



ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

VÍTOR MIGUEL PEREIRA CARVALHO

Junho de 2021

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Vítor Miguel Pereira Carvalho

1150491

2020/2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS NUMA EMPRESA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Vítor Miguel Pereira Carvalho

1150491

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção grau de Mestre em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira.

2020/2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica





JÚRI

Presidente

Professora Doutora Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves

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

Orientador

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

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

Arguente

Professora Doutora Marlene Paula Castro Amorim

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

AGRADECIMENTOS

A presente Dissertação é o culminar de todo o conhecimento adquirido ao longo do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, onde tive o privilégio de conhecer muitas pessoas que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Gostaria de agradecer à Amcor Flexibles Porto pela oportunidade que me foi concedida de poder realizar este trabalho no seu departamento de produção e pela possibilidade de aplicar os meus conhecimentos.

Ao Mauro Pereira, Filipe Martins, João Dias, Hélder Lopes, Joana Teixeira e Anna Bandura por todo o apoio prestado para que este projeto fosse possível.

Ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, como meu orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pessoa fundamental, mostrando sempre uma grande disponibilidade, pronta ajuda, apoio e supervisão na realização deste trabalho.

A toda a minha família pelo apoio incondicional durante todo o meu percurso académico, transmitindo confiança e orgulho. Aos meus pais que sempre me suportaram e me incentivaram a seguir o meu próprio trajeto, mesmo a detrimento pessoal. O esforço exercido por vocês em todo o meu percurso, juntamente com os meus avós, é algo que nunca poderei repagar. Este trabalho é dedicado especialmente a vocês.

A todos os meus amigos e à Joana, um muito obrigado por me apoiarem e estarem ao meu lado nos momentos mais divertidos e também nos momentos mais difíceis.

PALAVRAS-CHAVE

Lean, Melhoria Contínua, DMAIC, 5S, Kanban, Standard Work

RESUMO

Com o avançar da tecnologia e o acesso à informação por parte dos *stakeholders*, as empresas encontram-se cada vez mais desafiadas a cumprir os seus objetivos com a maior exigência possível, de modo a satisfazer as necessidades do mercado, sem nunca esquecer a concorrência. Assim sendo, o objetivo da empresa trata-se de produzir o máximo com o mínimo, máxima qualidade e quantidade com os menores recursos, *lead times* e custos possíveis. A presente dissertação foi desenvolvida na Amcor Flexibles Porto, mais concretamente no departamento de produção. Os objetivos do departamento e da organização são de produzir, como já foi referido, máxima qualidade com o mínimo de recursos. Para tal, foram analisados vários processos dentro do ciclo produtivo da empresa relativamente ao desperdício gerado pelas atividades produtivas, com o registo de possíveis atividades e métodos de trabalho a alterar, que podem ter influência na redução do desperdício numa perspetiva de curto prazo.

De forma a possibilitar o cumprimento dos objetivos recorreu-se à metodologia *Lean*, aliado ao ciclo DMAIC, com a perspetiva de detetar e eliminar os desperdícios encontrados, assim como definir e controlar os métodos de trabalho corretos na tentativa de impedir erros.

As propostas de melhoria implementadas trouxeram ganhos na eliminação de movimentações desnecessárias, na organização do espaço de trabalho, na normalização de processos de trabalho, na criação de registos de trabalho, na redução do desperdício gerado pela passagem de emendas na ordem dos 62% e na redução das paragens relacionadas com cilindros em 20%.

KEYWORDS

Lean, Continuous Improving, DMAIC, 5S, Kanban, Standard Work

ABSTRACT

Nowadays with the technology evolution and the access to information from stakeholders, organizations find themselves challenged to deliver results with a great demand, in order to satisfy the needs of the market, never forgetting the competition. Therefore, the goal is to produce maximum quality with lower resources, lead times and costs. The following dissertation was developed at Amcor Flexibles Porto, specifically in the production department. The main objective of the department is to produce the maximum, using the minimum. To produce to the maximum capability, using the minimum amount of resources possible. In order to achieve that, various productive processes were analyzed and studied, with possible changes of either processes or work methods being pondered.

To apply these changes, Lean methodology was used, allied with the DMAIC cycle, with the intent of detecting and eliminating all detected waste sources, as well as redefining work methods to avoid mistakes.

The improvement proposals that were implemented resulted in the elimination of unnecessary movements, the organization of the workspace, the normalization of procedures, the creation of work registries, the reduction of waste related to the passage of emendations by 62% and the reduction of cylinder related stoppages by 20%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
DFFS	<i>Design for Six Sigma</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
OEE	<i>Overall equipment efficiency</i>
PDCA	<i>Plan, do, check, act</i>
PWM	<i>Perceived waste mapping</i>
SMED	<i>Single minute exchange of die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	Visual Stream Mapping

Lista de Unidades

m	Metro
---	-------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Lean</i>	Metodologia de trabalho que ambiciona eliminar o desperdício e promover a melhoria contínua.
<i>Standard Work</i>	Padrão, por norma refere-se à padronização/normalização de uma tarefa; Criar procedimentos de trabalho.
Ciclo DMAIC	Análise representada por cinco fases: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Ciclo de melhoria contínua
<i>Kanban</i>	Significa cartão. Coordena o fluxo de materiais e informação
<i>Kaizen</i>	Kai + Zen (Mudar para Melhor) o que se traduz em melhoria contínua.
<i>Setup</i>	Significa montagem de algo.
<i>Stock</i>	Quantidade total de matéria-prima ou de produto guardado em armazém.
<i>Spout</i>	Nome de algumas tampas usadas na zona de fabricação de sacos

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - METODOLOGIA <i>ACTION RESEARCH</i> (ADAPTADO DE (MOURATO ET AL., 2020)	28
FIGURA 2 - LOGO DO GRUPO AMCOR	29
FIGURA 3 - BENEFÍCIOS DO <i>LEAN</i> (ADAPTADO DE MELTON, 2005)	39
FIGURA 4 - TIPOS DE <i>KANBAN</i>	40
FIGURA 5 – FASES DO CICLO DMAIC (ADAPTADO DE BYRNE, 2003)	41
FIGURA 6 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA (ADAPTADO DE LILIANA, 2016)	44
FIGURA 7 - DIAGRAMA DE PARETO (ADAPTADO DE GROSFELD-NIR ET AL., 2007).....	45
FIGURA 8 – FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DA EMPRESA.....	49
FIGURA 9 - ZONA DE IMPRESSÃO	50
FIGURA 10 - ZONA DE LAMINAGEM	50
FIGURA 11 - ZONA DE CORTE	51
FIGURA 12 - EXEMPLO DE UMA MÁQUINA DE ALTA CADÊNCIA.....	52
FIGURA 13 - DESBOBINADOR	53
FIGURA 14 – DIVISÃO DO FILME.....	53
FIGURA 15 - MAXILAS LONGITUDINAIS	53
FIGURA 16 - MAXILAS TRANSVERSAIS	54
FIGURA 17 – ZONA DE CORTE	54
FIGURA 18 – SITUAÇÃO INICIAL DE PARAGENS RELACIONADAS COM CILINDROS	56
FIGURA 19 - ESTADO INICIAL DO ARMAZENAMENTO	57
FIGURA 20 - FONTES DE DESPERDÍCIO NA ZONA DE SACOS	60
FIGURA 21 - EXEMPLO DE UM TESTE DE FUGA	61
FIGURA 22 - REGISTO DE LIMPEZA DIÁRIO.....	63
FIGURA 23 - PARAGENS RELACIONADAS COM CILINDROS APÓS MELHORIA	63
FIGURA 24 - <i>KANBAN</i> DE DUAS CAIXAS.....	64
FIGURA 25 - ARMAZENAMENTO APÓS AÇÃO DE MELHORIA.....	65
FIGURA 26 - MÁQUINA DE CORTE EM <i>SETUP</i>	67
FIGURA 27 - PROGRAMA DE REGISTO DE PARÂMETROS NAS MÁQUINAS DE CORTE	68
FIGURA 28 - MUDANÇA DE LOCALIZAÇÃO DE UMA BOBINE	69
FIGURA 29 - DESPERDÍCIO GERADO POR TURNO	71
FIGURA 30 - DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO	72
FIGURA 31 - TEMPLATE DO CÁLCULO DE DESPERDÍCIO PELA PASSAGEM DE EMENDAS	75
FIGURA 32 - REALIZAÇÃO DE UM TESTE DE FUGAS A UM SACO.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE E MELHORIAS DE PROCESSOS	33
TABELA 2 - TIPO DE DESPERDÍCIO (ADAPTADO DE HASSAN, 2013)	38
TABELA 3 - PASSOS DO 5S (ADAPTADO DE RANDHAWA & AHUJA,2017)	39
TABELA 4 - APLICAÇÕES DO CICLO DMAIC	42
TABELA 5 - PROPOSTAS DE MELHORIA	55
TABELA 6 – ANÁLISE INICIAL DA PREPARAÇÃO DE CILINDROS.....	58
TABELA 7 - PROPOSTAS DE MELHORIA	62
TABELA 8 - PROPOSTAS DE MELHORIA NA ZONA DE PREPARAÇÃO	66
TABELA 9 -METROS DESPERDIÇADOS APÓS PASSAGEM DE EMENDA	71
TABELA 10 - DADOS RECOLHIDOS APÓS AÇÃO DE MELHORIA.....	73
TABELA 11 - EMENDAS DE COR VERMELHA	74
TABELA 12 - EMENDAS DE COR PRETA	74
TABELA 13 - ANÁLISE DOS RESULTADOS	77
TABELA 14 - ESTADO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	81
TABELA 15 - PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	82

ÍNDICE

RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XIII
GLOSSÁRIO DE TERMOS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
ÍNDICE.....	XXI
1 INTRODUÇÃO	27
1.1 Enquadramento do trabalho	27
1.2 Objetivos	27
1.3 Metodologia de investigação	28
1.4 Apresentação da empresa.....	29
1.5 Conteúdo e organização da dissertação	30
2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
2.1 Análise e melhoria de processos.....	33
2.2 Lean Manufacturing.....	37
2.2.1 5S.....	39
2.2.2 Kanban.....	40
2.2.3 Kaizen	40
2.3 Ciclo DMAIC.....	41
2.4 Ferramentas da qualidade.....	44
2.4.1 Diagrama de causa-efeito.....	44
2.4.2 Diagrama de Pareto.....	45

3	ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....	49
3.1	Análise e mapeamento dos processos	49
3.1.1	Processo de Impressão	49
3.1.2	Processo de Laminagem	50
3.1.3	Processo de Corte.....	51
3.1.4	Processo de fabrico de sacos.....	52
3.2	Identificação de problemas	55
3.2.1	Cilindros com vários problemas	55
3.2.2	Veios danificados.....	56
3.2.3	Desorganização do espaço de trabalho.....	57
3.2.4	Falta de registos de trabalho	57
3.2.5	Normalização de processos	59
3.2.6	Organização do espaço.....	59
3.2.7	Desperdício do processo produtivo na zona de fabricação de sacos	60
3.3	Propostas de melhoria	62
3.3.1	Limpeza de cilindros	62
3.3.2	Implementação de um sistema kanban	64
3.3.3	Reorganização do espaço de trabalho	65
3.3.4	Implementação de registo de trabalhos	66
3.3.5	Criação de procedimentos para o <i>setup</i> de cada máquina	67
3.3.6	Criação de um sistema de registo para os parâmetros utilizados.....	68
3.3.7	Registo de mudanças de localização de cada bobine.....	69
3.3.8	Aplicação do ciclo DMAIC para melhorar o desperdício do processo	70
3.3.9	Testes de fuga a sacos produzidos	76
3.4	Análise dos resultados	77
4	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	81
4.1	Principais contributos do trabalho.....	81
4.2	Trabalhos Futuros	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICES.....	95
	Apêndice A – Registo de limpeza.....	95
	Apêndice B – Registo de trabalho.....	96
	Apêndice C – Setup Panthere.....	97

Apêndice D – Mudança de localização de bobines.....	100
Apêndice E – Registo de testes de fuga	102

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do trabalho

1.2. Objetivos

1.3. Metodologia de Investigação

1.4. Apresentação da empresa

1.5. Conteúdo e organização da dissertação

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada de forma introdutória a descrição do contexto em que o estágio se realizou. É apresentado o enquadramento do projeto, a empresa em que o estágio foi realizado, assim como o motivo para a sua realização, os objetivos delineados para o estágio e, por fim, a apresentação da estrutura da dissertação de forma a orientar o leitor.

1.1 Enquadramento do trabalho

No final do percurso realizado no Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, é necessário que cada aluno realize a sua dissertação, sendo que esta pode ser realizada em ambiente académico ou ambiente empresarial/industrial.

A seguinte dissertação é o relatório de um projeto desenvolvido na empresa Amcor Flexibles Porto Lda (AF Porto), entre dia 9 de Novembro de 2020 e 6 de Junho de 2021.

A AF Porto está localizada em Seixezelo, Vila Nova de Gaia e é líder mundial na fabricação de todo o tipo de embalagens de plástico flexíveis, especialmente para o mercado alimentar.

Nos dias de hoje, com mercados cada vez mais competitivos, é fundamental que os custos e prazos de entrega de uma empresa sejam menores e a qualidade do seu produto cada vez maior, daí a constante necessidade de haver melhorias nos seus processos. De forma a atingir estes objetivos, devem ser realizadas mudanças suportadas com ferramentas devidamente usadas para o propósito delineado. Estes factos são cada vez mais prevalentes na produção de embalagens e no mercado alimentar, com a necessidade de reduzir ou eliminar desperdícios prevalente em todas as organizações, junto com a preocupação atual em ser uma empresa consciente em termos ambientais. A AF Porto vai de encontro a estes objetivos, procurando adquirir vantagens face à sua competição onde seja possível, desde o início do processo de encomenda de matéria-prima até à expedição final do produto acabado.

1.2 Objetivos

O objetivo da presente dissertação é realizar um estudo ao processo produtivo de embalagens flexíveis, de propor e implementar mudanças de forma a melhorar o seu processo de produção. Esta implementação de melhorias vem suportada pelo uso de ferramentas e conceitos de *Lean Manufacturing*.

Inicia-se o processo com uma primeira observação dos processos produtivos a analisar. Define-se depois a metodologia de análise a utilizar no processo escolhido, realiza-se uma análise do estado atual do processo e prossegue-se posteriormente com a implementação e controlo das propostas de melhoria decididas.

1.3 Metodologia de investigação

De forma a realizar o presente relatório, foi escolhida a metodologia Action Research (ver Figura 1). A AR consiste em sete passos: selecionar o foco de estudo, selecionar e dissecar a teoria, desenvolver perguntas de pesquisa, armazenar dados, analisar os mesmos dados, reportar os resultados obtidos e tomar ações baseadas nos resultados (Mourato et al., 2020).

A metodologia foi usada pela primeira vez em 1946 por Lewin, tendo como objetivo o envolvimento de todos os elementos envolvidos na investigação, tendo por base a filosofia “*aprender fazendo*” e o facto de essa colaboração se basear numa relação inclusiva e participativa, facilitando assim a transformação da realidade atual e a respetiva produção de conhecimento (Lopes et al., 2020).

De forma a resolver os problemas detetados, é necessária a modificação dos comportamentos dos colaboradores da organização. Apesar de os colaboradores não serem os objetos de estudo, são uma parte importante para a sua mudança (Catterall, 2000). O foco na presente metodologia é a ação que origina uma mudança na organização.



Figura 1 - Metodologia Action Research (adaptado de (Mourato et al., 2020))

Os passos vão sendo elaborados consoante a evolução do projeto, permitindo assim uma ligação entre cada etapa do trabalho e a etapa correspondente da metodologia. A AR foca-se na construção de teorias de investigação que podem ser aplicadas em situações reais de forma a responder às necessidades de uma organização (Eden & Ackermann, 2018; Silva et al., 2021).

Relativamente ao primeiro passo, o foco do estudo foi definido como a análise do processo de produção de sacos. Para se atingir o objetivo, foi feita a pesquisa de suporte teórico ao trabalho, tal como indica o segundo passo. Do terceiro passo em diante, será analisado o processo usando ferramentas *Lean* tendo em conta as ineficiências ou erros detetados. Seja a aplicação de conceitos 5S, gestão visual, seis sigma. A combinação destas atividades e ferramentas permitem a melhoria ambicionada.

