper, 2006).

O polietileno é um polímero semicristalino e flexível, cujas propriedades são influenciadas pelas quantidades relativas da fase amorfa e cristalina. Em condições normais, estes polímeros não são tóxicos, podendo existir contacto com produtos alimentares e farmacêuticos. O polietileno é dividido em três principais categorias baseadas na sua densidade:

- Polietileno de Baixa Densidade (PEBD): $0,910 - 0,930 \text{ g/cm}^3$;
- Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL): $0,915 - 0,940 \text{ g/cm}^3$;
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD): $0,940 - 0,965 \text{ g/cm}^3$ (Crippa, 2006; Andrady, 2003).

Geralmente, quanto maior a densidade, melhor a estabilidade dimensional e as propriedades físicas. A força de escoamento e a temperatura de fusão aumentam com a densidade, enquanto o alongamento diminui (Parente, 2006; Harper, 2003).

O politetrafluoretileno (PTFE) pertence ao grupo dos flúores termoplásticos, sendo altamente resistente do ponto de vista químico. As altas forças intermoleculares geradas pela presença de grandes átomos de flúor promovem uma elevada estabilidade térmica, um baixo coeficiente de atrito e, ainda, uma elevada rigidez (Dhanumalayan et al., 2018).

A poliamida é vulgarmente conhecida por *nylon*. São polímeros cristalinos tipicamente produzidos pela condensação de um diácido e de uma diamina. Existem vários tipos, sendo estes descritos por uma conjugação de números, como o *nylon 66* ou a poliamida 66 (PA 66). Os sufixos numéricos referem-se ao número de átomos de carbono presentes nas estruturas moleculares da amina e do ácido, respetivamente.

A poliamida destaca-se pela sua excelente resistência térmica e química, com aplicações na indústria automóvel, como substituta de peças metálicas, e na indústria têxtil (Flaconnèche et al., 2001; Gahleitner et al., 2017).

O polipropileno é um polímero do grupo das poleolefinas. Este polímero apresenta um custo reduzido e boas propriedades mecânicas, que resultam numa utilização muito abrangente, com diversas aplicações em múltiplas indústrias. Apresenta uma baixa densidade e uma boa resistência química. Para além disto, é atóxico. A principal aplicação do polipropileno é a extrusão de chapas para a termoformagem de peças diversas, bem como para a extrusão de embalagens flexíveis (Rosato, 2000).

O polipropileno (PP) pode ser transformado numa estrutura *honeycomb*. As estruturas do tipo favo de abelha ou *honeycomb*, estão presentes na composição celular de muitos materiais existentes na natureza (Wu et al. 2017). No entanto, para ir ao encontro das diferentes necessidades práticas, desenvolveram-se novas estruturas, sendo as mais comuns as triangulares, as quadradas, as hexagonais e as auxéticas.

Estas estruturas permitem diminuir a densidade do material, absorver energia e resistir ao impacto (Zhang et al. 2019; Wu et al. 2017). Os favos podem ainda ser preenchidos com espumas poliméricas, que promovem o aumento da tensão de cedência e da energia absorvida, assim como, da resistência ao impacto (Zhang et al. 2019). Os favos na ordem dos micrómetros e nanómetros são maioritariamente aplicados na indústria aeronáutica, visto que permitem reduzir a transferência de calor que se dá sob a forma de radiação (Zhang et al 2015). A nível macro, são aplicados, sobretudo, em painéis sanduíches, partes moldadas e túneis de vento, que apresentem como prioridade uma elevada rigidez e um baixo peso (Zhang et al. 2019; Zhang et al. 2015).

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROCESSOS

3.1 Caracterização da empresa

3.2 Caracterização dos processos

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DOS PROCESSOS

3.1 Caracterização da empresa

A ATEPELI – *Ateliers* de Portugal, com *ateliers* em Ponte de Lima, Penafiel e Santa Maria da Feira, produz componentes de pequena e grande marroquinaria, bem como componentes de calçado, para o setor de luxo. Encontra-se integrada no grupo *Moët Hennessy Louis Vuitton*, um dos maiores grupos multinacionais de artigos de luxo com mais de 75 marcas nos setores da moda, bebidas, perfumaria, entre outros. A ATEPELI produz exclusivamente para uma marca do grupo, sendo que o seu volume de vendas é totalmente interno ao mesmo. Cada *atelier* é especializado num determinado segmento de produtos, de acordo com a sua localização geográfica e o “*Savoir-Faire*” característico do local.

O *atelier* de Ponte de Lima foi inaugurado em 2011 e graças ao desenvolvimento sustentável do grupo, foi possível a criação de um novo *atelier* em Penafiel, em 2020. O primeiro foca-se na produção de componentes para pequena e grande marroquinaria, enquanto o segundo foca-se, apenas, na grande marroquinaria. Mais recentemente, foi apresentado o *atelier* de Santa Maria da Feira, que ao contrário dos restantes, apenas produz componentes para calçado.

A ATEPELI tem como missão ser a referência na produção de componentes de marroquinaria de luxo, garantindo aos clientes internos uma produção atempada e rigorosa, com os elevados padrões de qualidade exigidos neste setor.

3.2 Caracterização dos processos

Os componentes fabricados no *atelier* de Penafiel distinguem-se pelo produto final onde serão aplicados, tipologia, material e cor. A combinação destes parâmetros cria uma referência com uma rota de fabrico específica. Na Tabela 9, são apresentados todos os componentes, que podem ser produzidos exclusivamente para um produto acabado ou serem comuns a vários modelos.

Tabela 9 –Componentes fabricados no *Atelier* de Penafiel

Componentes fabricados		
CLOCHE CLE	SANGLON	BREETELLE LONGUE
BANDOULIÈRE	LIEN	PORTE-ADRESSE
POIGNEE PLATE	COULANT	POIGNÉE
ENCHAPPE	PATTE EPAULE	BOUCLETEAU
TIRETTE	RALLONGE	-

Os componentes produzidos na ATEPELI, seguem para os *ateliers* de produto acabado internos ao grupo, onde são transformados no produto final (Figura 9). Estes *ateliers* são, assim, os clientes da ATEPELI e os responsáveis por realizar as encomendas. Quando uma encomenda é processada, é criada uma ordem de fabrico, na qual constam os processos, a sua ordem cronológica, as matérias, os componentes necessários e o tempo de fabrico para um determinado produto.

Figura 9 – Exemplo de um produto final com componentes produzidos no *Atelier* de Penafiel

Quanto às matérias necessárias para a produção dos artigos de marroquinaria, estas podem dividir-se em matérias-primas, componentes auxiliares e consumíveis. As principais matérias-primas utilizadas são a pele e os materiais sintéticos e, no que toca aos componentes, estes podem ser peças metálicas ou fechos. As tintas, colas, fios e filtros são exemplos de consumíveis indispensáveis à produção. No entanto, as matérias podem ter duas origens distintas. Caso o cliente forneça as matérias já cortadas e as peças metálicas necessárias à produção do componente, a encomenda denomina-se “PRÉ-COUCPE”. Caso, a ATEPELI recorra aos seus fornecedores para a aquisição da matéria, esta denomina-se de “KIT”.

O fluxo na zona de produção é altamente variável, não só pela quantidade de produtos diferentes, mas pelas implicações que a sua introdução traz nas linhas. Todavia, é possível delinear um fluxo típico dos produtos, pelas várias linhas, e definir qual é a função dos processos desempenhados em cada uma. Desta forma, o processo de fabrico no *Atelier* inicia e termina no armazém. Consequentemente, é realizado o processo de corte. No entanto, é importante ter em conta que, dependendo do cliente e do produto encomendado, poderá ser ou não necessário realizar o corte da pele. Caso o componente a produzir seja “KIT”, a matéria-prima é levada do armazém para as máquinas de análise, seleção e corte automático, e posteriormente para uma das linhas de preparação (P1, P2, P3 ou P4). Caso o componente a produzir seja “PRÉ-COUCPE”, a matéria é levada do armazém diretamente para uma das linhas de preparação. Por conseguinte, os produtos passam por uma das oito linhas de montagem (M1, M2, M3, M3, M4, M5, M6, M7 e M8).

Após a montagem, os componentes passam pelo controlo de qualidade no “muro”, onde são realizados testes de resistência, funcionalidade e, ainda, são avaliados os acabamentos segundo os padrões estabelecidos. Por fim, os componentes são embalados e processados no armazém. Existe, ainda, uma linha de produção temporária, exclusiva para o fabrico de um produto final. A Figura 10 expõe o *layout* do *Atelier* de Penafiel.



Figura 10 – Layout do *Atelier* de Penafiel

As linhas de preparação distinguem-se pelo “mix” de produtos que podem fabricar. Isto depende, não só do *know how* dado aos Artesãos, como também, do equipamento disponível em cada uma. Estas linhas envolvem normalmente processos de igualização da matéria-prima, colagem e pintura.

O primeiro processo assegura que todas as peças apresentam uma espessura igual em toda a sua área e igual em todo o lote, de acordo com a ordem de fabrico. O processo de colagem é realizado por robôs e depende da tipologia de cola utilizada, que pode ser, ou não, reativável no forno. Por fim, o processo de pintura é fundamental no acabamento do produto e pode, ainda, ser realizado nas linhas de montagem.

As linhas de montagem são abastecidas através de um *rack* proveniente da preparação, segundo uma regra FIFO (*First In First Out*). Estas linhas apresentam, geralmente, processos de costura, que podem ser automáticos ou manuais; etapas de cravação, que garantem a fixação das peças metálicas nos componentes; processos de coloração, e ainda, etapas de acabamento, que englobam pequenos processos como a limagem e a colagem manual (Figura 11).



Figura 11 – Processo de costura manual e etapa de acabamento

ANÁLISE E MELHORIA DO SETOR DE PRODUÇÃO

4.1 Fase *Define*

4.2 Fase *Measure*

4.3 Fase *Analyse*

4.4 Fase *Improve*

4.5 Fase *Control*

4.6 Análise crítica dos resultados e aplicabilidade da
metodologia adotada

4 ANÁLISE E MELHORIA DO SETOR DE PRODUÇÃO

O presente caso de estudo aborda a aplicação da filosofia *Six Sigma* na resolução de problemas encontrados numa indústria de marroquinaria de luxo. O desenvolvimento prático do projeto, integrado no Departamento de Métodos e Melhoria Contínua da ATEPELI, teve como abordagem a metodologia DMAIC. Desta forma, o presente capítulo contém a descrição detalhada de cada uma das etapas do ciclo DMAIC.

4.1 Fase *Define*

A fase *Define*, sendo a fase inicial do ciclo DMAIC, compreende a definição completa do enquadramento do problema do caso de estudo. Neste sentido, foi necessário identificar o problema, as metas e os objetivos a atingir, bem como as responsabilidades e os limites desta abordagem. Com o crescimento da empresa, é necessário aumentar a disponibilidade do armazém para a receção de novas matérias-primas e para o armazenamento de produto acabado. Desta forma, o caso de estudo centraliza-se na redução da área ocupada, no armazém, pelos Filtros, relativos ao processo de colagem e de coloração. A Figura 12 faz referência ao espaço ocupado pelos mesmos.

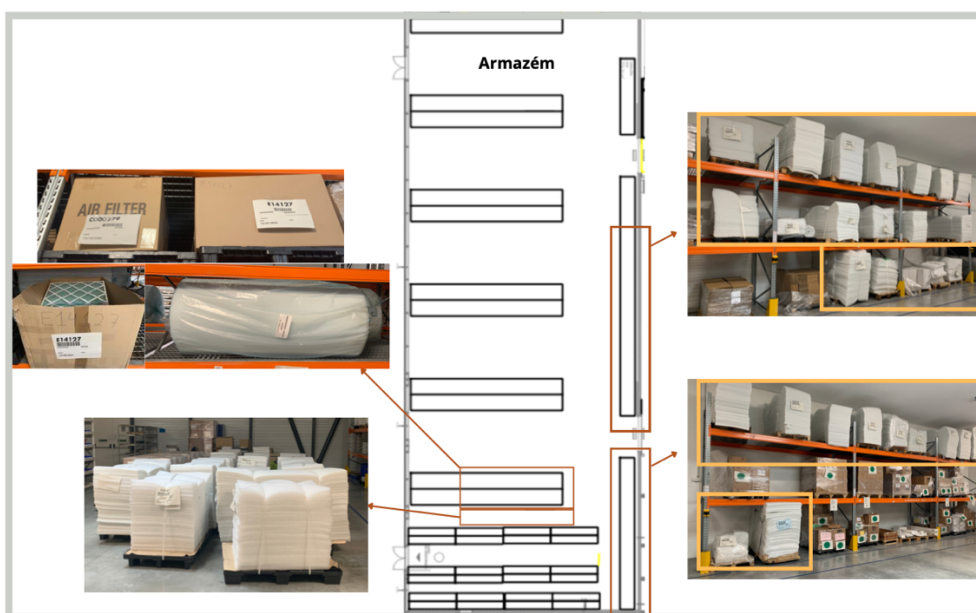


Figura 12 – Espaço no armazém ocupado por Filtros

Uma vez seleccionado o projeto, o primeiro passo a realizar é a criação de um documento que sumariza os seus elementos, explicando o caso em estudo, o seu âmbito e os seus objetivos. O documento concebido designa-se por *Project Charter*, e é apresentado na Figura 13.

Project Charter								
Título do Projeto: Redução do espaço ocupado por Filtros, inerentes ao Processo de Colagem e Coloração, no Armazém.								
Problema: Elevado stock de Filtros no Armazém, o que provoca uma elevada indisponibilidade do espaço para outros componentes.								
Background do Problema: Com o crescimento da Empresa, é necessário aumentar a disponibilidade do Armazém para a receção de novas matérias-primas e armazenamento de produto acabado.								
Objetivos e Metas Expectáveis:								
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das principais causas inerentes ao âmbito do Projeto; • Obtenção do espaço ocupado por Filtros no Armazém, bem como da quantidade consumida no Atelier; • Implementação de melhorias e desenvolvimento de novas estratégias, que contribuam para a diminuição do espaço ocupado em Armazém em 20%. 								
Cronograma do Projeto:								Líder do Projeto: Joana Monteiro
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Fase <i>Define</i>								
Fase <i>Measure</i>								
Fase <i>Analyse</i>								
Fase <i>Improve</i>								
Fase <i>Control</i>								
								Equipa de Métodos e Melhoria Contínua da ATEPELI

Figura 13 – *Project Charter*

Os Filtros chegam ao armazém através de dois fornecedores. Posteriormente, algumas tipologias são transportadas do armazém para o posto de abastecimento na produção (Figura 14).



Figura 14 – Posto de abastecimento na produção

Os Filtros no posto de abastecimento destinam-se, essencialmente, aos equipamentos de coloração e às gavetas dos equipamentos de colagem (Tabela 10). Existem, ainda, dois robôs de colagem em tapete, que necessitam de Filtros laterais do posto de abastecimento.

Os Artesãos são responsáveis por se deslocarem a este local, colocarem os Filtros usados no contentor dos resíduos e recolherem os Filtros novos que se encontram em caixotes devidamente identificados com o código correspondente. Posteriormente, realizam a substituição dos mesmos nos equipamentos da sua linha de produção.

