

Implementação de princípios e ferramentas *lean* numa unidade de produção de plásticos

João Pedro M. G. Bettencourt Fernando

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto

Orientador na Frigocon : Engenheiro Luís Ferreira



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2021-07-15

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia”

Robert Collier

Resumo

Num cenário pandémico como o atravessado atualmente, a competitividade é uma necessidade para qualquer organização. Neste contexto, é essencial que as empresas procurem alternativas que permitam alcançar reduções de desperdícios e níveis mais altos de produtividade. Assim, a relevância das metodologias *Lean* tem vindo a ser cada vez mais reconhecida quando se pretende aplicar ações corretivas ou preventivas face aos obstáculos encontrados pelas empresas.

A presente Dissertação de Mestrado surge no contexto de implementação de melhorias numa unidade de produção de plásticos e tem como objetivo apresentar várias soluções para as oportunidades de melhoria detetadas, de forma a reduzir os desperdícios e aumentar a competitividade da Frigocon. Como ponto de partida, verificou-se que a falta de cultura de melhoria contínua, organização e comunicação representam as principais origens destes desperdícios.

Através da implementação de ferramentas *lean* como os 5S, Gestão Visual, Padronização de tarefas, SMED (*Single Minute Exchange of Die*) e *Kaizen* Diário, bem como o desenvolvimento de outras estratégias e princípios controlados pelo ciclo PDCA (*Plan Do Check Act*), foi possível reduzir ou eliminar os diferentes tipos de desperdícios diagnosticados. Com as implementações das melhorias referidas, verificou-se a existência de um ambiente de trabalho muito mais harmonioso e organizado, a existência de métricas que possibilitavam a medição do progresso através da implementação de KPI's, assim como a redução em mais de 30% do tempo médio de *Setup*.

Estes resultados obtidos num espaço de tempo tão curto demonstram que, utilizando as ferramentas supramencionadas, é possível obter-se rápidas melhorias sem ter custos muito elevados. As melhorias implementadas capacitaram a unidade de produção em diversos níveis, tendo o setor dos plásticos da Frigocon mais facilidade em responder às constantes alterações de exigências de mercado após a implementação do projeto.

Palavras-chave: *lean manufacturing*, *lean thinking*, 5S, SMED, plástico, redução desperdício, melhoria contínua.

Abstract

In a pandemic scenario like the one we are currently experiencing, competitiveness is a necessity for any organization. In this context, it is essential for companies to seek alternatives to achieve waste reductions and higher levels of productivity. Thus, the relevance of Lean methodologies has been increasingly recognized when it comes to applying corrective or preventive actions to the obstacles encountered by companies.

This Master's Dissertation appears in the context of the implementation of improvements in a plastic production unit and aims to present several solutions for the improvement opportunities detected, in order to reduce waste and increase Frigocon's competitiveness. As a starting point, it was found that the lack of culture of continuous improvement, organization and communication represent the main origins of these wastes.

Through the implementation of Lean tools such as 5S, Visual Management, Task Standardization, SMED (Single Minute Exchange of Die) and Daily Kaizen, as well as the development of other strategies and principles controlled by the PDCA (Plan Do Check Act) cycle, it was possible to reduce or eliminate the different types of waste diagnosed. With the implementations of the aforementioned improvements, there was a much more harmonious and organized work environment, the existence of metrics that made it possible to measure progress through the implementation of KPI's, as well as the reduction in more than 30% of the average Setup time.

These results obtained in such a short space of time demonstrate that, using the above tools, rapid improvements can be achieved without having very high costs. The improvements implemented enabled the production unit at various levels, making it easier for Frigocon's plastics sector to respond to constant changes in market requirements after the project's implementation.

Keywords: lean manufacturing, lean thinking, 5S, SMED, plastics, waste reduction, continuous improvement

Agradecimentos

À Frigocon pela possibilidade da realização do projeto.

A todos os elementos que compõem o setor dos plásticos da Frigocon, em particular ao Eng. Luís Ferreira pela ajuda no projeto e aos Eng. Vitor Araújo e Mónica Nogueira por todos os ensinamentos, paciência, confiança, o conselhos e disponibilidade demonstradas ao longo de todo o projeto de dissertação.

Ao Professor José António Barros Basto, orientador da Dissertação na FEUP, por toda a simpatia, tranquilidade, orientação do projeto e aconselhamento nas mais diversas áreas abrangidas.

A toda a minha família, namorada e amigos por todo o apoio e ajuda não só ao longo da realização do projeto, mas também ao longo de todo o percurso académico.

A ti*

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Motivação e Objetivos	2
1.3	Objetivos do projeto	2
1.4	Metodologia de investigação	3
1.5	Estrutura da dissertação	3
2	Apresentação do Estado da Arte	5
2.1	TPS-Toyota Production System	5
2.2	Lean management	5
2.3	Desperdícios	9
2.4	Ferramentas <i>Lean</i>	9
2.4.1	JIT- Just-in-Time	9
2.4.2	VSM – Value Stream Mapping	10
2.4.3	Ciclo PDCA	10
2.4.4	Metodologia 5S	11
2.4.5	Gestão Visual	12
2.4.6	SMED- <i>Single Minute Exchange of Die</i>	12
2.4.7	TPM- <i>Total Productive Maintenance</i>	12
2.4.8	KPI- <i>Key Performance Indicators</i>	15
3	Diagnóstico inicial e análise de problemas encontrados	17
3.1	Frigocon S.A.	17
3.2	Missão, Visão e Valores	17
3.3	Descrição do processo produtivo	18
3.3.1	Injeção	18
3.3.2	Extrusão	21
3.3.3	O processo produtivo do setor	22
3.4	Diagnóstico da situação inicial do setor	23
3.5	Diagnóstico às causas de paragens não-produtivas	24
3.6	Identificação de desperdícios	26
4	Análise e Discussão de Resultados	27
4.1	Introdução aos KPI's	27
4.1.1	OEE- <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	27
4.1.2	Cumprimento do plano	27
4.2	O Registo como base do Controlo	30
4.2.1	Formulário de Controlo de Produção	30
4.2.2	Formulário de Passagem de Turno	30
4.3	Reuniões diárias no Gemba- Kaizen diário	31
4.4	Implementação de medidas de Standard Work	32
4.5	Organização dos espaços de trabalho- 5S e Gestão Visual	33
4.5.1	4.5.1 5S nas bancadas e utensílios de produção	33
4.5.2	Marcações do chão-de-fábrica	35
4.6	Implementação SMED	37
4.6.1	Fase 1 – Mapeamento da Situação Atual	38
4.6.2	Fase 2 – Identificação das Operações Internas e Externas	38
4.6.3	Fase 3 – Conversão de Operações Internas em Externas	39
4.6.4	Fase 4 – Redução do Tempo Médio das Operações Internas e Externas	39
4.7	Diminuição do <i>Lead time</i> do PA	40
4.7.1	Separador de gitos	40

4.8	Reorganização do <i>Layout</i> produtivo	41
4.9	Dificuldades Encontradas.....	42
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	44
	Referências bibliográficas	46
ANEXO A:	Ferramentas <i>Kaizen</i> Diário	48
ANEXO B:	Plano de manutenção 1º nível.....	51
ANEXO C:	Análise Cartões <i>Kanban</i>	53
ANEXO D:	Auditoria 5S.....	54
ANEXO E:	Formulário PT (Passagem Turno)	55
ANEXO F:	Formulário tarefas SMED	56
ANEXO G:	Dossier de Produto Acabado (exemplo 511.0884).....	57
ANEXO H:	<i>Layout</i> inicial do setor	65
ANEXO I:	Exemplos de organização no final do projeto	66

Abreviaturas e Siglas

CAGR- *Compound Annual Growth Rate*

FVA – *Future value adding activities*

Gemba - Chão da Fábrica; Terreno

JIT - *Just in Time*

Kaizen – Palavra japonesa que significa “Melhoria Contínua” do espaço de trabalho.

KPI - *Key Performance Indicators*

Layout – Arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho; implantação.

MP - Matéria Prima

Muda - Desperdício

NVA – *Non-value activities*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

OF - Ordem de Fabrico

PA – Produto Acabado

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PT-Passagem de turno

SAT- *Support Activities*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*: Ferramenta de redução dos tempos de *Setup*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

UPA - Unidade de Produto Acabado

UPI – Unidade de Produtos Intermédios

5S – Cinco “S” - Metodologia de arrumação e organização do espaço de trabalho

Índice de Figuras

Figura 1-Diagrama de <i>Gantt</i> do projeto	3
Figura 2-A casa do TPS (adaptado de Pinto).....	5
Figura 3-Os 5 princípios <i>Lean</i> (<i>Womack et al.</i>)	6
Figura 4-Nova sequencia de princípios <i>lean</i> (adaptado de Pinto,2008)	8
Figura 5-O ciclo PDCA	11
Figura 6-Os oito pilares do TPM.....	13
Figura 7-Equação de cálculo do OEE.....	14
Figura 8-Equação do cálculo da disponibilidade.....	15
Figura 9-Equação de cálculo da produtividade	15
Figura 10-Equação de cálculo do índice da qualidade	15
Figura 11-Fragmentação do Tempo Total para efeitos de OEE.....	15
Figura 12- Estrutura de uma injetora	19
Figura 13-Ciclo de injeção. a) Fecho de molde; b) enchimento; c) compactação; d) abertura do molde e extração	21
Figura 14-Esquema de uma extrusora	22
Figura 15-Análise ABC realizada ao setor	22
Figura 16-Exemplo de análise às paragens produtivas de uma injetora.....	25
Figura 17-Análise <i>Pareto</i> às causas previstas	26
Figura 18-Evolução do OEE ao longo do projeto	27
Figura 19-%Cumprimento do plano (Março 2021) apresentada no quadro <i>Kaizen Diário</i>	28
Figura 20-Evolução %Cumprimento ao longo do projeto.....	28
Figura 21-Exemplo de um planeamento de turno implementado.....	29
Figura 22- Quadro <i>Kaizen Fricon</i> (esquerda).....	32
Figura 23-Reunião diária no chão-de-fábrica (direita)	32
Figura 24-Exmeplo de <i>Standard Work</i> embalamento produto	33
Figura 25-Caixa para colocação de ordem de fabrico	34
Figura 26-Armário de apoio desorganizado (à esquerda)	35
Figura 27-Armário de apoio organizado (à direita).....	35
Figura 28- Injetora 2 numa fase inicial (à esquerda)	36
Figura 29-Injetora 2 após implementação de marcações (à direita).....	36
Figura 30-Protótipo de etiqueta de molde desenvolvido	37
Figura 31- Diagrama <i>Spaghetti</i> realizado na análise SMED	38
Figura 32-Armazém de MP intermédio etiquetado	39
Figura 33- <i>MB Coveyors</i> (adaptado de Augusto Guimarães).....	41
Figura 34- <i>Layout</i> proposto	42
Figura 35-Agenda reunião <i>Kaizen Diário</i>	48

Figura 36-Mapa de presenças reunião Kaizen Diário	49
Figura 37-Formulário de Identificação de Melhorias Kaizen Diário	50
Figura 38-Análise quantidades Kanban.....	53
Figura 39-Formulário auditoria 5S	54
Figura 40-Formulário Passagem Turno	55
Figura 41-Formulário recolha tarefas descolvido	56
Figura 42-Ficha do processo (exemplo 511.0884)	57
Figura 43-Formulário de Registo do Produto (exemplo 511.0884)	58
Figura 44-Ordem de fabrico (exemplo 511.0884).....	59
Figura 45-Formulário de Auto-Controlo (exemplo 511.0884).....	60
Figura 46-Formulário de Controlo de Produção (exemplo 511.0884)	61
Figura 47-Formulário Controlo de Produção	62
Figura 48-Ajuda visual de deteção de defeitos (exmplo 511.0884)	62
Figura 49-Ajuda visual de deteção de defeitos - (continuação exemplo 511.0884).....	63
Figura 50-Modo de embalagem de PA (exmplo 511.0884)	64
Figura 51-Layout inicial do setor dos plásticos	65
Figura 52-Criação de Espaços para peças NOK.....	66
Figura 53-Carrinho SMED organizado	67
Figura 54-Definição da localização dos moldes.....	67
Figura 55-Instruções de trabalho	68
Figura 56-Organização armário limpeza	68
Figura 57-Organização dos olhais por dimensão	69

Índice de Tabelas

Tabela 1-Variáveis do processo de injeção	20
Tabela 2-Análise às paragens não produtivas (Março 2021)	25
Tabela 3-Os sete desperdícios de <i>Ohno</i> identificados no processo estudado.....	26

1 Introdução

A presente dissertação surge no âmbito da conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). O projeto de tese foi desenvolvido em ambiente empresarial, mais concretamente na secção de plásticos da Frigocon S.A. entre Fevereiro e junho de 2021. O principal objetivo a que autor se propunha era melhorar os tempos de troca de ferramenta e desenvolver um ambiente de trabalho mais organizado e harmonioso.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

O panorama económico atualmente atravessado tem vindo a despoletar uma forte concorrência em todos os mercados comerciais. Numa fase de adaptação em que todos se encontram, a mudança já faz parte do dia-a-dia e ocorre a um ritmo estonteante. Cada vez mais é fundamental satisfazer os clientes e cada vez maiores são as suas exigências e expectativas. Face a tamanha dimensão dos requisitos que são necessários satisfazer, torna-se quase imperativa uma reação e uma rápida adaptação à mudança. Atualmente, os tempos de resposta são cada vez mais curtos e as entregas devem ser mais rápidas e fiáveis. Neste contexto, vive-se um ambiente de extrema competitividade no mercado, onde o preço e a qualidade dos produtos assumem uma posição de máxima relevância.

Num ambiente de adversidades como o que é vivido atualmente, onde a crise económica e social é evidente e com especial ênfase em Portugal, as dificuldades das empresas nacionais são uma realidade. Para combater as referidas adversidades é, mais do que nunca, fundamental dotar os gestores de ferramentas que lhe permitam retirar o maior partido possível das suas empresas, maximizando o proveito e diminuindo os custos de operação e desperdícios. Desta forma, otimizando os recursos e o processo produtivo das empresas, nunca descuidando a qualidade do produto, certamente a empresa estará muito próxima do sucesso. Assim, no sentido de acompanhar as constantes evoluções do mercado, as empresas procuram estratégias de produção alternativas que passam, não só pela gestão, mas também pelas técnicas escolhidas para a sua aplicação, por forma a permitirem a melhoria contínua do sistema produtivo.