1.4 Apresentação da empresa

A Amcor (ver Figura 2) foi fundada em 1860 na Austrália por Samuel Ramsden, na altura como Australian Paper Manufacturers. Nos anos 70 e 80, a Amcor adicionou uma variedade de interesses na área de embalagem e, portanto, parou de ser apropriado o nome APM e passou a ter o nome de Amcor Limited. Em 2000, a Amcor desassocia-se de vez do mercado de papel e dedica-se exclusivamente ao fabrico de embalagens, o que despoletou um grande crescimento que culminou na aquisição de partes da Alcan em 2010. Em 2019, adquire a Bemis Company, posicionando-se ainda mais no topo do fabrico de embalagens de plástico. Na maioria dos casos, cada unidade de negócio esta especializada numa área especializada do setor de embalagens, de forma à Amcor oferecer aos seus clientes os padrões mais elevados de inovação, um serviço viável e cooperações construídas com base na excelência. O grupo conta com mais de 50.000 colaboradores, e tem mais de 250 fabricas em mais de 40 países (Amcor , 2021).

A Amcor Flexibles Porto foi fundada em 1950 pelo Eng.º Júlio Neves, então com o nome SPLC – Sociedade Portuguesa La Cellophane. Passou por vários grupos, até em 2010 ser adquirida pelo grupo Amcor, passando a ter o atual nome de Amcor Flexibles Porto. Atualmente, a empresa tem disponíveis máquinas de extrusão, impressão, laminagem, corte e fabricação de sacos, junto de equipamentos de teste para assegurar a qualidade do produto acabado. A empresa tem cerca de 300 colaboradores, a maioria divididos em três turnos, de forma a laborar 24/24h.



Figura 2 - Logo do Grupo Amcor

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

O presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos.

O primeiro, denominado “Introdução”, onde é descrita a motivação do trabalho, os objetivos propostos, a metodologia utilizada ao longo do trabalho e uma descrição da entidade acolhedora do estágio.

O segundo, designado por “Revisão da Literatura e Fundamentação Teórica”, onde se realiza a revisão bibliográfica das ferramentas e conceitos utilizados durante o desenvolvimento do projeto.

No terceiro capítulo, intitulado de “Análise e Melhoria dos Processos de Produção”, é realizada a recolha de dados e de informação relevante dos processos a estudar, de modo a perceber que alterações poderão ser apresentadas e quais as possíveis melhorias a implementar. Neste capítulo ainda se encontram essas mesmas propostas de melhoria detalhadas.

No quarto capítulo, apresentam-se as “Conclusões e Trabalhos Futuros”, onde se discute o trabalho realizado e possíveis implementações futuras.

Nas “Referências Bibliográficas” são apresentadas as referências utilizadas no suporte da realização do trabalho.

No final são apresentados os “Apêndices” elaborados no âmbito da dissertação.

2. REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Análise e melhoria de processos

2.2. Lean Manufacturing

2.3. Ciclo DMAIC

2.4. Ferramentas da qualidade

2 REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Análise e melhoria de processos

A competição global que está presente atualmente levou a que cada vez mais haja produtos com um ciclo de vida pequeno e incerto. Clientes e tecnologias com métodos inovadores que requerem uma resposta rápida e baixos custos simultaneamente têm aumentado rapidamente. A filosofia *Lean* é um método de eliminação de desperdício através da criação de uma cultura de melhoria onde podem ser usadas ferramentas *Lean* de forma a resolver problemas e a ter melhorias constantes de forma a criar sustentabilidade (Nandakumar et al., 2020).

Na Tabela 1, realizou-se a descrição de alguns exemplos de implementação de ferramentas *Lean*. A escolha destes artigos foi feita de forma a serem recentes e a terem melhorias explícitas de forma quantitativa.

Tabela 1 – Análise e melhorias de processos

Autor	Descrição
(Phruksaphanrat, 2019)	Neste trabalho realizou-se a melhoria da eficiência de uma máquina na indústria têxtil, na Tailândia. Utilizou-se a metodologia <i>Lean</i> com o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar), uma ferramenta de solução de problemas. A utilização da mesma permitiu um aumento da eficiência em 12 pontos, de 52,05% para 64,06%.
(Chávez et al., 2019)	Neste trabalho foram utilizadas várias ferramentas Lean como Value Stream Mapping (VSM), junto de ferramentas de melhoria contínua como <i>Kaizen</i> e 5S. A utilização das mesmas permitiu a redução de desperdício no processamento de batatas no Perú. Na validação e na eficiência, verificou-se um aumento de 89% e de 72% respetivamente.
(Dias et al., 2019)	Neste trabalho, foi realizada uma análise ao processo de atendimento numa empresa metalúrgica em Portugal. Usou-se as ferramentas VSM e <i>Perceived Waste Mapping</i> (PWM). Este último método permitiu uma estimativa do

	valor do rácio entre as horas de valor acrescentado e o total de horas trabalhadas. O valor estimado foi 30%, distante dos 84% registados nos arquivos anteriores.
(Rodrigues et al., 2020)	Neste trabalho foi realizada uma análise de desperdícios numa empresa do setor automóvel em Portugal. Foi criada uma aplicação de forma a gerir e reportar o desperdício. Desta forma, foi possível melhorar a confiabilidade em 76% e reduzir o tempo passado em ações relacionadas ao desperdício em 75%.
(Vieira et al., 2019)	Este trabalho foi realizado numa empresa metalúrgica em Portugal. Foram utilizadas ferramentas de forma a reduzir o desperdício num processo de perfilagem fria, numa população de cinco máquinas, com o SMED. A implementação da ferramenta resultou numa redução do tempo de <i>setup</i> e no aumento de 10,8% no <i>Overall Equipment Efficiency</i> (OEE).
(Sousa et al., 2019)	Este trabalho foi realizado numa empresa de cortiça em Portugal. De forma a reduzir tempos de <i>setup</i> e melhorar a flexibilidade dos processos, foi usada a metodologia SMED, VSM, A3 e usada a métrica OEE. A implementação das ferramentas resultou numa redução do tempo de <i>setup</i> em 43%.
(Chan & Tay, 2018)	Neste artigo foram analisados dois eventos <i>kaizen</i> numa empresa de impressão na China. Através da participação destes eventos, em que se aplicaram técnicas de <i>line balancing</i> , <i>standardized work</i> e <i>standardized layout</i> , foi possível determinar que a aplicação de certas combinações de ferramentas <i>Lean</i> resulta num aumento de produção em volta dos 10-30%.
(Kumar et al., 2020)	Este trabalho foi realizado numa linha de produção de bielas, na Índia. Foi usada a metodologia <i>Lean</i> Seis Sigma, assim como o ciclo DMAIC de maneira a reduzir o número de produtos defeituosos. A implementação destas ferramentas permitiu uma redução de 3,87% nas peças defeituosas e um aumento na capacidade de processo, assim como na performance do processo.
(Mourato et al., 2020)	Este trabalho foi realizado numa empresa de fabrico de autocarros em Vila Nova de Gaia, Portugal. O estudo demonstrou que a implementação de técnicas <i>Lean</i> , como o sistema de cartões <i>kanban</i> implementado, numa linha

	de montagem de autocarros pode levar ao aumento da consistência do fornecimento à linha, assim como pode levar ao aumento das condições de trabalho.
(Martins et al., 2020)	O trabalho foi realizado numa empresa de cortiça em Portugal. Incide na melhoria dos processos logísticos internos da empresa, através do mapeamento dos processos e deteção de tempos que não adicionam valor, assim como o estudo das suas causas e impactos. O uso da filosofia <i>Lean</i> permitiu a sugestão de sugestões de melhoria, que resultou no aumento do espaço de armazenamento em 12%.
(Cordeiro et al., 2020)	Este estudo foi realizado numa empresa que fornece serviços de manutenção a hospitais em Portugal. Depois de se observarem os problemas, foram usadas ferramentas <i>Lean</i> como 5S, gestão visual e <i>One Point Lesson</i> (OPL) de forma a promover mudanças no comportamento dos trabalhadores e melhorar as condições de segurança do seu trabalho. O resultado foi a redução em 80% do tempo de procura de materiais e 40% de melhoria nas auditorias 5S. Adicionalmente, 83,4% dos trabalhadores concordam que o ambiente de trabalho melhorou.
(Lopes et al., 2020a)	Este artigo foi realizado numa empresa do setor automóvel em Portugal. O processo de produção de tubos de ar condicionado foi analisado, e detetado uma geração de desperdício grande. Foram implementadas ferramentas <i>Lean</i> , diagramas de Pareto e diagrama de <i>Ishikawa</i> . O resultado foi a redução de desperdício em 12%, e o aumento de produtividade em três referências diferentes produzidas pela mesma máquina.
(Ferreira et al., 2019)	Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia combinada entre em ferramentas <i>Lean</i> e o ciclo DMAIC (iLeanDMAIC). É uma metodologia de solução de problemas que melhora os processos. Foi desenvolvida numa empresa do setor da madeira e permitiu a redução do tempo de troca de máquina de 39 para 17 minutos, uma redução de 44%.
(Alves et al., 2020)	Este trabalho foi realizado numa empresa do setor industrial em Portugal. O objetivo do trabalho passou por melhorar os processos de embalagem e rotulagem da empresa, identificados como <i>bottlenecks</i> principais da

	fábrica. Com a implementação de ferramentas <i>Lean</i> de forma a agilizar os processos, seguido da sua automatização, foi possível atingir poupanças na ordem dos 12432€ anuais. Também foi possível reduzir tempos de ciclo em 42,9%.
(Tortorella et al., 2017)	Neste trabalho foi aplicada a técnica VSM numa unidade de esterilização de uma unidade de saúde pública no Brasil. São demonstrados os benefícios observados, como a redução de desperdícios, níveis de inventário e <i>lead times</i> de produção.
(Pombal et al., 2019)	Neste trabalho, foram implementadas metodologias <i>lean</i> na gestão de material consumível da secção de manutenção de uma empresa em Portugal. De forma a reduzir o volume o volume de matérias e a sua reorganização, foram usadas ferramentas <i>lean</i> como 5S, gestão visual, <i>kanban</i> . Graças à implementação destas ferramentas, foi possível reduzir o tempo de procura de material em 70% e uma redução do tempo preciso para repor material, na ordem dos 50%.
(Venkat Jayanth et al., 2020)	Neste trabalho, realizado na Índia, é implementado <i>lean</i> na indústria eletrónica. O objetivo principal passou por mostrar os resultados da implementação de <i>lean</i> como uma metodologia, através da redução de erros e a melhoria da qualidade. Usaram-se ferramentas como DMAIC, 5S e VSM, resultando na redução do lead time em 31.4% e no aumento da produtividade em 23%.
(Mulugeta, 2020)	Neste trabalho desenvolvido na Etiópia, foram implementadas metodologias <i>lean</i> de forma a melhorar a produtividade ao minimizar ou eliminar problemas e desperdícios detetados. Com o uso de ferramentas como o estudo de movimentos, <i>standard work</i> e <i>line balancing</i> , foi possível reduzir o tempo de ciclo em 32.73%, reduzir o <i>lead time</i> de produção em 11.8% e aumentar a produtividade em 16.66%.

Na Tabela 1, é possível ter uma noção da importância da análise e melhoria dos processos produtivos. Foi possível observar que, através da aplicação das ferramentas *lean*, foi possível obter melhorias significativas para as empresas em questão. E por esta razão que se demonstram interessantes para o desenvolvimento deste projeto, visto que se pretende analisar e melhorar os processos numa empresa de plásticos.

2.2 Lean Manufacturing

O *Lean* nasceu no Japão nos anos 40, dentro da Toyota. O *Toyota production system*, foi concebido tendo o objetivo de produzir com um fluxo contínuo que não depende em produções longas para ser eficiente. Foi baseado em reconhecer que uma pequena fração do total do tempo e esforço dos processos adicionam valor ao cliente final. No mundo ocidental, a produção era geralmente feita com um grande volume de produtos standardizados com o mínimo de trocas de produtos. Naquela altura, devido à Segunda Guerra Mundial, era impossível para a Toyota adotar este sistema produtivo. Com esta restrição, Taiichi Ohno e outros elementos da empresa impulsionaram a metodologia *lean*, começando com o seu desenvolvimento em 1940 e terminando por volta do ano de 1980 (Melton, 2005; Neves et al., 2018).

O *Lean Production* pode-se definir por estes 5 pontos (Wilson, 2010):

- Tem o foco no controlo de quantidades de forma a reduzir custos pela redução de desperdício;
- Tem uma forte base na qualidade do processo e do produto;
- É totalmente integrativo;
- Está em constante evolução;
- É perpetuado por uma forte e saudável cultura organizacional que é gerida de forma contínua, conscienciosa e consistente.

O sistema pretende minimizar o desperdício ao longo da sua cadeia de valor e, no processo, gerar mais valor para os clientes. Os seus principais objetivos são a redução de custos, a eliminação do desperdício e o aumento das responsabilidades dos operários (Ribeiro et al., 2019; J. P. Womack & Jones, 1997).

Selecionar as mudanças apropriadas a realizar no chão de fábrica é uma grande responsabilidade para os gestores de produção. A adoção de ferramentas de LM está associada à melhoria de performance operacional, seja em termos de qualidade, produtividade, eficiência ou tempos de entrega (Dombrowski et al., 2017; Dresch et al., 2019; Klimecka-Tatar, 2017). O objetivo do LM é a melhoria contínua dos processos de produção, ao contrário das metodologias anteriores. O LM encoraja todos os colaboradores a resolver os seus próprios problemas nos seus espaços de trabalho, dando assim responsabilidade e poder aos colaboradores para parar o processo quando detetam defeito ou anormalidades no processo (Sim & Rogers, 2008; Vinodh et al., 2014).

O uso da metodologia facilita a identificação eficiente de problemas, na análise de causas raiz, na resolução e prevenção de problemas. Ao mesmo tempo, é expectável que a resolução de problemas de processo efetiva melhore a qualidade do processo (Marodin et al., 2018).

Podemos concluir então que o LM ambiciona reduzir ou eliminar qualquer desperdício no processo. Segundo (Ohno, 1988), estes desperdícios (*muda*) estão divididos em 7 partes distintas, como podemos observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Tipo de desperdício (Adaptado de Hassan, 2013)

Desperdício	Caraterização
Sobreprodução	Produção feita nem para um cliente em específico nem para o desenvolvimento de um produto. Resumidamente, um processo que não adiciona valor.
Tempo de espera	Enquanto pessoas, equipamento ou produto se encontram à espera, não se cria valor para o cliente.
Transporte	Movimento do produto desnecessário para várias localizações. Se o produto se encontra em movimento, não cria valor para o cliente.
Excesso de processamento	Quando um passo de um processo particular não adiciona valor ao produto
Inventário	Armazenamento desnecessário do produto ou matérias-primas é considerado desperdício de dinheiro.
Movimento	Movimento excessivo de informação ou pessoas que operam na manufatura do produto. Se estiverem em movimento, não criam valor para o cliente.
Defeitos	Erros durante o processo requerem retrabalhar sobre o produto ou a geração de desperdício do produto.

De forma a implementar a metodologia LM, é necessário compreender os seus cinco conceitos fundamentais (J. Womack & Jones, 1996):

1. Especificar o valor do produto final a partir do ponto de vista do cliente;
2. Identificar o *value stream* do produto, através da análise de todos os processos desde o design à entrega do produto;
3. Executar produção com bom fluxo, minimizando desperdícios;
4. Usar um sistema *pull* que signifique produzir apenas a quantidade de produto requerida pela procura do mercado;
5. Ambicionar e procurar a perfeição.

Segundo (Melton, 2005), os benefícios da implementação do LM (ver Figura 3) estão bem documentados nas indústrias, sendo que se destacam as seguintes:

- Redução do *lead time* para o cliente;
- Redução de *stock* para o cliente;
- Aumento de conhecimentos de gestão;
- Processos mais fortes.