Tabela 10 – Tipologias de Filtros existentes no posto de abastecimento da produção

Filtros no Posto de Abastecimento		
Referência	Dimensão [mm]	Equipamento
E14123	1650x760x8	Robôs de cola
	C000278	Robôs de cola Bancos e cabinas de coloração
	E13103	690x500x30 Robôs de cola (tapete) Cabinas de coloração
	E13105	300x300x30 Bancos e cabinas de coloração
	E13107	950x750x30 Robôs de cola (tapete) Bancos e cabinas de coloração

Os Filtros laterais dos robôs de colagem (Tabela 11) são entregues nas linhas de produção a pedido do chefe de equipa, em média, de três em três semanas. Os Filtros em tapete dos robôs de colagem (Tabela 12), são substituídos pela manutenção, uma vez por mês, com uma calendarização definida.

Tabela 11 – Tipologias de Filtros laterais

Filtros Laterais			
Referência	Dimensão [mm]	Equipamento	
E14125	420x440x48	Robôs de Cola	
E14126	870x440x48		
E14127	700x500x48		
C000279	500x495x39	Cabinas de Coloração <i>Silpar</i>	

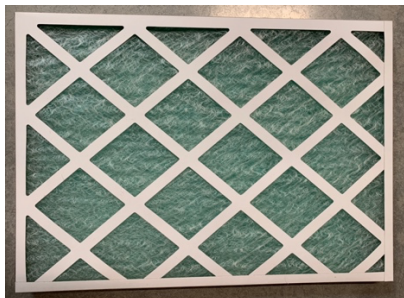


Tabela 12 – Tipologia do Filtro para robôs de cola em tapete

Filtro em Rolo			
Referência	Dimensão [mm]	Equipamento	
C00275	1600x5000x8	Robôs de Cola (Tapete)	



Relativamente ao processo de colagem, os Filtros pertencem aos robôs de cola do tipo 620 e aos robôs de cola do tipo 249 (Figura 15). Ambos apresentam um funcionamento em três eixos, através de uma pistola de varrimento, e duas gavetas. São utilizadas duas tipologias diferenciadas de Filtros, apesar de existirem em diferentes dimensões consoante as respetivas dimensões dos robôs. Os Filtros de gaveta são substituídos várias vezes por turno, sendo necessário recorrer ao posto de abastecimento da produção.

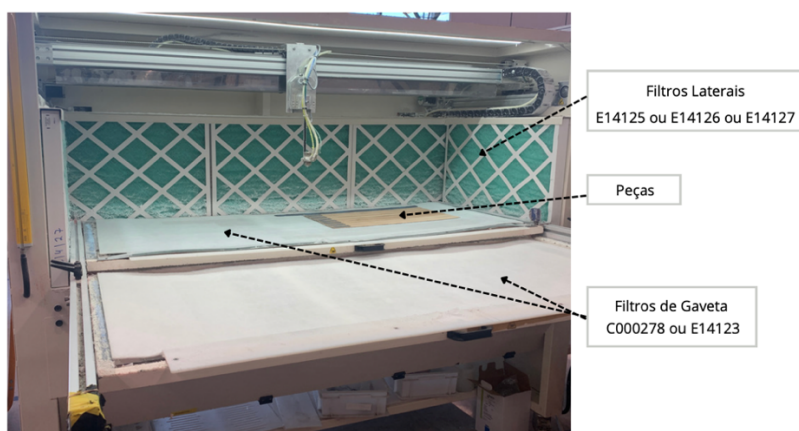


Figura 15 – Exemplo de um robô de cola

O processo de colagem inicia-se com a colocação de um Filtro do cavalete (Figura 16) numa das gavetas, pelo artesão.



Figura 16 – Cavalete e suporte de secagem disponíveis nas linhas de preparação

Em seguida, são colocadas as peças diretamente no Filtro ou com a utilização de um gabarito. Posteriormente, devem ser inseridas as coordenadas X e Y no robô, de forma a limitar a área de projeção de cola apenas nas peças. O robô está preparado para iniciar o processo de colagem. Enquanto isto, a segunda gaveta pode ser preparada da mesma forma que a primeira, pelo Artesão, aumentando a produtividade do processo. Quando o robô termina a passagem da cola na primeira gaveta, são necessários dois artesãos para retirar o Filtro, ainda com as peças, e para o colocar no suporte de secagem (Figura 16). Caso tenham sido utilizados gabaritos, estes são retirados anteriormente aos Filtros. Os Filtros e as respetivas peças secam no suporte e após um algum tempo, as peças são recolhidas pelo artesão e o Filtro reutilizado no lado contrário. Assim sendo, o Filtro só pode ser reutilizado uma vez. A Figura 17 exemplifica a deslocação dos artesãos durante o processo de colagem, na linha P2.

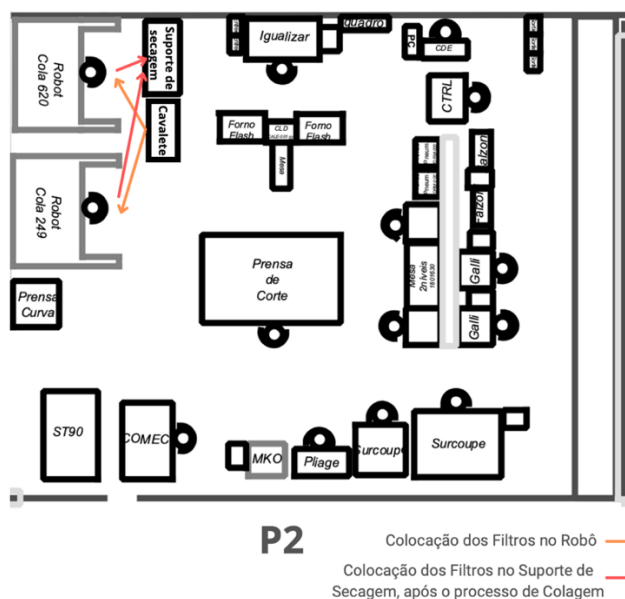


Figura 17 – Deslocação dos artesãos no processo de colagem

Existem, no entanto, exceções: dois robôs de cola do tipo 249 funcionam através de um tapete (Figura 18). Assim sendo, o Filtro utilizado é um rolo, que apenas é substituído pelos técnicos da manutenção. As peças são colocadas diretamente no Filtro, passam pelo robô, e saem na outra extremidade já com cola.



Figura 18 – Robô de cola em tapete da linha P3

No processo de coloração, existem duas tipologias de equipamentos que necessitam de Filtros: os bancos de coloração (Figura 19) e as cabinas de coloração. No entanto, e ao contrário do que acontece na colagem, estes não são substituídos várias vezes por turno, nem estão diretamente ligados ao processo. Por conseguinte, são substituídos duas vezes por semana.



Figura 19 – Filtros utilizados nas duas tipologias de bancos de coloração

Não existe, no entanto, congruência na utilização dos Filtros nas cabinas de coloração, existindo uma variação de linha para linha.

4.2 Fase Measure

Na fase *Measure* da abordagem do DMAIC foram recolhidos dados mensuráveis com o objetivo de proceder a uma análise da situação inicial do problema. Este procedimento contemplou a criação de um plano de recolha de dados, durante três meses, de forma a ser perceptível o consumo de Filtros no *Atelier*.

A par desta recolha de dados, foi possível medir a área ocupada por Filtros no armazém. Foi realizada uma contagem do número de paletes no armazém por tipo de referência, durante o mês de Outubro e Novembro. Desta forma, e através do diagrama de Pareto (Figura 20), foi possível identificar a tipologia que mais contribuía, em média, para o aumento da área indisponível no armazém: C000278, C00275 e E14123.

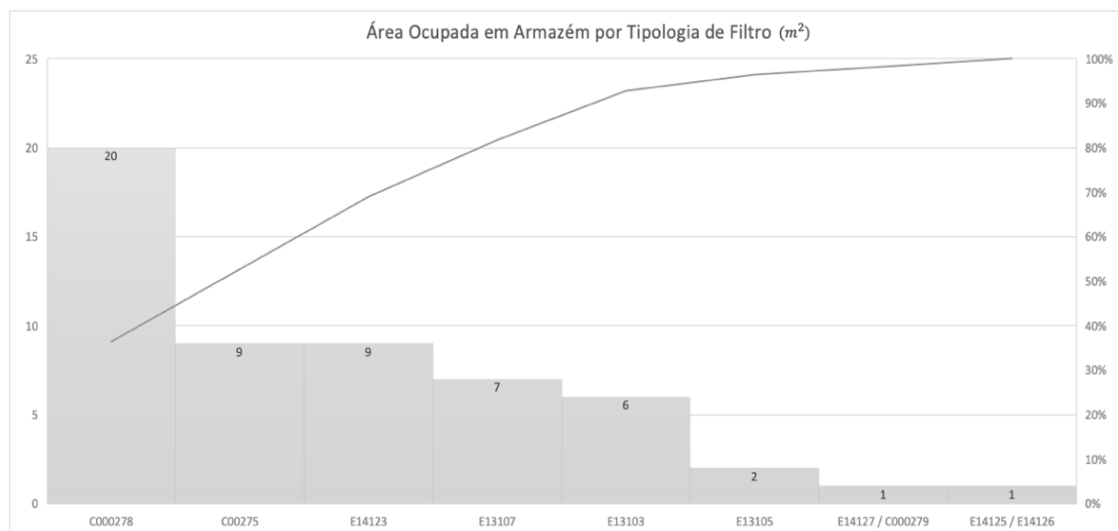


Figura 20 – Diagrama de Pareto com a área ocupada por cada tipologia de Filtros no armazém

Foi necessário comparar a área ocupada pelos Filtros com o consumo dos mesmos no *Atelier*. Relativamente aos robôs de colagem, foram agregadas aos equipamentos folhas de registo, nas quais os Artesãos preenchiam, todos os dias, o número de Filtros de gaveta usados, no final do seu turno. Existia, ainda, um campo que permitia a identificação do dia da substituição dos Filtros laterais e dos Filtros em rolo destes equipamentos (Tabela 13).

Tabela 13 – Periodicidade de substituição dos Filtros laterais e de tapete

Filtros Laterais e de Tapete – Processo de Colagem e Coloração		
Referência	Quantidade Consumida	Período de Substituição, em média
E14125	21	De três em três semanas
E14126	2	
E14127	2	
C00275	2	Mensal
C000279	16	Trimestral

Para o processo de coloração, o método utilizado foi diferente. Como não era possível identificar as referências de Filtros utilizadas em cada cabina de coloração, sendo estes variáveis, foram criadas etiquetas que faziam correspondência a uma determinada referência (Figura 21). Estas etiquetas foram colocadas nos Filtros presentes no posto de abastecimento, e eram retiradas pelos Artesãos para uma caixa agregada ao equipamento, sempre que estes fossem substituídos.



Figura 21 – Etiquetas para recolha de dados

Este método, não só permitiu medir o consumo de Filtros nestes equipamentos, bem como conhecer se a periodicidade de substituição, bissemanal, no processo de coloração era cumprida.

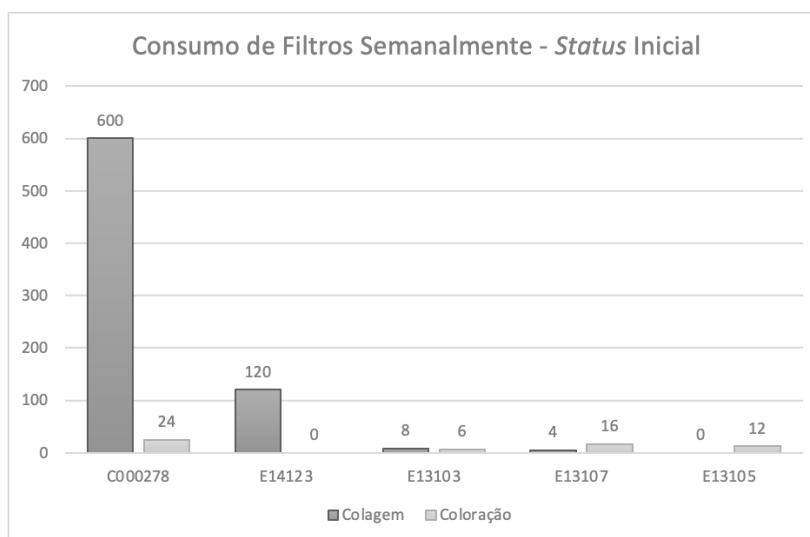


Figura 22 – Consumo de Filtros semanal

Consequentemente, é perceptível que os Filtros com um maior consumo são as referências C000278 e E14123 (Figura 22), existindo uma concordância com a maior área ocupada em armazém. Em seguida, foi realizada uma comparação entre as quantidades em *stock* dos Filtros que apresentam uma maior área ocupada, com o seu consumo no *Atelier* (Tabela 14).

Tabela 14 – Comparação entre o *stock* e o consumo do *Atelier*

Stock em Armazém e Quantidade Consumida no Atelier, em média		
Referência	Stock Semanal em Paletes	Consumo Semanal em Paletes
C000278	20	Entre 5 e 6
E14123	9	Entre 1 e 2
E13103	6	Menos de 1
E13107	7	Menos de 1
E13105	2	Menos de 1
Referência	Stock Mensal	Consumo Mensal
C00275	2	2

Por conseguinte, foi perceptível que os Filtros C00275, apesar de ocuparem uma elevada área no armazém, esta deve-se à sua dimensão, e não a um excesso de *stock*, ao contrário do que se verifica com outras tipologias. Desta forma, esta referência não vai ser analisada na próxima fase.

4.3 Fase Analyse

Esta fase teve como objetivo determinar as causas do problema. Isto foi conseguido através da análise dos dados recolhidos, sessões de *brainstorming*, da construção de um diagrama de *Ishikawa* e *gemba walks*.

Primeiramente, foi elaborado um diagrama de *Ishikawa* (Figura 23) que reúne as principais causas relativas à elevada área ocupada no armazém por Filtros.

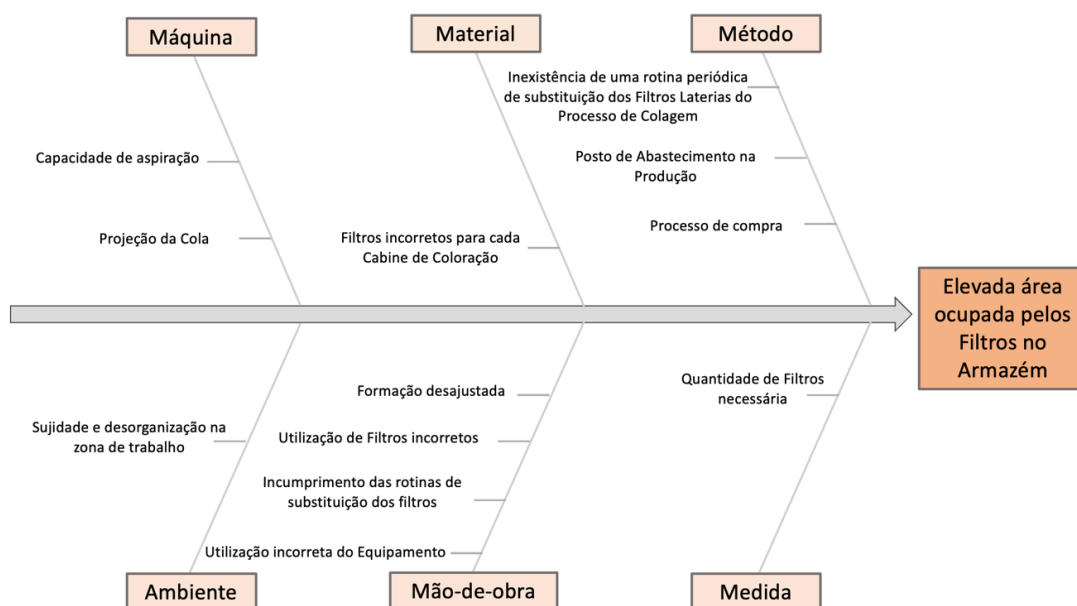


Figura 23 – Diagrama de *Ishikawa*

Por conseguinte, o diagrama anterior foi analisado numa sessão de *brainstorming*, onde foram seleccionadas as causas críticas (Tabela 15), e posteriormente, desenvolvidos planos de melhoria.