Consciente do panorama atual e com o objetivo de acompanhar toda esta mudança, a direção industrial da FRICON desencadeou diversas ações com vista a implementar vários projetos de melhoria, nunca esquecendo o verdadeiro norte: o empreendedorismo e a qualidade dos seus produtos. Posto isto, sob a bandeira Transformação, em plena altura de pandemia, a empresa reforçou o investimento no desenvolvimento do ativo humano e na otimização de recursos e processos.

É neste enquadramento que se iniciou este projeto de Implementação de princípios e ferramentas *lean* numa unidade de produção de plásticos, realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), que visa essencialmente a obtenção de melhorias nos resultados desta secção com vista a um futuro sustentável e otimizado da organização.

1.2 Motivação e Objetivos

O mercado mundial dos polímeros apresentou um crescimento estimado a uma taxa de 3,9% (CAGR) entre os anos de 2015-2020, estando estimado um crescimento contínuo na ordem dos 3,9%/ano até 2028. O aumento do consumo de plásticos nas indústrias de construção, automóvel e eletrônica suporta a previsão do crescimento do mercado durante o período de referência. Aliada a este crescimento do consumo de MP plástica está a sua utilização como substituto de metais, como o alumínio e aço, na produção de componentes para as indústrias mencionadas, sendo também utilizado como opção válida face a materiais de vidro, papel e outros materiais tradicionais fruto do seu peso, flexibilidade de adaptação, resistência e baixo custo.

A nível ambiental, as crescentes preocupações e regulamentações em relação a redução do peso bruto do veículo para melhorar a eficiência do consumo de combustível e, eventualmente, reduzir as emissões de carbono, são também uma variável a favor do consumo de polímeros.

Acompanhando esta evolução global, a UPI da FRICON decidiu apostar na implementação de metodologias que visassem aumentar a sua produtividade, motivo base para a elaboração do presente projeto. A presente dissertação tem como objetivo primordial a melhoria da organização e desempenho do sistema produtivo do setor de Injeção/Extrusão da UPI Frigocon, através da aplicação de princípios e ferramentas *lean*, com um objetivo claro e focado na melhoria contínua e sustentada da organização. Para a resolução dos problemas existentes no sistema produtivo da empresa, os objetivos mais especificamente passam por: (i) analisar e diagnosticar o estado atual do processo produtivo da unidade; (ii) elaborar propostas de melhoria na organização da secção ao nível do planeamento, organização do chão de fábrica, mudança de ordens de fabrico, redução dos tempos de Setup, recorrendo a ferramentas do *lean manufacturing*, com especial ênfase em SMED, 5S e gestão visual; e finalmente, (iii) a implementação e validação das propostas elaboradas.

- Melhorar a organização do setor de injeção/extrusão;
- Reduzir o WIP (Work in progress);
- Estabelecer fluxos de material contínuos e adequados ao tipo de processo produtivo da empresa;
- Normalizar os procedimentos de trabalho nas operações do departamento de injeção e extrusão;
- Apresentação de layout produtivo atual e proposta de alteração CAD ou outro método;
- Apresentação de otimização de setups (SMED);
- Apresentação de ferramenta de apoio planeamento e controlo de produção;
- Introdução de KPI

1.3 Objetivos do projeto

O objetivo principal deste projeto passa por normalizar os processos existentes na unidade de produção e reduzir os tempos de paragem de equipamento para troca de ferramentas, com vista a aumentar os índices de produtividade. Para tal efeito, recorreu-se à aplicação de técnicas no âmbito da filosofia *Lean*, tais como o SMED ou os 5S.

O objetivo passa por conseguir aplicar ferramentas *Lean* que possam influenciar positivamente os índices de produtividade existentes na Frigocon S.A.

Ao longo do seu desenvolvimento, o projeto foi ultrapassando diversas etapas, tendo-se iniciado por uma fase de diagnóstico, onde foram identificados problemas e possíveis melhorias no setor em geral. Na fase de desenvolvimento foram avançando os vários projetos de melhoria a ser implementados na 3ª fase. A 4ª e última etapa passou por um novo diagnóstico às medidas implementadas de forma a entender a influência que os projetos desenvolvidos tiveram na produtividade do espaço fabril. De uma forma geral, o foco do autor foi criar soluções para ir

ao encontro do aumento de produtividade, focando na redução dos tempos de troca de ferramenta, assim como melhorar o processo de *Setup* no geral, eliminando desperdício existentes.

O aumento da produtividade foi analisado recorrendo-se a KPI's introduzidos ao longo do projeto, fruto da inexistência de indicadores à chegada ao setor.

1.4 Metodologia de investigação

O presente projeto foi desenvolvido entre 8 de Fevereiro e 11 de Junho de 2021 e foi constituído por 4 etapas. A figura 1 mostra o diagrama de *Gantt* desenvolvido para descrever o planeamento do projeto.

- **Fase de Diagnóstico-** Etapa de conhecimento da empresa e dos seus processos, em particular do setor de injeção/extrusão da Frigocon S.A. Fundamentalmente, será uma fase de adaptação à rotina estabelecida, onde o principal objetivo passa por definir da melhor maneira possível o estado atual da unidade de produção.
- **Fase de Desenvolvimento-** Nesta etapa, após identificados os principais pontos com necessidade de melhoria, foram identificadas as ferramentas que melhor se enquadravam no projeto e foram desenvolvidos os projetos ligados a essas ferramentas. Nesta etapa serão também identificados alguns pontos críticos do setor, fazendo uma avaliação geral do seu estado atual. A primeira etapa do SMED começará aqui com a recolha dos dados.
- **Fase de Implementação-** Nesta fase, após os dados estarem recolhidos, estes serão analisados e, no contexto do estado do setor, serão estudadas possíveis melhorias. A aplicação teórica do SMED será feita passando pelas 2 fases seguintes e pela 3ª fase com mais pormenor.
- **Fase de Análise de Resultados-** Fase de recolha de novos dados e comparação com os dados recolhidos na primeira etapa de recolha de dados.

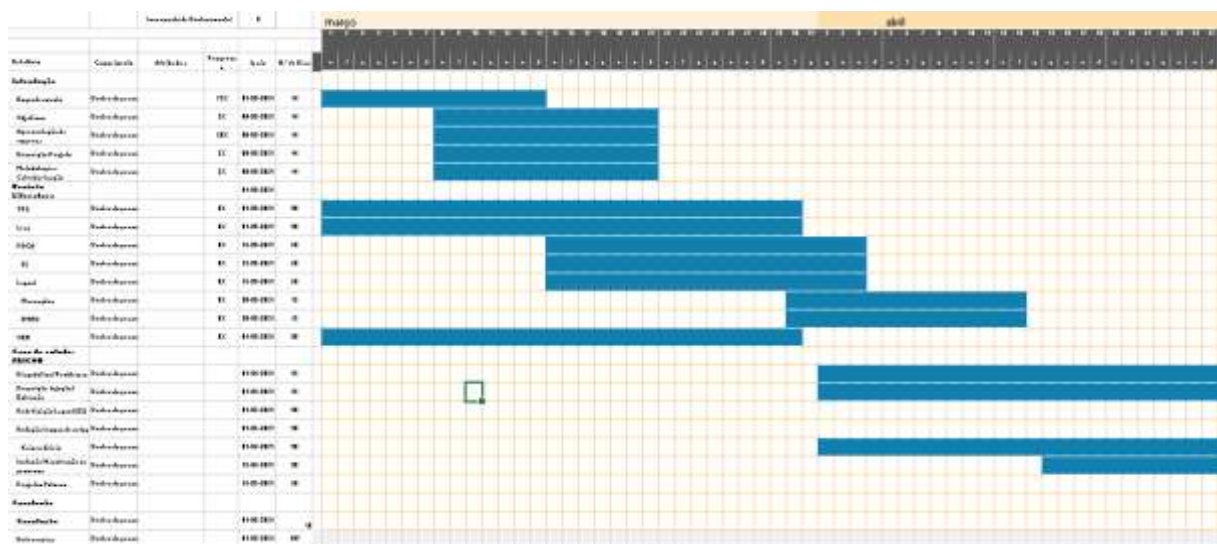


Figura 1-Diagrama de *Gantt* do projeto

1.5 Estrutura da dissertação

A nível de estruturação, optou-se por dividir o presente relatório em 5 partes, abaixo mencionadas:

- Introdução ao relatório de dissertação e explicação da execução do projeto
- Fundamentação teórica, onde são abordadas todas as questões teóricas relacionadas com os princípios implementados ao longo do projeto

- Análise do estado atual e processo produtivo da unidade fabril: análise da situação atual, estudos feitos, planos de intervenção 5 S's, propostas de melhoria nas diversas áreas e soluções consideradas; consideraram-se todas as áreas onde se poderia intervir: o fluxo de informação e de matéria-prima, a organização do setor, análise de stocks e planeamento de produção
- Projetos desenvolvidos ao longo do projeto: após o diagnóstico realizado, foram implementadas algumas das soluções para as oportunidades de melhoria detetados
- Conclusão sobre o trabalho desenvolvido e sugestão de trabalhos futuros.

2 Apresentação do Estado da Arte

No segundo capítulo é apresentada a revisão literária sobre a filosofia *lean manufacturing* focando sobretudo as ferramentas que estão afetas à realização deste trabalho. Assim, será exposta a metodologia referenciada ao longo da Dissertação e que serve de linha orientadora para cumprimento dos objetivos propostos.

2.1 TPS-Toyota Production System

O *Toyota Production System*, ou TPS como é comumente conhecido, aparece como uma das ferramentas que veio revolucionar a indústria. Num contexto pós 2ª Guerra Mundial desencadeou-se a necessidade de reconstruir a indústria, fruto de uma acentuada escassez de recursos. Nessa fase, no Japão, *Eiji Toyota* e *Taichi Ohno* pretendiam solucionar problemas associados a essa escassez atuando nos mais diversos tipos de recursos como pessoas, espaços e materiais, entre outros (*Ohno*, 1988). De um modo geral, o TPS veio transformar a produção massiva e pouco flexível numa indústria versátil, capacitada e que permite dar resposta à competição global. O modelo passa pela implementação de uma produção em fluxo contínuo, que não dependa de tempos de ciclo elevados e que permita fornecer uma variada gama de produtos com qualidade a preços mais competitivos. De forma a representar o TPS e a facilitar a sua aprendizagem, surge a casa do TPS-Figura 2. A sua estabilidade é garantida desde que sejam respeitados os seus alicerces, os pilares e o telhado. De modo a alcançar os objetivos, representados no telhado da casa, conta-se com todos os parâmetros que a constituem. Como alicerces tem-se a produção nivelada, os processos estáveis e padronizados, a gestão visual e o conhecimento da filosofia *Toyota*.



Figura 2-A casa do TPS (adaptado de Pinto)

2.2 Lean management

Nomeado por *Womack et al.* (1990) o termo *lean manufacturing* foi popularizado através do livro “*The Machine That Changed The World*”, onde compara os sistemas de produção ocidentais associados a produções em massa e com metodologias obsoletas, a sistemas de produção japoneses, que valorizam o valor para o consumidor, diminuindo os desperdícios adjacentes ao processo. A abordagem *lean* compreende diversas metodologias e técnicas compactadas com o objetivo de aumentar a capacidade competitiva das organizações, maioritariamente através de reestruturações.

Becker & Kogel (2015) referem-se ao *lean* como uma filosofia aliada a métodos e técnicas que suportam a sua implementação, com vista à melhoria dos sistemas de produção. O foco

permanente do *lean manufacturing* é a eliminação de desperdícios presentes em todas as etapas e níveis dos processos produtivos.

Apesar de baseada no setor automóvel com o exemplo da *Toyota*, *Womack et al.* (1990) defendem a aplicação do conceito referido em qualquer tipo de produção industrial, permitindo alcançar sistemas mais eficientes, registar aumentos de produtividade, obter melhores formas de organização e melhorias das condições de trabalho, cimentando-o como um sistema inovador.

De um modo geral, os resultados da aplicação desta técnica traduzir-se-ão em aumentos da capacidade produtiva, diminuição dos tempos de resposta e aumentos de qualidade, eficiência flexibilidade dos processos produtivos. Aliados a esta evolução estão ainda o menor esforço humano, menor espaço fabril, menor investimento em ferramentas, tempos mais reduzidos de desenvolvimento de novos modelos, menos stocks (*Womack et al., 1990*), reduzindo desta forma os custos associados ao processo.

Apesar do *lean* envolver conceitos de reduzida dificuldade de compreensão e implementação, o sucesso da sua implementação numa organização depende fortemente do grau de ceticismo relativamente à validade da filosofia. A implementação da ideologia é consideravelmente mais complexa do que o expectável, na medida em que requer um processo de mudança cultural da organização. O facto de se utilizar técnicas *lean* não significa que se tenha obtido sucesso em pleno na implementação do *lean*, como referenciado por Matias & Garrido (2014). Mais do que isso, é um processo complexo de mudança cultural que requer o total compromisso de todos e uma visão consistente a longo prazo.

O conceito de melhoria contínua, onde se inserem as metodologias *lean manufacturing*, deve ser praticado todos os dias, por todas as pessoas e em todas as áreas, esforço que levará à conquista de pequenas melhorias diariamente, e que requerem baixo investimento financeiro (*Imai, 1997*).

Como filosofia de pensamento, o *lean thinking* (*Womack and Jones, 1996*), tem como princípios base a especificação do valor, a definição da cadeia de valor, a existência de fluxo contínuo, implementação do sistema *pull* e a procura da perfeição, de acordo com o demonstrado na Figura 3.



Figura 3-Os 5 princípios *Lean* (*Womack et al.*)

Especificação do valor. O valor na sua base é aquilo que é percebido pelo cliente como valor, o definido pelo consumidor. Cabe a cada processo definir aquilo que o cliente efetivamente valoriza e procurar satisfazê-lo, sendo que aqui podem ser consideradas duas

óticas: a ótica do cliente/consumidor cujo objetivo é satisfazer as suas necessidades no que toca às características do produto ou serviço, e a ótica dos *shareholders*, que assenta no aumento de valor das ações para que consigam efetuar futuros investimentos e/ou financiamentos. Para tal, é importante uma correta definição de valor e perceber como alcançá-lo.

É possível alcançar valor de duas formas (*Hines et al, 2004*):

- O valor é criado se os desperdícios internos forem eliminados, de modo a que as atividades de valor não acrescentado (em inglês *non-value activities*, doravante NVA) e os custos associados sejam reduzidos. Consequentemente, o produto torna-se mais valioso para o cliente;
- Aumenta o valor se existir uma oferta de características e/ou serviços adicionais valorizados pelo cliente. Se esta oferta não aumentar o custo inicial, poderá aumentar o valor para o consumidor final.