Figura 3 - Benefícios do *Lean* (adaptado de Melton,2005)

2.2.1 5S

A filosofia 5S foi desenvolvida igualmente na Toyota e foi formalmente apresentada no final dos anos 60, sendo introduzido e implementado no TPS. É uma metodologia que permite a construção e implementação de uma cultura de qualidade na organização. Uma empresa bem organizada, com permite que haja um ambiente de produção seguro e eficiente, o que aumenta a moral dos colaboradores, promove o sentimento de responsabilidade e orgulho no trabalho. Os passos 5S (ver Tabela 3) têm exatamente o propósito de melhorar a eficiência, melhorar a performance e promover melhoria contínua em todos os segmentos da organização, permitindo criar um ambiente de sucesso (Randhawa & Ahuja, 2017).

Tabela 3 - Passos do 5S (adaptado de Randhawa & Ahuja,2017)

5S	Caraterização
<i>Seiri</i>	Remover itens desnecessários do espaço de trabalho.
<i>Seiton</i>	Arrumar os itens necessários de forma que seja de fácil acesso e de fácil armazenamento.
<i>Seiso</i>	Limpar o espaço de trabalho de forma a não haver sujidade no chão ou no equipamento.
<i>Seiketsu</i>	Manter bons níveis de limpeza e de organização do espaço.
<i>Shitsuke</i>	Tornar as práticas 5S parte da rotina de todos os colaboradores da organização.

Ao basear a sua implementação na melhoria de qualquer atividade, com ênfase forte na gestão visual, a metodologia permite a melhoria da performance do sistema, pois ajuda a reduzir o tempo preciso para realizar uma tarefa que adicione valor. Isto, por sua vez, permite o aumento da produtividade e qualidade dos processos (Costa et al., 2018).

2.2.2 Kanban

O *kanban* tem como objetivo iniciar o processo de produção, ou seja, “puxa-o” e autoriza a produção, é também através dele que são diluídas as ordens pelos diferentes postos de trabalho, no entanto o cliente controla o fluxo, pois é o seu pedido que controla e autoriza a produção. Este sistema é muito utilizado para pequenos lotes, sendo cada lote armazenado e transportado com um cartão *kanban* para o próximo centro/posto de produção. Este sistema apoia o controlo e a localização da produção, sendo sempre a requisição do consumidor o elemento que inicia o *pull system* (Ferreira et al. 2019).

Neste momento há dois tipos de *kanban* numa unidade de perceção, e podem ser observadas na Figura 4.

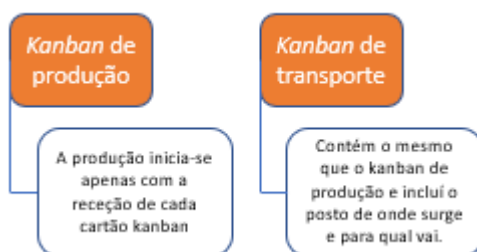


Figura 4 - Tipos de *kanban*

2.2.3 Kaizen

A palavra *kaizen* em japonês significa “bom”, “mudar” ou “melhoria” (Knechtges & Decker, 2014). Knechtges & Decker (2014) dizem ainda que é um conjunto de práticas focadas na qualidade da melhoria contínua. O agente central do *kaizen* é a análise rápida dos componentes pequenos e gerenciáveis de um problema, e a rápida implementação de uma solução com reavaliação contínua e em tempo real.

O *kaizen* traz benefícios qualitativos e quantitativos a uma organização, incluindo poupança de dinheiro e tempo com um custo de inventário reduzido, que ajuda a melhorar o processo de trabalho. Há três tipos de capacidades organizacionais que influenciam positivamente a implementação da metodologia *kaizen* na empresa. A primeira é encorajar os trabalhadores a aprender e melhorar o processo de forma independente. A segunda é a habilidade de facilitar comunicações multifuncionais que permitem às empresas implementar inovações incrementais em toda a organização (Chan & Tay, 2018; Rosa et al., 2017).

As melhorias efetuadas durante a procura da continua melhoria dos processos envolvem a participação de toda a organização e dependem deles para o sucesso da sua implementação. Os seus principais benefícios, segundo Manos (2007), são:

- Poupança de dinheiro
- Poupança de tempo
- Menor distância percorrida
- Menor necessidade de colaboradores
- Tempo de ciclo reduzido
- Menos etapas no processo
- Redução do stock

2.3 Ciclo DMAIC

O ciclo DMAIC consiste na implementação de 5 etapas diferentes, sendo similar em termos de implementação do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) de Deming e ao *Seven Step* de Juran e Gryna. A sua implementação com sucesso é um fator importantíssimo do programa seis sigma, pois a sua boa implementação acaba por resultar na identificação e resolução de problemas de processo (Acosta-Vargas et al., 2021; Uluskan & Oda, 2020).

A primeira fase do seu ciclo é o *Define*. Nesta fase ocorre a escolha da equipa de projeto, a identificação do objetivo do projeto e definido um *timeline* para a sua implementação. A segunda fase (*Measure*) envolve o recolhimento de dados, ou medição da situação inicial de forma a evidenciar o problema em factos concretos. A terceira fase (*Analyse*) consiste na análise dos dados recolhidos de forma a encontrar as causas raiz dos problemas. A fase seguinte (*Improve*), é onde se pretende realizar mudanças e eliminar as causas raiz encontradas na fase anterior. Na última fase (*Control*), é feito o controlo do processo, de forma que não reverta ao seu estado inicial. Estas fases encontram-se resumidas na Figura 5 (Byrne, 2003).

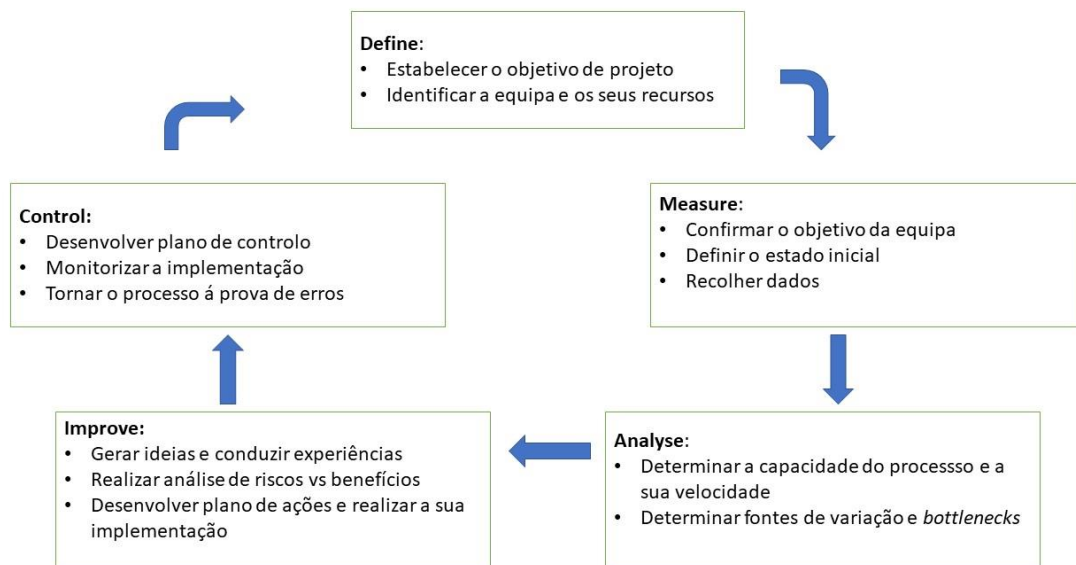


Figura 5 – Fases do ciclo DMAIC (adaptado de Byrne, 2003)

Na Tabela 4, estão resumidos vários casos em que ocorreu a implementação do ciclo DMAIC em diversas áreas de estudo.

Tabela 4 - Aplicações do ciclo DMAIC

Autor	Descrição
(Barbosa et al., 2017)	Este trabalho foi realizado numa empresa da indústria automóvel em Portugal com o objetivo de melhorar a performance e a qualidade do produto. Foi utilizado o ciclo DMAIC de forma a estruturar a análise e a fazer a identificação das diferentes causas que afetam negativamente o processo estudado. A implementação resultou numa redução no número de não-conformidades e no aumento da qualidade em 41%.
(T. Costa et al., 2017)	Este artigo foi desenvolvido numa empresa da indústria automóvel em Portugal com o objetivo de melhorar o processo de extrusão de dois semi-produtos da empresa usando o ciclo DMAIC. A implementação resultou numa redução em 0.89% de trabalho extra gerado pelo sistema num dos processos, e na redução das despesas relacionadas com a qualidade em cerca de 165.000€.
(Volume, 2006)	Este artigo foi desenvolvido numa empresa da indústria automóvel na Eslovénia com o objetivo de melhorar a qualidade de processos através da implementação do ciclo DMAIC. Foram atingidos os objetivos delineados no início do projeto com uma redução do tempo de produção em 38% e das despesas relacionadas com trabalho em 59%.
(Cesarelli et al., 2021)	O trabalho, realizado numa unidade de cuidados intensivos em Itália, procura melhorias na gestão de recém-nascidos através de medidas corretivas de forma a reduzir a colonização de germes e identificar as relações entre a colonização de bactérias com o número de procedimentos e a duração do internamento. A implementação do ciclo DMAIC permitiu a confirmação quanto aos germes, guiando agora uma melhor gestão de recém-nascidos, resultando numa redução de custos para o hospital.
(Improta et al., 2017)	O trabalho foi realizado num hospital em Itália, com o objetivo de implementar o ciclo DMAIC para melhorar a qualidade e reduzir custos relacionados com a mudança de perna prostética ao reduzir a estadia dos pacientes. Foi colecionado o tempo de estadia de 148 pacientes e através da implementação do ciclo foi reduzido o tempo de estadia em 42%, de 14,2 para 8,3 dias.

(Hakimi et al., 2018)	O trabalho, realizado numa fábrica de produção de iogurtes no Irão com o objetivo de melhorar a qualidade do processo de produção de iogurtes. A implementação do ciclo DMAIC permitiu a deteção e controlo de dois fatores significantes nos valores de pH do iogurte, de forma a cumprir rigorosamente as exigências do cliente final.
(Tsarouhas, 2020)	Este trabalho foi realizado numa empresa de produção de sacos na Grécia com o objetivo de medir e melhorar a eficiência do sistema. A implementação do ciclo DMAIC permitiu a deteção e estimação de índices de gestão produtiva de forma a definir pontos críticos na linha de produção. Isto resultou na avaliação de vários pontos a melhorar no processo e na proposta da implementação dos passos de forma a reduzir paragens não planeadas, falhas de equipamento e a redução dos custos gerais de manutenção.
(Maia et al., 2019)	Este trabalho foi realizado numa empresa da indústria cerâmica em Portugal com o objetivo de analisar e melhorar os processos de atendimento de processos, que estava em deterioramento depois da implementação de um novo processo de produção. Com o uso do ciclo DMAIC, foi possível obter uma melhoria de 30% em relação á capacidade de processo, assim como uma redução de 30% na percentagem de ordens de processo atrasadas.

Como observamos na tabela anterior, a aplicação ou uso do ciclo DMAIC permite a identificação de problemas em várias áreas. A resolução dos problemas torna-se mais fácil com a identificação concreta dos problemas e permite uma implementação correta da proposta de melhoria, gerando os resultados observados nos casos de estudo observados.

2.4 Ferramentas da qualidade

A implementação de um projeto que envolve o uso do ciclo DMAIC para assistir na melhoria do processo, requer o uso de ferramentas da qualidade de forma a identificar e analisar os problemas observados. Nos pontos seguintes, é feita uma apresentação das ferramentas utilizadas no decorrer do projeto.

2.4.1 Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito (ver Figura 6), também conhecido por diagrama de *Ishikawa* consiste num gráfico com parecenças a uma espinha de peixe. É nessas espinhas que vão ser listadas as causas e sub-causas do problema encontrado. O uso da ferramenta permite ao utilizador observar e identificar de forma clara as causas de um determinado efeito. Geralmente, a estrutura encontra-se dividida em 3 partes: o problema (cabeça do peixe), as suas causas (espinhas) e as suas sub-causas (ramificações das espinhas). As causas são divididas em materiais, método, máquinas, meio e mão-de-obra, como se pode observar na (Liliana, 2016).

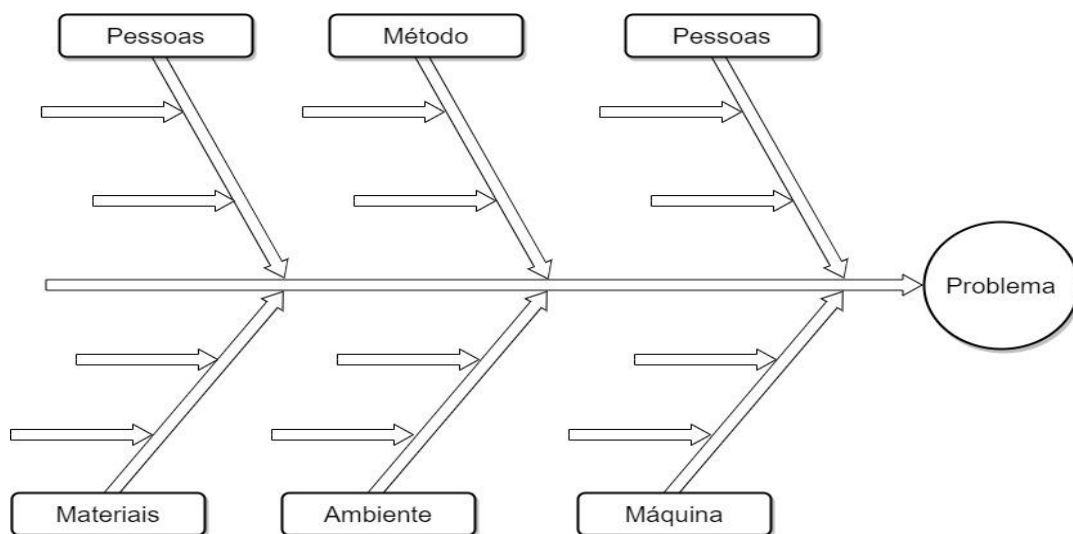


Figura 6 - Diagrama de Ishikawa (adaptado de Liliana, 2016)

2.4.2 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto (ver Figura 7) é baseado num princípio com o mesmo nome, criado por Vilfredo Pareto enquanto ainda era estudante. O princípio indica que 20% das causas de um problema representam 80% dos efeitos do mesmo. O diagrama é representado na forma de um gráfico de barras na vertical, ordenadas conforme a sua grandeza, de forma a tornar evidente as maiores causas do problema (Grosfeld-Nir et al., 2007).

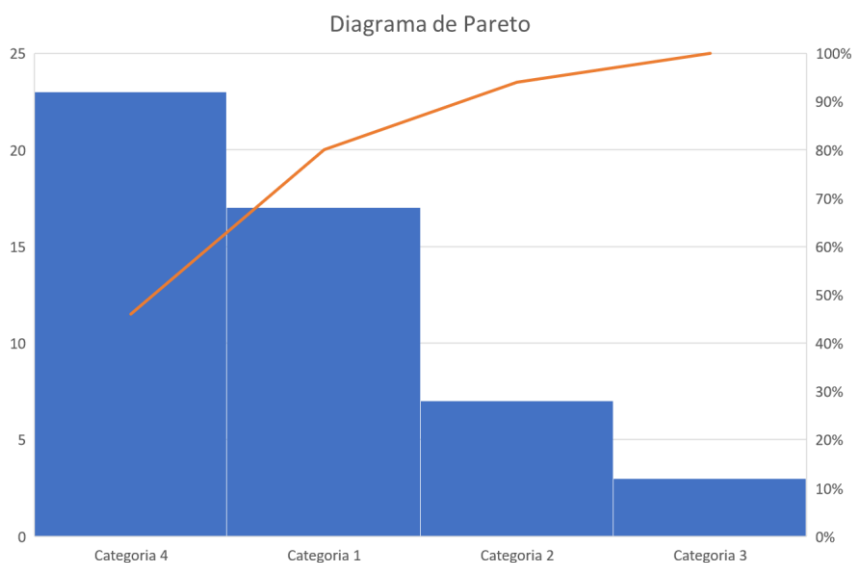


Figura 7 - Diagrama de Pareto (adaptado de Grosfeld-Nir et al., 2007)

O diagrama de Pareto é útil a reduzir as muitas causas para um grupo de causas vitais. O diagrama ajuda a identificar rapidamente as áreas críticas do processo que merecem mais atenção (Durga Prasad et al., 2012).