Tabela 15 – Causas críticas relativas ao problema principal

Causas Críticas
Inexistência de uma rotina periódica de substituição dos Filtros laterais do processo de colagem
Processo de compra desajustado
Inexistência de informação relativa à quantidade de Filtros consumida no <i>atelier</i>
Incumprimento das rotinas de substituição já existentes
Utilização de Filtros incorretos

Na fase *measure*, foi possível perceber que existe uma elevada discrepância entre o consumo real do *Atelier* e o *stock* em armazém. Desta forma, o processo de aquisição de Filtros encontra-se desajustado ao seu consumo, originando um excesso de *stock* no armazém.

Um fator que contribui para a instabilidade do *stock*, é a inexistência de uniformização dos Filtros das cabinas de coloração, existindo equipamentos iguais com Filtros diferentes (Figura 24). É necessária a normalização dos Filtros, para garantir um consumo estável por tipologia de Filtro no *Atelier*.

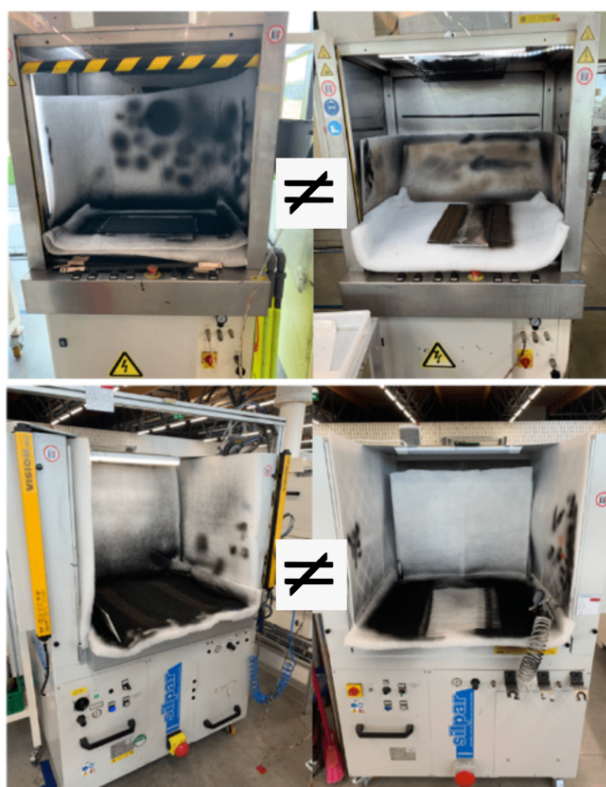


Figura 24 – Discrepância na utilização dos Filtros nas cabinas de coloração

Apesar de não existir *stock* em excesso relativamente aos Filtros laterais, inerentes ao processo de colagem (E14125, E14126 e E14127), não existe uma periodicidade de substituição dos mesmos. Em média, estes são substituídos de três em três semanas, dependendo do pedido ao armazém do chefe de equipa. Este fator poderá criar instabilidade no *stock*, pelo que é necessária a sua correção. Os bancos de coloração de tipologia A utilizam dois Filtros C000278 na parte superior, que são adaptados ao tamanho do banco (Figura 25). No entanto, este equipamento apresenta um suporte para Filtro em rolo, facilitando assim o processo de substituição. Este Filtro deve ser inserido no processo de compra. Para além disto, existe um Filtro C000278 no interior do equipamento, cortado de forma a preencher o espaço disponível.



Figura 25 – Processo de corte nos bancos de coloração de tipologia A

As cabinas de coloração *Silpar* necessitam, também, do ajuste dos Filtros aos equipamentos, através do corte dos mesmos. Tal como, já referido, devem ser estudadas opções que minimizem o tempo de substituição e a eliminação do processo de corte, contribuindo para o aumento da produtividade e a redução de desperdícios. Isto acontece, ainda, nos Filtros laterais dos robôs de colagem em tapete. Em seguida, são apresentadas as durações do processo de substituição dos Filtros, que foram obtidas através do acompanhamento dos dois turnos e cronometragem do processo, durante quatro semanas. Os valores convergiram e estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Duração do processo de substituição

Tempo de Substituição de Filtros		
Equipamento	Processo de Corte	Tempo médio de substituição (minutos)
Banco de Coloração A	Sim	16 min
Banco de Coloração B	-	12 min
Cabina de Coloração <i>Silpar</i>	Sim	7 min
Cabina de Coloração B	-	4 min
Robô de Tapete (Filtros Laterais)	Sim	12 min
Robô de Colagem 620 ou 249 (Filtros Laterais)	-	8 min

Também associado à diminuição da produtividade e à utilização incorreta dos Filtros, existe o processo de deslocação ao posto de abastecimento na produção, pelos Artesãos, representado na Figura 26. As cores no diagrama de *spaghetti* representam a deslocação de um operador, de cada linha de produção, aquando do dia da substituição dos Filtros.

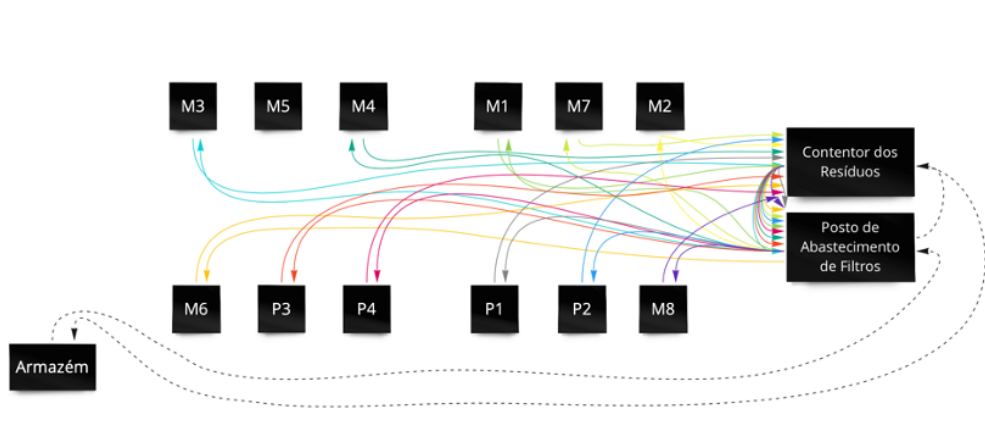


Figura 26 - Diagrama de spaghetti relativo à deslocação dos artesãos ao Posto de Abastecimento

Os Filtros agregados ao processo de coloração, bem como os Filtros laterais dos robôs de cola em tapete apresentam uma periodicidade de substituição bissemanal. Existem linhas que efetuam a substituição à quarta-feira e à sexta-feira e outras linhas que realizam à terça-feira e à quinta-feira. Os artesãos devem-se deslocar no final do turno ao posto de abastecimento, recolher os Filtros novos e realizar a sua substituição na linha correspondente. Em média, são gastos 57 minutos em deslocações, por semana. Para isto, foram realizadas cronometragens durante quatro semanas e acompanhados dois turnos na reta final de limpeza e substituição dos Filtros, tendo os valores convergido em ambos os turnos.

Como não existe informação em cada equipamento sobre os Filtros adequados, muitas vezes ocorrem erros e são colocados Filtros incorretos nos equipamentos. Não existe, assim, congruência na utilização dos Filtros, existindo uma variação de linha para linha.

Os Filtros de gaveta, presentes nos robôs de colagem, também são recolhidos no posto de abastecimento na produção. No entanto, são necessárias, no mínimo, duas deslocações, por turno, ao posto. O diagrama de *spaghetti* da Figura 27 apresenta, em pormenor, os equipamentos e as deslocações relativas a uma substituição bissemanal e a uma reposição por turno dos Filtros de gaveta. Foram dadas como exemplo uma linha de preparação (P2) e uma linha de montagem (M8), de forma a visualizar ambas as tipologias.

O suporte de secagem dos Filtros, anexo ao processo de colagem, ao apresentar uma configuração em rede, permite a passagem de partículas do Filtro para as peças que se encontram no espaço abaixo. As fibras aderem às peças, originando problemas na qualidade (Figura 29).

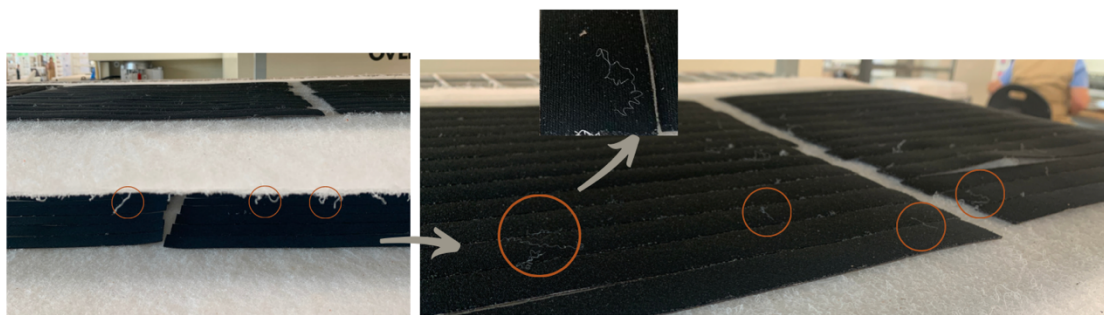


Figura 29 – Problema de qualidade inerente às fibras dos Filtros

Foram realizadas duas observações de posto, por turno, durante uma semana, de forma a perceber o processo de colagem. Aqui, foi perceptível uma desorganização inerente a este processo (Figura 30), principalmente nas bases do robô. Alguns robôs não possuem todos os produtos de limpeza necessários, o que acarreta deslocamentos a outras linhas de produção.



Figura 30 – Desorganização na zona de colagem

Para além disto, não são inseridas, por parte do Artesão, as coordenadas corretas no robô de cola, o que origina um varrimento de cola em todo o Filtro, aumentando o consumo dos Filtros de gaveta (C000278 e E14123). Não existindo a limitação da zona de colagem, há um consumo excessivo de cola. Os artesãos são responsáveis por ler as coordenadas numa régua na base da gaveta do robô e inseri-las no equipamento, no entanto esta situação raramente é observada.

Os Filtros de gaveta (C000278 e E14123) destacam-se pelo maior consumo semanal no *Atelier*, ocupando uma elevada área no armazém. Com a programação do robô, seria possível reduzir o seu consumo, e conseqüentemente, diminuir a área que estes ocupam. A disposição das peças poderia ser otimizada, uma vez que existem vários espaços entre elas, mesmo com o uso dos gabaritos (Figura 31). No entanto, estes Filtros não são utilizados na sua função principal, sendo, apenas, um suporte para as peças. A filtragem da cola é conseguida pelos Filtros Laterais.



Figura 31 – Utilização dos Filtros de Gaveta

Os gabaritos (Figura 32) poderiam ser otimizados, de forma a reduzir a área ocupada no Filtro e, conseqüentemente, o consumo de cola. Outro aspeto a considerar é o material do mesmo que se torna muito difícil de limpar, resultando numa perda de produtividade.

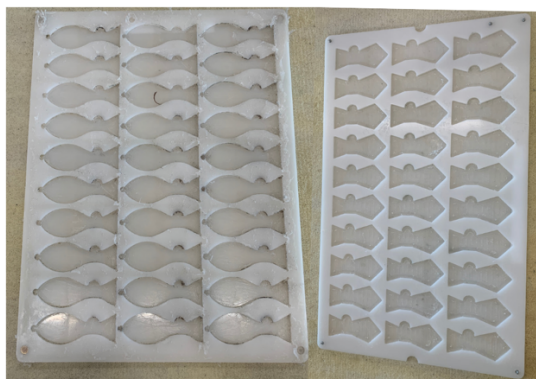


Figura 32 – Exemplos de gabaritos

Também foi perceptível que os Filtros laterais (E14125, E14126 e E14127) destacam-se pelo seu custo comparativamente com todas as outras referências, sendo que este deve ser minimizado (Tabela 17).

Tabela 17 – Custo unitário de cada tipologia de Filtros

Referência	Fornecedor	Custo Unitário (€)
E14123	A	2,69 €
C000278	A	2,12 €
E13103	A	1,84 €
E13105	A	1,29 €
E13107	A	2,28 €
C00275	A	148,5 €
C000279	B	5,97 €
E14125	B	7,35 €
E14126	B	12,29 €
E14127	B	10,71 €

Por tudo isto, são apresentados na Figura 33, os problemas identificados nesta fase e que irão ser abordados na fase *Improve*.

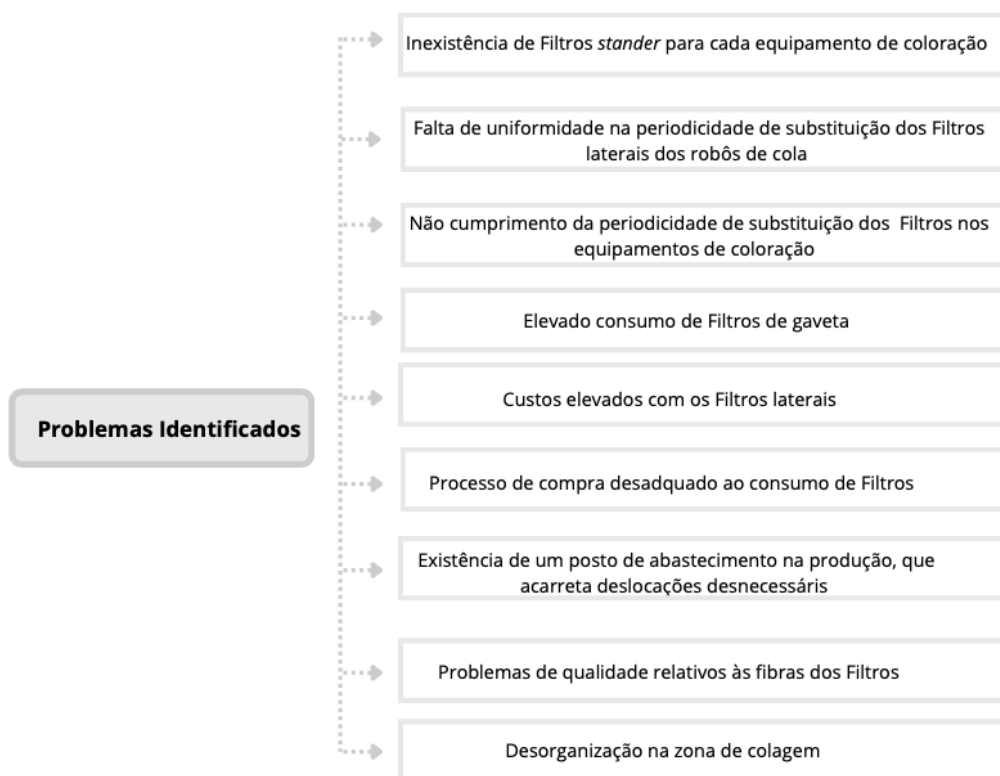


Figura 33 – Resumo dos problemas identificados durante o projeto

4.4 Fase *Improve*

Na fase *Improve* foram desenvolvidas e discutidas as ações de melhoria a realizar, tendo em consideração os resultados da fase anterior. As propostas de melhoria viáveis foram selecionadas para futura implementação.