Como conclusão, *Wei* (2009) reitera que qualquer organização deve ter um conhecimento profundo sobre os valores que oferece ou pretende oferecer aos seus clientes e alinhar o mesmo de acordo com as suas competências.

Identificação da cadeia de valor: Representa todas as operações intrínsecas ao processo produtivo, em todas as etapas, desde a receção das matérias-primas à expedição do produto acabado. Procura-se então a identificação e mapeamento preciso do fluxo de valor do produto são considerados tarefas fulcrais na deteção dos desperdícios em cada processo, assim como na implementação de ações para que a sua eliminação seja feita, criando um fluxo de valor melhorado (*Rother e Shook, 1999*) rothe. Recorre-se, normalmente, ao mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping – VSM*) com o objetivo de identificar todos os tipos de desperdício presentes em ambos os fluxos de material e de informação. Esta ferramenta revela a importância da integração de toda a cadeia de abastecimento com o intuito de identificar e analisar o fluxo de valor. Neste seguimento, *Chen et al. (2008)* consideram que existem três tipos de atividades que devem ser consideradas:

- *Value adding activities* (VA): atividades que, ao criar valor para o cliente, fazem com que o consumidor esteja disposto a pagar pelas mesmas (*Kimmel et al., 2008*). Para *Hansen et al. (2009)*, uma atividade acrescenta valor se modificar fisicamente o produto, se tal mudança não tivesse sido conseguida por uma ou mais atividades precedentes e se permitir que outras atividades sejam desempenhadas;
- *Support activities* (SAT): atividades que não acrescentam valor diretamente, mas são necessárias para o desenvolvimento do processo, não podendo ser eliminadas e devendo ser simplificadas de modo a reduzirem os tempos e recursos envolvidos (exemplo – inspeções) (*Chen et al., 2008*);
- *Non-value activities* (NVA): atividades que, do ponto de vista do cliente, não acrescentam valor e, como tal, podem ser removidas (desperdício) (*Hansen et al., 2009*).

Hines et al. (2004) referencia outro tipo de atividades que apesar de não acrescentarem valor atualmente, aos olhos do consumidor, irão acrescentar valor no futuro – *Future value adding activities* (FVA).

Criação de fluxo contínuo. Após a definição da criação de valor para o cliente e análise da cadeia de valor, deve ser garantido o fluxo do produto ao longo de todas as etapas da cadeia, tornando-o o mais homogéneo possível, eliminando os desperdícios. Esta etapa caracteriza-se pela eliminação de tempos de espera na movimentação de materiais entre os diversos setores que constituem o fluxo de valor. Neste trajeto, todo o processamento do *layout* e dos equipamentos é planeado, de forma ordenada, para que o fluxo decorra sem interrupções. O efeito imediato decorrente da criação de fluxos contínuos é sentido na redução do tempo de ciclo do produto e na diminuição de *stock* de produtos intermédios.

Implementação do sistema *pull*. Princípio fundamental, que permite que seja o cliente a desencadear a ordem de produção, eliminando a necessidade de produzir *stocks*. As empresas devem adotar novas formas de funcionamento dos seus processos, no que respeita aos tempos de resposta perante as solicitações impostas pelo mercado. Cria-se assim um processo “puxado” pelo consumidor final e não “empurrado” pelo produtor (Womack e Jones, 2003). Considera-se, portanto, que o conceito *pull* assenta na base onde a procura, no final da cadeia, “puxa” os produtos para o mercado e todo fluxo dos outros componentes, é também determinado pela mesma procura, resultando em diversas vantagens:

- Sincronização ao longo da cadeia de valor;
- *Lead times* mais reduzidos;
- Fluxo de produção e de informação mais contínuo e “fluido”;
- Menor dependência de inventários;
- Produção em pequenos lotes (redução e controlo de *stock* de produto).

Procura da perfeição. A procura pela perfeição, fomentada pelo conceito de melhoria contínua na redução ou eliminação dos desperdícios, deve ser um objetivo constante em todos os processos envolvidos no fluxo de valor. Adjacente à teoria *lean* estão todos os intervenientes da cadeia de valor e é fulcral que todos estes entendam que esta implementação trata todos os participantes de uma forma justa e respeitosa, focando-se nos principais problemas humanos (Womack e Jones, 2003).

Apesar de, na maior parte das vezes, a perfeição ser inatingível e descrever um estado com zero defeitos (*zero defects*), sem inventário e sem nenhum tipo de desperdícios, Dombrowski e Mielke (2013) veem o erro como ponto de partida para a melhoria e aprendizagem. Encontrar falhas e erros numa fase inicial não só não é problemático, como é uma etapa natural do processo, desde que os membros reúnam esforços na procura de solução, adotando uma cultura de aceitação do erro como ponto de partida.

Considera-se assim, que estes princípios foram “desenhados” nesta sequência para que sirvam de guia para a implementação do *lean* nas organizações. A Comunidade *Lean Thinking* (CLT) (2008), através de investigação e desenvolvimento, sugeriu uma adição de dois princípios *lean* na sequência. A CLT propõe ainda que se acresça um princípio na origem e outro no final da sequência como ilustrado na Figura 4, são eles:

- Conhecer os *stakeholders*– Foco no consumidor final. Este aspeto torna-se uma mais-valia na altura de acrescentar valor ao produto e de eliminar desperdício, uma vez que é conhecido o destinatário assim com as suas necessidades;
- Inovar sempre – Inovar constantemente, na procura da criação de novos produtos, serviços e processos com fim à criação de valor.

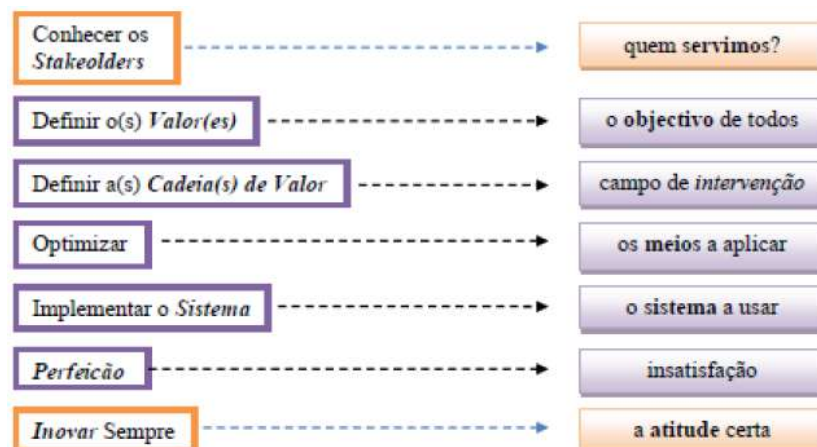


Figura 4-Nova sequência de princípios *lean* (adaptado de Pinto,2008)

2.3 Desperdícios

Entende-se por desperdícios qualquer atividade pela qual o cliente não esteja disposto a pagar, por outras palavras, qualquer atividade que não acrescente valor. Estes desperdícios ficaram apelidados de *muda*, um vocábulo japonês que significa “inutilidade”, tendo este excesso sido dividido em duas categorias distintas de desperdício: o “eliminável” e o “não-eliminável” (Melton, 2005; Walder *et al.*, 2007). Para além do referido *muda*, existem ainda mais dois conceitos referentes à gestão empresarial japonesa: *mura*, também conhecido como “variável”, referindo-se às anomalias que podem ocorrer na produção; e *muri* ou “irracional”, isto é, o excesso ou insuficiência na produção (Imai, 2012). A filosofia *lean* tem como objetivo a eliminação ou maior redução possível dos três desperdícios referidos.

Com a eliminação dos *muda*, pretende-se aumentar a eficiência, reduzir custos, incrementar a qualidade e rentabilidade, culminando numa diminuição do tempo de resposta ao consumidor final.

No seguimento deste pensamento, *Taiichi Ohno*, na década de 80, classificou os seguintes sete tipos de desperdícios:

- Produção excessiva (*overproduction*): Produzir apenas o que é necessário, na altura devida é uma prática essencial de *lean*. Produzir em maior quantidade vai acabar por criar *stocks* excessivos que são um dos “maiores inimigos” das organizações *lean* e têm custos
- Inventário excessivo: Matérias-primas mantidas em inventário e produtos acabados ou “semi-acabados” não acrescentam qualquer valor para o consumidor final, ocupando espaço, o que conseqüentemente leva a empresa a incorrer em custos de manutenção dos mesmos. Toda a logística associada à gestão e operação de armazéns, bem como a existência de produtos obsoletos, reduzem a competitividade de qualquer organização (Imai, 2012);
- Transporte desnecessário: Transportes desnecessários de peças em produção, sem qualquer valor para o cliente final, aumentando a possibilidade de existirem quedas dos produtos ou negligência, aumentando o número de peças rejeitadas
- Espera: Tempo de espera desnecessário por recursos ou decisões de aprovação para prosseguir com a etapa de produção seguinte
- Processamento excessivo: Processos que não acrescentam valor ao produto. Num estudo realizado por Verrier *et al.* (2013), este foi o desperdício mais vezes referenciado;
- Movimento: Refere-se a todos os movimentos realizados por um operador para transportar um produto dentro ou fora da fábrica. Quanto maior a distância percorrida e esforço despendido pelo operador na busca de material fundamental a execução da tarefa, maior o desperdício causado.
- Defeitos: São considerados como os erros ou falhas que ocorrem durante o processo. Estes erros representam custos elevados para a organização, incluindo custos de reinspeção, retrabalho, replaneamento e perda de capacidade.

2.4 Ferramentas *Lean*

Nas subsecções que se seguem, apresentam-se as ferramentas *lean* com potencial de aplicação e integração no âmbito da presente Dissertação. São elas: JIT, 5S, Gestão Visual, *Value Stream Mapping*, ciclo *Plan-Do-Check-Act*, *Single Minute Exchange of Die*, OEE e KPI's.

2.4.1 JIT- Just-in-Time

O JIT é uma ferramenta valiosa na filosofia *lean*. *Just-in-Time* significa produzir a quantidade precisa para abastecer o cliente na altura certa. Um princípio importante do JIT é a não acumulação de *stocks* em qualquer que seja a etapa do processo. Trabalhar em *Just-In-Time* exige muita coordenação, planeamento, compromisso de todos e a entreaajuda entre

fornecedores e clientes, sejam eles internos ou externos à empresa. Uma bem-sucedida implementação de JIT exige uma boa compreensão e aplicação de 4 conceitos:

- *Heijunka*: Produto flui continuamente desde a chegada, em forma de matéria-prima, até à sua transformação em produto acabado
- *Sistema Pull*: As necessidades são definidas pelo consumidor final e este é quem “puxa” o produto do seu fornecedor direto.
- Troca de ferramenta rápida (SMED): Redução dos tempos de paragem de máquinas para ajustes e troca de ferramentas. Reduz desperdícios de tempo e de processamento inapropriado, para além de que aumenta a flexibilidade da produção.
- *Takt time*: É o ritmo cardíaco de produção, ou seja, o ritmo a que se tem de produzir para satisfazer os pedidos do consumidor

2.4.2 VSM - Value Stream Mapping

O processo do VSM consiste em mapear as atividades que acrescentam ou não valor na movimentação de informação e/ou de materiais ao longo do processo produtivo, de forma a identificar o desperdício referente ao mesmo. Autores como *Pepper e Spedding* (2010) e *Jimmerson et al.* (2005) garantem que o VSM deve ser a primeira ferramenta a ser implementada, por representar graficamente as pessoas chave e fluxos de material e informação envolvidos na entrega do produto ou serviço ao consumidor final.

Rahani e Al-Ashraf (2012) asseguram que para uma correta construção de um VSM é necessário ter em consideração três etapas:

- Desenho do diagrama que representa os fluxos reais (*processing time*) de matérias e informação, distinguindo atividades que acrescentam valor, das atividades que geram desperdícios, através de parâmetros como *Setup time* (tempo de arranque de máquina) ou *idle time* (tempo de inatividade do operador causado pelo funcionamento de uma máquina,);
- Seleção das ferramentas a aplicar, com o intuito de visualizar o resultado da melhoria desejada (mapa de estado futuro)
- Criação de um plano de implementação, tendo em vista a quantificação das melhorias alcançadas, uma vez que a implementação é muitas vezes demorada e implica elevados custos.
- Em suma, a principal característica que distingue o VSM das outras ferramentas é a sua capacidade de registar visualmente, não só fluxo de produto, como também o fluxo de informação no processo, designadamente os controlos de gestão dos processos (*Singh et al.*, 2011).

2.4.3 Ciclo PDCA

A filosofia de melhoria contínua pressupõe o uso de metodologias sistemáticas focalizadas na identificação de problemas e na deteção das causas raiz, permitindo o desenvolvimento de planos de ação que conduzam à otimização dos processos produtivos. O ciclo PDCA (também designado por ciclo de *Deming*) surge como uma ferramenta de apoio às implementações *kaizen*. As iniciais PDCA referem-se a quatro atividades: P de Plan (Planear), D de Do (Fazer), C de Check (Avaliar) e A de Act (Atuar). O PDCA sugere que todos os passos dados no sentido da implementação de melhorias sejam acompanhados pelas quatro fases do ciclo, que deve ser continuamente repetido até que a perfeição seja alcançada (Imai, 1997). A sua execução tem início na fase *Plan*, onde são identificadas as causas que originam o problema, são estabelecidas as metas que se pretendem alcançar e é definido um plano de ações. Por sua vez, na fase *Do*, o plano de ações é posto em prática de acordo com o que ficou inicialmente estabelecido. Já na fase *Check*, após a, os resultados obtidos são avaliados e confrontados com os objetivos definidos na primeira etapa. Na fase *Act*, todos os procedimentos devem ser padronizados ou, caso se verifiquem falhas durante o ciclo, devem ser estabelecidas novas ações corretivas que

visam à sua eliminação (Imai, 2012). O ciclo PDCA funciona de uma forma contínua, sendo muito útil na eliminação de desperdícios e na simplificação de processos. De uma forma sucinta quando é atingido um objetivo de “melhoria”, é desencadeado um novo processo, seguindo-se a implementação de um novo objetivo que passa pelas 4 fases do ciclo. Assim é desenvolvida uma dinâmica do pensamento *lean* em toda a organização (Imai, 2012), como é demonstrado na Figura 5.