3.ANÁLISE E MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

3.1. Análise e mapeamento dos processos

3.2. Identificação de problemas

3.3. Propostas de melhoria

3.4. Análise dos resultados

3 Análise e melhoria dos processos de produção

Para o desenvolvimento da presente dissertação foram acompanhados os processos produtivos, desde a conceção da matéria-prima, até ao produto final. A produção da empresa encontra-se dividida em 4 setores: impressão, laminagem ou complexagem, corte e fabricação de sacos.

3.1 Análise e mapeamento dos processos

De forma a serem desenvolvidas propostas de melhoria, foram inicialmente observados e analisados todos os processos produtivos, de forma a tirar conclusões sobre os problemas encontrados e quais medidas a tomar para os resolver.

3.1.1 Processo de Impressão

A empresa em que se realizou o estágio dedica-se à produção de embalagens flexíveis sobretudo para a indústria alimentar. Engloba todo o processo de produção das embalagens, desde a extrusão, impressão, laminagem, corte e fabricação de sacos, como podemos verificar na Figura 8. Todos os produtos gerados são verificados pelo laboratório de qualidade presente na empresa.



Figura 8 – Fluxograma dos processos de produção da empresa

A primeira zona de produção é a impressão. Inicialmente é feita uma encomenda pelo cliente à empresa, com as especificações de material a utilizar e dimensões requeridas. A partir daí, é iniciado todo o processo produtivo. Para se realizar a impressão do material, são necessários vários cilindros que realizam as gravações específicas das figuras que o cliente requisitou. Quando estes cilindros são necessários para a produção do primeiro filme plástico, os mesmos têm de ser carregados do armazém para a zona de preparação de cilindros, zona integrante da impressão. Aqui, os cilindros podem ser montados em vários veios, dependendo da máquina a que estejam destinados. Na zona de impressão, estão quatro máquinas destinadas à impressão de grafismos em filmes plásticos. Na Figura 9 pode ser observada uma máquina de impressão desta área.



Figura 9 - Zona de impressão

3.1.2 Processo de Laminagem

Depois de ser produzido o primeiro filme plástico na zona da impressão, a bobine prossegue para a zona de laminagem (ver Figura 10). Na laminagem, ocorre a junção do filme plástico que foi impresso com outros filmes, seja de plástico ou até de alumínio, de forma a tornar o material próprio para o armazenamento de produtos alimentares. Dependendo do tipo de filme, das especificações do cliente e da máquina utilizada, podem ser juntos dois ou três filmes. A junção dos filmes é realizada com colas, com ou sem aditivo. O uso das colas para juntar o filme exige para a grande maioria das bobines, um tempo de cura nas várias estufas existentes na empresa. Este tempo de cura vai permitir que a junção dos materiais se assegure, e que não haja materiais a descolarem.



Figura 10 - Zona de laminagem

3.1.3 Processo de Corte

As bobines colocadas na estufa, depois de cumprirem o seu tempo de cura, são retiradas pelos movimentadores da zona de corte, que as transportam para a sua secção (ver Figura 11), onde aguardam. De seguida, as bobines são colocadas numa de sete máquinas de corte. As bobines vêm com larguras superiores à largura requerida pelo cliente, sendo necessário o corte da bobine de forma a produzir o filme com a largura exata. Além disso, as máquinas de corte permitem a junção de várias bobines do mesmo material, criando assim uma bobine com um diâmetro que seria impossível gerar na laminagem. No processo produtivo realizado nas máquinas de corte, as bobines são inseridas, e o filme é puxado e guiado em direção às lâminas de corte. Depois da passagem pelas lâminas de corte, ocorre o enrolamento do filme num mandril. As bobines produzidas são de seguida armazenadas, prosseguindo para o cliente ou para a zona de fabricação de sacos.



Figura 11 - Zona de Corte

3.1.4 Processo de fabrico de sacos

O departamento de sacos, dispõe de quinze máquinas para o fabrico dos sacos, sendo sete de baixa cadência e seis de alta cadência. Além destas quinze máquinas, existem duas exclusivamente para a colocação de *spouts*, sendo que uma das máquinas apenas engloba a colocação e selagem do *spout*, enquanto que a restante apresenta a capacidade de produção do saco e selagem do *spout*. As máquinas de alta cadência têm uma velocidade máxima de trabalho de 210 sacos/min, enquanto que as máquinas de baixa cadência apresentam uma velocidade máxima de 90 sacos/min. As velocidades vão dependendo do material a produzir e do tamanho do saco. A produção de sacos encontra-se maioritariamente dividida em três categorias diferentes de embalagens:

- Pet food – embalagens para comida de animais
- Ambiente ready meal – embalagens para comida pré-preparada
- Restantes tipos de embalagem

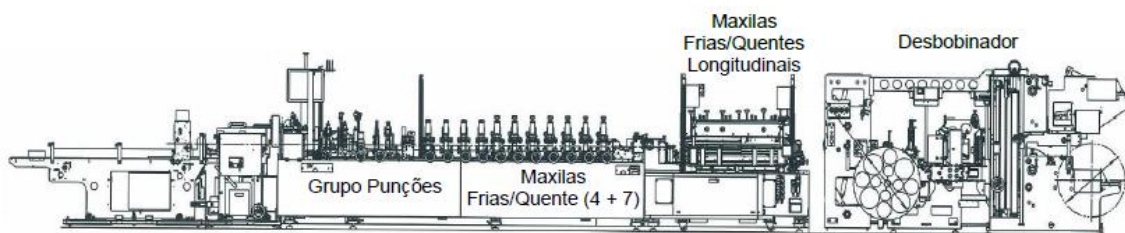


Figura 12 - Exemplo de uma máquina de alta cadência

A produção dos sacos nas máquinas de alta cadência (ver Figura 12) realiza-se da seguinte forma: inicialmente, inserem-se as bobines destinadas à produção na máquina, tanto a bobine principal (ver Figura 13) como as bobines de fundos (base de saco). De seguida, o material começa a ser desbobinado e cortado em duas partes idênticas, com uma lâmina cruzeta. Depois do corte, as duas metades seguem caminhos opostos, unindo-se posteriormente, como pode ser observado na Figura 14. Ao mesmo tempo, o material da bobine de fundos passa por rolos e pelo triângulo de dobragem, dobrando o filme exatamente em metade. De seguida, passa pelos punções de pastilhagem onde é feito um furo no material, de forma a posteriormente se unir com a frente e verso do saco. Em seguida a estes dois processos, há a junção das duas metades de material principal com o de fundo, seguindo para a zona de maxilas sobrepostos.



Figura 13 - Desbobinador



Figura 14 – Divisão do filme

As primeiras maxilas (ver Figura 15) têm a função de selar a frente e verso do saco ao fundo. Este grupo de maxilas apresenta duas maxilas, primeiro as maxilas quentes, seguido de maxilas frias.



Figura 15 - Maxilas longitudinais

Prosseguindo, teremos as maxilas transversais, que realizam as selagens laterais do saco em várias etapas, com ênfase na selagem no ponto triplo, zona onde se encontram as duas faces e o fundo. Este grupo de maxilas também são constituídas por maxilas quentes seguidas de maxilas frias. As máquinas fornecem uma determinada temperatura, suficiente para efetuar uma correta selagem do produto. Tratando-se de produtos para a indústria alimentar, este ponto revela-se fundamental para a integridade dos produtos que futuramente irão ser inseridos dentro do saco. Além da temperatura, é possível também definir um tempo de selagem, que irá depois ter influência na velocidade de produção que a máquina pode atingir. Este grupo de maxilas está presente na Figura 16. Finalmente, teremos o grupo de punções (ver Figura 17) que realiza pequenos furos no saco, de forma a personalizar os cantos do saco consoante o cliente requeira, e um grupo de lâminas com o intuito de separar as pistas e eliminar as aparas de material de sobra.



Figura 16 - Maxilas transversais



Figura 17 - Zona de corte

Depois desta separação, o material é cortado na faca de corte, e os sacos seguem para o transportador. O transportador coloca os sacos no tapete de recolha onde são inspecionados e distribuídos em caixas consoante o número da pista que foram recolhidos. Estas caixas são posteriormente enviadas para o cliente.

3.2 Identificação de problemas

Ao longo do decorrer do estágio, foram identificados vários problemas (ver Tabela 5), e pontos de melhoria. Os problemas foram estudados e escrutinados, de forma a encontrar e perceber a solução que se revela como mais enquadrada.

Tabela 5 - Propostas de melhoria

Setor	Atuação	Descrição do problema
Impressão	Redefinição de métodos de trabalho	Cilindros com vários problemas
		Veios danificados
		Desorganização do espaço de trabalho
		Falta de registos de trabalho
Corte	Processo de produção	Normalização de processos
		Organização do espaço
Sacos	Processo de produção	Desperdício do processo produtivo na zona de fabricação de sacos

3.2.1 Cilindros com vários problemas

Inicialmente, analisou-se a preparação de cilindros. É nesta zona da fábrica que se dá início ao processo produtivo, ao preparar os cilindros necessários para se realizar um trabalho nas máquinas de impressão.

No processo de impressão, há um ênfase grande na qualidade do produto final, visto que tem o maior papel na apresentação e aspeto visual. A imagem da embalagem tem uma influência direta nas vendas e na aquisição de clientes. Logo, garantir que todo o processo segue a mesma linha de pensamento é fundamental. Para tal, os cilindros que são inseridos na máquina devem chegar ao ponto de produção nas melhores condições possíveis. Para entender de melhor forma os motivos de desperdício na produção relacionados com cilindros, foram levantados dados sobre isso mesmo em todas as máquinas de impressão, referentes aos três meses anteriores (ver Figura 18).

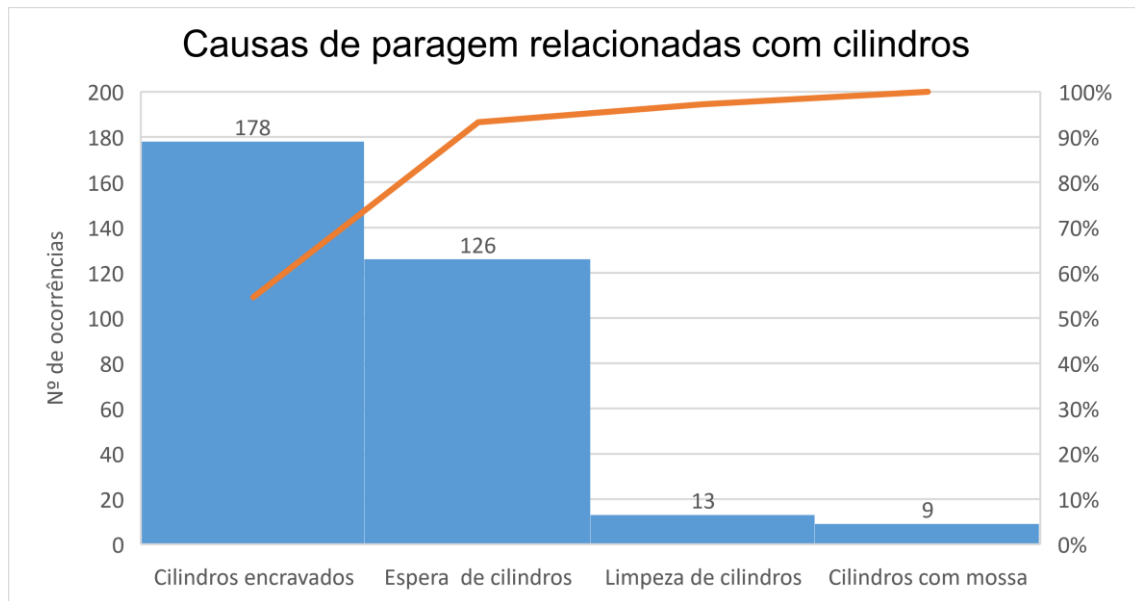


Figura 18 – Situação inicial de paragens relacionadas com cilindros

Como se pode observar, o motivo principal para a paragem de produção das máquinas está relacionado com o encravamento de cilindros, que, se limpos incorretamente após realizada a produção, acabam por secar e bloquear a gravura do próprio cilindro. Este problema se não for detetado irá gerar este tipo de desperdício durante a produção e necessidade de reduzir a velocidade da máquina para desencravar a parte bloqueada do cilindro. De seguida, temos a espera da chegada de cilindros à máquina de impressão, seguido da limpeza dos cilindros fora de máquina e da deteção de moessas, ou riscos no cilindro.

3.2.2 Veios danificados

Num cenário ideal, os cilindros têm de chegar atempadamente às máquinas, de forma a iniciarem o *setup*. Para tal, os cilindros são colocados na zona de preparação pelos colaboradores do armazém de cilindros o mais cedo possível, para maior flexibilidade. Quando necessário, o colaborador procede então à montagem dos cilindros, onde primeiro realiza a afinação dos veios que irão permitir a colocação dos cilindros na máquina, seguido da inserção dos veios nos cilindros, um a um. São de seguida colocados no cavalete de repouso, e colocados junto à máquina de impressão em que se irá realizar o trabalho. Para realizar a afinação dos veios, os colaboradores utilizam um sistema de aperto dos componentes de afinação e dos cilindros, que incorpora um parafuso. Este parafuso, com o uso vai-se desgastando, provocando a certo ponto estragos na rosca do veio. Este fenómeno leva a que a rosca acabe por danificar o próximo parafuso utilizado, criando depois um ciclo que acaba por inutilizar muitos dos componentes de aperto. Esta inutilização acaba por acontecer, a maioria das vezes devido à falta de parafusos em bom estado na zona, o que leva o operador a usar parafusos que se encontram já desgastados.

3.2.3 Desorganização do espaço de trabalho

Num espaço em que é necessária uma atenção especial à qualidade do produto final, como já foi referido anteriormente, é importante haver garantia que todos os processos trabalham seguindo essa linha de pensamento. De modo a cumprir esse objetivo, a organização dos espaços de trabalho, o armazenamento de peças e consumíveis, assim como a identificação desses locais de trabalho torna-se um componente importante na zona de preparação dos cilindros, ao assegurar que toda a preparação é feita de forma organizada, no menor tempo possível.

Na análise inicial da zona de trabalho, verificou-se uma desorganização do espaço, especialmente nas zonas referentes ao armazenamento de peças de afinação. Estas zonas encontram-se separadas, o que leva ao operador ter de se deslocar duas vezes da banca de trabalho de forma a levantar as peças necessárias à montagem dos cilindros. Para além desta situação, um dos locais de armazenamento encontra-se num estado de muita desorganização, sem qualquer identificação das peças inseridas dentro do mesmo (ver Figura 19). Igualmente, também se verificou a falta de identificação de todas as zonas de trabalho e armazenamento.



Figura 19 - Estado inicial do armazenamento

3.2.4 Falta de registos de trabalho

No âmbito do controlo de qualidade na zona de preparação, foi observado que a área não apresenta qualquer registo de trabalho realizado. Este ponto revela-se mais preponderante dada a situação atual de pandemia, que impossibilita a comunicação direta entre turnos via ordens da empresa. Esta falta de comunicação impossibilita a capacidade dos operadores do turno seguinte entenderem imediatamente os problemas ocorridos durante o turno anterior, e possíveis trabalhos mais urgentes em

espera. É fundamental também entender o tempo que os operadores demoram a montar um trabalho, e ter um histórico da montagem de cada trabalho. Verificou-se também a inexistência de um registo de limpeza da secção. Os cilindros devem entrar na máquina na melhor condição possível, pelo que a sujidade da zona de montagem deve ser a mínima possível.

Na Tabela 6, está presente um resumo dos problemas encontrados na zona de impressão, mais concretamente na zona de preparação de cilindros.