4.4.1 *Brainstorming* e análise crítica das possíveis soluções

Na fase *Analyse*, foram identificados vários problemas relativos à falta de uniformização e normalização de processos. Desta forma, as propostas de melhoria iniciais focar-se-ão neste aspeto. É essencial a normalização de processos para o sucesso da empresa.

Os equipamentos inerentes ao processo de coloração não apresentam uma tipologia de Filtros definida, existindo cabinas de coloração iguais com filtros diferentes. Para além disso, há situações em que os Artesãos necessitam de proceder ao corte dos mesmos. Existem, ainda, bancos de coloração com Filtros desajustados aos equipamentos. Através do estudo e da possível compra de mais tipologias de Filtros, juntamente com a criação de uma identificação em cada equipamento com os Filtros correspondentes, será possível resolver estes problemas. Apesar dos equipamentos de coloração apresentarem uma periodicidade de substituição definida, bissemanal, esta não é cumprida. É necessária a formação e a sensibilização dos artesãos para este assunto, incutida desde o início do seu percurso na ATEPELI, e a criação de uma forma de registo e de controlo da periodicidade de substituição.

Os equipamentos de colagem não apresentam uma periodicidade definida relativamente aos Filtros laterais (E14125; E14126; E14127). Para este problema, foi proposta a medição da velocidade do ar durante a execução do processo de colagem. Uma vez que existe aspiração posterior aos Filtros, e a velocidade de aspiração deverá ser superior a 0,2 m/s na zona de trabalho do Artesão, com a medição desta velocidade diariamente será possível ter uma previsão da durabilidade dos mesmos.

Para além disto, seria interessante a substituição dos Filtros laterais por uma solução mais económica, uma vez que se destacam devido aos elevados custos que acarretam. Será indicado testar a tipologia de Filtros usada no processo de coloração para este âmbito.

Os Filtros C00278 são os mais consumidos no *Atelier* e, conseqüentemente, os que existem em maior quantidade no armazém. Através da análise do processo, foi perceptível que estes apenas são utilizados como suporte para as peças, e não para a filtragem da cola. Irá ser estudada a possibilidade da sua substituição por uma base reutilizável permanente ou amovível, tornando o processo mais sustentável.

Após a uniformização dos processos, é necessário o ajuste do processo de compra às necessidades do *Atelier*. Para isto, foi pensada uma solução que permitisse a inexistência de *stock*, com entregas semanais definidas por parte dos fornecedores, nas quantidades corretas para o período indicado. O posto de abastecimento de Filtros na produção poderá ser eliminado, caso os Filtros sejam entregues na linha de produção na quantidade correta e no dia de substituição.

Para além disto, existem melhorias a serem implementadas na zona de colagem, relativamente à montagem dos gabaritos e à organização do robô. A inserção de uma mesa de trabalho, bem como a aplicação da ferramenta 5S é uma opção.

Os Filtros são adquiridos com várias dimensões. Seria interessante estudar a possibilidade de aquisição dos Filtros em bobinas e proceder ao corte no *Atelier*. No entanto, após discussão com a equipa, esta solução foi rejeitada, pois levantaria várias questões a nível dos recursos humanos.

As propostas de melhoria viáveis foram selecionadas para futura implementação e estão apresentadas, de forma resumida, na Figura 34.

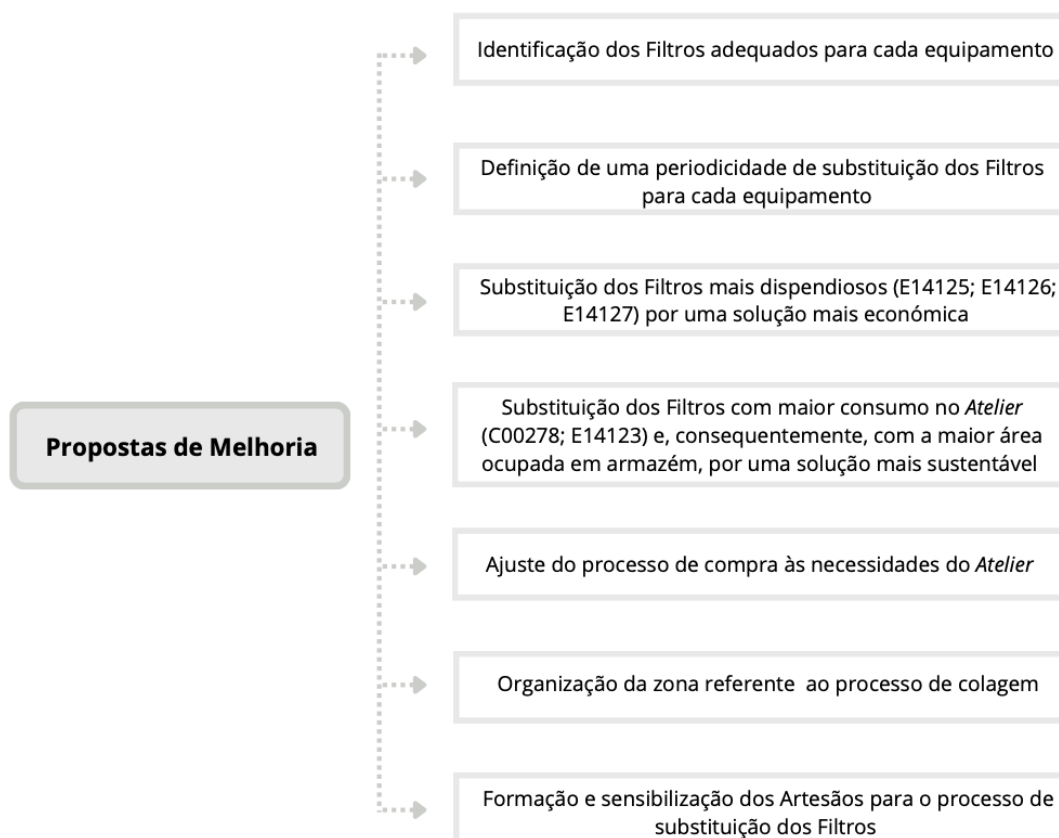


Figura 34 – Propostas de melhoria identificadas durante o projeto

4.4.2 Planeamento das ações a realizar

Após as propostas de melhoria terem sido elaboradas, formulou-se um plano de implementação das mesmas, com início em janeiro de 2022 e conclusão em maio de 2022.

	<i>Improve</i>				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Identificação dos Filtros adequados para cada equipamento					
Definição de uma periodicidade de substituição dos Filtros para cada equipamento					
Substituição dos Filtros mais dispendiosos por uma solução mais económica					
Substituição dos Filtros com o maior consumo do Atelier, e consequentemente, com a maior área ocupada em armazém, por uma solução mais sustentável					
Ajuste do processo de compra às necessidades do Atelier					
Organização e Melhorias na zona referente ao processo de colagem					
Formação e sensibilização dos Artesãos para o processo de substituição dos Filtros					

Figura 35 – Planeamento das ações a realizar

4.4.3 Implementação das Propostas de Melhoria

Após validação, foram implementadas as propostas de melhoria discutidas anteriormente. Estas serão apresentadas nos próximos subcapítulos.

4.4.3.1 Identificação dos Filtros adequados para cada equipamento

A primeira ação a realizar teve como base a uniformização do processo. É essencial que todos os equipamentos possuam os filtros adequados ao processo que irão desempenhar.

Este problema estava vincado nos equipamentos de coloração, nomeadamente nas respetivas cabinas. Para além disso, como não era cumprida a periodicidade de substituição, havia uma acumulação excessiva de Filtros no equipamento.

Após a consulta dos manuais de utilização das cabinas de coloração pertencentes ao grupo *Silpar*, os Filtros foram retificados. Um problema inerente a estas cabinas, é a necessidade de corte e adaptação do Filtro, por parte do Artesão, resultando em elevados tempos de *setup*.

Para isto, foram adquiridos Filtros com o tamanho correto, tornando ainda mais fácil e rápida a sua substituição (Figura 36). Relativamente aos bancos de coloração de tipologia A, estes possuíam vários Filtros C000278, que eram dispostos com o objetivo de criar um Filtro mais extenso. No entanto, estes equipamentos apresentam um suporte para Filtro em rolo, e após a consulta do manual de utilização, foi adquirida esta tipologia (E9003) e abandonado o conjunto irregular de Filtros C000278 (Figura 36).



Figura 36 – Implementação dos Filtros adequados no banco de coloração A e na cabina *Silpar*

Nos equipamentos de colagem, apenas foi detetado um problema. Nos robôs de colagem por tapete, os Artesões necessitavam de cortar e adaptar os filtros antes da sua substituição. Desta forma, e tal como explicado anteriormente, foram adquiridos Filtros com as dimensões corretas, permitindo uma redução do tempo de substituição. Estas medições foram realizadas, através do acompanhamento dos dois turnos durante quatro semanas, anteriores e posteriores à implementação da melhoria, e tem em conta a duração do processo de substituição dos Filtros no equipamento. Os valores convergiram para os resultados, médios, apresentados na Tabela 18. Isto, representará uma poupança semanal de 34,93 €, tendo em conta uma periodicidade bissemanal e um custo por hora de 24,95 €.

Tabela 18 – Tempo de substituição dos Filtros sem o processo de corte, por equipamento

Equipamento	Com Processo de Corte (min.)	Sem Processo de Corte (min.)
Banco de Coloração A	16 min	9min
Cabina de Coloração <i>Silpar</i>	7 min	4 min
Robô de Tapete (Filtros Laterais)	12 min	8 min

Posteriormente, foram desenvolvidas etiquetas identificativas dos Filtros correspondentes a cada equipamento (Figura 37) e colocadas em todos os equipamentos.

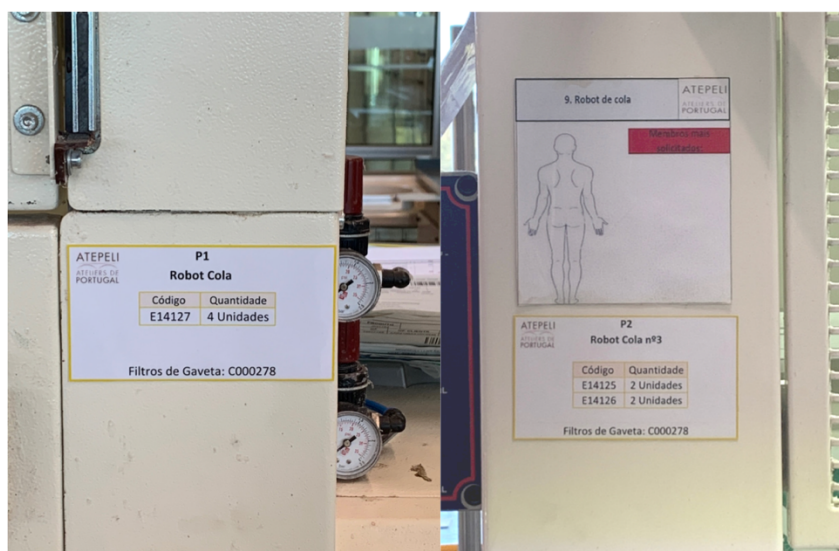


Figura 37 – Etiquetas de identificação dos Filtros adequados a cada equipamento

Foi desenvolvido um *excel* para a documentação dos Filtros existentes, bem como do fornecedor, com as dimensões e os pormenores relevantes para o processo. A Tabela 19, apresenta o custo com as novas tipologias de Filtros e uma comparação com os custos iniciais. É de ressaltar que os custos iniciais, por semana, dos Filtros das cabinas de coloração representam uma média semanal, devido à inexistência inicial de uniformização do processo.

Tabela 19 – Custo com a aquisição dos novos Filtros, sem corte

Equipamento	Status Inicial		Status Final	
	Referências	Custo Semanal (€)	Referências	Custo Semanal (€)
Robô de cola em tapete	E13103	11,92 €	E13103	15,28 €
	E13107		E13101	
Banco de coloração A	E13105	15,30 €	E13105	41,78 €
	C000278		E90003	
	-		E13106	
Cabina <i>Silpar</i>	C000278 (variável)	17,28 € (média)	E13298	25,24 €
	E13107 (variável)		E13297	
	-		E13108	
	-		E13109	
Cabina de coloração B	C000278 (variável)	18,20 € (média)	C000278	11,38 €
	E13103 (variável)		E13103	
	E13105		E13105	

Apesar da inexistência de uma redução de custos, esta proposta de melhoria é fundamental para a uniformização do processo e para a redução de erros na substituição dos Filtros. No entanto, em conjugação com a redução de custos decorrente da eliminação do processo de corte, existe ainda uma poupança semanal, prevista, de 3,94€.

4.4.3.2 Definição de uma periodicidade de substituição dos Filtros para cada equipamento

Os equipamentos relativos ao processo de coloração apresentam uma periodicidade definida de substituição dos Filtros: duas vezes por semana. No entanto, não existem dias específicos, nem é cumprida esta periodicidade. Foi definido que a substituição ocorre à quarta-feira e à sexta-feira na reta final do último turno do dia. Foram feitos esforços de sensibilização, incluindo uma formação que será descrita no capítulo 4.4.9.

No entanto, os Filtros laterais dos equipamentos de colagem, não apresentam uma periodicidade definida, sendo substituídos em média de três em três semanas. Uma vez que estes possuem aspiração posterior ao Filtro, foi estudada a durabilidade dos mesmos através da velocidade do ar. De acordo com o manual de utilização, esta deve ser sempre igual ou superior a 0,2 m/s.

Este estudo iniciou-se em dezembro, após uma manutenção preventiva ao robô. Foram realizadas medições diárias em todos os robôs de colagem, com exceção dos robôs em tapete, durante oito semanas, de forma a controlar a velocidade de aspiração dos equipamentos. Os valores convergiram, sendo apresentados na Tabela 20. Não foram realizados testes nos robôs da linha P4, uma vez que esta ainda não está em total funcionamento, existindo uma variação elevada de carga a produzir.

Tabela 20 – Durabilidade dos Filtros laterais

Durabilidade dos Filtros Laterais		
Linha de Produção	Equipamento	Durabilidade mínima registrada (dias)
P1	CENC-00244	6 dias
P2	CENC-00243	7 dias
P2	CENC-00279	6 dias
P3	CENC-00354	5 dias

Com este estudo, foi possível concluir que a durabilidade dos Filtros laterais é de 5 dias, tendo sido estes os valores mais baixos registados (Tabela 20). No entanto, foram efetuadas medições, após a implementação desta medida, de forma a perceber se existiam valores abaixo dos 0,2 m/s. O resultado foi positivo, sendo que nas quatro semanas seguintes de medições, não existiu nenhum valor abaixo do estipulado. Desta forma, permaneceu a rotina de substituição existente à sexta-feira, na reta final do último turno do dia, mas com periodicidade semanal. Consequentemente, foram idealizadas etiquetas informativas e colocadas em todos os equipamentos (Figura 38).