Figura 5-O ciclo PDCA

2.4.4 Metodologia 5S

No Japão, *Hiroyuki Hirano* desenvolveu, em 1995, o método 5S com o intuito de criar hábitos que implementassem melhorias na organização e arrumação do local de trabalho. Trata-se de um método simples cuja aplicação tem como benefícios a criação de um ambiente limpo, seguro e saudável, incrementar a motivação dos trabalhadores e revitalizar o *gemba*. Para tal, é fundamental a integração do maior número possível de colaboradores e o aproveitamento máximo do seu potencial, uma vez que apenas se conseguem alcançar os objetivos com o envolvimento de toda a organização. Assim, os 5S são o conjunto de medidas que definem uma metodologia de melhoria contínua, motivando e consciencializando as empresas para a importância de manter os espaços de trabalho de forma organizada e padronizada (Womack e Jones, 1996). Sob o lema “um lugar para cada coisa, e cada coisa no seu lugar” *Hirano* (1995) desenvolveu o conceito cuja denominação deriva de cinco atividades sequenciais e cíclicas iniciadas pela letra “S” (no seu idioma de origem), que quando traduzidas para a língua portuguesa originam:

- 1º S: **Seiri -Triagem** :A primeira fase da metodologia passa pela definição e separação do material considerado útil e necessário do inútil e desnecessário para acrescentar valor no posto de trabalho. Com isto, no local de trabalho apenas deve restar aquilo que é necessário para as atividades afetas ao posto de trabalho.
- 2º S: **Seiton – Arrumação**: Arrumar tudo o que se encontra no local de trabalho, é o segundo passo. Tudo deve ser disposto de acordo com a frequência de utilização, ou seja, os materiais mais usados no posto de trabalho devem ser colocados mais perto e mais fáceis de encontrar. A arrumação só está concluída quando há um lugar para cada coisa e cada coisa está no seu lugar.
- 3º S: **Seison – Limpeza**: Nesta fase, o objetivo é limpar, considerando-se que grande preocupação é eliminar as fontes de sujidade, de modo a facilitar a preservação do posto de trabalho nas condições adequadas de limpeza. Nesta fase, também se incluem as operações de manutenção, quando necessárias.
- 4º S: **Seiketsu – Standardização**: Finalizadas as fases de implementação, pretende-se nesta etapa padronizar as atividades realizadas e que, efetivamente, acrescentam valor, sempre perspetivando uma visão de melhoria contínua e sustentada. Para tal, devem ser

criadas condições e definidas normas para garantir o cumprimento da organização implementada.

- 5ºS: **Shitsuke – Disciplina:** O objetivo da última fase é assegurar a continuidade das boas práticas adquiridas nos passos anteriores. O último “S” serve para garantir a sustentabilidade da metodologia, certificando que tudo o que foi anteriormente estipulado está a ser devidamente cumprido.

Esta prática não tem um grande custo financeiro associado nem um grau de formação elevado, sendo de elevada dificuldade o cálculo do ROI. Este indicador refletir-se-á na diminuição de custos associados a acidentes de trabalho e hospitalares.

2.4.5 Gestão Visual

A gestão visual é uma das técnicas *lean* mais largamente adotadas pelas empresas e cujo impacto é mais rapidamente sentido, dada a sua eficácia e simplicidade de utilização (*Werkema*, 2012). Um dos objetivos da gestão visual é tornar visíveis os problemas e desperdícios e aumentar a conscientização para a sua eliminação. Compreende uma série de técnicas de sinalização visual que permitem identificar de forma expedita o estado das condições dos processos e das operações. Além disso, permite facilitar o acesso a ferramentas e peças de apoio à produção e melhora a compreensão sobre o funcionamento dos processos. Nesse seguimento, *Imai* (1997) sugere que devem existir implementadas formas de controlar os processos, de modo a que os problemas e anomalias estejam visíveis e sejam prontamente identificados, aumentando assim a rapidez de resposta. Segundo *Greif* (1989), os elementos de gestão visual representam informação essencial na identificação de problemas e necessidades dos processos e assumem-se como um meio de estabilização e normalização dos mesmos, inserindo-se numa visão de melhoria contínua.

2.4.6 SMED-Single Minute Exchange of Die

Shigeo Shingo fez, em 1985, a primeira publicação oficial relativamente ao *Single-Minute Exchange of Dies* - SMED. A ferramenta foi considerada como a principal referência em cenários cujo objetivo se centrava na redução de tempos de *Setup* das máquinas. O SMED refere-se a uma ferramenta que consegue reduzir o tempo das operações de *Setup* tendo em vista realizar as operações de preparação em menos de dez minutos, valor que nem sempre é possível alcançar, mantendo-se válido o objetivo de reduzir os tempos de preparação. *Shingo* (1985) reitera, ainda, a importância da preparação para aplicação da ferramenta, que assenta em quatro passos:

1. Mapeamento da Situação Atual – onde, através de uma reunião com a equipa de trabalho, se debate e analisa o método que está a ser utilizado, com a discriminação de todos os movimentos realizados, ferramentas e máquinas utilizadas;
2. Identificação das Operações Internas e Externas – no segundo passo, separam-se as operações internas, que são aquelas que são executadas quando o processo está parado, das operações externas, que são executadas quando o processo está a decorrer;
3. Conversão de Operações Internas em Externas – neste passo, através da aplicação de ferramentas e melhorias, encontram-se formas de converter o trabalho interno em externo.
4. Redução do tempo de execução das Operações Internas e Externas – no último passo, pretende-se reduzir o tempo de execução das operações externas e internas, através da aplicação de diversas ferramentas.

2.4.7 TPM-Total Productive Maintenance

A Manutenção Preventiva Total, normalmente abreviada por TPM (do inglês *Total Productive Maintenance*), foi definida por *Nakajima* (1988) como um conjunto de estratégias que visam à maximização da eficiência dos sistemas produtivos, eliminando todo e qualquer tipo de perda com o objetivo de atingir “zero defeitos, zero falhas e zero acidentes”.

Werkema (2012) destaca como benefícios da implementação do TPM, o aumento do nível de capacitação dos funcionários, a melhoria do ambiente de trabalho, a redução do tempo de paragens por avarias dos equipamentos e o aumento da capacidade produtiva. Todos estes fatores associados podem-se traduzir no aumento das margens de lucro dos produtos acabados.

Originalmente, *Nakajima* (1988) estruturou o modelo TPM a partir de oito pilares, representados na Figura 6. No entanto, dependendo das organizações que o adotam, o modelo TPM pode sofrer ajustes quanto ao número e designação dos pilares que o sustentam, de acordo com as necessidades dos processos em estudo

Na manutenção autónoma, os operadores dos equipamentos executam tarefas rotineiras de inspeção, ajuste ou limpeza que anteriormente eram efetuadas por operadores da manutenção. Desta forma, o pessoal da manutenção passa a dispor de mais tempo para a condução de atividades de melhoria contínua que necessitem de análises mais aprofundadas (*Werkema*, 2012). Os passos para a implementação da manutenção autónoma passam por:

- Limpeza e inspeção inicial;
- Eliminação das fontes de contaminação e de locais de difícil acesso;
- Estabelecimento de padrões de inspeção e limpeza;
- Condução da inspeção geral do equipamento;
- Realização de inspeção geral no processo;
- Sistematização da Manutenção Autónoma;
- Prática da auto-gestão.

McKone, Schroeder, & Cua (1999) realçam que para maximizar a capacidade dos equipamentos é essencial a realização diária de ações de manutenção autónoma por parte dos operadores de equipamentos



Figura 6-Os oito pilares do TPM

A **manutenção planeada** pressupõe a elaboração de um programa calendarizado de atividades de manutenção dos equipamentos, cujo objetivo principal é a eliminação de manutenção corretiva em resposta a eventuais falhas e avarias.

As **melhorias específicas** focam-se na identificação e eliminação de fontes de desperdício, aumentando a eficiência dos processos.

A **educação e formação** possibilita a elevação dos níveis de conhecimentos e de aptidão dos funcionários da manutenção e da produção.

Na **Gestão da Qualidade do Processo** são promovidas condições ao equipamento que permitam a exclusão de defeitos de qualidade, através de sistemas *Pokayoke* (à prova de erro).

Na **Gestão de Novos Equipamentos**, toda a aprendizagem adquirida do manuseamento dos equipamentos antigos deve ser aplicada e padronizada em equipamentos de nova aquisição. Mais, na aquisição de novos equipamentos devem ser tidos em conta aspetos como o grau de fiabilidade, facilidade de manutenção, ciclo de vida, operacionalidade e tempos de *Setup*.

O pilar da **Segurança e Higiene** centra-se na obtenção de zero acidentes e na geração de um sistema que garanta a saúde, a higiene e o bem-estar dos funcionários e do meio ambiente.

Finalmente, relativamente ao último alicerce desta casa, as **Áreas Administrativas**, pressupõe a extensão do modelo TPM na melhoria da produtividade e eficiência das funções administrativas.

Por outro lado, importa destacar que cada pilar do TPM se traduz em objetivos específicos com o fim de melhorar os ativos industriais para a produção de produtos com qualidade a preços competitivos, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da qualidade dos processos com o mínimo de investimentos possível.

OEE-Overall Equipment Effectiveness

O OEE é uma medida da eficiência de equipamentos de produção e foi desenvolvido no âmbito de TPM. Este indicador amplamente utilizado é composto por 3 elementos que avaliam diferentes aspetos, tendo todos baseados na produção.

Um OEE de 100% traduz uma produção perfeita, que não sofre de perdas em nenhum dos 3 componentes, produção associada a 100% de disponibilidade de máquina, 100% de produtividade e 100% de qualidade nas peças produzidas. É considerado de classe mundial um OEE a rondar os 85%, revelando um ótimo aproveitamento dos recursos de produção. Os valores mais vezes registados rondam os 60% sendo que em ambientes de produção que não adaptaram *lean* ou TPM, os valores de OEE típicos rondam os 40%.

Na junção dos seus 3 elementos, o OEE engloba todas as perdas na produção, nomeadamente perdas por velocidade, qualidade, e tempo de inatividade. Posto isto, o valor do OEE é calculado de acordo com a fórmula apresentada na Figura 7, igualando os parâmetros em termos de importância:

$$OEE = Disponibilidade \times Produtividade \times Qualidade$$

Figura 7-Equação de cálculo do OEE

Cada um dos 3 fatores diz respeito a uma componente diferente da produção, sendo que cada um tem o seu significado e método de cálculo. As Figuras 8,9 e 10 demonstram o cálculo individual de cada um dos parâmetros que compõem o OEE.

Disponibilidade: medida de quanto do tempo disponível é de facto utilizado para produzir. Pode ser melhorado reduzindo tempos de troca de ferramentas/ ajustes do equipamento assim como paragens por avarias. É rara a unidade que consegue utilizar a totalidade do seu tempo para produzir. Para além das quebras produtivas, existem também as paragens planeadas para intervalos, fins-de-semana, manutenção, entre outros. É então subtraído ao tempo total de produção estas paragens planeadas, de onde se obtém o tempo de produção planeado. A este valor, são subtraídos os tempos de paragens não planeadas que incluem paragens para troca de ferramentas/ ajustes, paragens para manutenção não prevista, paragens por falta de material para produzir, resultando o tempo que de facto foi usado para produzir. O índice de

disponibilidade é então calculado a partir do tempo de produção planeado e o tempo de produção real, da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade \%} = (\text{Tempo de Produção real} / \text{Tempo de Produção Planeado}) \times 100$$

Figura 8-Equação do cálculo da disponibilidade

Produtividade/Performance: avalia a velocidade de produção tendo em conta a velocidade nominal do equipamento. O tempo de produção planeado é igual ao produto do tempo de ciclo pelo número de peças produzidas. Este indicador vai refletir as paragens ou tempos de espera dos equipamentos, assim como as reduções de velocidade de produção face a velocidade para a qual o equipamento foi dimensionado.

$$\text{Produtividade \%} = (\text{Tempo de Produção Planeado} / \text{Tempo de Produção}) \times 100$$

Figura 9-Equação de cálculo da produtividade

Qualidade: O índice de qualidade representa o quociente entre o nº de peças para sucatar mais o nº de peças para retrabalhar e o nº total de peças produzidas, refletindo os defeitos de qualidade do produto e as perdas de arranque de produção até à sua estabilização.

$$\text{Qualidade \%} = ((\text{n}^\circ \text{ peças sucataadas} + \text{n}^\circ \text{ peças para retrabalho}) / \text{n}^\circ \text{ total de peças produzidas}) \times 100$$

Figura 10-Equação de cálculo do índice da qualidade

A medição do OEE representa um feedback da produção e fornece informação acerca de quais os pontos que acusam maiores deficiências produtivas, permitindo à organização saber onde deve atuar para melhorar a sua produtividade geral. Fracionando o tempo total em todas as suas partes até se atingir o tempo efetivo - Figura 11- é possível entender onde e quando ocorrem as maiores perdas produtivas.

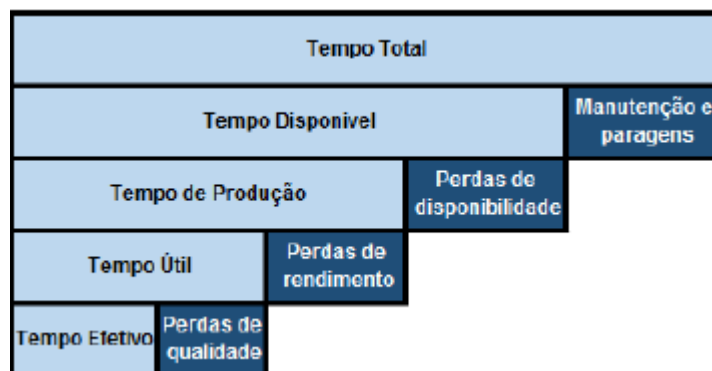


Figura 11-Fragmentação do Tempo Total para efeitos de OEE

2.4.8 KPI- Key Performance Indicators

Numa organização *lean*, todas as decisões são tomadas baseadas em factos e apenas é possível tirar ilações de uma ação de melhoria ou problema, quando são possuídos dados concretos sobre a situação atual. Desta forma, é fundamental que a equipa de gestão da organização possua dados concretos que lhes permitam uma tomada de decisões correta (Pinto 2014).

Para tal efeito, é fundamental que a organização possua métricas de desempenho bem implementadas e concisas, também conhecidas como *Key Performance Indicators* (KPI), cujo objetivo é fornecer dados sobre o desempenho de uma organização. A nível operacional, as métricas mais utilizadas são (Pinto 2014):

- **Eficiência** - Avalia a capacidade de um sistema em alcançar os objetivos, medida muito orientada a sistemas humanos;
- **Disponibilidade** - Mede a relação entre o tempo útil (tempo utilizado) e o tempo disponível;
- **Ocupação** - Mede a relação entre a carga e a capacidade;
- **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** - Mede o desempenho global de um processo ou sistema;
- **Takt Time** - É um tempo de ciclo, calculado em função da procura;
- **Rotação de Stock** - Número de vezes que o *stock* é renovado num dado intervalo de tempo;
- **First Time Through (FTT)** - Percentagem de unidades completas, e com qualidade, que um processo produz bem à primeira;
- **Velocidade** - Medida de dinamismo dos materiais, ou capitais, dentro da cadeia de fornecimento.