Tabela 6 – Análise inicial da preparação de cilindros

Problemas encontrados	Causa	Tipo de desperdício
Cilindros com vários problemas	Limpeza dos cilindros mal efetuada, queda ou embate dos cilindros em superfícies rígidas	Defeitos
Veios danificados	Parafusos usados para realizar o aperto dos cilindros com o veio, estando danificados, estragam a rosca, levando a que a rosca danifique o próximo parafuso colocado, o que gera um ciclo que acaba por estragar vários veios	Defeitos
Desorganização do espaço de trabalho	Falta de organização de ferramentas e de peças de afinação, armazenamento de peças afastado e zonas de trabalho não identificadas	Trabalho desnecessário; Movimentações
Falta de registos de trabalho	Área não seguida diariamente com recolha de dados e falta de comunicação entre turnos	Desorganização

3.2.5 Normalização de processos

O processo de corte é o último antes da chegada da matéria-prima aos sacos. Sendo a última etapa antes da produção do artigo final, este é um ponto de foco no que toca à qualidade do material que acaba por sair da zona, seja para consumo interno ou saída para cliente. Nesta zona, como foi referido anteriormente, é efetuado o corte das bobines provenientes da laminagem. Estas bobines chegam à zona do corte com uma largura superior à requerida e tensionadas de forma mais leve.

A secção conta com sete máquinas, com características de corte diferentes e formas de operar distintas. Cada operador está normalmente associado a uma máquina, mas, por vezes, é necessário que esse mesmo operador trabalhe noutra máquina. Esta necessidade torna-se um problema especialmente no *setup* da máquina, onde ocorre toda a afinação do trabalho a cortar. Depois deste processo o operador apenas terá de controlar visualmente o processo. Juntamente com a afinação do trabalho, o operador deve colocar os parâmetros com que a máquina irá arrancar e prosseguir com o trabalho. Estes parâmetros são variáveis consoante a máquina, sendo geralmente, a velocidade com que a máquina irá bobinar o filme, e as tensões ou pressões exercidas no filme plástico durante a passagem do mesmo pela máquina. Os parâmetros variam ainda dependendo da estrutura do material e da largura a que se vai cortar a bobine. Apesar de serem importantes para fazer o trabalho corretamente e gerar o mínimo de desperdício possível, foi observado que os parâmetros são guardados em anotações de caderno ou em programas de computador antiquados, encontrando-se várias vezes errados para o que é atualmente produzido.

3.2.6 Organização do espaço

A zona do corte, tal como foi referido anteriormente, é a última secção antes da fabricação dos sacos. A secção para além de fornecer bobines aos sacos, também fornece bobines diretamente para a zona de expedição, que prosseguem de seguida para cliente. Dado este conjunto de situações, é usual ocorrer alguma confusão relativamente ao uso do espaço destinado a armazenamento de bobines, sejam elas vindas da zona de laminagem ou vindas das próprias máquinas de corte. Isto gera alguma confusão e por vezes sobrelotação do espaço de armazenamento de bobines da zona. Esta confusão gera, por vezes, uma dificuldade acrescida na localização de certas bobines que acabam por ser transportadas mais que uma vez.

Juntamente com isto, a única forma que os operadores responsáveis pela movimentação das bobines têm de registar o transporte das mesmas é através do computador do responsável da secção que fica longe do espaço de armazenamento, o que impossibilita a realização constante desta mesma atividade.

3.2.7 Desperdício do processo produtivo na zona de fabricação de sacos

Ao longo das máquinas de sacos, estão presentes sensores que detetam eventuais deslocações transversais do filme, possíveis avarias e passagens de emendas, guias para evitar oscilações no material e células fotoelétricas que permitem controlar a largura do saco. Como já foi referido anteriormente, o material passa pela impressão, laminagem e corte antes de chegar à zona de fabricação de sacos. Na zona da laminagem e do corte, existe a necessidade de fazer emendas ao filme de forma a substituir a bobine quando esta estiver no seu final. Realizar esta emenda permite que o filme da próxima bobine avance na máquina sem que seja necessário o avanço manual do mesmo. Aquilo que se observou inicialmente na zona de fabricação de sacos era que, colocando as bobines em máquina, a passagem de uma emenda da bobine gerava uma quantidade significativa de desperdício.

Para entender melhor o tipo de desperdícios que mais afetam as máquinas, foi feita uma análise às não conformidades reportadas nos últimos meses, presente na Figura 20.

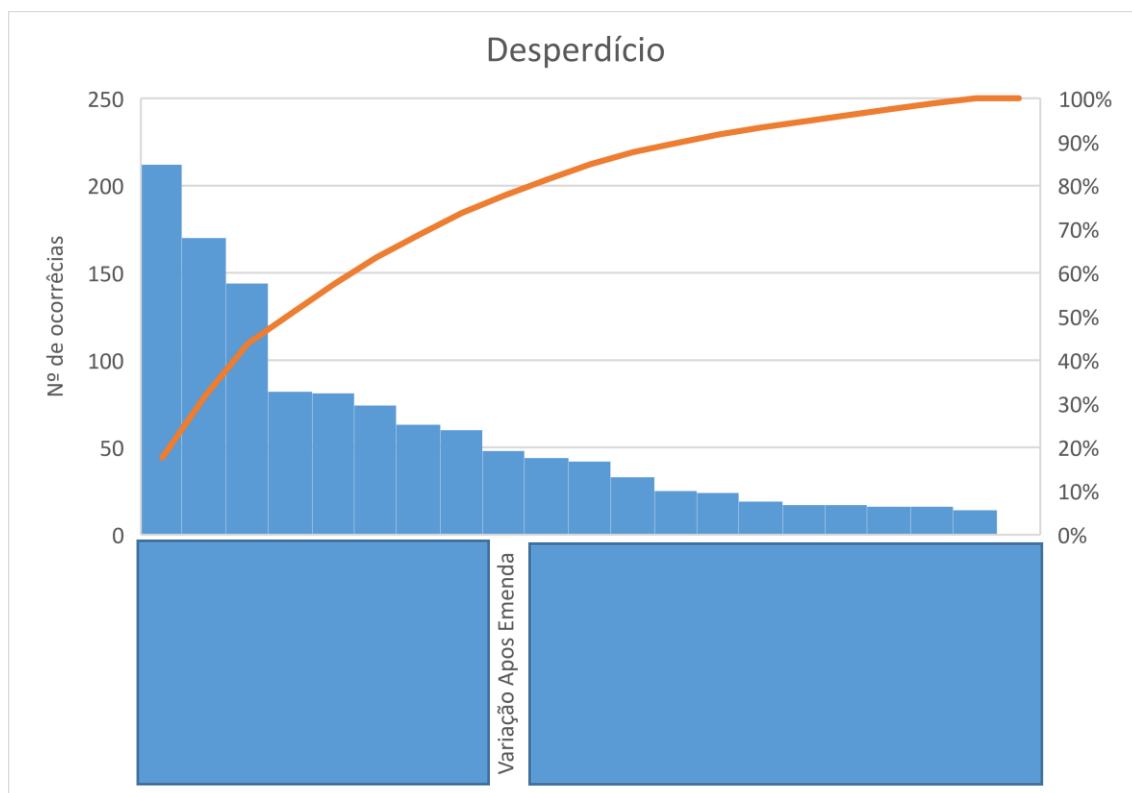


Figura 20 - Fontes de desperdício na zona de sacos

Das principais fontes de desperdício, a única em que a zona de sacos poderá ter algum tipo de interferência e tentativa de reduzir o desperdício será exatamente a variação após a passagem de emendas, visto que os outros tipos de defeito são defeitos no material que não se conseguem alterar durante a produção.

Durante o período de estágio, foi introduzida uma máquina de controlo de qualidade na zona de produção, com o intuito de verificar se o saco já produzido se encontra corretamente selado e não apresenta nenhuma fuga. Para fazer a deteção disso, a máquina contém uma agulha que perfura o saco através de uma borracha de isolamento colocada previamente no saco a testar. É através desta agulha que a máquina enche o saco com uma quantidade de ar previamente definida, parando de inserir ar no saco quando atinge a essa quantidade. Além disso, é possível definir um período de tempo para a estabilização do ar dentro do saco antes de começar o teste. Passado este tempo de estabilização, inicia-se o teste durante um período de tempo também definido anteriormente, observando-se num gráfico o decair da pressão interior do saco. Através deste gráfico (ver Figura 21) e da quantidade de pressão perdida, é possível aferir se o saco apresenta alguma fuga. É também de referir que o aumento de volume do saco ocorre entre duas placas de forma a testar as selagens laterais do saco.

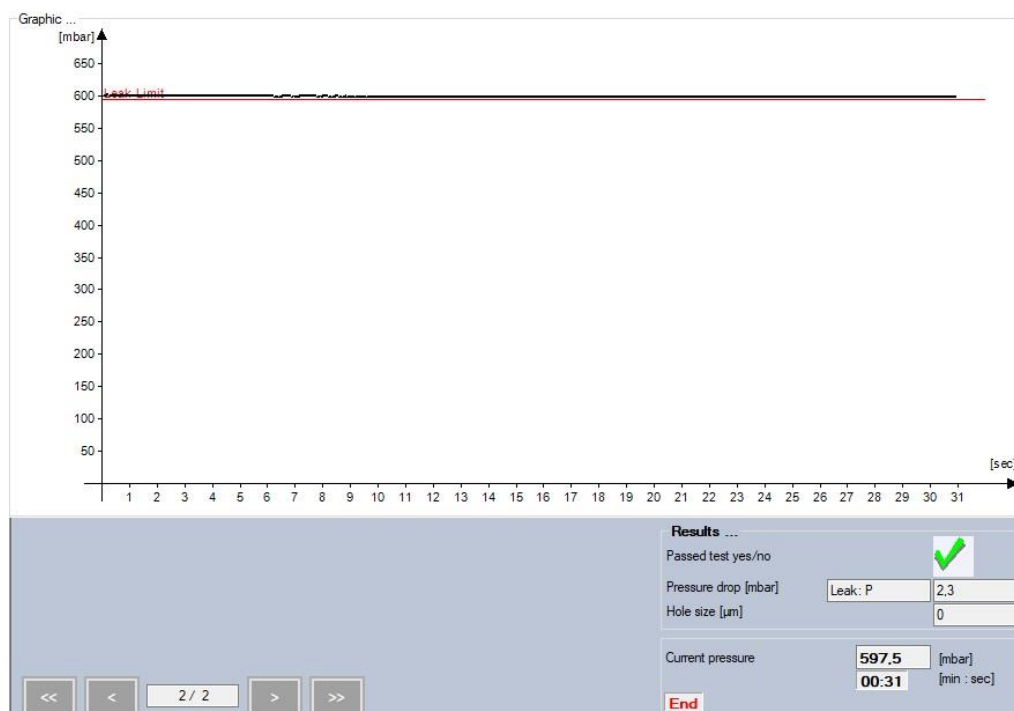


Figura 21 - Exemplo de um teste de fuga

3.3 Propostas de melhoria

Após constatar todos os problemas aqui abordados, segue-se a proposta de melhorias que se acham ajustadas às necessidades presentes e futuras da Amcor Flexibles Porto, apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Propostas de melhoria

Setor	Problemas	Propostas de melhoria
Impressão	Cilindros com vários problemas	Limpeza de cilindros
	Veios danificados	Implementação de um sistema <i>kanban</i>
	Desorganização do espaço de trabalho	Reorganização do espaço de trabalho
	Falta de registos de trabalho	Implementação de registo de trabalhos
Corte	Normalização de processos	Criação de procedimentos para o <i>setup</i> de cada máquina
		Criação de um sistema para o registo dos parâmetros utilizados
	Organização do espaço	Registo de mudanças de localização de cada bobine
Sacos	Desperdício do processo produtivo na zona de fabricação de sacos	Aplicação do ciclo DMAIC para melhorar o desperdício do processo
		Teste de fuga a sacos produzidos

3.3.1 Limpeza de cilindros

No que toca aos cilindros, foi reforçada a necessidade da limpeza de cada cilindro antes de ser levado para a máquina. Foi alterada a ferramenta de limpeza, de um pano simples para uma ferramenta idêntica às utilizadas nas máquinas de impressão. Juntamente com esta alteração, foi definido um registo de limpeza diário (ver Figura 22 e Apêndice A), que engloba a limpeza de cilindros, bem como de peças de afinação e todas as superfícies de trabalho. Este registo de limpeza deve ser preenchido por todos os turnos diariamente, garantindo a correta limpeza de todos os aspetos da zona.

Preparação																MÊS			
Data		Seg			Ter			Qua			Qui			Sex			Sab		
		MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE
Durante o Turno	TURNOS																		
	Limpeza superfícies de trabalho (pó, óleos ou tintas) e pontos de acumulação de sujidade																		
	Limpeza peças de afinação																		
	Limpeza das ferramentas de trabalho																		
	Organização/Arrumação do posto de trabalho																		
	Garantir que o chão se encontra limpo																		
	Verificação da limpeza dos cilindros																		
	Nr do Operador																		

Figura 22 - Registo de limpeza diário

Implementadas as propostas de melhoria, verificou-se novamente as causas de paragem nas máquinas de impressão relacionadas com cilindros, como podemos observar na Figura 23.

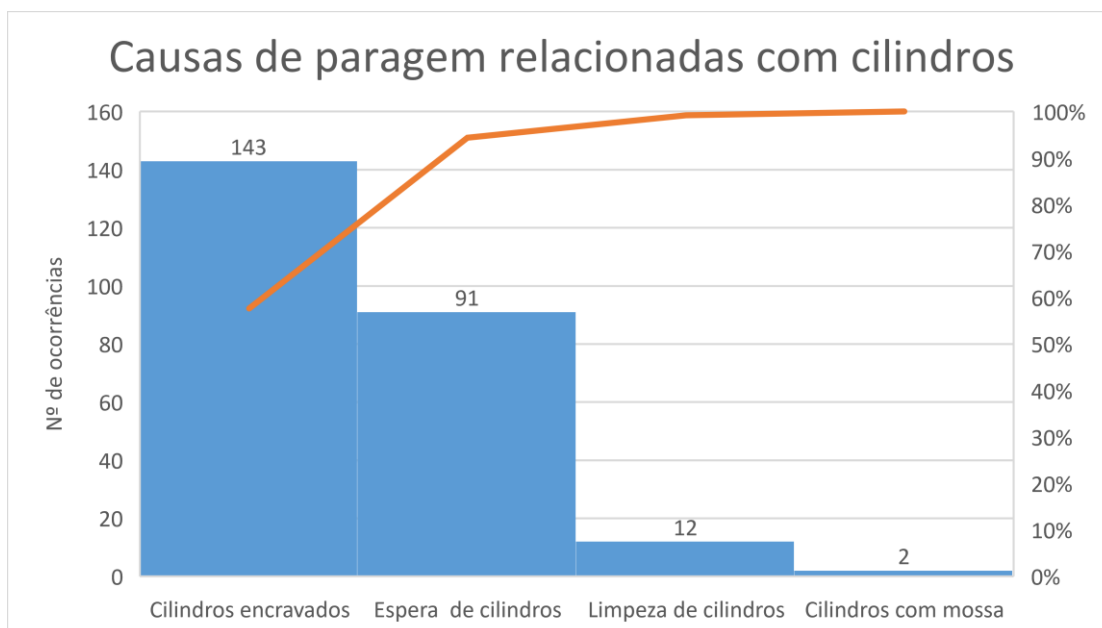


Figura 23 - Paragens relacionadas com cilindros após melhoria

Relativamente a paragens relacionadas com cilindros encravados, a redução do número total de ocorrências foi na ordem dos 20%, 28% na espera da chegada de cilindros, 1% na limpeza de cilindros e 78% na deteção de cilindros com massa. Com base nestes dados. Estes resultados sugerem que as mudanças na limpeza melhoraram a qualidade dos cilindros que saem da zona de preparação para a máquina.

3.3.2 Implementação de um sistema *kanban*

Quanto aos veios danificados, como resolução para o problema de desgaste da rosca dos veios, decidiu-se mudar os parafusos ao primeiro sinal de deteção de desgaste que dificultasse o aperto. Para garantir que este consumível fundamental não entra em rotura de *stock*, foi implementado um sistema *kanban* de duas caixas (ver Figura 24), com seis parafusos em cada caixa. O sistema permite garantir com segurança que não haverá rotura de *stock* de parafusos como anteriormente. Quando uma caixa ficar sem parafusos, o operador deve encomendar uma nova ao chefe de turno e consumir a segunda caixa. Quando esta terminar, faz-se o mesmo e usa-se a primeira caixa, já repostada, criando assim um ciclo de reposição de parafusos. O facto de haver sempre parafusos disponíveis, permite ao operador fazer a mudança rápida de um parafuso desgastado para um novo, impedindo que o desgastado danifique a rosca do veio durante a afinação.