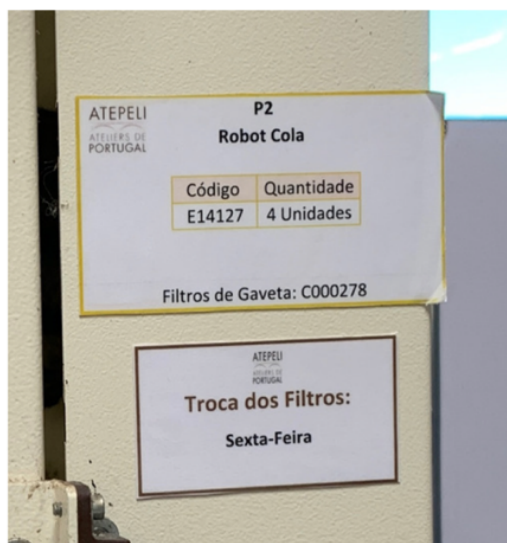


Figura 38 – Etiquetas identificativas da periodicidade de substituição

4.4.3.3 Substituição dos Filtros mais dispendiosos por uma solução mais económica

A par do estudo sobre a periodicidade de substituição dos Filtros laterais, foi realizado um teste que consistia na troca destes Filtros por uma solução mais económica (Figura 39). Através da medição da velocidade do ar, tal como apresentado no capítulo 4.4.3.2 foi possível identificar que os Filtros E13107 e E13103 apresentam uma durabilidade equivalente, e por vezes superior, aos Filtros laterais existentes (E14125, E14126, E14127), sendo o valor mais baixo registado de 6 dias de durabilidade. É importante ressaltar, que os testes foram realizados em condições de produção equivalente.



Figura 39 – Utilização dos novos Filtros Laterais

A Tabela 21 faz referência aos custos com estes Filtros em comparação com o *status* inicial. Desta forma, prevê-se uma poupança semanal de 200 € semanais.

Tabela 21 – Custos com os novos Filtros laterais

	Referência	Custo Unitário (€)	Custo Semanal no <i>Atelier</i> (€)
Status Inicial	E14125	7,35 €	
	E14126	12,29 €	264,19 €
	E14127	10,71 €	
Status Final	E13103	1,84 €	
	E13107	2,28 €	43,94 €
	E14128	1,7 €	

4.4.3.4 Substituição dos Filtros com o maior consumo do *Atelier*, e conseqüentemente, com a maior área ocupada em armazém, por uma solução mais sustentável

Os Filtros C000278 e E14123 apresentam a maior área ocupada no Armazém. Conseqüentemente, são os mais consumidos no *Atelier*, estando presentes essencialmente no processo de colagem. São consumidos, em média, 600 Filtros C000278 e 120 Filtros E14123 semanalmente, apenas neste processo. Para além disto, são utilizados no processo de coloração, com um consumo médio de 24 Filtros C000278, por semana.

No entanto, no processo de colagem estes Filtros são usados como suporte de peças, sendo utilizados apenas duas vezes. Para além do problema principal relativo ao espaço ocupado no armazém, estes Filtros acarretam graves conseqüências ambientais, uma vez que são consumidos em quantidades exorbitantes e acabam em aterro. Atualmente, é fundamental a sensibilização para este problema. Desta forma, foi desenvolvida uma solução que reduzisse o consumo destes Filtros e que contribuísse para um futuro mais sustentável da organização.

Assim sendo, foi idealizada uma placa, fixa ou móvel, que permitisse substituir o Filtro e que pudesse ser reutilizável. Esta placa deverá ser leve, resistente à cola e, sobretudo, que permitisse a fácil extração e limpeza da cola da superfície da mesma. É, ainda, necessário ter em consideração a sua resistência à flexão.

Por conseguinte, foi realizada uma análise de materiais termoplásticos, de forma a encontrar um material que sustentasse as características enumeradas. Os materiais metálicos e os materiais cerâmicos foram eliminados, tendo em conta as suas características.

Os materiais cerâmicos são frágeis e duros, enquanto a maioria dos materiais metálicos acarretam custos elevados, devido à seleção de características anticorrosivas e de baixa densidade.

Para além disto, os polímeros apresentam uma densidade inferior e um conjunto de propriedades interessantes. No entanto, foi selecionada a classe dos termoplásticos (Figura 40), devido à sua capacidade de reciclagem que contrasta com os termoendurecíveis.

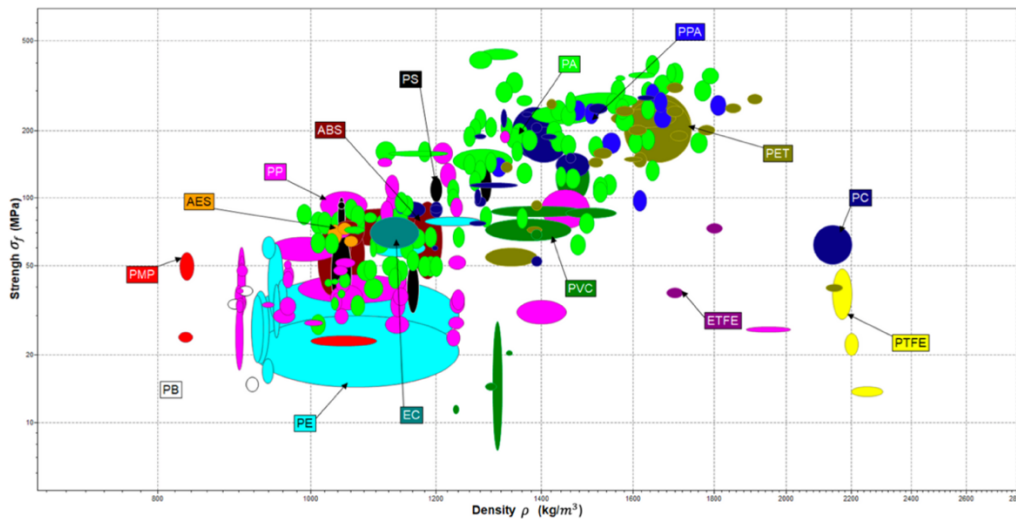


Figura 40 – Materiais termoplásticos

A poliamida (PA), o politetrafluoretileno (PTFE) e o polietileno de alta densidade (PEHD) (Figura 41) foram os materiais identificados mais propensos à não aderência da cola na sua superfície, apresentando uma elevada resistência química.

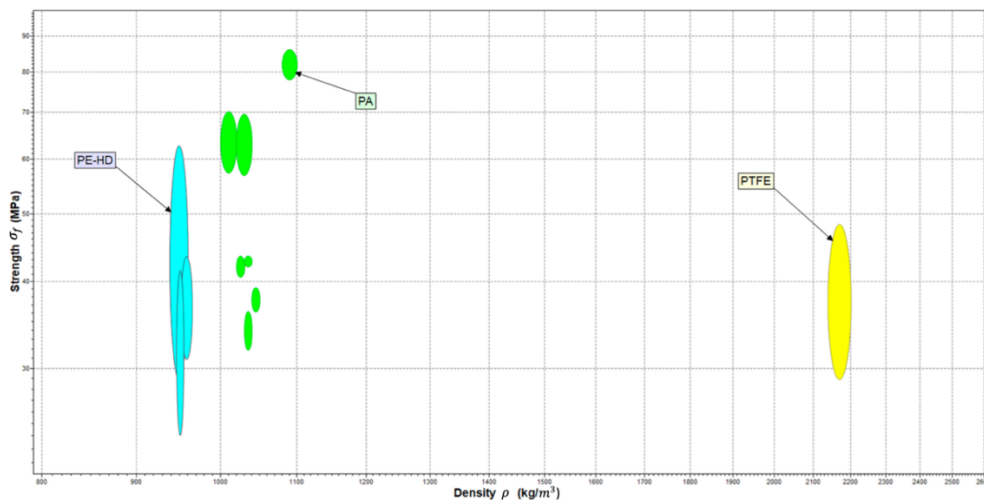


Figura 41 – Poliamida, politetrafluoretileno e polietileno de alta densidade

Desta forma, foram realizados vários testes com as amostras destes materiais, nas quais foram depositadas várias camadas de cola, simulando o processo de colagem (Figura 42).



Figura 42 – Testes nas amostras de PEHD, PA e PTFE, respetivamente

Ambos formaram uma película de cola. No PTFE e na PA a película é extraída sem dificuldade, no entanto, com a utilização do PE, este processo é mais difícil, pelo que esta opção foi eliminada. O PTFE apresenta um custo muito superior ao PA, tendo sido selecionada a opção mais económica para prosseguir com o estudo da espessura da placa.

Uma vez que, irá ser necessário o movimento da placa, por parte do Artesão, foram realizadas várias simulações com o intuito de perceber a espessura ideal, de forma a garantir a inexistência de flexão exagerada. Para isso, recorreu-se à análise de elementos finitos. *Finite Element Analysis* (FEA) ou análise de elementos finitos é um método de análise numérica. É utilizada na resolução de problemas estruturais, vibracionais e térmicos, sejam eles simples ou complexos, sendo preferencialmente adotado para o auxílio do desenvolvimento de produtos na fase de projeto (Kurowski, 2013).

A placa apresenta 1500 x 500 x 8 [milímetros] e será estudada em PA. Após a elaboração do desenho CAD, importou-se este para o ambiente de simulação e foi definido o material. O *software* utilizado foi o *SolidWorks Student Edition 2021*. Posteriormente, foi definida a força máxima (5 N), a sua área de aplicação (Figura 43), que engloba toda a superfície superior da mesma, e ainda, a fixação da placa (Figura 44).

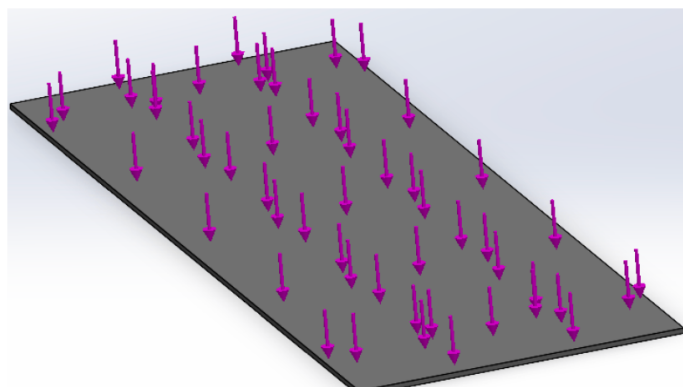


Figura 43 – Força aplicada na simulação da Placa

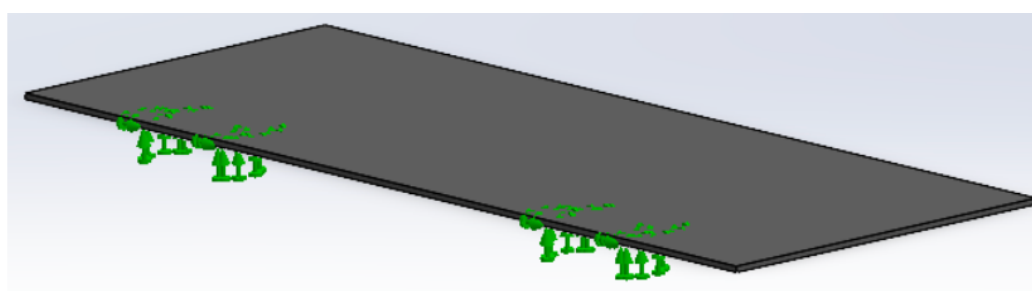


Figura 44 – Zona de fixação da Placa

Iniciou-se o estudo com a espessura mínima de 8 milímetros, dada pelo fornecedor (Figura 45). É de ressaltar que a espessura máxima deve ser inferior a 12 milímetros, devido ao espaço entre gavetas no robô.

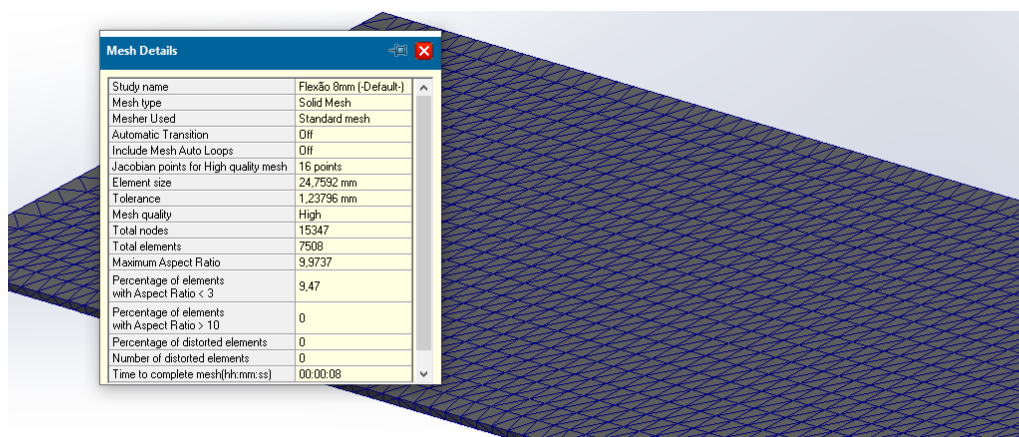


Figura 45 – Malha selecionada para o estudo com o PA e uma espessura de 8 milímetros

Após a análise, é perceptível uma deformação oposta à zona de fixação (Figura 46). Verificou-se um deslocamento resultante máximo de 0,3836 milímetros, considerando uma ampliação de 391,004.

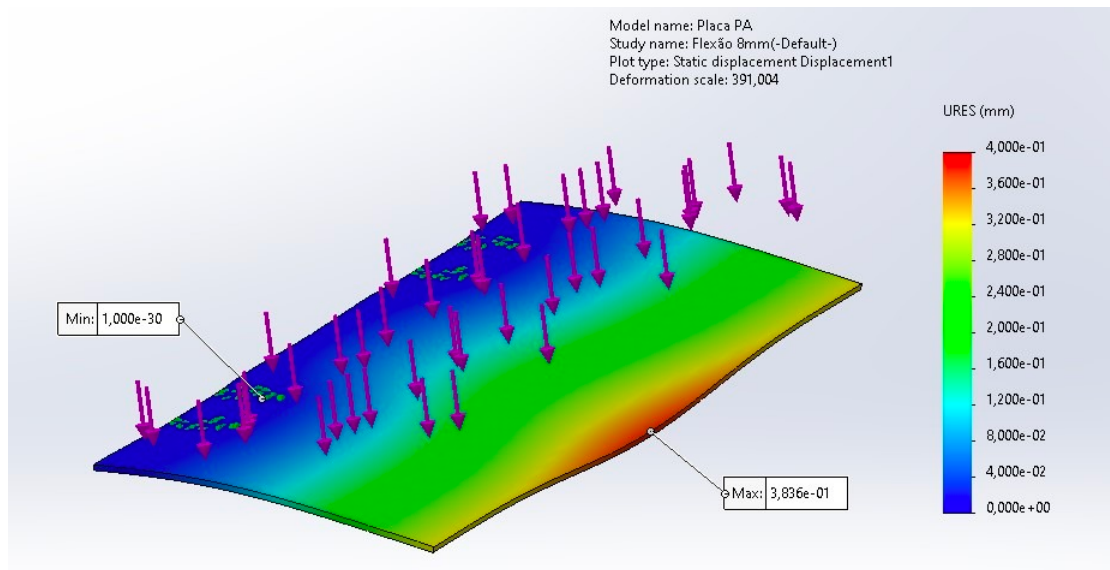


Figura 46 – Deformação resultante da simulação com PA e uma espessura de 8 milímetros

Posteriormente, procedeu-se à análise do peso. Concluiu-se que, para as medidas pretendidas, a placa apresenta um peso demasiado elevado, dificultando o seu manuseamento. Consequentemente, e após o estudo das opções de mercado, foi selecionado o polipropileno alveolar, devido à sua baixa densidade (Figura 47), revestido com um filme de PTFE, e realizadas novas simulações.