3 Diagnóstico inicial e análise de problemas encontrados

O presente capítulo inicia-se com a descrição detalhada do processo produtivo da Frigocon S.A. enquanto unidade de produção na sua totalidade, sendo enfatizada a UPI unidade alvo de projeto de melhoria. Seguidamente, apresenta-se o diagnóstico da situação inicial do chão-de-fábrica antes das implementações de ferramentas *lean*, efetuado junto dos operadores de produção. Posteriormente, é realizada uma abordagem mais profunda ao processo produtivo, onde são expostas as operações envolvidas mais críticas e que se podem tornar em estrangulamentos do fluxo processual. Atendendo às sete principais categorias de desperdício, são identificados os principais tipos de perdas produtivas existentes na unidade, assim como as causas, tempos e frequências de paragens de produção. Com este capítulo pretende-se clarificar o modo de funcionamento do processo produtivo de plásticos da UPI, bem como expor as limitações processuais mais visíveis e mais críticas que, por sua vez, serão alvo de estudo com o intuito de promover a sua respetiva melhoria.

3.1 Frigocon S.A.

A Fricon, pioneira no mercado português, é uma marca que atua no segmento de frios doméstico e comercial. A empresa, Frigocon, é especializada na conceção, desenvolvimento, produção e comercialização de equipamentos de congelação, refrigeração para supermercados, conservadores de gelados e refrigeradores de bebidas. Localizada em Touguinha, Vila do Conde, a empresa tem já uma vertente internacional bastante vincada, estando presente em 5 continentes e mais de 115 países. Atualmente, a organização possui 3 unidades de produção: 2 em Vila do Conde, Portugal e 1 no Brasil. As 2 unidades portuguesas empregam cerca de 250 colaboradores, estando a unidade brasileira comprometida com mais de 800 funcionários.

O processo produtivo da Frigocon é dividido em duas unidades de produção diferentes. A UPA, a unidade principal, é o local onde, grosso modo, é realizada a montagem do produto final: as arcas frigoríficas. A UPA é composta por 3 linhas de produção, sendo que cada uma delas produz um tipo de arcas frigoríficas diferentes, arcas horizontais, verticais, sendo que a terceira produz o modelo pela marca mais utilizado (SMR-*supermarket*). O processo produtivo desta unidade consiste, de uma forma básica, em juntar os produtos pela UPI produzidos com chapas (processadas na UPA) e materiais provenientes de outros fornecedores, realizando todo o processo de montagem, até ser obtido o produto final.

A UPI da Frigocon está atualmente dividida em 6 setores diferentes: o setor dos plásticos, setor sobre o qual foi desenvolvido todo o projeto de melhoria, o setor da termoformação, aramado, estampagem, serralharia e pintura. Nesta UPI, de uma forma simplista, são produzidos uma parte importante dos elementos que compõem o produto acabado da Frigocon, sendo que estes acabam por ser produzidos nos diversos setores. Dependendo da quantidade e do tipo de encomenda, para cada setor é lançado um planeamento semanal, que é realizado pelo responsável do respetivo setor, de acordo com as necessidades expostas pelo técnico de planeamento da UPI.

Assim sendo, de uma forma geral, quando é lançada uma nova encomenda na UPA, esta é subdividida, lançando várias sub-encomendas para cada um dos setores que produzem os componentes necessários para formar o produto acabado.

3.2 Missão, Visão e Valores

Missão

A empresa apresenta como missão a conceção, desenvolvimento, produção e comercialização de equipamentos de refrigeração, conservação e congelação com reconhecida competência e qualidade ímpar, que refletem uma orientação clara para a inovação, tecnologia e sustentabilidade.

Visão

A visão da organização passa por se posicionar como líder no desenvolvimento de soluções de refrigeração e conservação de alimentos e bebidas orientadas para a sustentabilidade, inovação e baixo consumo.

Valores

Orientação para o cliente: responder com integridade, lealdade e sentido de responsabilidade aos clientes, cumprindo os acordos legais estabelecidos, sendo estes o principal foco da organização.

Qualidade: ambição na perseguição do objetivo da qualidade total do produto e do ambiente, prevenindo a poluição, controlando todos os aspetos ambientais significativos (resíduos, consumos de recursos e matérias-primas) de forma a garantir a eficiência/eficácia da organização.

Sustentabilidade: perseverança, sentido crítico, capacidade de análise e de decisão, no desenvolvimento de um crescimento sustentado

Confiança: em todos os parceiros e colaboradores, sendo que de todos depende o sucesso. Desenvolver uma cultura de trabalho onde se valorizem o trabalho em equipa e participação de todos

Inovação: Procura incessante de novas soluções para apresentar aos parceiros, sempre guiadas pela qualidade.

3.3 Descrição do processo produtivo

A melhoria de qualquer processo produtivo pressupõe o perfeito conhecimento sobre todas as operações nele envolvidas, desde a receção das matérias-primas (MP) à expedição do produto acabado, pois só assim se conseguirão perspetivar hipotéticas melhorias.

De entre os vários setores da UPI, o setor dos plásticos é considerado o mais crítico, apresentando resultados relativamente baixos face aos restantes setores da UPI. O referido setor é, entre os vários da UPI, o setor que emprega mais colaboradores, sendo o setor que tem mais funcionários mal alocados. O setor é caracterizado pela sua grande desorganização e falta de controlo, fruto de uma gestão menos cuidada de há alguns anos a esta parte. A empresa, fruto dos resultados alcançados num passado recente, pretende investir neste setor, organizando-o e melhorando a sua produtividade.

Ao longo do decorrer do projeto a unidade de injeção/extrusão operou em regime contínuo (24 horas por dia, 5 dias por semana), sendo que o padrão da unidade é um horário a 2 turnos, entre as 06 e as 22h30. Adotou-se o horário aumentado fruto de uma cadência de encomendas que não era exequível num horário de trabalho a 2 turnos e de um atraso de entrega de encomendas em alguns casos superior a 6 meses.

O setor dos plásticos é atualmente composto por 9 máquinas diferentes, 6 injetoras e 3 extrusoras. O crescimento do setor tem vindo a ser acompanhado de um aumento do número de máquinas, tendo este começado com apenas 2 injetoras e 1 extrusora, há mais de 20 anos.

Atualmente é possível diferenciar 2 tipos de produção diferentes na unidade em estudo.

3.3.1 Injeção

Existem dois tipos de máquinas de injeção, a máquina de êmbolo/pistão e a máquina de parafuso (fuso). Os dois tipos de máquinas de injeção são semelhantes na sua constituição, a diferença reside na unidade de plasticização, enquanto na máquina de êmbolo a plasticização faz-se num cilindro aquecido, na máquina de fuso, em vez do êmbolo tem um fuso. O fuso tem o

movimento de rotação que é acionado por um motor hidráulico ou elétrico, por sua vez, o movimento de avanço é assegurado por um motor hidráulico. Geralmente, as máquinas de injeção de êmbolo apresentam baixa produtividade e não se consegue obter produtos de elevada qualidade, sendo que as 6 injetoras detidas pela Frigocon são de fuso. Apesar de serem máquinas diferentes, as unidades funcionais constituintes são idênticas. A figura 12 apresenta as unidades funcionais que compõem a máquina de injeção.

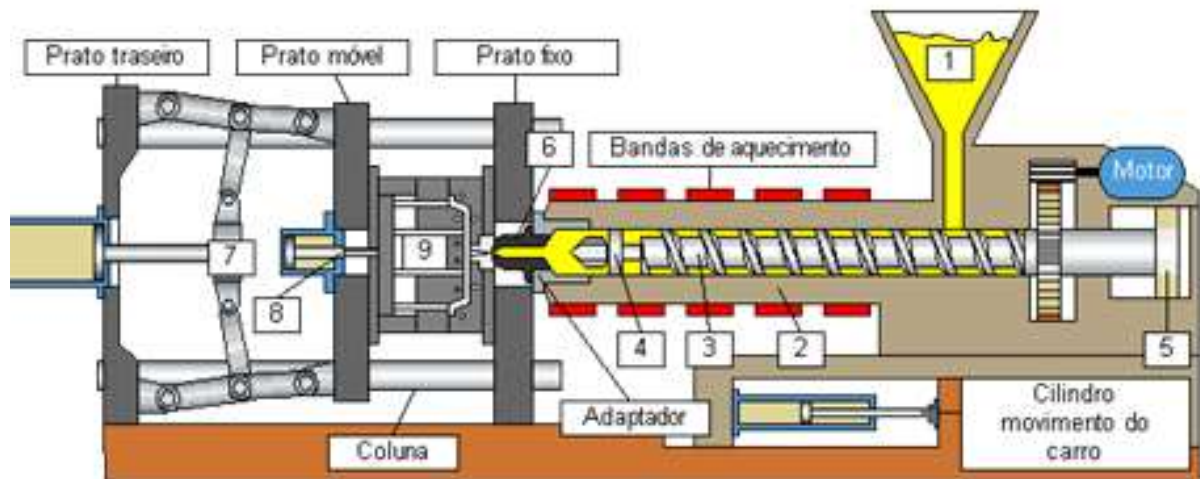


Figura 12- Estrutura de uma injetora

- 1-Tremonha
- 2-Cilindro de plasticização
- 3-Fuso
- 4- Válvula de não retorno
- 5- Cilindro de injeção
- 6-Bico de injeção
- 7- Sistema de fecho e abertura de molde
- 8- Sistema de extração (KO)
- 9- Molde

3.3.1.1 O processo de injeção

O processo de injeção envolve um grande número de parâmetros e variáveis que devem estar devidamente ajustadas antes e durante todo o processo para que se otimize o rendimento do mesmo. Estas podem ser classificadas como variáveis operatórias, propriedades do material e parâmetros do processamento.

Tabela 1-Variáveis do processo de injeção

Variáveis operatórias	Propriedades de material	Parâmetros do processamento
<ul style="list-style-type: none">• Velocidade de injeção• Processo de injeção• Perfil de temperaturas no cilindro• Temperatura do molde• Contrapressão• Velocidade de do fuso• Velocidade de movimentação do sistema de fecho	<ul style="list-style-type: none">• Peso molecular• Viscosidade• Estrutura e configuração macromolecular• Sensibilidade térmica• Higroscopia• Aditivação• Propriedades térmica	<ul style="list-style-type: none">• Geometria do bico de injeção• Espessura da peça• Comprimento do fluxo• Distribuição de temperaturas na superfície moldante

O processo de injeção obedece a uma sequência cíclica que pode ser dividida em três fases principais: enchimento, compactação e arrefecimento, sendo que essas 3 fases, podem ser divididas em 4 etapas- Figura 13. O tempo de ciclo é regulado em função do peso da peça, das propriedades do material e dos parâmetros do processamento. Neste processo o objetivo prende-se com a minimização do tempo de ciclo, manutenções requeridas durante o tempo de serviço, número de peças rejeitadas e retrabalho requerido durante o tempo de vida do molde. Com o objetivo de assegurar a competitividade económica do processo, tendo em conta o elevado investimento inicial para a instalação, é fundamental a sua otimização. O enchimento começa com o fecho do molde. Nesta fase, os grânulos de plásticos contidos na tremonha alimentam o cilindro de injeção, onde o fuso em rotação transporta o material fundido sob pressão em direção ao molde. Na extremidade do fuso, quando se atinge uma quantidade suficiente de material plástico fundido, o parafuso pára e com um movimento similar a um pistão, injeta o material fundido para dentro do molde. Seguidamente, o processo avança para a fase de compactação onde o fuso mantém a pressão aplicada no material introduzido no molde. A necessidade desta etapa surge no sentido de contrariar o efeito da contração do material injetado durante o se arrefecimento. Esta pressão é mantida durante um curto intervalo de tempo até que a peça esteja fria o suficiente para solidificar. Após o arrefecimento, o molde é aberto e a peça é ejetada. O molde fecha e o processo recomeça. Enquanto se dá a compactação e o arrefecimento da peça, dentro do cilindro de injeção, o fuso recua mantendo a pressão aplicada e é feita uma nova dosagem de material para a injeção seguinte.

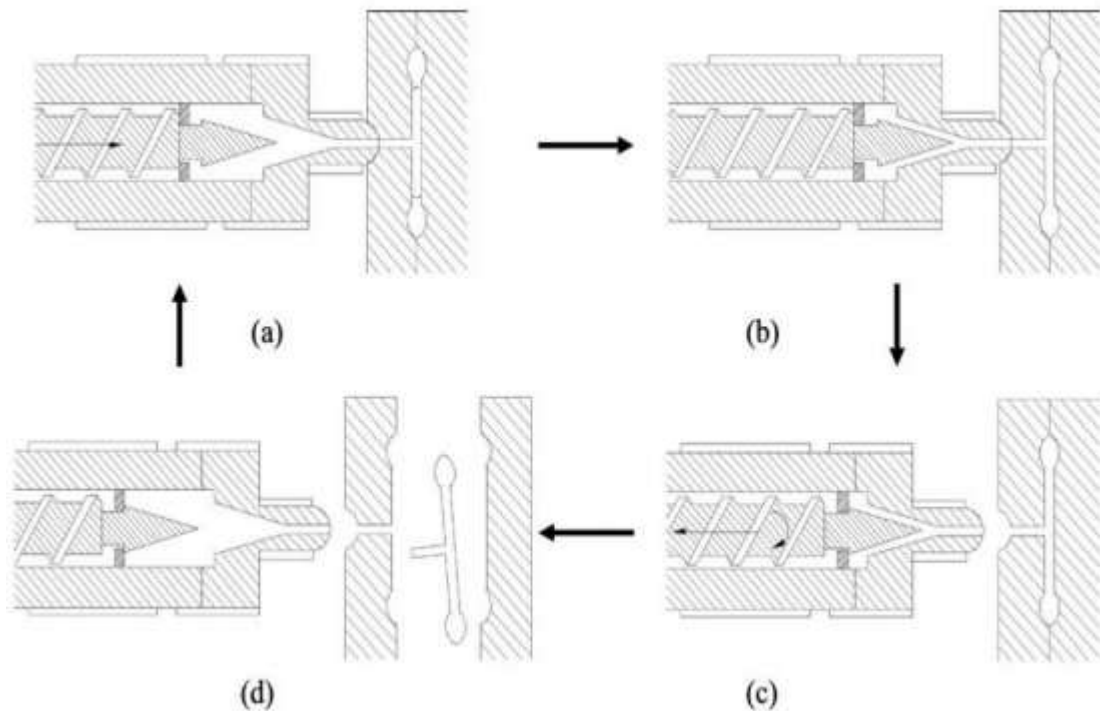


Figura 13-Ciclo de injeção. a) Fechado de molde; b) enchimento; c) compactação; d) abertura do molde e extração

3.3.2 Extrusão

O processo de extrusão é um processo mecânico que consiste no escoamento de um material sob pressão através de um canal, a fiação. São vários os materiais na indústria que são extrudidos produzindo-se secções transversais muito variadas.