Figura 24 - *Kanban* de duas caixas

Após a implementação da proposta de melhoria, observou-se uma redução drástica da quantidade de veios enviados para reparo.

3.3.3 Reorganização do espaço de trabalho

A situação inicial da zona de preparação relativamente à organização apresenta vários pontos de melhoria possíveis. Os problemas detetados levam a que haja confusão e perda de tempo no ambiente de trabalho, sendo geralmente uma grande fonte de desperdício. De forma a encontrar uma resolução para estes problemas, foi estudada e implementada uma mudança de localização dos armários de peças de afinação (ver Figura 25), de modo a juntar os locais de armazenamento, permitindo ao operador levantar as peças necessitadas para a montagem do trabalho. Junto da mudança de local, foram divididos os espaços disponíveis para o armazenamento por máquina e por peça, especialmente no armário observado na situação inicial (ver Figura 19) que não apresentava qualquer tipo de identificação e organização.

Outro problema detetado na organização do espaço foi a inexistência de uma identificação para os diferentes espaços de trabalho, sejam armários, bancadas de trabalho ou o quadro de ferramentas. Assim, foi efetuada uma identificação de todas as zonas do espaço.



Figura 25 - Armazenamento após ação de melhoria

3.3.4 Implementação de registo de trabalhos

O facto de não existir qualquer registo de dados da zona de preparação de cilindros e de não haver forma de os turnos comunicarem tendo em conta a situação atual de pandemia, levou a que se fizessem folhas de registo diário, onde os turnos apontam o tempo de montagem de cada trabalho, junto do registo de erros detetados durante o processo de montagem, assim como comentários que queiram passar para o próximo turno (ver Apêndice B). Este registo permite ter um histórico dos trabalhos de montagem na secção, assim como um controlo de qualidade pelo operador. Para além disto, ainda é possível controlar o tempo que os operadores demoram, em média, a montar os trabalhos.

Na Tabela 8, estão presentes todas as propostas de melhoria implementadas na zona de preparação de cilindros, com um pequeno resumo das mesmas.

Tabela 8 - Propostas de melhoria na zona de preparação

Problemas encontrados	Propostas de melhoria
Cilindros com vários problemas	Alteração da ferramenta de limpeza e implementação de um plano de limpeza diário
Veios danificados	Implementação de um sistema <i>kanban</i> de duas caixas
Movimentações desnecessárias / Má Organização	Mudança de local do armazenamento de peças e identificação das zonas de trabalho
Falta de registos de trabalho	Implementação de um registo diário de trabalho

3.3.5 Criação de procedimentos para o *setup* de cada máquina

A afinação de cada máquina é fundamental para realizar a operação de corte corretamente, sendo que a afinação compreende todos os processos desde a inserção da bobine na máquina, passagem do filme pela máquina até à zona de corte, onde os operadores colocam as lâminas para que o filme seja cortado e bobinado de forma correta. Após acompanhar e analisar o *setup* de cada máquina, e de forma a normalizar o processo e evitar desvios na ordem de atividades realizadas na afinação da máquina, foi criado um procedimento para cada máquina (ver Apêndice C), onde foi instruída passo a passo a forma correta de realizar o *setup*. No total foram criados sete procedimentos de arranque, um para cada uma das máquinas de corte. Na Figura 26, pode-se observar uma máquina em fase de *setup*.



Figura 26 - Máquina de corte em *setup*

3.3.6 Criação de um sistema de registo para os parâmetros utilizados

Após analisar o processo produtivo e realizar os procedimentos para a afinação de cada máquina, foi verificado que, ao colocar os parâmetros na máquina de corte, não havia forma de registar os parâmetros utilizados no trabalho sem ser em papel na maioria das máquinas. Os parâmetros que são colocados na máquina são importantíssimos para a correta produção de bobines, principalmente pelas tensões colocadas no filme. Estas permitem produzir uma bobine com força de tensionamento suficiente para não ceder durante o seu transporte e até à sua eventual produção.

A falta de um sistema de registo dos parâmetros revela-se ainda mais crítica quando se tem várias estruturas de material por cliente, o que dificulta o operador na identificação dos parâmetros anteriormente utilizados para registar o trabalho. A solução passou pela implementação de um sistema informático de registo dos parâmetros de todas as máquinas. Para tal, houve inicialmente um levantamento dos parâmetros que são inseridos em cada máquina, e gerada uma lista por máquina, em conjunto com o departamento informático (ver Figura 27).

ItemID	Seq	Pista	Qtd	Un	Operator	Largura da bobine	Passo	Posição do corte	Estática	Curling	Tipo de emenda	Comentários	Data
14005423954	1	1	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:25
14005423955	1	2	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:25
14005423956	1	3	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:25
14005423957	1	4	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:25
14005423968	2	1	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:30
14005423969	2	2	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:30
14005423970	2	3	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:30
14005423971	2	4	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:30
14005423979	3	1	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:37
14005423980	3	2	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:37
14005423981	3	3	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:37
14005423982	3	4	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:37
14005423993	4	1	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:41
14005423994	4	2	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:41
14005423995	4	3	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:41
14005423996	4	4	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 15:41
14005424042	5	1	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 16:15
14005424043	5	2	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 16:15
14005424044	5	3	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 16:15
14005424045	5	4	1000	M	joao.correia				☐	☐			17/06/2021 16:15

Figura 27 - Programa de registo de parâmetros nas máquinas de corte

3.3.7 Registo de mudanças de localização de cada bobine

Na zona do corte, cortam-se tanto bobines para fabrico interno na zona de fabricação de sacos, como para fabrico externo com a expedição de bobines para o cliente final. O facto de haver esta junção de funções e, de em momentos, haver sobrelotação da zona de armazenamento de bobines, torna difícil a correta organização do espaço. A juntar a isto, o trabalho é realizado por três turnos rotativos em que a passagem informação sobre a localização de certas bobines torna-se complicada. Para tal, implementou-se junto dos movimentadores de bobines na secção a obrigatoriedade de registar todos os movimentos realizados por cada bobine no sistema informático da empresa. De forma a ultrapassar o impedimento gerado pela necessidade de o movimentador realizar o requerido no computador do responsável da secção, os operadores realizam a movimentação do item escolhido com um terminal PDA equipado com um leitor de código de barras. Desta forma, o movimentador poderá ler automaticamente um código de barras identificativo presente em todas as bobines (ver Figura 28). De seguida, coloca o local para onde irá transportar a bobine, que também pode ler automaticamente através da leitura de códigos de barras presentes no empilhador de movimentação, referentes a todas as localizações presentes nas zonas destinadas a armazenamento. O procedimento para o registo de mudanças de localização das bobines encontra-se presente no Apêndice D.



Figura 28 - Mudança de localização de uma bobine

3.3.8 Aplicação do ciclo DMAIC para melhorar o desperdício do processo

Ao analisar-se a situação inicial, verificou-se que a passagem de uma emenda pela máquina causa desperdício automaticamente, graças ao sensor presente na máquina. Além deste desperdício, a emenda pode ser mal feita ou as bobines podem ter sido fabricadas com uma tensão diferente na laminagem ou no corte, o que poderá originar que um filme não tenha propriamente as mesmas características que o seguinte. Estas variações são controladas pelo operador, que irá realizar mudanças nos diferentes pontos afetados ao controlar visualmente o saco, rejeitando tudo o que não estiver conforme. O estudo focou-se numa máquina de alta cadência, produtora de sacos de ambiente *ready meal*. De modo a investigar as possíveis razões para o problema, optou-se por utilizar o ciclo DMAIC, já anteriormente descrito, que consiste em cinco etapas operacionais específicas percorridas em sequência (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar).

- **Define**

De forma a efetuar a análise, foram recolhidos dados relativos às não conformidades registadas pela produção nos dois meses anteriores ao começo do projeto. O número de ocorrências por grupo de defeito está presente no gráfico de *Pareto*, apresentado anteriormente na Figura 20.

Como podemos observar pelo gráfico, a maioria dos problemas encontrados são devido a erros na produção da matéria-prima a inserir nas máquinas, tal como a variação após a passagem de emendas. Esta apenas difere das restantes na possível reação e estabilização do filme, pois a sua passagem implica, geralmente, apenas o desvio do filme relativamente aos sensores e às selagens presentes na máquina. Os restantes defeitos com origem externa acabam por não ter solução possível durante a produção dos sacos.

- **Measure**

Durante a fase de medição, foi seguida uma ordem de trabalho, registando a sua produção e desperdício diários (Ver Tabela 9), juntamente com a passagem de emendas durante toda a produção. O estudo permitiu um melhor entendimento sobre as quantidades rejeitadas durante o turno, assim como o impacto que a passagem de uma emenda tem em cada um dos três turnos. Além do registo das passagens de emendas, foi feito um acompanhamento presencial do método de reação à passagem de emendas.

Tabela 9 -Metros desperdiçados após passagem de emenda

Turno	Total emendas	Desperdício Total Turno (nºsacos)	Metros/Emenda
A	10	68517	320
B	16	59858	175
C	10	51732	241

- **Analyze**

Depois de recolhidos os dados, procedeu-se à análise dos mesmos. Para tal, organizou-se um pequeno resumo dos dados recolhidos. Como se pode observar na Figura 29, existe uma diferença notória na quantidade de metros rejeitados após a passagem de emendas entre os três turnos, com o turno A a apresentar tanto a menor produção entre os turnos, assim como a maior rejeição. Juntamente com estes números, o turno A foi o único a apresentar não conformidades de rejeições após passagem de emendas com valores altos.

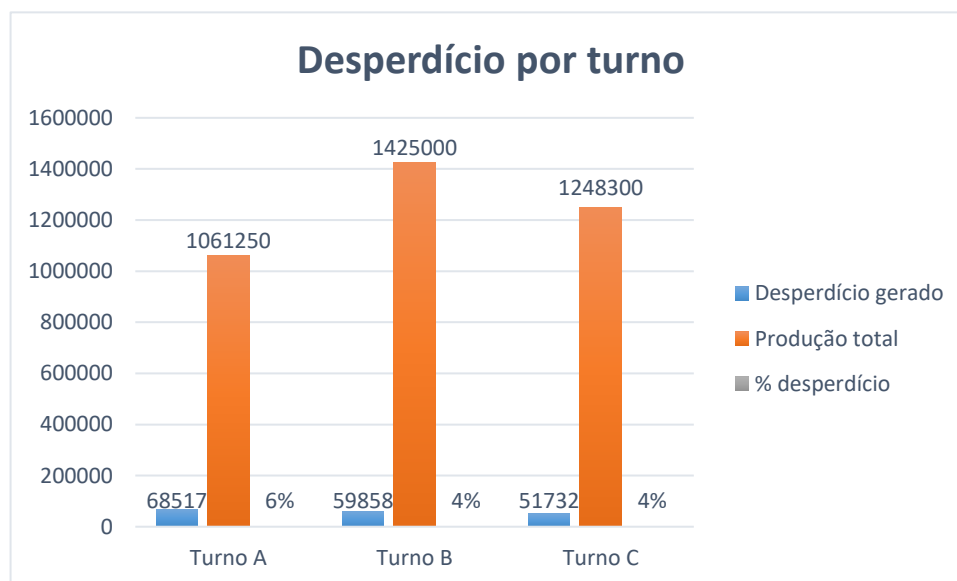


Figura 29 - Desperdício gerado por turno

De forma a obter uma melhor perceção sobre a razão da variação após a passagem de emendas, fez-se também um diagrama de causa-efeito, presente na Figura 30.

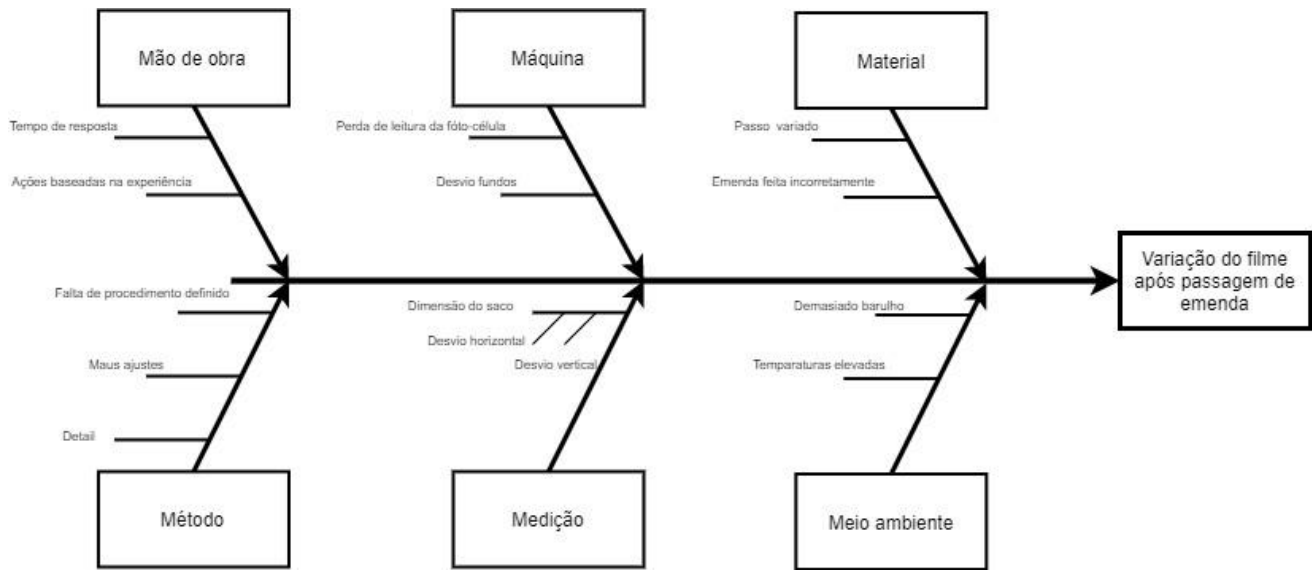


Figura 30 - Diagrama de causa-efeito

- **Improve**

Recolhidos os dados e feita a análise aos mesmos, segue-se a fase da implementação de possíveis melhorias face ao que foi observado e analisado. Face aos valores observados no acompanhamento da produção de uma ordem de fabrico, observou-se que o Turno A apresentava a menor produção e o maior desperdício, mesmo não sendo o turno que apresentou o maior número de emendas reportadas durante a produção dos sacos (ver Tabela 9). A observação e o acompanhamento da resposta às emendas e a elaboração de um diagrama de causa-efeito, revelou um possível ponto de foco relativamente à melhoria do processo. O facto de a reação à passagem de uma emenda não ter qualquer tipo de procedimento definido e acabar por ser totalmente decidida consoante a experiência do operador, revela um possível ponto de melhoria. Tendo consultado os dados já descritos, acabou-se por tomar as seguintes decisões quanto à tentativa de melhorar a reação à passagem de emendas:

Pelas quantidades de produção e desperdício do Turno A, tornou-se evidente a necessidade de formação extra ao colaborador responsável pela máquina e colocou-se um operador mais experiente de forma a entender melhor as necessidades do colaborador.

Foi elaborado um procedimento no que toca ao tempo de ataque à passagem de uma emenda, com a indicação dada aos colaboradores para prestarem atenção ao valor presente no ecrã digital da máquina referente ao passo do material. O procedimento rege-se da seguinte forma:

- Se a variação do passo for menor ou igual a 0,2 mm, o operador deve esperar junto à zona do transportador para realizar controlo visual de entre a 50 a 100 sacos antes de realizar ajustes nos locais de selagem.
- Se a variação do passo for maior que 0,2 mm, o operador deve realizar o controlo visual dos sacos e atuar imediatamente.

A implementação deste procedimento pretende resolver o facto de a reação às emendas depender da experiência de cada operador. Esta falta de experiência pode revelar-se crítica num processo deste género devido à completa independência em relação à reação, pelo que uma tolerância de aproveitamento ou de espera pode impedir algum ajuste que acabaria por apenas variar mais o saco.