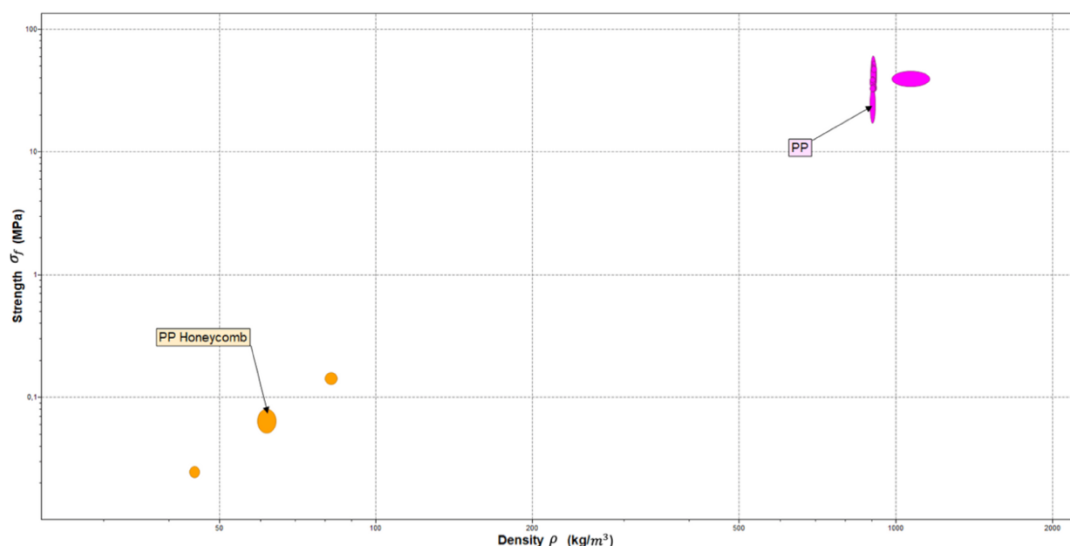


Figura 47 – Polipropileno Alveolar ou *Honeycomb*

Esta opção, para além de apresentar um peso mais reduzido (Tabela 22), respeita a característica principal: a não aderência da cola.

Tabela 22 – Comparação do peso das várias soluções

Peso das diversas soluções		
Termoplásticos	Densidade (g/cm^3)	Massa da Placa (kg)
PA	1,15	6,90
PTFE	2,20	13,20
PP Alveolar	0,065	-
PP Alveolar com Revestimento de Filme de PTFE	-	1,22

Posteriormente, foi realizada uma nova simulação com a Placa em PP alveolar de 8 milímetros com revestimento de filme de PTFE de 0,5 milímetros.

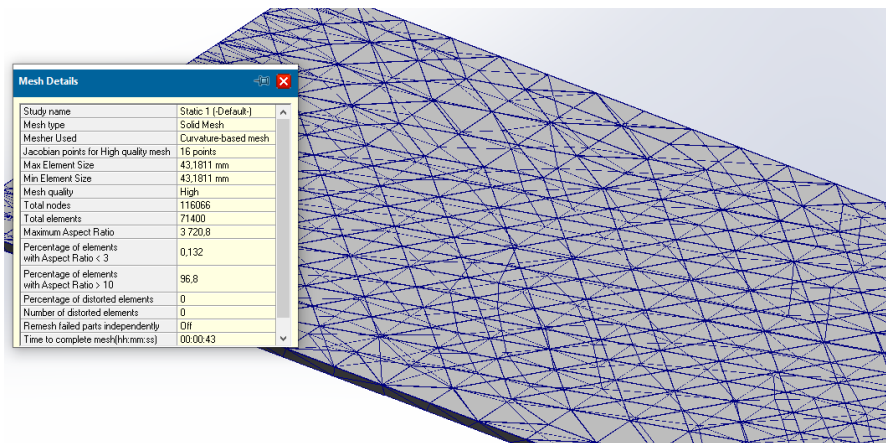


Figura 48 – Malha selecionada para o estudo com o PP e revestimento de PTFE e uma espessura de 8 milímetros

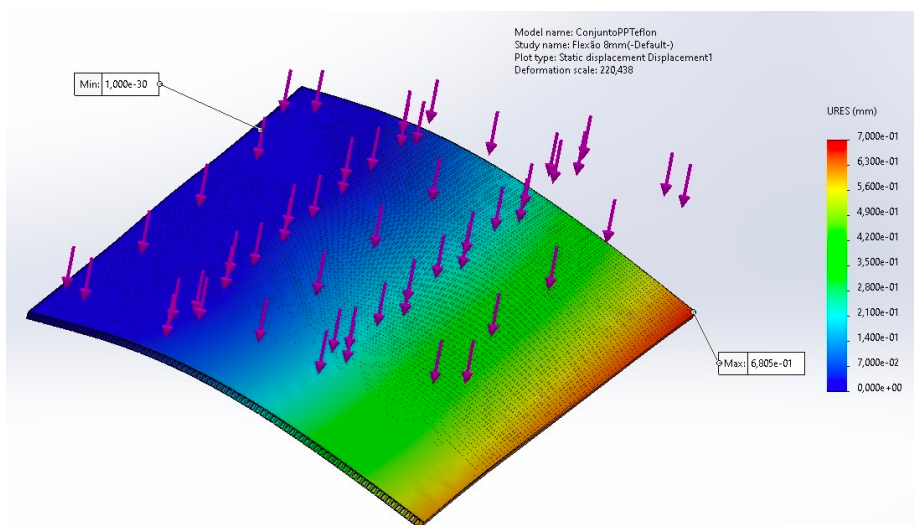


Figura 49 – Deformação resultante da simulação com PP e revestimento de PTFE e uma espessura de 8 milímetros

A zona de maior deformação encontra-se na extremidade oposta à fixação (Figura 49), com um deslocamento resultante máximo de 0,685 milímetros e uma ampliação de 220,438. Desta forma, foram desenvolvidas oito placas para teste em dois robôs, com as dimensões de 1500 x 500 x 8 [milímetros], e realizados testes para perceber a validação da solução. Primeiramente, foram realizados testes colocando as peças diretamente na placa, como acontecia com os Filtros C000278 (Figura 50). Posteriormente, a placa é colocada a secar juntamente com as peças nos suportes de secagem. Enquanto esta seca, e tal como acontecia com os Filtros, é colocada uma nova placa na gaveta e repetido o processo.

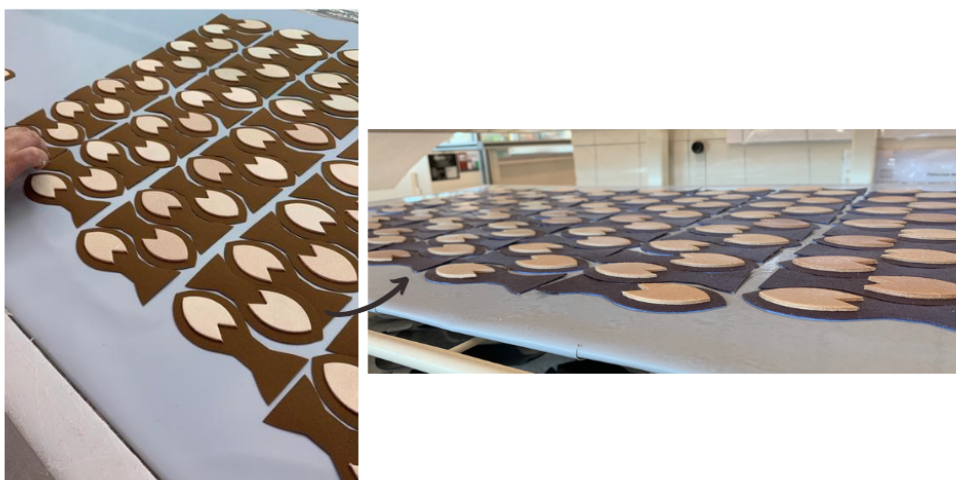


Figura 50 – Placas em utilização na linha de produção P3

Ao fim de algumas utilizações, é fácil retirar a película de cola. No entanto, para peças de pele de vaca natural (VVN) com espessuras muito finas (abaixo dos 1,5 milímetros), existe movimento das peças devido à projeção de cola, danificando-as e provocando retrabalho para limpeza das mesmas (Figura 51).

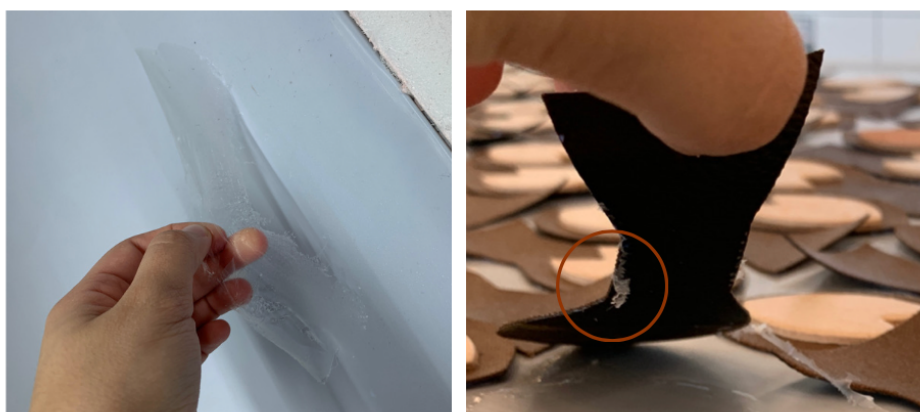


Figura 51 – Facilidade em remover a cola da placa e aderência da mesma a peças com baixas espessuras

A fim de resolver este problema, foram criados vários orifícios na placa, para que existindo circulação do ar resultante da aspiração do robô, este fixe as peças à placa. Esta solução amenizou o problema, sendo praticamente impercetível o excesso de cola (Figura 52).



Figura 52 – Placa com orifícios e resultados do teste

No entanto, de forma a eliminar completamente o problema, as placas foram testadas em conjunto com a utilização de gabaritos (Figura 53).



Figura 53 – Utilização das Placas em conjunto com os gabaritos

Algumas peças já possuíam gabaritos para uso no robô de colagem. O teste realizado com os gabaritos foi extremamente positivo, uma vez que não foi necessário extrair a placa do robô e colocá-la a secar no suporte de secagem, tal como acontecia com os Filtros. Bastou retirar o gabarito e colocá-lo no suporte de secagem. Assim sendo, serão desenvolvidos no decorrer e após o projeto, na equipa de industrialização, gabaritos para as peças com espessuras abaixo dos 1,5 milímetros.

Para além disto, foi incluído na execução dos gabaritos a ferramenta de *nesting*. Esta consiste numa otimização combinatória, em que um determinado conjunto de polígonos regulares ou irregulares devem ser colocados com o melhor arranjo possível, numa folha retangular, com o objetivo de diminuir o desperdício gerado e também minimizar o comprimento da folha, mantendo todos os polígonos dentro da folha sem sobreposição (Elkeran, 2013; Anand et al., 2015).

Desta forma, a aplicação do *nesting* no desenvolvimento dos gabaritos permitirá a reorganização das peças e a redução do espaço que estas ocupam no gabarito. Isto promove, ainda, uma redução no consumo de cola. Na Figura 54 é apresentado um exemplo da otimização de um gabarito, através do *nesting*, onde foi possível obter uma redução de 66,3% na área inutilizada pelas peças, que conseqüentemente, promoverá uma redução no desperdício de cola.

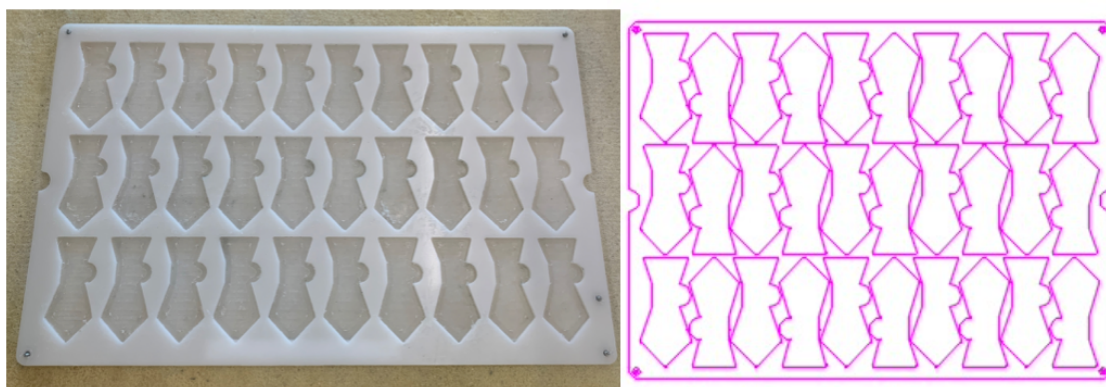


Figura 54 – Exemplo de um gabarito e da sua versão otimizada

Também o material dos gabaritos sofrerá alterações. Com base no estudo de materiais anteriormente apresentado, a poliamida foi selecionada como material para a produção de novos gabaritos, devido à sua facilidade na remoção da cola e do seu custo inferior ao PTFE.

Para além disso, ao serem colocadas as peças diretamente no Filtro ou no gabarito, é necessário que o Artesão coloque as dimensões em X e Y da zona que pretende que receba cola no robô. Isto raramente acontece, sendo projetada cola em toda a área da gaveta e não na zona necessária (Figura 55).



Figura 55 – Cola em excesso durante o processo de colagem, sem a programação do robô

Existe uma régua que permite aos Artesãos ler a dimensão da zona de colagem, no entanto, e uma vez que esta está coberta por restos de cola, os artesãos não conseguem ler, acomodando-se. Os novos gabaritos vão possuir a inscrição das suas dimensões, facilitando o trabalho do Artesão e a colocação das coordenadas no robô. Desta forma, e programando sempre de forma adequada o robô, vai ser possível reduzir o consumo de cola.

As placas devem ser limpas no final de cada turno, através da passagem de um pano humedecido com álcool em *spray*, produto já utilizado na limpeza diária do robô.

Posteriormente, foram implementadas placas em dois robôs do *Atelier* e é esperado que até ao final do ano de 2022 todos os robôs funcionem através deste sistema. Cada placa apresenta um custo unitário de 308,38 €, sendo que são necessárias 24 placas para todo o *Atelier*. Devido à situação pandémica atual e aos conflitos na Europa de Leste, não foi possível obter o material para a execução de todas as placas durante o período de estágio, nem existiu disponibilidade para a execução de gabaritos para todos os produtos necessários. Com a eliminação dos Filtros de gaveta prevê-se uma eliminação de 28 m² de área no armazém e uma poupança anual de 82 056 €. Por conseguinte, e uma vez que os Filtros são enviados para aterro, esta solução contribui para a diminuição do impacto ambiental da organização. Com a implementação de todas as placas, e uma vez que são enviados, em média, 258,072 kg para aterro desta tipologia de Filtros, é prevista uma poupança semanal de 112,19 €, o que representa um decréscimo de 88,72%.

Para além disto, este sistema permite a inexistência da deslocação dos Artesãos ao posto de abastecimento para a recolha de novos Filtros, bem como a eliminação dos vários problemas de qualidade que os Filtros acarretavam quando colocados no suporte de secagem, uma vez que não há transferência das fibras dos Filtros para as peças.

4.4.3.5 Ajuste do processo de compra às necessidades do *Atelier* – Sistema de *KIT's*

Encontrada uma solução para os Filtros de gaveta dos robôs de colagem, é necessário melhorar o processo de substituição dos Filtros destinados aos equipamentos de coloração. Para além disto, é necessário repensar o posto de abastecimento presente na produção e, de que forma, é possível assegurar a substituição dos Filtros no dia correto, nas quantidades corretas. Consequentemente, será possível ajustar o processo de compra dos mesmos, para que seja controlado o *stock* em armazém.