Na unidade em estudo, o equipamento de extrusão (a extrusora) é acompanhado de 2 outros equipamentos responsáveis por puxar o material extrudido (o puxo) e por cortá-lo (serra), respetivamente, como demonstrado na Figura 14. O conjunto dos 3 equipamentos é denominado extrusora, sendo que apenas o primeiro dos 3 deveria ser assim referenciado.

Neste processo, o equipamento é alimentado com grânulos de um tipo de MP, que são fundidos, pressurizados e bombeados ao longo de canais de fusão, dentro da cabeça de extrusão, até à fiação, onde são extrudidos de acordo com o perfil pretendido, sendo este o elemento responsável por dar a forma pretendida ao perfil. A peça é então puxada por um conjunto de rolos motores, cuja velocidade de puxo é definida em função do débito da extrusora, da espessura, e da delicadeza do perfil em questão.

No setor dos plásticos, entre as 3 extrusoras existentes, 2 são de mono-fuso, onde a ação rotativa do fuso provoca o avanço contínuo do material e cria a pressão necessária para a extrusão. Este tipo de extrusoras funciona com taxas de compressão inferiores e é mais utilizada para extrudir policarbonato, polietileno e ABS extrusão. A terceira extrusão é de duplo-fuso (cónico), permitindo trabalhar com materiais que suportam temperaturas diferentes e taxas de compressão superiores, sendo ideal para trabalhar com PVC. A principal diferença entre os dois tipos de extrusoras, para além das referidas, reside na homogeneização do material, sendo que na extrusora de duplo-fuso o material resultante sai consideravelmente mais homogeneizado, brilhante e plastificado.

No entanto, cada um dos equipamentos está desenhado para atender a um gama de produtos específico, e como tal possuem limitações diferentes entre si.

O processo em estudo requer o mínimo de perturbações possível, pelo que, após o seu início é fundamental mantê-lo o mais estável possível, sendo que a alteração numa das variáveis irá imediatamente afetar as restantes de uma forma nem sempre esperada e imediata. Concretamente alterações nas temperaturas de extrusão ou velocidade de puxo, levarão a um reajustamento da produção que pode revelar-se complexo e moroso. O arranque de uma extrusora não é, de todo, uma operação simples. Sendo um equipamento que necessita de uma boa estabilização da sua temperatura, o processo de aquecimento é extremamente moroso, podendo em alguns casos chegar a cinco ou seis horas de aquecimento para os maiores equipamentos, depende da delicadeza do perfil extrudido, e do material que a compõe.



Figura 14-Esquema de uma extrusora

3.3.3 O processo produtivo do setor

Como superamente referido, o setor dos plásticos é responsável pela realização dos dois processos de fabrico abordados nos pontos anteriores. Após conhecer a mecânica adjacente aos processos e entender o funcionamento das máquinas, é fundamental entender o processo que envolve as produções da unidade.

De forma a perceber onde era mais fácil atuar num curto espaço de tempo correspondente ao projeto, foi feita uma análise ABC às referências produzidas no setor dos plásticos. Com esta análise pretendeu-se perceber quais os produtos que mais eram produzidos na unidade, utilizando como termo de comparação o espaço-máquina utilizado ao invés do número de peças produzidas/ano uma vez que os moldes têm diferentes números de cavidades e os tempos de ciclo das peças produzidas oscilam entre os 3 e os 397 segundos. Para esta análise considerou-se o período correspondente aos últimos 18 meses dos registos efetuados no sistema ERP adotado pela Frigocon, uma vez que fruto da reestruturação que a empresa está a fazer, muitos dos produtos registados num espaço temporal superior ao referido poderiam ser considerados obsoletos. Não foi utilizado um espaço temporal inferior fruto da paragem realizada e adaptação forçada da empresa às restrições impostas pelo cenário pandémico atualmente atravessado. A Figura 15 mostra os resultados dessa análise

Rótulo: d	DESCRICAO	Tempo-máquina	NP rctdos	NP cavidade	TempoCiclo	EC	%	% AC	CLASSIFICAÇÃO
511.0250	LAT TAMPÁ THC R9003 R18 C/RASG	14840968,5	215086,5	2	69	430173	13,7%	13,7%	A
511.0884	TOPO ARD ABS CINZ HCE 6/7/B	6353200	79415	2	80	158830	5,9%	19,6%	A
511.0043	PANEL GRUH ABS TRAS THG	5455554	209829	1	26	209829	5,0%	24,6%	A
511.0971	SUPRT CALHA SMRAD DESCONG	5426070	135651,75	4	40	542607	5,0%	29,6%	A
511.0924	CAPA DOBR SIMPLES BRANCA	5194150	207706	2	23	413532	4,8%	34,4%	A
511.0854	SUPRT SMR DIVISORIA	5163840	172128	2	30	344256	4,8%	39,2%	A
511.0412	PERF REF DEGRAU SMR 450MM	3471320	53405	1	65	53405	3,2%	42,4%	A
511.0021	PE REGULAVEL 75MM PN 644	3072953	45809	2	67	91718	2,8%	45,2%	A
511.0107	RACOR PURGA ESGOTO THC/THG	3011116,5	343386,5	2	21	280773	2,8%	48,0%	A
511A.0050	PUX THC RAL9003 COMPLETO V2	2991282,5	66472,5	2	45	132945	2,8%	50,8%	A
511.0105	TAMPÁ PIPA ESGOTO THC/THG	2770677	131937	2	21	263874	2,6%	53,3%	A

Figura 15-Análise ABC realizada ao setor

Realizada a análise ABC, seguiu-se para análise produtiva das referências que mais tempo de máquina ocupavam. Para tal, foi feita uma análise VSM às 10 peças mais produzidas com o objetivo de entender o processo de fabrico do setor dos plásticos da Frigocon. De realçar que entre as 10 referências mais produzidas nenhuma delas corresponde a uma peça extrudida, uma vez que este processo representa sempre, pelo menos, um funcionário pelo que quando é realizado, é realizado apenas o tempo necessário para a produção requerendo um controlo mais frequente por parte do departamento de qualidade. Em todo o caso, foi também feita a análise VSM a uma das referências de extrusão, sendo que, este processo produtivo apresenta menor variabilidade do que o processo da injeção.

De qualquer forma, foram retiradas conclusões importantes de cada um dos processos produtivos:

Injeção:

- *Lead times* elevados;
- Quantidades das OF's não cumpridas;
- Os tempos de *Setup* são muito altos;
- MP não são conferidas;
- Processo muito manual;

Extrusão:

- Peças não são retiradas à medida;
- MP não são conferidas;
- Modo de embalagem pouco rigoroso (peças riscadas) e não standardizado;
- Processo muito manual;
- Movimentação manual de cargas;

Em ambos os processos o material rejeitado pelo departamento de qualidade é moído para ser reutilizado como matéria prima reciclada num processo posterior. O *lead time* do moído chega a ser de um mês, levando a desorganização do chão-de-fábrica ao extremo, fruto da quantidade de peças em espera para moer.

3.4 Diagnóstico da situação inicial do setor

A análise da situação inicial da unidade de produção dos plásticos iniciou-se pelo levantamento das necessidades e dificuldades sentidas no chão-de-fábrica que, posteriormente, serviram como base de decisão sobre as ações a executar e sobre as técnicas *lean* a implementar, com vista à melhoria das operações executadas no terreno, dos processos e dos métodos de trabalho.

Numa abordagem inicial ao chão-de-fábrica, foram registadas bastantes falhas de organização, de limpeza dos equipamentos e dos postos de trabalho, quer da bancada de trabalho, quer do espaço comum. Simultaneamente, notou-se grande falta de organização dos diversos materiais e ferramentas de apoio à produção e falta de locais definidos para arrumação de materiais, matéria-prima e produto acabado. O sistema de comunicação utilizado entre o departamento de produção e o departamento de manutenção era inexistente, o que levava a que a grande parte das não-conformidades e/ou avarias dos equipamentos identificados pelos operadores da produção não fossem comunicadas à manutenção, sendo estas resolvidas da maneira possível pelo responsável do setor. Todavia, quando as mesmas eram notificadas, o seguimento da sua resolução não era seguido, acabando por ficar esquecidas. Como tal, existia por resolver uma grande acumulação de não-conformidades e pequenas avarias que, além do risco de evoluírem para um estado mais grave, resultava em desperdícios operacionais e diminuição do rendimento das máquinas.

No setor dos plásticos o planeamento elaborado não é eficaz e, acima de tudo, não é cumprido. O responsável por elaborar o planeamento não segue um padrão, elaborando o planeamento

sem um dia semanal fixo, sendo que, muitas vezes, o planeamento da semana seguinte só é aplicado depois da data de extinção do planeamento anterior. Esta falta de programação leva a uma desorganização acentuada no chão-de-fábrica, onde, variadíssimas vezes, o operador não sabe o que produzir em seguida. Desta prática advém consequências como tempos de *Setup* ainda mais elevados, fruto da espera necessária e produções arrancarem sem as respetivas ordens de fabrico estarem presentes.

Para além dos problemas referidos, foi ainda clara a falta de formação e conhecimento do processo por parte de bastantes operadores que apenas eram instruídos pelos chefes de turno para executar as funções pedidas e reportar, caso algo de anormal sucedesse. Posto isto, aquando da deteção da mais pequena das avarias, não era desencadeado qualquer mecanismo de manutenção, sendo que o operador optava por não inspecionar os pontos críticos das máquinas e resolver as avarias, reportando-as ao seu superior direto. Foi também notada, a ausência de gestão visual pelo chão-de-fábrica, nomeadamente a nível de indicadores de máquinas cuja presença proporcionaria uma deteção intuitiva dos desvios das condições operacionais face às condições estabelecidas. Os registos relativos a tempos de produção e tempos de paragens eram pouco rigorosos e praticamente inexistentes, tornando os poucos dados que existiam muito pouco credíveis. Os operadores não registavam os tempos de produção nem paragens, em qualquer lado, ficando a cargo do responsável do setor essa monitorização/accompanhamento. Não havendo registo de indicadores, a análise por parte da equipa de gestão tornava-se quase impossível, sendo muito difícil definir e identificar os problemas e controlar os desperdícios. Finalmente, a análise de indicadores operacionais de performance (KPI) era inexistente, não havendo conhecimento nem acompanhamento da eficiência dos processos.

3.5 Diagnóstico às causas de paragens não-produtivas

As paragens das máquinas representam desperdícios que resultam em perdas produtivas. O estudo das paragens constitui um método bastante eficiente na identificação e priorização das perdas produtivas que, após analisadas, são sujeitas a medidas que visam à sua redução ou eliminação. Atendendo ao facto de que a fiabilidade dos resultados é tanto maior quanto a qualidade dos dados adquiridos, é importante que o método de registo de paragens seja o mais automatizado possível, reduzindo ao máximo os registos manuais.

Partindo da raiz, uma vez que na unidade em estudo nunca tinha sido realizado um estudo semelhante, começou-se por fazer um levantamento das causas possíveis que levavam a paragens não produtivas. A listagem elaborada foi dividida em 3 categorias distintas:

- Paragem por inatividade: férias, fins-de-semana
- Paragens Previstas: paragem para refeição, mudança de molde, mudança de matéria-prima, mudança de feira, manutenções preventivas, manutenções preditivas, entre outros;
- Paragens imprevistas: avarias, falhas de energia, falta de matérias-primas, falta de consumíveis, erros nas operações, falta de operadores, entre outros.

Entenda-se por paragens previstas todas aquelas que foram programadas ou são previstas de acontecerem. Por outro lado, as paragens imprevistas representam todas aquelas que se referem a causas não programadas nem previstas, como o caso de avarias.

Não havendo a possibilidade de implementação de um sistema automático para tal diagnóstico, foi pedido pelo autor a todos os colaboradores que ficassem responsáveis pelo registo de paragens de máquinas e a correspondente de causa, de modo a que a análise realizada fosse o mais fiável possível. O registo foi realizado diariamente entre Fevereiro e Março de 2021, etapa correspondente à fase de diagnóstico do projeto. Os resultados eram assinalados diariamente num *template* desenvolvido pelo autor, como é demonstrado na Figura 16- e foram analisados no final do período de diagnóstico

PARAGENS													
SETUP	paragem máquina	paragem maldo	ausar	afaparador	mudança matéria-prima	falta embalagem	inicia produção	afenoreja	manutenção	afmaterial	mudança maldo	refeição	outar
00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:40:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:54:00	08:30:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,92%	35,44%
00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:35:00	08:00:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,60%	33,36%
00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:22:00	00:00:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,28%	0,00%
00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:10:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:24:00	00:00:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,48%	0,00%
00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:10:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:34:00	00:00:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,49%	0,00%
0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	3:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	7:49:00	16:30:00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,02%	16,93%

Figura 16-Exemplo de análise às paragens produtivas de uma injetora

A análise ao período referido resultou na apresentação da tabela 2, onde são apresentados os valores, em tempo total, das paragens previstas e não-previstas.

Tabela 2-Análise às paragens não produtivas (março 2021)

	Injeção	Extrusão
Tempo Total paragem	721:42:00	661:58:00
Tempo Paragem prevista	121:14:44	122:27:50
Tempo Paragem não previsto	600:27:16	539:30:10

Verifica-se que as paragens não-previstas refletem um peso manifestamente superior, relativamente às paragens previstas. As paragens previstas representam 17% do tempo total na injeção e 19% do tempo total da extrusão. Tais dados traduzem-se numa elevada preocupação, tendo em conta que o desejável num processo produtivo é diminuir ao máximo e até, se possível, eliminar as paragens de produção por motivos não previstos, tipo de paragem claramente dominante face às paragens previstas. Face às paragens não previstas, a abordagem a ser considerada passa por determinar as causas raiz que provocam a sua ocorrência e procurar eliminá-las ou, no mínimo, torná-las em paragens previstas implementando medidas de manutenção preventiva, autónoma e/ou preditiva. De destacar que entre os motivos das paragens não previstas, os mais comuns são as paragens de máquina (37%) e a falta de operadores (42%). Embora bastante alarmantes, os valores representados para a falta de operadores foram reduzidos a partir do mês de maio com a contratação de mais 1 pessoa para os turnos da tarde e da noite e a uniformização dos turnos. A partir do mês de abril, os turnos, como previamente referido, passaram a ter todos o mesmo tempo de cruzamento entre si, facilitando em muito a criação de normas de passagem de turno e fluxo.