Feita a implementação das melhorias à reação perante a passagem de emendas, tornou-se a recolher os dados de desperdício de forma a fazer uma comparação (Ver Tabela 10). Juntamente com a mesma recolha de dados, optou-se por realizar uma recolha de dados mais detalhada, com os operadores a detalharem o número específico de sacos perante a passagem de cada emenda, assim como a cor da emenda, que serve como indicativo de onde terá sido feita a mesma.

Tabela 10 - Dados recolhidos após ação de melhoria

Turno	Total emendas	Desperdício Total Turno (nºsacos)	Metros/Emenda
C	16	30264	88
B	25	49142	92
A	26	47284	85
Total	67	126690	88

Como se pode observar, perante os dados recolhidos, houve melhorias substanciais perante a implementação do procedimento definido anteriormente. Em comparação com os dados recolhidos inicialmente, observou-se o seguinte:

- No turno A, observou-se uma redução de 69% no desperdício. Esta redução é drástica perante o desperdício gerado pelo turno anteriormente, podendo-se aferir que a junção da implementação do procedimento, assim como o acompanhamento do operador durante o curso do turno, resultou numa redução do desperdício gerado.
- No turno B e no Turno C, houve uma redução na ordem dos 62% e 50%, respetivamente.

Pela comparação dos valores gerais, houve uma redução de 62% em relação aos dados recolhidos inicialmente. Os dados recolhidos, apesar de apresentarem quase o dobro de emendas observadas, apresentam um desperdício muito menor. Isto deve-se à inexistência de emendas com um número de sacos desperdiçados tão elevados como na recolha anterior. Isto permitiu uma redução considerável do número de sacos dados como desperdício através da passagem de emendas.

Foi também feito um estudo mais detalhado do desperdício da passagem de emendas, com o preenchimento de informações como o número de bobines e a quantidade exata de sacos rejeitados pela passagem de cada emenda. Este estudo permitiu entender de melhor forma, o desperdício real associado a cada emenda e o seu impacto no desperdício total gerado. Para além disso, permitiu também entender o desperdício causado pelas emendas de diferente origem, visto que apresentam cores diferentes. As emendas de cor vermelha, referentes a emendas feitas na laminagem, causaram o desperdício que pode ser observado na Tabela 11. O desperdício gerado por emendas de cor preta, referentes a emendas realizadas no corte, está presente na Tabela 12.

Tabela 11 - Emendas de cor vermelha

Turno	Total emendas Vermelhas	Desperdício Total (nºsacos)	Metros/Emenda
C	18	3834	10
B	15	3240	10
A	21	5358	12
Total	54	12432	11

Tabela 12 - Emendas de cor preta

Turno	Total emendas Pretas	Desperdício Total (nºsacos)	Metros/Emenda
C	8	1062	6
B	1	66	3
A	4	498	6
Total	13	1626	6

Os valores deste estudo são bastante menores que o do estudo inicial, pois tem unicamente em conta o desperdício indicado pelo operador na passagem de cada emenda. O estudo inicial tem em conta o desperdício geral obtido pelo turno durante o decorrer do dia, dividido pelo número de emendas que passaram nesse período de tempo.

- **Control**

Dado que a implementação do procedimento definido se revelou como positiva, optou-se por implementar o procedimento perante a passagem de cada emenda, tal como se tinha pretendido durante a realização do estudo, de forma a entender mais aprofundadamente o efeito do mesmo na produção a longo termo. Para tal, e para a realização de um estudo mais aprofundado, optou-se pelo preenchimento detalhado da passagem de cada emenda. Desta forma, pode ser mais notória a melhoria do desperdício, pois é possível obter um valor concreto da passagem de cada emenda.

Aprovado o procedimento, o passo seguinte passa pela implementação do mesmo pelas restantes máquinas de alta cadência, visto que o seu funcionamento e material produzidos são similares ao da máquina testada. Ao implementar o procedimento em todas as máquinas de alta cadência torna-se possível também fazer o seguimento do desperdício por emendas, tal como se realiza o desperdício geral da máquina e definir objetivos consoante o observado inicialmente.

Nº EMENDAS	Desperdício por emendas	Desperdício teórico	% desperdício por emendas	Objetivo
				NOK
				NOK
				NOK
				NOK
				NOK

Figura 31 - *Template* do cálculo de desperdício pela passagem de emendas

A Figura 31 serve de exemplo para demonstrar o uso do ficheiro implementado nas máquinas, de forma a ser reportado diariamente o desperdício por emendas, tendo o operador de preencher os campos assinalados a amarelo. Os campos assinalados a cinzento são preenchidos automaticamente, tendo em conta os dados preenchidos e dados presentes no mesmo ficheiro para o cálculo do desperdício geral do turno. É feita a comparação entre o desperdício real e o teórico, tendo em consideração os valores do estudo efetuado, e é indicado ao operador se cumpriu ou não o objetivo, obtendo no último campo “OK” ou “NOK”.

3.3.9 Testes de fuga a sacos produzidos

A máquina que foi introduzida na produção de modo a testar os sacos recentemente produzidos em relação à sua correta selagem, chegou sem quaisquer parâmetros ou modo de utilização definida e foi proposta a oportunidade de configurar a máquina em termos de parâmetros de teste e definir o modo e com que regularidade se iriam realizar testes na produção. Este tipo de teste obedece a várias normas ASTM, nomeadamente a norma ASTM F2095, pelo que as condições de teste devem-se reger pelas condições estabelecidas, nomeadamente a altura das placas entre as quais o saco se encontrará, e a pressão a que o teste se deverá fazer. Estes valores foram definidos para cada saco, dependendo das suas dimensões.

Além de serem definidos os parâmetros da realização dos testes para cada tipo de sacos, foi também definida a frequência em que os testes se realizam. Ficou definido como obrigatório o cumprimento do plano de testes, assim como o preenchimento do registo de testes realizados (ver Apêndice E), sendo o plano de testes composto por um saco por pista de cada uma das máquinas. Esta periodicidade de testes feitos em ambiente de produção garante que um trabalho não arranca com um defeito crítico como uma fuga de ar no saco, sendo os restantes testes de qualidade realizados também durante o decurso do turno. Estes testes (ver Figura 32) permitem a deteção de um defeito grave, que possivelmente afetará a ordem de fabrico inteira e que poderá passar despercebido durante a produção do saco.

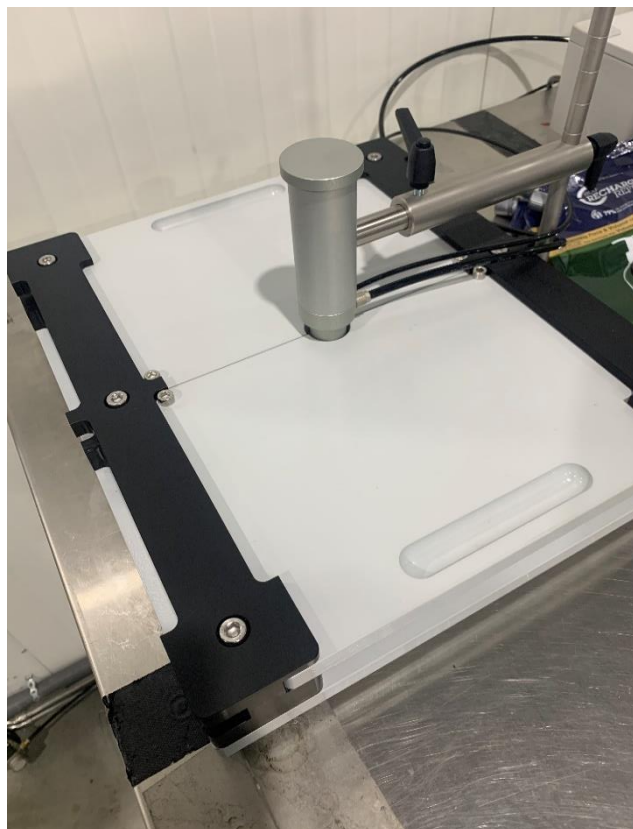


Figura 32 - Realização de um teste de fugas a um saco

3.4 Análise dos resultados

Após realizar as ações de melhoria, juntamente do seu controlo e monitorização dos resultados obtidos, estudaram-se e analisaram-se os mesmos de modo a entender quais foram as melhorias resultantes das implementações feitas, e o impacto que estas mesmas tiveram na organização. No setor de impressão, mais propriamente na zona de preparação de cilindros exigia uma remodelação do espaço e de métodos de trabalho. A organização conseguiu com as ações efetuadas melhorar a eficiência das tarefas realizadas na secção. De resto, a gestão de stocks tornou-se numa tarefa mais prática de fazer, tanto na zona de preparação de cilindros como no corte. Vários processos foram normalizados e na zona de fabricação de sacos conseguiu-se reduzir substancialmente o desperdício gerado pela passagem de emendas. Na Tabela 13, encontra-se um resumo das melhorias implementadas.

Tabela 13 - Análise dos resultados

Proposta de melhoria	Melhoria obtida
Implementação de conceitos 5S	- Gestão de <i>stock</i> facilitada <i>Layout</i> melhorado - Diminuição do número de ocorrências de desperdício relacionados com cilindros em 20% - Trabalho mais simples e dinâmico
Criação de procedimentos para o <i>setup</i> de cada máquina	Processo normalizado
Criação de um sistema para o registo dos parâmetros utilizados	- Registo de todos os trabalhos realizados - Uniformidade do programa utilizado para o registo
Registo de mudanças de localização de cada bobine	- Localização de todas as bobines atualizada - Gestão de <i>stock</i> de bobines facilitada
Aplicação do ciclo DMAIC para melhorar o desperdício do processo	- Redução do desperdício causado pela passagem de emendas em 60% - Definido procedimento relativamente à reação de passagem de uma emenda

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

4.1. Principais contributos do trabalho

4.2. Trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O projeto foi desenvolvido na Amcor Flexibles Porto num contexto industrial de produção de embalagens plásticas. De seguida são apresentadas as conclusões e propostas de trabalho futuro.

4.1 Principais contributos do trabalho

A presente dissertação foi desenvolvida tendo como base a metodologia *Lean*, um método de melhoria onde se procuram todos os problemas, de forma a encontrar uma solução que melhore a qualidade, numa luta constante de utilização de o mínimo de recursos possíveis, produção com menos desperdício e mais eficiente. O ciclo DMAIC foi uma ferramenta chave para tornar óbvio os pontos de ataque no âmbito de reduzir o desperdício na reação às emendas. De forma sucinta, os principais contributos do projeto foram os seguintes:

- Implementação de conceitos 5S na zona de preparação de cilindros
- Implementação de um sistema de gestão de stock de um consumível
- Aplicação da ferramenta DMAIC no processo de fabrico de sacos
- Normalização de processos na zona de corte
- Implementação de um sistema de mudança de localizações de bobines na zona de corte

Na Tabela 14 é perceptível o estado de implementação das melhorias acima anunciadas.

Tabela 14 - Estado da implementação das melhorias

Proposta de melhoria	Estado de implementação
Implementação de conceitos 5S na zona de preparação de cilindros	100% implementada.
Implementação de um sistema de gestão de stock de um consumível	100% implementada.
Aplicação da ferramenta DMAIC no processo de fabrico de sacos	Redução considerável do desperdício gerado pelo problema detetado
Normalização de processos na zona de corte	Processos na fase de controlo e de normalização do uso dos procedimentos e programa de registo de parâmetros.
Implementação de um sistema de localização de bobines na zona de corte	100% implementada.

4.2 Trabalhos Futuros

Tendo em conta que num processo de melhoria continua, não há qualquer projeto com um cenário terminado visto que há sempre espaço para melhorar os processos, torna-se fulcral manter e controlar todas as melhorias implementadas, de forma a evitar que haja retrocessos. Espera-se que a Amcor Flexibles Porto mantenha as melhorias incorporadas, e que continue com o processo de melhoria. Na Tabela 15, estão presentes as propostas de trabalho futuro.

Tabela 15 - Propostas de trabalhos futuros

Setor	Propostas de melhoria
Impressão	Definir objetivos na zona de preparação de cilindros
	Seguir limpeza dos carros de impressão
Sacos	Controlo estatístico do processo
	Implementação do procedimento de passagem de emendas

Para uma melhor compreensão das propostas de trabalho futuro, apresenta-se abaixo uma pequena explicação da forma idealizada de implementação das propostas.

- Definir objetivos na zona de preparação de cilindros:

Visto que foi implementado o registo de passagem de turno com todas as informações referentes aos trabalhos montados durante cada turno, incluindo o número de cilindros e o tempo demorado a montar o trabalho, acaba por ser possível reunir dados suficientes para gerar a média do tempo demorado para a montagem de cada trabalho ou a média do tempo de montagem para os trabalhos de uma determinada máquina. Ao obter estes valores, poderão ser usados pelo setor do planeamento, na criação do plano semanal de trabalhos, sendo que atualmente apenas se considera o tempo dos cilindros em máquina.

- Seguir limpeza dos carros de impressão

No seguimento do trabalho realizado, tendo em vista o objetivo de os cilindros usados em produção chegarem à máquina nas melhores condições possíveis, será proveitoso realizar um seguimento da limpeza dos carros usados para suportar os cilindros nas máquinas de impressão. Estes carros ficam, naturalmente, expostos também à tinta durante o processo de produção, sendo que no final, a sua limpeza nem sempre é efetuada. Visto que é um ponto de possível contaminação de cilindros, justifica-se a averiguação à sua limpeza. De momento, já foram identificados todos os carros presentes na empresa de forma a realizar o seguimento.

- Controlo estatístico do processo

A mesma máquina que mede os testes de fuga de forma a detetar possíveis debilidades na estrutura do saco, também apresenta a capacidade de realizar testes de rebentamento dos sacos. Como tal, seria vantajoso averiguar se os processos se encontram em controlo estatístico, seja pelo estudo dos sacos de todas as pistas durante o decorrer da produção ou o estudo de cada pista individualmente. Seria possível detetar alguma irregularidade, e realizar ajustes em termos de temperaturas ou tempos de selagem. De momento, o aparelho de testes de rebentamento encontra-se a ser aprovado pela segurança de forma a ser utilizado em ambiente de produção de forma segura.

- Implementação do procedimento de passagem de emendas

Por último, cabe no futuro implementar completamente o procedimento da reação à passagem de emendas em todas as máquinas de alta cadência, assim como o registo e controlo do desperdício por cada turno, este registo irá auxiliar a entender melhor o porquê de ocorrer uma variação acima da média, assim como auxiliar nas comunicações com outros departamentos de forma a relatar de melhor forma os problemas sentidos e os pontos de melhoria a definir na produção do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Vargas, P., Chicaiza-Salgado, E., Acosta-Vargas, I., Salvador-Ullauri, L., & Gonzalez, M. (2021). Towards Industry Improvement in Manufacturing with DMAIC. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1273 AISC, 341–352. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59194-6_28
- Alves, D., Ferreira, L., Pereira, T., Sá, J., Silva, F. J. G., & Fernandes, N. O. (2020). Analysis and Improvement of the Packaging Sector of an Industrial Company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1327–1331. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.185>
- Amcor . (2021). <https://www.amcor.com/>
- Byrne, G. (2003). Ensuring optimal success with Six Sigma implementations. *Journal of Organizational Excellence*, 22(2), 43–50. <https://doi.org/10.1002/npr.10066>
- Catterall, M. (2000). Research Methods for Business Students. In *Qualitative Market Research: An International Journal* (Vol. 3, Issue 4, pp. 215–218). <https://doi.org/10.1108/qmr.2000.3.4.215.2>
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: a field study on the printing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 45–65. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0197>
- Chávez, J., Osorio, F., Altamirano, E., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2019). Lean production management model for SME waste reduction in the processed food sector in Peru. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 971, 53–62. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20494-5_5
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, M., Santos, G., & Silva, F. J. G. (2020). The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study. In *Studies in Systems, Decision and Control* (Vol. 277, pp. 151–159). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_17
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. In *DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK* (pp. 001–012). <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Gonçalves, M. A., Silva, F. J. G., & Ares, E. (2019). Analysis of an order fulfilment process at a metalwork company using different lean methodologies. *Procedia Manufacturing*, 41, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.025>
- Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis. *Procedia Manufacturing*, 11, 1061–1068. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.217>
- Dresch, A., Veit, D. R., Lima, P. N. de, Lacerda, D. P., & Collatto, D. C. (2019). Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 69–87.