O supermercado é uma técnica de gestão de *stocks* e de controlo de fluxo de materiais. A noção de supermercado, baseia-se num armazém de pequenas dimensões responsável pelo abastecimento do sistema *pull*, que pode conter produtos intermediários ou acabados. Por conseguinte, é um sistema onde o cliente pode obter o que necessita, quando precisa e nas quantidades que pretende.

A solução implementada baseia-se nestes conceitos e consiste num sistema de *KIT'S*. Um *KIT* é um conjunto de Filtros destinados a um determinado equipamento, armazenado em rolo e etiquetado com o equipamento correspondente. Este *KIT* é distribuído pelo abastecedor logístico à linha correspondente, no dia de substituição correto.

Estes *KIT's* são armazenados num caixote com várias divisórias, por tipo de equipamento e por linha de produção. A parte superior corresponde aos bancos de coloração e a parte inferior às cabinas de coloração. Cada coluna é referente à linha de produção a que se destina. Existem, ainda, dois espaços que são destinados aos dois robôs de cola em tapete que também utilizam esta tipologia de Filtros e uma periodicidade bissemanal. Uma divisão do caixote alberga dois *KIT's*, cada um para o respetivo dia de substituição estipulado. Desta forma, é de fácil perceção quando um *KIT* não foi entregue na linha correspondente.

Este caixote é, também, retornável, ou seja, à segunda-feira o fornecedor entrega o mesmo com os devidos *KIT's*, e recolhe o caixote vazio presente no armazém do *Atelier*. Posteriormente, o armazém verifica se existem dois *KIT's* em cada divisão e coloca o caixote na zona indicada. Os *KIT's* estão devidamente identificados com etiquetas, previamente colocadas pelo fornecedor. O mesmo repete à sexta-feira, dia em que o caixote deve ficar vazio para recolha na segunda-feira (Figura 56).



Figura 56 – Implementação do sistema de *KIT's*

Foi desenvolvido, também, um caixote destinado aos Filtros laterais dos robôs de colagem, que anteriormente apresentavam uma solução mais dispendiosa e que foram substituídos por uma tipologia de filtros semelhantes aos usados nos equipamentos de coloração.

Com esta solução, é possível aumentar a área útil em armazém, bem como eliminar o posto de abastecimento na produção. Desta forma, será possível uma redução nos tempos de deslocação, equivalente a uma poupança semanal, prevista, de 23,84 €. Existirá, ainda, uma obrigatoriedade da substituição dos Filtros no dia correto, cumprindo-se a periodicidade de troca, bem como a colocação dos Filtros adequados em cada equipamento. Foi, ainda, proposto agregar este processo ao futuro comboio logístico que será implementado no final de 2022.

Desta forma, o *just-in-time* é aplicado e garantido pelo procedimento de substituição do caixote. Consequentemente, há um controlo visual simples e de fácil compreensão. A grande vantagem do controlo visual é a implementação de sistemas simples e intuitivos que ajudam na gestão dos processos, evitando erros e desperdícios de tempo.

4.4.3.6 Organização e Melhorias na zona referente ao processo de colagem

A ferramenta 5S tem por base a redução dos desperdícios e a criação de uma cultura de disciplina, que possibilitará a melhoria dos processos. Há 5 passos na ferramenta 5S: ordenar, organizar, limpar, sistematizar e disciplinar.

Esta ferramenta foi aplicada a todos os robôs de colagem, uma vez que não apresentavam qualquer organização. Inicialmente, foi dada formação na área dos 5S's aos Artesãos para que eles pudessem implementar esta ferramenta no seu posto de trabalho. Após a formação, os colaboradores começaram por ordenar todos os materiais e por caracterizá-los como mais utilizados, intermédios e menos utilizados. O segundo passo teve como base a organização destes materiais, tendo em conta a caracterização anterior. De seguida, os materiais que não são utilizados foram retirados. Apesar de já existir um plano de limpeza, decidiu-se que este teria de ser realizado com maior frequência, uma vez que esta zona acumula muitos resíduos de cola. Por fim, foram desenvolvidas várias zonas na parte inferior do robô destinadas à limpeza semanal e mensal do mesmo, bem como zonas para a colocação dos utensílios e manutenção de componentes (Figura 57).



Figura 57 – Base do robô após a aplicação do 5S

4.4.3.7 Formação e sensibilização dos Artesãos para o processo de substituição dos Filtros

Por fim, foi elaborada uma formação de sensibilização para o uso correto dos Filtros. Foram abordados vários tópicos, como a importância da periodicidade de substituição dos Filtros, o funcionamento do Sistema de KIT's e das placas, mas também o impacto ambiental das novas soluções. Foi incluída uma contextualização ao processo de colagem, referindo a importância da limitação do robô para um menor consumo de cola. Esta formação está disponível no apêndice 7.1.

4.5 Fase Control

Nesta fase, foi necessário controlar as propostas implementadas anteriormente, de modo a garantir que não existem desvios no processo. Foram efetuadas novas medições, a fim de validar o impacto das melhorias implementadas.

Com a implementação de uma rotina de substituição adequada e com a uniformização dos Filtros em cada equipamento, foi possível criar um processo mais simples e controlado que permite uma gestão mais simplificada do *stock* em armazém, bem como obter uma poupança de 3,94 € semanais.

Relativamente aos Filtros laterais dos robôs de cola, E14125, E14126 e E141277, com a sua substituição por uma solução mais económica, foi possível obter uma poupança de 220,25 € semanais.

Os Filtros com uma periodicidade bissemanal e com recurso ao posto de abastecimento na produção, foram adaptados ao sistema de *KIT's*, bem como os Filtros laterais dos robôs de colagem, que anteriormente apresentavam uma solução mais dispendiosa. Com a implementação deste sistema, foi possível obter uma redução do espaço ocupado de 17,5 m² para 2,75 m², representando uma redução de 26,81% na área ocupada em armazém.

O sistema de *KIT's* permite, ainda, garantir o cumprimento da periodicidade de substituição, que não era respeitada anteriormente nos equipamentos de coloração e nos Filtros laterais dos robôs de cola em tapete. Garante, também, que são colocados os Filtros corretos nos equipamentos, prevenindo erros por parte dos Artesãos. Com a implementação do sistema de *KIT's*, foi eliminado o posto de abastecimento na Produção relativo a estas tipologias. Desta forma, todas as deslocações inerentes às substituições dos Filtros dos equipamentos de coloração e aos robôs de colagem em Tapete foram eliminadas. Isto resulta num aumento da produtividade, equivalente a uma poupança semanal de 23,84 €.

Com a implementação do sistema de placas em dois robôs do *Atelier*, foi obtida uma poupança semanal de 508,80 €, e ainda uma redução de 17,20 € semanais decorrentes da eliminação da deslocação dos artesãos ao posto de abastecimento. Por conseguinte, e uma vez que os Filtros são enviados para aterro, esta solução contribuiu para a diminuição do impacto ambiental da organização. Existiu uma redução, média semanal, de 76,32 kg no envio de Filtros para aterro, que corresponde a uma poupança semanal de 37,39 €, o equivalente a um decréscimo semanal de 29,57%

4.6 Análise crítica dos resultados e aplicabilidade da metodologia adotada

A produção *Lean*, que tem as suas raízes no *Toyota Production System (TPS)*, é uma filosofia que se concentra na identificação e eliminação de desperdícios, promovendo a melhoria contínua dos processos. O *Six Sigma* é uma extensão dos princípios *Lean* e apresenta como objetivo principal a obtenção de zero defeitos, e conseqüentemente o aumento da qualidade dos produtos. Esta metodologia pretende reduzir as variações no processo, de forma que estes estejam dentro dos limites pré-estabelecidos, melhorando os seus indicadores de *performance*. Para além disto, oferece uma estrutura rigorosa e disciplinada para a resolução e melhoria de problemas, que permite complementar a abordagem *Green Lean*, ultrapassando as suas limitações.

A conjugação destas filosofias originam uma vantagem competitiva para a empresa, e através da metodologia DMAIC foi possível a sua implementação no caso de estudo. A Tabela 23 apresenta uma sumarização dos resultados atingidos neste trabalho.

Tabela 23 – Análise crítica dos resultados

Propostas de melhoria	Ganhos a junho de 2022	Ganhos esperados a janeiro de 2023
Identificação dos Filtros adequados para cada equipamento.	Todos os equipamentos apresentam Filtros adequados ao processo que irão desempenhar, bem como uma rotina de substituição pré-definida, permitindo a limpeza correta do equipamento e contribuindo para a qualidade dos processos. Foi eliminado o processo de corte, permitindo uma redução no tempo de substituição. Estas medidas apresentam uma poupança semanal, média, de 3,94 €.	
Definição de uma periodicidade de substituição dos Filtros para cada equipamento.		
Substituição dos Filtros mais dispendiosos por uma solução mais económica.	Com a substituição dos Filtros laterais dos robôs de colagem (E14125, E14126, E14127), por Filtros com durabilidade similar, foi possível uma poupança semanal, média, de 220,25 €.	
Substituição dos Filtros com maior consumo no <i>Atelier</i> , e conseqüentemente, com a maior área ocupada em armazém, por uma solução mais sustentável.	Com a aplicação do sistema de placas em dois robôs de colagem, foi possível obter uma redução, média, de 508,80 € por semana. Desta forma, foi	Com a aplicação do sistema de placas em todo o <i>Atelier</i> , é expectável uma redução de 28 m ² no armazém. Por conseguinte, com a

	<p>desnecessária a eliminação dos Filtros deslocação dos Artesãos de gaveta, será ao posto de possível uma abastecimento, poupança semanal de resultando numa 1578 €, e ainda uma poupança semanal, redução semanal de estimada, de 17,20 €. 85€ com a eliminação Este sistema contribuiu, dos tempos de ainda, para uma redução de deslocamento. Desta de 76,32 kg de Filtros forma, está prevista enviados para aterro, o uma poupança de equivalente a uma 228,96 kg de Filtros poupança semanal, enviados para aterro, média, de 37,39 €. o equivalente a uma poupança semanal de 112,19 €. Com a futura otimização dos gabaritos, será possível obter um maior aproveitamento do espaço existente na gaveta de colagem, bem como uma redução no desperdício de cola.</p>
<p>Ajuste do processo de compra às necessidades do <i>Atelier</i>.</p>	<p>Com a aplicação do sistema de <i>KIT's</i>, foi possível obter uma redução de 14,75 m² de área ocupada em armazém. Com a eliminação das deslocações ao posto de abastecimento são poupados 23,84 €, em média, por semana. Existe, ainda, uma obrigatoriedade da substituição dos Filtros no dia correto, cumprindo-se a periodicidade de troca, bem como a colocação dos Filtros adequados em cada equipamento.</p>
<p>Organização da zona referente ao processo de colagem.</p>	<p>Foram melhoradas as condições de trabalho de forma visual, sustentada, limpa e segura e a motivação pessoal de cada Artesão.</p>
<p>Formação e sensibilização dos Artesãos para o processo de substituição dos Filtros.</p>	<p>Para que se consiga chegar até ao <i>Lean Production</i> é necessário encaminharmos os Artesãos até ao <i>Lean Thinking</i>. Assim sendo, a integração dos Artesãos e a explicação da importância das medidas implementadas, contribui para o aumento da motivação pessoal de cada um e para o cumprimento das rotinas pré-estabelecidas.</p>

Desta forma, é possível concluir que estes resultados estão enquadrados com o apresentado na revisão da literatura, permitindo comprovar a versatilidade e as vantagens das abordagens *Six Sigma*, *Lean* e *Green Manufacturing*. Neste sentido, o uso da metodologia DMAIC teve um papel determinante para atingir o objetivo proposto, providenciando uma abordagem sistemática e disciplinada.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

5.2 Propostas de trabalhos futuros


5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS






5.1 Conclusões

Com a constante evolução dos mercados e com o aumento da exigência dos clientes, é essencial que exista foco na melhoria contínua de processos, de modo a reduzir custos, eliminar desperdícios e aumentar a competitividade da empresa. Desta forma, as empresas foram forçadas a modificar as suas abordagens de gestão. A literatura suporta que as abordagens *Six Sigma*, *Lean* e *Green Manufacturing* contribuem para o desempenho económico, social e ambiental das organizações, encontrando o equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade. As conjugações destas filosofias originam uma vantagem competitiva para a empresa, e através da metodologia DMAIC foi possível a sua implementação no presente caso de estudo.

Com o término da presente dissertação, foram enumeradas as respetivas conclusões, com base nos objetivos previamente especificados. A Tabela 24 apresenta sumariamente as soluções e as medidas implementadas correspondentes a cada objetivo definido.

Tabela 24 – Conclusões

Objetivo	Medidas Implementadas	Status
Definição do problema e caracterização do processo de aquisição e substituição dos Filtros	Na fase <i>Define</i> da metodologia DMAIC foram definidos aspetos importantes à compreensão dos processos de coloração e colagem, os quais necessitam da utilização de Filtros. Foram definidas as tipologias de Filtros e as rotinas de substituição já existentes. Foi apresentado um <i>Project Charter</i> que reúne todas as informações essenciais ao projeto.	

Análise do espaço ocupado no armazém por Filtros e do consumo no <i>Atelier</i>	Na fase <i>Measure</i> da metodologia DMAIC, foi elaborado um plano de recolha de dados que permitiu medir a área ocupada em armazém pelos Filtros, bem como o seu consumo no <i>Atelier</i> . Foi possível identificar as tipologias que mais contribuíam para este aumento.	
Identificação e análise das causas do excesso de <i>stock</i> em armazém	Na fase <i>Analyse</i> da metodologia DMAIC, foram determinadas as causas do problema, através de um diagrama de <i>Ishikawa</i> .	
Desenvolvimento de propostas de melhoria que solucionem ou contribuam para a resolução do problema principal deste projeto	Na fase <i>Improve</i> da metodologia DMAIC, através do <i>Brainstorming</i> , foram elaboradas propostas de melhoria que permitem atingir o objetivo principal do Projeto.	
Implementação das soluções estudadas.	Na fase <i>Improve</i> da metodologia DMAIC, foi elaborado um plano de implementação das soluções. Posteriormente, procedeu-se à implementação das mesmas, com exceção do sistema de placas, que devido à escassez de material não foi possível a sua implementação no período de estágio.	
Análise e controlo das melhorias implementadas e quantificação de resultados.	Na fase <i>Control</i> da metodologia DMAIC, foi realizada uma análise das medidas implementadas e do seu impacto financeiro. Foi atingido o objetivo principal do projeto, que contribuiu para um futuro mais sustentável da organização.	

Conclui-se que, foi possível obter um impacto extremamente positivo na organização com a implementação das propostas de melhoria decorrentes desta dissertação. Foi possível aumentar a produtividade, melhorar o processo de colagem, reduzir o consumo de Filtros e de cola no *Atelier*, uniformizar o processo de substituição e de aquisição dos Filtros, e ainda, promover uma redução de custos e uma diminuição da pegada carbónica da empresa.

Prevê-se uma poupança anual de 42 193,84 € com as medidas implementadas, que poderá atingir 105 207 € com a implementação do sistema de placas e a eliminação total dos Filtros de gaveta. Para além disto, foi possível atingir o objetivo principal do projeto, com uma redução da área ocupada em armazém de 17,5 m² para 2,75 m². Com a aplicação de ambos os sistemas, será possível atingir um aumento de 77,73% na área útil em armazém e, ainda, uma redução do impacto ambiental da organização, com um decréscimo de 88,72% no envio de resíduos para aterro, que constitui uma poupança semanal de 112,19€.

Por tudo isto, é possível concluir que foi adquirido conhecimento na abordagem *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, bem como na conjugação de ambas as filosofias com o *Green Manufacturing*, necessário para o desenvolvimento e para o sucesso do caso de estudo presente nesta dissertação.