Quanto às paragens previstas, os seus tempos e as suas frequências devem ser otimizados com recurso a técnicas *lean* como o SMED, gestão visual e 5S. O gráfico da Figura 17, apresentado em seguida, expõe os resultados obtidos relativos aos tipos de paragens registados nas máquinas. Note-se que os valores percentuais de tempo são relativos ao tempo de paragens total e os valores percentuais de frequência são relativos à frequência total de paragens registadas no período em análise. Os tempos de paragem estão dispostos por ordem decrescente de percentagem de tempo, num diagrama *Pareto*, com a respetiva percentagem de frequência.

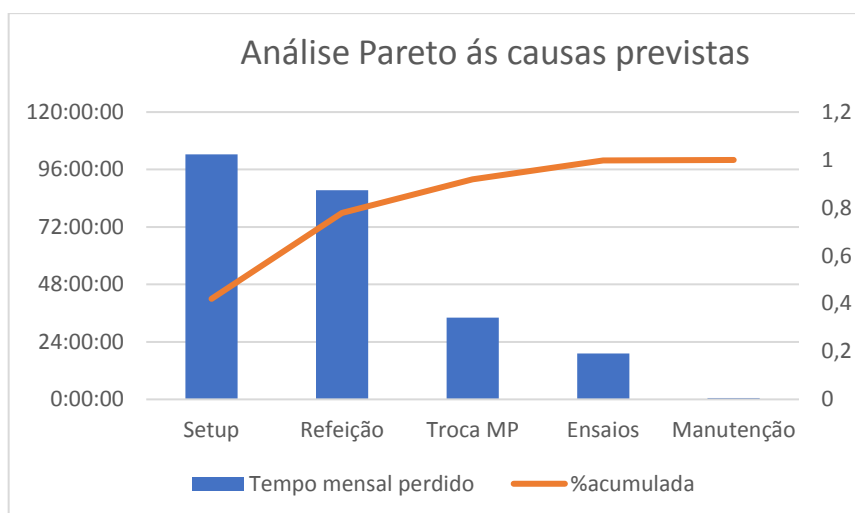


Figura 17-Análise *Pareto* às causas previstas

3.6 Identificação de desperdícios

Toda a organização e processo têm como objetivo a não geração de desperdício de forma a aproveitar ao máximo os recursos disponíveis. Seguindo esta linha de pensamento foram identificados e analisados os desperdícios existentes no setor estudado de acordo com a metodologia introduzida por *Ohno*. Assim, foram diferenciados os 7 tipos de *muda* e categorizados os desperdícios existentes nos grupos a que cada um pertence, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3-Os sete desperdícios de *Ohno* identificados no processo estudado

Tipo de Desperdício	Desperdício verificado na Frigocon
Movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação excessiva dos operadores fruto da desorganização existente no setor;
Excesso de Stock	<ul style="list-style-type: none"> • Procura constante de ferramentas para auxílio de tarefas; • O não cumprimento das quantidades indicadas nas OF's leva a um acumular imenso em armazém; • A falta de planeamento existente leva a um acumular de um enorme leque de referências de produto acabado e MP em stock;
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> • Espera de MP ; • <i>Setups</i> muito elevados; • Lead-time de peças automáticas muito longos;
Excesso de Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade total das OF's constantemente ultrapassada; • Material colocado em máquina não calculado para a OF;
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de grandes quantidades de SCRAP no <i>setup</i> fruto da falta de registos face à produção anterior
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de MP entre armazém e setor muito demorado; • Transporte de PA até à zona de PA;
Sobreprocessamento	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada taxa de retrabalho

Realizado este levantamento de desperdícios, está encontrada a base para a evolução. Após a sua identificação, é necessária desenvolver as ações que visam a sua redução numa fase inicial que mais tarde pode evoluir para uma eliminação. Neste ponto é então possível desenvolver mecanismos que visam à melhoria do processo em estudo.

4 Análise e Discussão de Resultados

Este capítulo apresenta os resultados da aplicação das metodologias estudadas no projeto em questão. Para além disso, mostrará a evolução do OEE ao longo dos 3 meses do projeto, discriminado em todas as suas componentes. Serão também demonstrados, mais particularmente, os resultados dos projetos de SMED e 5S, assim como de várias medidas implementadas que visam o aumento da produtividade. Falará também um pouco sobre algumas dificuldades encontradas pelo autor no decorrer do trabalho.

4.1 Introdução aos KPI's

Como previamente referido, os indicadores são parte fundamental do processo, e indispensáveis no que toca a rastrear um processo de melhoria. Acontece que à data de início do projeto, nenhum indicador era utilizado para guiar o setor dos plásticos, pelo que a fase inicial do projeto incidiu sobre o diagnóstico de quais os principais indicadores que iriam permitir uma boa rastreabilidade do processo e seriam, simultaneamente, proveitosos para a organização.

4.1.1 OEE-Overall Equipment Effectiveness

Qualquer unidade de produção deve ter como referência o seu OEE. Embora seja um indicador um pouco geral, e que não permita ter um conhecimento muito profundo daquilo que se passa na organização, um OEE atualizado é parte fundamental do seguimento de um projeto. Como tal, uma das primeiras ações do autor foi o desenvolvimento de um *template* que permitisse manter o indicador atualizado de uma forma, pelo menos, mensal. Os valores apresentados na figura 18 representam a evolução do OEE ao longo do projeto, sendo que no mês de Fevereiro apenas foram registadas a 3ª e 4ª semana do mês em questão.



Figura 18-Evolução do OEE ao longo do projeto

4.1.2 Cumprimento do plano

De entre os muitos pontos a melhorar no setor dos plásticos, o planeamento da produção a decorrer no mesmo era, senão o principal, dos mais importantes. O planeamento realizado à data de início do projeto era desatualizado, sem uma cadência respeitada e raramente era cumprido pelo chefe de setor. Como tal, e sendo um dos objetivos do projeto a revisão do método de planeamento existente, foi desenvolvido um indicador que se referisse ao cumprimento do planeamento elaborado. Para tal efeito, este era calculado diariamente e apresentado aos colaboradores no chão-de-fábrica, com o intuito de eles próprios, terem noção dos desvios existentes face ao planeado. A Figura 19, representa a evolução mensal do indicador no mês de março, enquanto que a Figura 20 retrata a evolução do mesmo ao longo do decorrer do projeto.



Figura 19-%Cumprimento do plano (Março 2021) apresentada no quadro *Kaizen Diário*

De forma a sensibilizar os operadores para este assunto foi, em conjunto com o técnico de planeamento, desenvolvido um código de cores para balizar o indicador. O objetivo passa por identificar no momento do preenchimento se o indicador se encontra acima, abaixo ou no nível do expectável. Em conjunto com o técnico de planeamento definiu-se que o valor de referência seria uma percentagem de cumprimento de 90% com uma margem de 2,5% acima e abaixo (zona a amarelo-Figura 19). Acima dos 92,5% o indicador entrava na zona verde, passando para a zona vermelha quando o valor se encontrava abaixo dos 87,5%. De destacar que, apesar do exemplo em causa destacar uma grande predominância do indicador na zona vermelha, este já representa uma boa evolução face ao mês de Fevereiro onde era raro o dia em que a escala escolhida permitia registar o valor.

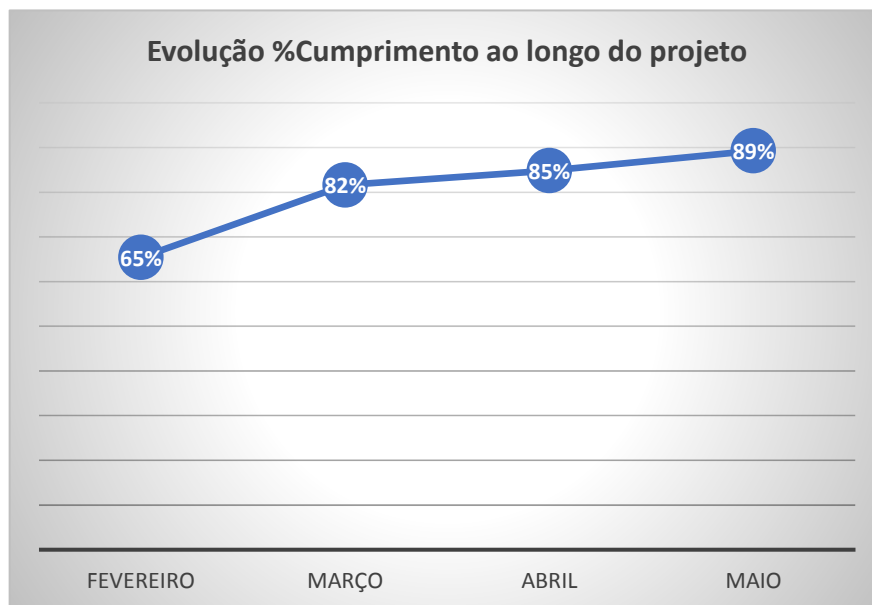


Figura 20-Evolução %Cumprimento ao longo do projeto

Ainda no que ao planeamento diz respeito, foram desenvolvidas várias medidas para, numa primeira fase, uniformizar a chegada das necessidades ao setor, e, numa segunda etapa, no que ao planeamento do setor em si, diz respeito.

Na fase de diagnóstico, foi visível a falta de organização do setor em particular nesta área que tão importante é para poder produzir de uma forma mais fácil e eficiente. Como tal, e para evitar a continuidade desta situação foram listados os principais erros:

- O planeamento do setor dos plásticos não era realizado pelo chefe do setor;
- A informação chegava de forma não padronizada;
- A produção tinha informações diferentes das dadas à responsável do planeamento;
- O planeamento não tinha uma cadência específica;
- Uma produção podia ter início sem estar planeada;
- O planeamento era semanal, sem qualquer tipo de referência a turnos;
- Não era feita qualquer consulta de MP aquando da realização do planeamento.

Após este diagnóstico, foram desencadeados vários mecanismos para atuar a este nível. Inicialmente, o objetivo passou por padronizar o fluxo de informação. Para tal, foram realizados vários encontros entre o autor, a técnica de planeamento do setor e o técnico de planeamento da UPI. Após observação atenta de como eram desencadeadas as necessidades da UPI e como, a partir daí eram filtradas até chegar às necessidades do setor, foram definidas medidas que permitiam organizar o plano do setor e da UPI.

Desta forma, padronizou-se que às 3as feiras de cada semana eram recebidas as necessidades de cada semana e o prazo para eventuais exceções ao plano poderia ser dado até as 15h do dia referente, sendo que qualquer alerta dado em horário posterior ao referido seria agendado para o dia seguinte.

Após esta padronização da chegada das necessidades, em parceria com técnica de planeamento do setor, foi avaliado e melhorado o *template* existente para o planeamento, passando este a contemplar consultas de MP, tempos de *Setup*, tempos de ciclo das peças e operadores disponíveis.

Numa fase já mais adiantada, e após um período de um mês e de correspondente adaptação ao novo método de planeamento, foram desenvolvidas ferramentas de planeamento do turno, como apresentado na Figura 21. O objetivo desta nova etapa passava por balizar as etapas produtivas de cada turno e controlar o processo produtivo de forma mais contínua e assegurar que o objetivo final da produção era atingido atempadamente e nas condições desejadas.

FRICON		Data:	29-04-2021	Turno Tarde	Produção de plásticos - Plano de Trabalho			
Operador	Posto de trabalho	Produto	Qtd. Prevista Turno	Qtd. Real	Motivo desvio	T.Ciclo Previsto	Imprevista	Realização
APOIO	I6 - 140t	BOTAO TERMOSTATO Ø32MM Inf. Planeamento:	960			30		
APOIO	I2 - 25t	PASSADOR CABOS THG SGI Inf. Planeamento:	1108			26		
AUGUSTO	I1 - 700t	MEIA BOLA MUDIPLAS BRANCA Inf. Planeamento:	261			110		
RUBEN	I3 - 65t	NIVELADOR MI2X50 SEXTAVADO Inf. Planeamento:	640			45		
APOIO	I4 - 140t	PANEL GRLH ABS TRAS THG Inf. Planeamento:	1108			26		
IVAN	I5 - 300t	LAT TAMP A THC R9003 R18 C/RASG Inf. Planeamento:	443			85		
TIAGO	E1	PERF BUMPER FRONT SMR1300CL Inf. Planeamento:	369			78		
TIAGO	E2	TUBO (Ø12X400) Inf. Planeamento: TROCAR PARA TUBO Ø 18X311	2618			11		
SR. PINHEIRO	E3	PERF ARO HCE580 1734MM Inf. Planeamento:	379			76		
N/A	Maiuku							
N/A	Embalagem/ Montagem							
Operador em falta								

Figura 21-Exemplo de um planeamento de turno implementado

4.2 O Registo como base do Controlo

Sendo o objetivo do projeto o aumento de produtividade de um setor, não faria qualquer sentido atingir o referido aumento para de seguida, baixar novamente os índices de produtividade. Desta forma, foi considerado pelo autor fundamental manter o controlo da produção, controlo este que será sempre baseado em registos. A base do controlo está nos registos, sendo que sem os registos de produção não será possível controlá-la e sem a controlar, não será possível melhorá-la. Posto isto, ainda durante o período de diagnóstico da secção e do processo produtivo, foram detetadas falhas na existência de registos de produção e de cumprimento dos registos de controlo da secção. Estas falhas verificadas nos registos podem ser em muito prejudiciais ao processo, pois todos os dados que daí advém podem conter informação que não represente a realidade produtiva da unidade e, como tal, poderão ser tomadas decisões erradas com base nessa informação.

Assim sendo, foram desenvolvidos formulários de controlo do processo produtivo que permitissem representar a realidade da empresa de uma forma real e fidedigna. De seguida, os colaboradores foram alertados da importância não só de preencher os formulários, como também de os preencher da forma correta. No âmbito deste projeto, e face aos indicadores procurados, destacam-se dois impressos com extrema importância, o formulário CP (Controlo de Produção) e o formulário PT (Passagem de Turno).

4.2.1 Formulário de Controlo de Produção

Numa fase inicial do projeto, e após algum estudo em relação ao formulário previamente existente, optou-se pela inserção de algumas alterações no *layout* do impresso, com o objetivo de o melhorar sem aumentar em muito a carga de tempo despendida no seu preenchimento. Como tal inseriu-se esse projeto de alteração neste projeto mais global. Com vista a cumprir com todas as necessidades em termos de dados recolhidos, foram adicionados alguns campos a este impresso, onde se destacam a composição do material em produção, um campo para o registo de eventuais paragens não programadas e o tempo despendido no *Setup* dessa mesma produção. Este impresso pode ser consultado na figura 46 do anexo G.