- <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2017-0248>
- Durga Prasad, K. G., Kambagowni, V., Prasad, K. G. D., Subbaiah, K. V., & Padmavathi, G. (2012). Application of Six Sigma Methodology in an Engineering Educational Institution Assessment of Mechanical and Tribological Properties of Aluminium Hybrid Metal Matrix Composites: A Review View project Application of Six Sigma Methodology in an Engineering E. *Int. J. Emerg. Sci*, 2(2), 222–237. <https://www.researchgate.net/publication/256377930>
- Eden, C., & Ackermann, F. (2018). Theory into practice, practice to theory: Action research in method development. *European Journal of Operational Research*, 271(3), 1145–1155. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.05.061>
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Grosfeld-Nir, A., Ronen, B., & Kozlovsky, N. (2007). The Pareto managerial principle: When does it apply? *International Journal of Production Research*, 45(10), 2317–2325. <https://doi.org/10.1080/00207540600818203>
- Hakimi, S., Zahraee, S. M., & Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4), 562–578. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0069>
- Klimecka-Tatar, D. (2017). PRODUCTION ENGINEERING ARCHIVES Value Stream Mapping as Lean Production tool to improve the production process organization-case study in packaging manufacturing. *ARCHIWUM INŻYNIERII PRODUKCJI 40 PRODUCTION ENGINEERING ARCHIVES*, 17, 40–44. <https://doi.org/10.30657/pea.2017.17.09>
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). Application of kaizen methodology to foster departmental engagement in quality improvement. *Journal of the American College of Radiology*, 11(12), 1126–1130. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.08.027>
- Kumar, S., Brahma, G., Kaur, P., & Gupta, B. K. (2020). A case study on quality improvement of connecting rod assembly line using Six Sigma DMAIC cycle. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 12(2/3), 234. <https://doi.org/10.1504/ijssca.2020.110982>
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Lopes, R., Silva, F., Godina, R., Campilho, R., Dieguez, T., Ferreira, L. P., & Baptista, A. (2020a). Reducing scrap and improving an air conditioning pipe production line. *Procedia Manufacturing*, 51, 1410–1415. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.196>
- Lopes, R., Silva, F. J. G., Godina, R., Campilho, R., Dieguez, T., Ferreira, L. P., & Baptista, A. (2020b). Reducing scrap and improving an air conditioning pipe production line. *Procedia Manufacturing*, 51, 1410–1415. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.196>

- 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>
- Marodin, G., Frank, A. G., Tortorella, G. L., & Netland, T. (2018). Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*, 203, 301–310. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.009>
- Martins, R., Pereira, M., Ferreira, L., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51, 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- 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>
- 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>
- Mulugeta, L. (2020). Productivity improvement through lean manufacturing tools in Ethiopian garment manufacturing company. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.599>
- Nandakumar, N., Saleeshya, P. G., & Harikumar, P. (2020). Bottleneck Identification and Process Improvement by Lean Six Sigma DMAIC Methodology. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1217–1224. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>
- 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>
- Ohno, T. (1988). *Tovota Production System: Beyond Large-Scale Production*. https://books.google.com/books?hl=pt-PT&lr=&id=7_-67SshOy8C&oi=fnd&pg=PR9&dq=taichi+ohno+waste&ots=YpQABcChG_&sig=a_gANMVzOZMh7sFF-4bvbKtwilc
- Phruksaphanrat, B. (2019). Six sigma DMAIC for machine efficiency improvement in a carpet factory. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 41(4), 887–898. <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2019.113>
- 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>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 34, Issue 3, pp. 334–361). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>

- 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, H., Silva, F., Morgado, L., Sá, J. C., Ferreira, L. P., & Campilho, R. D. S. G. (2020). A novel computer application for scrap reporting and data management in the manufacturing of components for the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51, 1319–1326. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.184>
- 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>
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2021). A comparison of the application of the smed methodology in two different cutting lines. *Quality Innovation Prosperity*, 25(1), 124–149. <https://doi.org/10.12776/QIP.V25I1.1446>
- Sim, K. L., & Rogers, J. W. (2008). Implementing lean production systems: Barriers to change. *Management Research News*, 32(1), 37–49. <https://doi.org/10.1108/01409170910922014>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Pimentel, C. M. O., & Ferreira, L. P. (2019). SMED applied to composed cork stoppers. In *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* (pp. 225–254). <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/14787>
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Anzanello, M., Marodin, G. A., Garcia, M., & Reis Esteves, R. (2017). Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation. *Total Quality Management and Business Excellence*, 28(13–14), 1544–1558. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1150778>
- Tsarouhas, P. (2020). Reliability, availability and maintainability analysis of a bag production industry based on the six sigma DMAIC approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2019-0101>
- Uluskan, M., & Oda, E. P. (2020). A thorough Six Sigma DMAIC application for household appliance manufacturing systems: Oven door-panel alignment case. *TQM Journal*, 32(6), 1683–1714. <https://doi.org/10.1108/TQM-06-2019-0171>
- Venkat Jayanth, B., Prathap, P., Sivaraman, P., Yogesh, S., & Madhu, S. (2020). Implementation of lean manufacturing in electronics industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.718>
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Vinodh, S., Kumar, S. V., & Vimal, K. E. K. (2014). Implementing lean sigma in an Indian rotary switches manufacturing organisation. *Production Planning and Control*, 25(4), 288–302. <https://doi.org/10.1080/09537287.2012.684726>

- Wilson, L. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. In *McGraw-Hill*.
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071625074>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection. *Harvard Business Review*, 74(5), 140-. [http://prof.usb.ve/nbaquero/06 - Beyond Toyota.pdf](http://prof.usb.ve/nbaquero/06-Beyond%20Toyota.pdf)
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48, Issue 11, p. 1148). <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>

APÊNDICES

Apêndice A – Registo de limpeza

Apêndice B – Registo de trabalho

Apêndice C – Setup Panthere

Apêndice D – Mudança de localização de bobines

Apêndice E – Registo de testes de fuga

Apêndices

Apêndice A – Registo de limpeza

 Creating a new world of packaging		REGISTO														Código: PRP0080					
		Limpeza Preparação														Data: 15/1/2021					
																Revisão:					
																Elaborado: VC / Aprovado: FM					
														Página 1 de 1							
Preparação																MÊS					
Data		Seg			Ter			Qua			Qui			Sex			Sab				
TURNO		MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE	MANHÃ	TARDE	NOITE		
Durante o Turno		Limpeza superfícies de trabalho (pó, óleos ou tintas) e pontos de acumulação de sujidade																			
		Limpeza peças de afinação																			
		Limpeza das ferramentas de trabalho																			
		Organização/Arrumação do posto de trabalho																			
		Garantir que o chão se encontra limpo																			
		Verificação da limpeza dos cilindros																			
		Nr do Operador																			

Apêndice B – Registo de trabalho

		REGISTO Engenharia de processo - Secção dos cilindros Preparação do trabalho - Lista de verificação			Código: PRP083/1 Data: 07/09/2020 Revisão: 08/09/2020 Elaborado: AB Aprovado: MP Página 1 de 1	
Nº	Nome do Operador			Assinatura	Data	Turno
OP:	FG:			Referência:		
N.º	PROCEDIMENTOS A EFETUAR	OK	NOK	Ação	Observações	
1	Código dos cilindros					
2	Verificação da ausência de riscos e moissas					
3	Limar os topos (caso seja necessário)					
4	Verificar sentido bobinagem (ver pasta)					
5	Verificar limpeza dos cilindros (verniz, branco, 2 componentes)					
OP:	FG:			Referência:		
N.º	PROCEDIMENTOS A EFETUAR	OK	NOK	Ação	Observações	
1	Código dos cilindros					
2	Verificação da ausência de riscos e moissas					
3	Limar os topos (caso seja necessário)					
4	Verificar sentido bobinagem (ver pasta)					
5	Verificar limpeza dos cilindros (verniz, branco, 2 componentes)					
OP:	FG:			Referência:		
N.º	PROCEDIMENTOS A EFETUAR	OK	NOK	Ação	Observações	
1	Código dos cilindros					
2	Verificação da ausência de riscos e moissas					
3	Limar os topos (caso seja necessário)					
4	Verificar sentido bobinagem (ver pasta)					
5	Verificar limpeza dos cilindros (verniz, branco, 2 componentes)					
OP:	FG:			Referência:		
N.º	PROCEDIMENTOS A EFETUAR	OK	NOK	Ação	Observações	
1	Código dos cilindros					
2	Verificação da ausência de riscos e moissas					
3	Limar os topos (caso seja necessário)					
4	Verificar sentido bobinagem (ver pasta)					
5	Verificar limpeza dos cilindros (verniz, branco, 2 componentes)					

Apêndice C – Setup Panthere

Objetivo	Esta instrução tem como objetivo definir o procedimento adequado para a realização do setup na máquina Panthere
Âmbito	É aplicável à área do Corte – F1
Pré-requisito	5/16
Responsabilidades	➤ É da responsabilidade do operador da secção de corte cumprir este procedimento. ➤ É da responsabilidade do supervisor ou chefe de turno garantir que o procedimento está a ser cumprido.
Procedimento	Para realizar o setup de forma correta, o operador deve: 1. Retirar veio do apoio e fazer a sua afinação  2. Colocar veio de volta e colocar lâminas no local designado para o trabalho em questão 3. Baixar as lâminas de corte 

4. Colocar bobine no desbobinador

5. Puxar o filme para a frente, de forma a ser cortado pelas lâminas



Obs: Caso o trabalho necessite aplicação de pó oxidry, a passagem do filme deve ser feita também pela parte de cima da máquina.

6. Cortar o filme

7. Retirar veios, para se colocarem os mandris

8. Fazer medições e marcar local dos mandris



9. Encher veio com pistola de ar, de forma a fixar os mandris



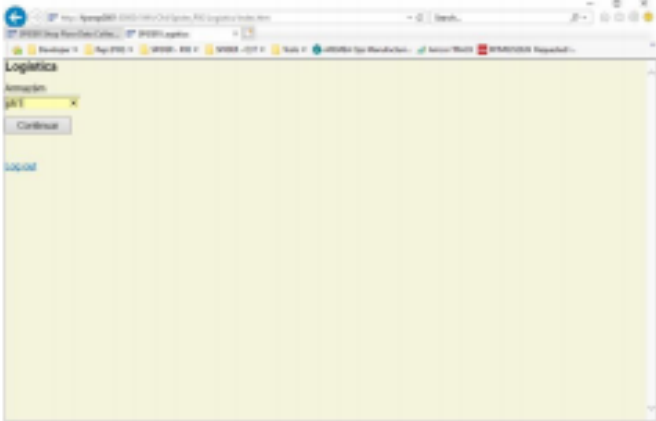
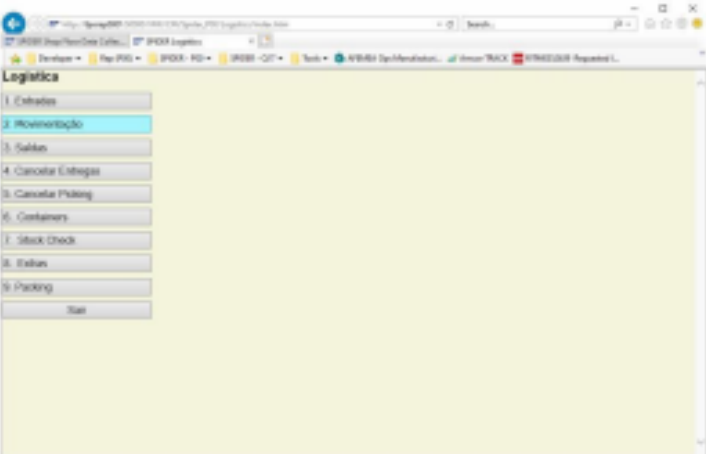
10. Colocar filme nos mandris e fazer a sua ligação com uma fita



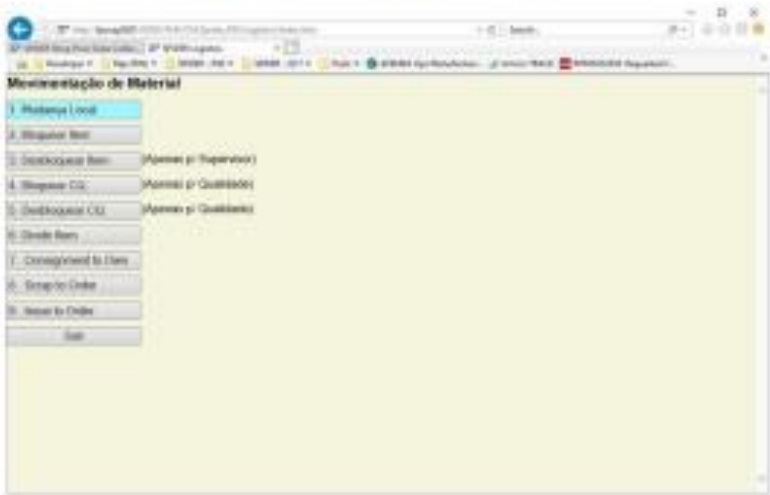
11. Avançar o filme com velocidade reduzida para verificar o posicionamento e fazer o seu aperto final

Depois de realizar a afinação, deve-se retirar os mandris e colocar-se novos, arrancando com a máquina de modo a retomar o trabalho.

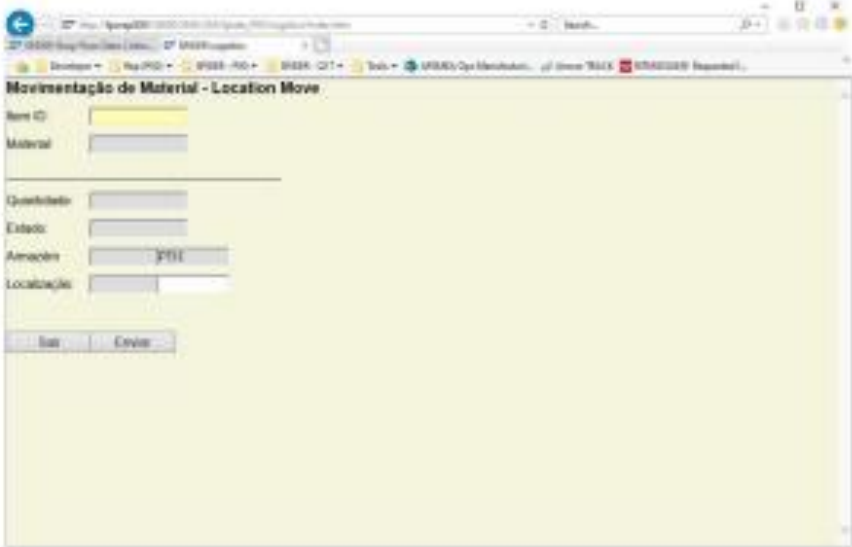
Apêndice D – Mudança de localização de bobines

Objetivo	Esta instrução tem como objetivo definir o procedimento adequado para a realização do registo da mudança de localização de bobines
Âmbito	É aplicável à área do Corte – F1
Pré-requisito	5/16
Responsabilidades	➤ É da responsabilidade do operador da secção de corte cumprir este procedimento. ➤ É da responsabilidade do supervisor ou chefe de turno garantir que o procedimento está a ser cumprido.
Procedimento	Na zona do corte, quando o operador necessitar de retirar alguma bobine da estufa, deve registar a sua saída, juntamente com todas as bobines que seja necessário retirar de forma a chegar à bobine pretendida. Deve também registar novamente a entrada das bobines na estufa quando efetuar a saída da bobine necessária. Estes registos devem ser feitos usando o spider no Intermec. Para efetuarem a mudança de localização das bobines, devem fazer o seguinte: 1. Inserir as suas credenciais na plataforma 2. Na página que abre após realizar o login, deve-se colocar sempre "PTI1"  3. Na página seguinte seleciona-se a opção de Movimentação 

4. De seguida, deve-se seleccionar a opção “Mudança Local”



5. Por fim, deve-se colocar o Item ID, através do scanearamento do código de barras presente na etiqueta da bobine, e a localização adequada.



Apêndice E – Registro de testes de fuga

[illegible]