5.2 Propostas de trabalhos futuros

A implementação das placas nos restantes robôs de colagem e o estudo contínuo deste sistema, é definido com a primeira proposta de trabalho futuro, uma vez que acarreta ganhos elevados.

Posteriormente e inerente às placas, sugere-se a execução dos gabaritos para todas as peças inferiores a 1,5 milímetros de espessura, e a inserção deste processo no início da industrialização de um novo produto, aquando da execução das restantes ferramentas. Para além disto, sugere-se a otimização dos gabaritos através de um *software* de *nesting* e, ainda, a substituição do material atual por poliamida, facilitando a limpeza dos mesmos.

Por fim, é sugerida a implementação do comboio logístico no sistema de *KIT's*. Desta forma, os *KIT's* serão colocados num dos vagões e deixados nas linhas de produção correspondentes, otimizando o processo de abastecimento do armazém.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Shamkhani, M. T., & Maher, A.-S. (2013). *Managing, Controlling And Improving The Treatment Of Produced Water Using The Six Sigma Methodology For The Iraqi Oil Fields*. <https://stars.library.ucf.edu/etd/2508>
- Anand, K. V., & Babu, A. R. (2015). *Heuristic and genetic approach for nesting of two-dimensional rectangular shaped parts with common cutting edge concept for laser cutting and profile blanking processes*. *Computers & Industrial Engineering*, 80, 111-124.
- Andrady, A. L. (Ed.). (2003). *Plastics and the Environment*. John Wiley & Sons.
- 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>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through lean philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023-1030.
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Barbosa, B., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., & Campilho, R. D. S. G. (2017). Solving Quality Problems in Tyre Production Preparation Process: A Practical Approach. *Procedia Manufacturing*, 11, 1239–1246. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.250>
- Bellaiche, J. M., Mei-Pochtler, A., & Hanisch, D. (2010). *The new world of luxury: Caught between growing momentum and lasting change*. The Boston Consulting Group. Retrieved September 29, 2012.
- Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 24). www.materialstoday.com/proceedings2214-7853
- Biasotto, M. E. (2004). *Introdução a Polímeros (2aEdição)*. Rio de Janeiro: EDGARD BLÜCHER LTDA. ISBN: 9788521202479.
- Blaszczyk, R. L., & Pouillard, V. (2020). *Fashion as enterprise*. In *European fashion*. Manchester University Press.

- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2019). The eighth waste: non-utilized talent. *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publishers.
- Chandrasekaran, R., Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2019). Reduction of scrap percentage of cast parts by optimizing the process parameters. *Procedia Manufacturing*, 38, 1050–1057. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.191>
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Govindan, K., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K., & Mokhlis, A. (2017). A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Production Research*, 55(15), 4481–4515. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1266406>
- Cherrafi, A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Mishra, N., Ghobadian, A., & Elfezazi, S. (2018). Lean, green practices and process innovation: A model for green supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 206, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.09.031>
- Cheung, W. M., Leong, J. T., & Vichare, P. (2017). Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products. *Journal of Cleaner Production*, 167, 759–775. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.208>
- Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: An empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.080>
- Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2019). An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. *Production Planning and Control*, 30(5–6), 353–368. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>
- Correia, D., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 17, 663–671. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.115>
- Costa, T., Silva, F. J. G., & Pinto Ferreira, L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 13, 1104–1111. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171>
- Crippa, A. (2006). Estudo do desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas. Pós Graduação em Engenharia de Ciência dos Materiais. Paraná, Universidade Federal do Paraná, 151.
- Dambhare, S., Aphale, S., Kakade, K., Thote, T., & Borade, A. (2013). Productivity improvement of a special purpose machine using dmaic principles: A case study. *Journal of Quality and Reliability Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2013/752164>

- Desai, T. N., & Shrivastava, R. L. (2008, October). Six Sigma—a new direction to quality and productivity management. In Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (pp. 22-24). San Francisco, CA: Elsevier
- Dhanumalayan, E., & Joshi, G. M. (2018). Performance properties and applications of polytetrafluoroethylene (PTFE)—a review. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 1(2), 247-268.
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the order fulfilment process at A metalwork company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031-1038.
- Domingo, R., & Aguado, S. (2015). Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system. *Sustainability (Switzerland)*, 7(7), 9031–9047. <https://doi.org/10.3390/su7079031>
- Elena-lulia, V. (2020). Study on the personal luxury goods market. *Acta Marisiensis. Seria Oeconomica*, 14(2), 33–42. <https://doi.org/10.2478/amso-2020-0011>
- Elkeran, A. (2013). A new approach for sheet nesting problem using guided cuckoo search and pairwise clustering. *European Journal of Operational Research*, 231(3), 757-769.
- Erdil, N. O., Aktas, C. B., & Arani, O. M. (2018). Embedding sustainability in lean six sigma efforts. *Journal of Cleaner Production*, 198, 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.048>
- Fercoq, A., Lamouri, S., & Carbone, V. (2016). Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, 137, 567–578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.107>
- 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.
- Flaconnèche, B., Martin, J., & Klopffer, M. H. (2001). Permeability, diffusion and solubility of gases in polyethylene, polyamide 11 and poly (vinylidene fluoride). *Oil & Gas Science and Technology*, 56(3), 261-278.
- Freitas, A. M., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 1074-1084.
- Freitas, J. G., Costa, H. G., & Ferraz, F. T. (2017). Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A survey study. *Journal of Cleaner Production*, 156, 262–275. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.054>
- Gahleitner, M., & Paulik, C. (2017). Polypropylene and other polyolefins. In *Brydson's plastics materials* (pp. 279-309). Butterworth-Heinemann.

- Garza-Reyes, J. A. (2015). Lean and green—a systematic review of the state of the art literature. *Journal of Cleaner Production*, 102, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064>
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 200, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chen, F. F., & Wang, Y. C. (2017). Seeing green: achieving environmental sustainability through Lean and Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 2–6. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2017-0005>
- Gomes da Silva, F.J., Gouveia, R.M. (2020). Practices on Cleaner Production and Sustainability. In: Cleaner Production. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23165-1_7
- Guleria, P., Pathania, A., Sharma, S., & Sá, J. C. (2021). Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.177>
- Harper, C. A. (2006). Handbook of plastics technologies: the complete guide to properties and performance. McGraw-Hill Education.
- Harper, C. A., & Petrie, E. M. (2003). Plastics materials and processes: a concise encyclopedia. John Wiley & Sons.
- Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 208, pp. 99–116). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>
- Henderson, K. M., & Evans, J. R. (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. *Benchmarking: An International Journal*, 7(4), 260–282. <https://doi.org/10.1108/14635770010378909>
- Inman, R. A., & Green, K. W. (2018). Lean and green combine to impact environmental and operational performance. *International Journal of Production Research*, 56(14), 4802–4818. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1447705>
- Ioana, A. D., Maria, E. D., & Cristina, V. (2020). Case study regarding the implementation of one-piece flow line in automotive company. *Procedia Manufacturing*, 46, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.036>
- Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2020). Green Lean Six Sigma for sustainable development: Integration and framework. *Environmental Impact Assessment Review*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106396>
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>

- Kurowski, P. (2013). *Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2013*. SDC Publications, Schroff Development Corporation. <https://books.google.pt/books?id=rAKzqT4edh4C>
- Lee, V. H., Ooi, K. B., Chong, A. Y. L., & Lin, B. (2015). A structural analysis of greening the supplier, environmental performance and competitive advantage. *Production Planning and Control*, 26(2), 116–130. <https://doi.org/10.1080/09537287.2013.859324>
- Leme, R. D., Nunes, A. O., Message Costa, L. B., & Silva, D. A. L. (2018). Creating value with less impact: Lean, green and eco-efficiency in a metalworking industry towards a cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 196, 517–534. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.064>
- LVMH. (2022, January 3). <https://www.lvmh.com>.
- Maia, M., Pimentel, C., Silva, F., Godina, R., & Matias, J. (2019). Order fulfilment process improvement in a ceramic industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1436–1443. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.144>
- Maqbool, Y., Rafique, M. Z., Hussain, A., Ali, H., Javed, S., Amjad, M. S., Khan, M. A., Mumtaz, S., Haider, S. M., & Atif, M. (2019). An Implementation Framework to Attain 6R-Based Sustainable Lean Implementation - A Case Study. *IEEE Access*, 7, 117561–117579. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936056>
- Marinho, P., Pimentel, D., Casais, R., Silva, F. J. G., Sá, J. C., & Ferreira, L. P. (2021). Selecting the best tools and framework to evaluate equipment malfunctions and improve the OEE in the cork industry. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(4), 286.
- Marques, P. A. de A., & Matthé, R. (2017). Six Sigma DMAIC project to improve the performance of an aluminum die casting operation in Portugal. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(2), 307–330. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2015-0086>
- Melentiev R., Yudhanto A., Tao R., Vuchkov T., Lubineau G., Metallization of polymers and composites: State-of-the-art approaches, *Materials & Design*, Volume 221, 2022, 110958, ISSN 0264-1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.110958>.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mohan, J., Rathi, R., Kaswan, M. S., & Nain, S. S. (2021). Green lean six sigma journey: Conceptualization and realization. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.338>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Silva, F. J. G., & Amaral, I. (2019). Improving the machining process of the metalwork industry by upgrading operative sequences,

- standard manufacturing times and production procedure changes. *Procedia Manufacturing*, 38, 1713–1722. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.106>
- Monteiro, M. F. J. R., Pacheco, C. C. L., Dinis-Carvalho, J., & Paiva, F. C. (2015). Implementing lean office: A successful case in public sector. *FME Transactions*, 43(4), 303–310. <https://doi.org/10.5937/fmet1504303M>
- 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>
- Nagasawa, S. Y. (2009). Luxury Brand Strategy of Louis Vuitton-Details of Marketing Principles. *Waseda Business and Economic Studies*, 45, 21-40.
- 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, F. B., Forbes, H., Schaefer, D., & Syed, J. M. (2020). Lean principles in vertical farming: A case study. *Procedia CIRP*, 93, 712–717. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.017>
- 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.
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>
- Parente, R. A. (2006). Elementos estruturais de plástico reciclado. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Paul, J. (2015). Masstige marketing redefined and mapped :Introducing a pyramid model and MMS measure. *Marketing Intelligence and Planning*, 33(5), 691–706. <https://doi.org/10.1108/MIP-02-2014-0028>
- Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., & Sá, J. C. (2019). Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 103–121. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>

- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Implementation of lean methodologies in the management of consumable materials in the maintenance workshops of an industrial company. *Procedia Manufacturing*, 38, 975–982. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.181>
- Powell, D., Lundebj, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 53–64. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024>
- Prashar, A. (2014). Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(1), 103–126. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2013-0018>
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>
- Redeker, G. A., Kessler, G. Z., & Kipper, L. M. (2019). Lean information for lean communication: Analysis of concepts, tools, references, and terms. In *International Journal of Information Management* (Vol. 47, pp. 31–43). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.018>
- 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/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rodrigues, J., de Sá, J. C. V., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Santos, G. (2019). Lean management “quick-wins”: Results of implementation. A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 3–21. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1291>
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11, 1069–1076. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>
- 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, 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>
- Rosa, C., Silva, F., Pinto Ferreira, L., & Sá, J. C. (2019). Lean Manufacturing applied to the production and assembly lines of complex automotive parts. *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*, (Chapter 09: 189-224)
- Rosato, D. V. (2000). *Injection Molding Handbook* (3a edição). Springer Science & Business Media, 2012. ISBN: 9781461370772.

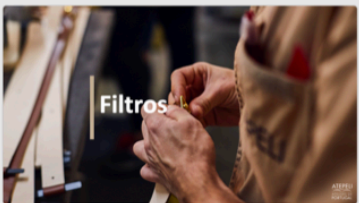
- Sivaraman, P., Nithyanandhan, T., Lakshminarasimhan, S., Manikandan, S., & Saifudheen, M. (2020). Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques. *Materials Today: Proceedings*, 33, 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.010>
- Soltan, H., & Mostafa, S. (2015). Lean and Agile Performance Framework for Manufacturing Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 2, 476–484. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.082>
- Souza, J. P. E., & Alves, J. M. (2018). Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2667–2682. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.144>
- 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., Coelho, A., Fontoura, P., Sá, J. C., Silva, F. J., Santos, G., & Ferreira, L. P. (2022). Combining lean and green practices to achieve a superior performance: The contribution for a sustainable development and competitiveness—An empirical study on the Portuguese context. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129047>
- Wu, Yinghan, Qiang Liu, Jie Fu, Qing Li e David Hui. 2017. "Dynamic crash responses of bio-inspired aluminum honeycomb sandwich structures with CFRP panels". *Composites Part B: Engineering* 121: 122-33.
- Zahraee, S. M., Toloie, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51, 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>
- Zameer, H., Wang, Y., & Yasmeen, H. (2020). Reinforcing green competitive advantage through green production, creativity and green brand image: Implications for cleaner production in China. *Journal of Cleaner Production*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119119>
- Zhang, Qiancheng, Xiaohu Yang, Peng Li, Guoyou Huang, Shangsheng Feng, Cheng Shen, Bin Han, et al. 2015. "Bioinspired engineering of honeycomb structure—Using nature to inspire human innovation". *Progress in Materials Science* 74: 332-400.
- Zhang, Yanqin, Qiang Liu, Zhaoheng He, Zhijian Zong e Jianguang Fang. 2019. "Dynamic impact response of aluminum honeycombs filled with Expanded Polypropylene foam". *Composites Part B: Engineering* 156: 17-27.

APÊNDICES


7.1 Apêndice A: Formação aos Artesãos

7 APÊNDICES

7.1 Apêndice A: Formação aos Artesãos




Filtros



Sistema de KIT's
Coloração e Robot's de Cola em Tapete

Periodicidade de Substituição


Facilita a manutenção dos Equipamentos;
Previne a inalação de partículas de cola e de tinta pelos Artesãos;
Melhora a qualidade dos processos;




Coloração Bancos e Cabines Colagem Robot de Tapete

Substituição duas vezes por semana: Quarta-feira e Sexta-feira

O armazém deixa em cada linha os KITS corretos para cada equipamento no dia de substituição.



Exceções ao Sistema de KITS Coloração





Os Kits à disposição de 2 em 3 semanas, sendo que o Kit deve ser passado duas vezes por semana, à quarta-feira e à sexta-feira.

Os Kits devem ser substituídos de 2 em 3 vezes, uma vez que não é utilizado o restante de cada novo equipamento.

Coloração Bancos e Cabines Colagem Robot de Tapete


Variações:






Sistema de Placas
Robot's de Cola

Processo Atual




Consumo de 600 Filtros semanais

ATERRO




Sistema de Placas Com gabaritos

- Colocar a Placa no Robot;
- Colocar os Gabaritos;
- Processo de colagem;
- Retirar os Gabaritos e colocar os mesmos no suporte de varagem;
- Colocação de um novo Gabarito e repetir o Processo.




Sistema de Placas Sem gabaritos

- Colocar a Placa no Robot;
- Colocar as peças;
- Processo de colagem;
- Retirar a Placa e colocá-la no suporte de varagem;
- Repetir o processo com uma nova Placa.




Sistema de Placas Com gabaritos


As Placas devem ser limpas no final do turno com o auxílio de um pano humedecido em álcool em spray que se encontram na base do Robot. Deve ser retirada a película de cola sempre que necessário ao longo do turno.



Recomendação



É importante a limpeza da zona de colagem, de forma a eliminar o desperdício de cola.



Juntos podemos contribuir para a melhoria dos processos e para um futuro mais sustentável!