Acompanhando toda a fase de implementação deste formulário, dando grande importância à formação dada aos operadores, é possível afirmar que desde que as alterações a este impresso foram implementadas a quantidade e qualidade dos registos melhorou claramente, sendo que grande parte do trabalho desenvolvido foi na alteração do *mindset* dos colaboradores.

4.2.2 Formulário de Passagem de Turno

Passando a unidade a produzir a 3 turnos, a comunicação entre turnos passa a ser um problema ainda mais complexo. Não havendo qualquer registo da passagem de turno, ainda mais complexo se torna, uma vez que a comunicação verbal é um processo muito suscetível ao erro. Na sequência desta falha detetada, foi desenvolvido um formulário que visa a comunicação entre as várias equipas do setor e entre estas equipas e o chefe de setor, é aqui que são registadas as avarias ocorridas nos equipamentos e todas as atividades extra processo produtivo realizadas pelas equipas durante o seu turno.

Foi definido, em conjunto com os colaboradores, que cada chefe de turno é responsável pelo impresso do seu próprio turno. Ao final do dia, o chefe do setor recolhe os formulários existentes e retira as conclusões adjacentes.

Este impresso foi desenvolvido para funcionar como ponte de comunicação entre as equipas e as chefias, mas também para manter algum controlo ao longo do turno de trabalho. Desta forma, o *layout* deste impresso pretende retirar algumas dúvidas e pressupõe alguns objetivos:

- Esquematizar os registos a efetuar por forma a reduzir o tempo e trabalho de preenchimento e para facilitar a sua leitura e interpretação;
- Analisar produtividades de turno

- Perceber causas de desvios produtivos existentes

Porém, foi detetado que rapidamente cai no esquecimento o preenchimento de qualquer formulário se o devido seguimento e importância não lhe for dado. Para combater a referida questão, foi definida uma cadeia de responsabilidade, onde os operadores são responsáveis pelo preenchimento deste impresso, alternando com o chefe de turno que em seguida entrega à equipa de Gestão da Produção que é responsável pelo tratamento dos dados e posterior arquivo deste documento, o formulário PT pode ser consultado na figura 40 do Anexo G.

4.3 Reuniões diárias no Gemba- Kaizen diário

A palavra-chave do projeto e a base que sustenta qualquer ação de melhoria é só uma: comunicação. Partindo deste princípio e analisado o fluxo de informação do setor, chegou-se à conclusão que era fundamental trabalhar esta vertente e dar seguimento ao projeto sempre comunicando com os colegas. Assim, foram introduzidos encontros diários no chão-de-fábrica com o objetivo de desenvolver o espírito de trabalho em equipa e de entreatajuda, orientados à melhoria contínua e à constante procura e eliminação de desperdícios. Com o conceito de melhoria contínua pretende-se liderar o processo de melhoria do desempenho a longo prazo através de uma gestão orientada para os processos produtivos.

A primeira fase da implementação dos encontros diários consistiu na estruturação e definição de uma equipa multidisciplinar constituída por pessoas que diariamente estão em contacto com o chão-de-fábrica. Nesse sentido, foi definido um representante de cada departamento (produção, manutenção, qualidade e planeamento) para integrar a equipa dos encontros diários juntamente com o chefe de turno-Figura 21. Foi estipulado que cada turno tinha a sua reunião, sendo que da parte da produção estavam presentes todos os elementos que compunham o turno, sendo a reunião guiada pelo próprio chefe de turno. Todos os elementos que compõem a reunião estão disponíveis no Anexo A.

Os encontros diários são realizados uma vez por turno, 15 minutos após o início do mesmo, tempo que foi considerado o necessário para que o chefe de turno se identificasse com o estado da fábrica no momento da sua chegada. As reuniões têm uma duração estipulada de cinco minutos. Sendo uma reunião de curta duração, a sua agenda é previamente definida e bastante focalizada nos seus objetivos, de modo a retirar o máximo proveito da capacidade da equipa, e a evitar desperdícios de tempo, como é visível na figura 21.

Os principais objetivos das reuniões centram-se na análise das dificuldades sentidas no dia anterior, das variações da produção face ao que foi estipulado pelo planeamento e na apresentação e discussão de indicadores de performance da fábrica. O chefe de setor alinha o chefe de turno, transmitindo as metas do dia que se pretendem atingir. O chefe de turno tem liberdade para sugerir melhorias que do seu ponto de vista otimizem tarefas, processos e operações e tornem os métodos de trabalho mais eficientes e agilizados.

Face às dificuldades e problemas discutidos, são procuradas e analisadas as suas causas, são estabelecidas soluções e é definido um plano de ações monitorizado pelo ciclo PDCA.

Para implementação dos encontros referidos, foi criado o quadro *Kaizen* (Figura 20), local onde a reunião é realizada e que possibilita a todos os colaboradores da fábrica tenham acesso ao plano de produção em curso e ao plano de ações de melhoria a ser implementado e do seu respetivo ponto no que ao PDCA diz respeito. O plano de ações do quadro *Kaizen* é uma estratégia de gestão visual com o pretenso de ser dinâmico e constantemente atualizado, proporcionando um senso mais apurado de responsabilidade sobre as ações de melhoria contínua e os seus resultados. O objetivo desta metodologia passou por envolver todos os colaboradores no processo de transformação do processo produtivo, sendo que todos os *inputs* eram considerados. Desta forma, foi claro o aumento do sentido de responsabilização e compromisso por parte da equipa que se mostrava participativa.

No referido quadro eram também afixados dados considerados importantes para sensibilizar os colaboradores. O desempenho mensal era apresentado de acordo com as métricas adotadas, dotando os colaboradores de um sentido crítico face ao sucedido, passando estes a deter claras noções daquilo que se passava em seu redor e levando-os a empenharem-se para elevar ou manter os indicadores apresentados. Em suma, o quadro *Kaizen* revelou-se uma ferramenta importante para englobar toda a equipa, integrando todas as partes do processo produtivo num projeto de implementação de melhoria contínua.



Figura 22- Quadro Kaizen Fricon



Figura 23-Reunião diária no chão-de-fábrica

4.4 Implementação de medidas de Standard Work

O setor dos plásticos da Frigocon S.A. engloba atualmente mais de 800 referências de produção. De acordo com a análise ABC previamente demonstrada, apenas 10 dessas referências, perfazem um total de 50,8% dos artigos produzidos nesta unidade nos últimos 18 meses. Desta afirmação, é possível concluir que atuando de uma forma mais exaustiva apenas sobre esses 10 produtos, já esta a ser realizada uma mudança em mais de metade do processo produtivo da unidade fabril.

Sendo os processos de injeção e extrusão processos com alta variabilidade, torna-se fulcral a existência de registos produtivos. Para tal efeito, após a realização das análises VSM às referidas referências, foi analisado o processo em si. Para cada produto foram registadas as variáveis que tinham maior influência na produção do mesmo, e foram balizados os intervalos em que a peça se encontrava aprovada para a qualidade para que mais tarde pudessem ser produzidos com os mesmos valores.

Para combater a falta de organização existente nas produções, foram desenvolvidas pastas do produto. Esta medida pretende estandardizar as produções dos produtos mais produzidos, de forma a que o seu *Setup* não seja tão demorado e que os erros mais vezes repetidos sejam eliminados e não sejam constantemente repetidos. Em colaboração com as equipas de operadores fabris foi então feito o levantamento das diferentes etapas e foram registados os erros mais comuns realizados em cada uma delas, tendo-se notado dificuldades ao nível das:

- Variáveis *Setup*;
- Composição MP;
- Tipos de defeitos de maior frequência;
- Presença dos desenhos;
- Controlo dimensional;
- Modos de embalagem.




	Saco plástico	Nrº camadas	Nrº peças/camada	Nrº peças/caixa
Caixa de cartão 680x530x480	09.2495 (200x1000mm)	4	14	56
PEÇA	EMBALAGEM			
	Deve-se embalar individualmente as peças num saco plástico.			
			Colocar na 2ª camada 14 peças conforme indicado na imagem. Repetir o processo para as restantes camadas.	
	Colocar na 1ª camada 14 peças conforme indicado na imagem			

Figura 24-Exmeplo de *Standard Work* embalamento produto

A composição de uma pasta de produto completa pode ser consultada no Anexo G

Desta forma, foram criadas as instruções de trabalho para as produções mais recorrentes, diminuindo bastante a entropia existente no setor. Sempre que decorre uma produção, cabe ao chefe de setor fazer acompanhar a ordem de fabrico da pasta do produto correspondente, minimizando ao máximo as dúvidas do operador.

4.5 Organização dos espaços de trabalho- 5S e Gestão Visual

A fase de diagnóstico do projeto definiu como obrigatória a aplicação da metodologia 5S, aliada à gestão visual. A entropia existente no setor era tal, que o processo produtivo ficava em muito comprometido. Daí surge da necessidade de se padronizar e organizar os espaços de trabalho, tornando as tarefas e as operações envolvidas mais ágeis e eficientes. Havendo definição no processo produtivo, torna-se mais intuitiva a deteção da falha, sendo o processo facilitado em todas as partes. Além de eliminar desperdícios que resultem de pobres organizações das áreas de trabalho, como a perda de tempo na procura de ferramentas e materiais, espera-se que com a implementação da metodologia se alcance uma mudança de comportamentos e de mentalidades no sentido de criar as bases necessárias que permitam o desenvolvimento e a sustentação de melhorias. Para organizar e harmonizar o espaço de trabalho foi desenvolvido um plano de manutenção faseado, disponível para consulta no Anexo B.

A técnica 5S foi aplicada ao processo em geral, enfatizado nas bancadas de produção, máquinas e chão-de-fábrica. Aos consumíveis utilizados pela produção, foi definido um sistema de gestão visual com recurso a cartões *Kanban* que pretende controlar eficazmente os níveis de *stocks*, não tendo esta parte sido implementada fruto de problemas referidos posteriormente, estando, de qualquer forma, a análise disponível na Figura 38 do Anexo C.

4.5.1 4.5.1 5S nas bancadas e utensílios de produção

Antes da intervenção da metodologia 5S na fábrica, a bancada de produção apresentava uma disposição muito pouco eficiente e mal aproveitada, na medida em as ferramentas nela contidas não se encontravam organizadas nem continham localizações definidas. Além disso, existiam muitos objetos que raramente ou nunca eram utilizados pelos operadores, ferramentas danificadas e obsoletas que acabavam por ocupar espaço desnecessariamente.

Começou-se então por definir o que era absolutamente necessário, diferenciando daquilo que era dispensável.

Em colaboração com os operadores da produção, foi efetuada a triagem das ferramentas absolutamente necessárias para a execução das tarefas e apenas o material utilizado com grande frequência se manteve na bancada de produção. Posteriormente, foram desenhadas novas bancadas, já devidamente perfuradas de acordo com os suportes necessários às ferramentas necessárias, bancadas que não conseguiram ser implementadas a tempo da conclusão do projeto

Nos elementos considerados importantes e a manter na mesa de produção, foi verificado que poucos deles tinham locais definidos para serem guardados. Para tal efeitos, foram desenvolvidos esforços e criadas ferramentas para que tal se sucedesse, como verificado, por exemplo, na Figura 25.



Figura 25-Caixa para colocação de ordem de fabrico

Para além da criação de espaços de arrumação, procedeu-se também à arrumação de espaços já existentes, como gavetas e armários-Figuras 26 e 27. Os operadores foram instruídos a armazenar os produtos no local identificado para tal, utilizando para tal efeito ferramentas de gestão visual. Foi também criada com a colaboração da equipa de colaboradores uma rotina de limpeza diária, que foi afixada em vários pontos, de forma a ser o mais padronizada possível e todos os pontos onde mais lixo é acumulado serem revistos diariamente. A rotina implementada corresponde às tarefas diárias implementadas no âmbito do plano de manutenção apresentado no Anexo B.

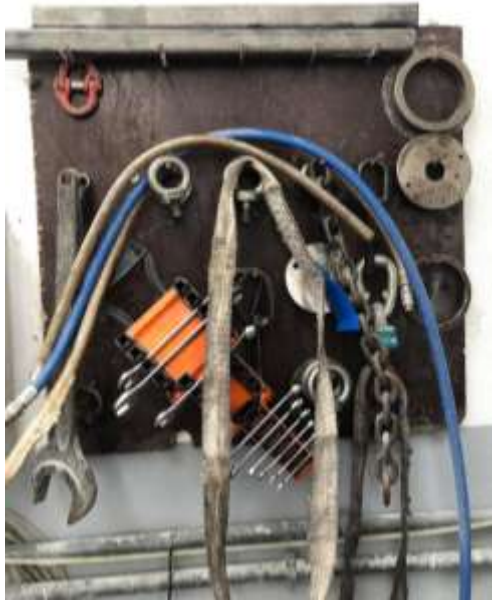


Figura 26-Armário de apoio desorganizado



Figura 27-Armário de apoio organizado

Para além das referidas alterações, pode ser consultado em anexo (Anexo B) o plano de manutenção de 1º nível implementado no desenrolar do projeto no âmbito, quer da manutenção da limpeza e organização, quer no aumento de duração de vida dos equipamentos.

Adicionalmente, foram levantadas várias oportunidades de melhoria, principalmente a nível de organização de espaço de matéria-prima e produto acabado assim como a necessidade de implementação de cartões *Kanban* para organização de MP que, apesar de calculadas as quantidades ótimas e de segurança para o decorrer de uma produção normal, não foram implementadas fruto de algumas dificuldades encontradas.

4.5.2 Marcações do chão-de-fábrica

Sendo a desorganização o ponto de partida do projeto na unidade em estudo, os 5S revelaram-se uma ferramenta fundamental para aumentar a produtividade para níveis desejados. Como tal, foram estudadas as produções existentes no chão de fábrica e implementadas rotinas para que essas mesmas produções pudessem decorrer de forma mais organizada e sem causar tanta entropia no *gemba*. As Figuras 28 e 29 mostram, respetivamente, o antes e o depois das marcações de chão.

De modo análogo ao projeto desenvolvido nas bancadas de trabalho, começou-se por definir o que era absolutamente necessário no chão-de-fábrica e eliminou-se o dispensável. Foram criados lugares específicos com marcações claramente visíveis para cada uma das necessidades e foram desenvolvidas rotinas de limpeza diárias e auditorias periódicas para controlar o projeto desenvolvido.



Figura 28- Injetora 2 numa fase inicial



Figura 29-Injetora 2 após implementação de marcações

4.5.3 Registo e identificação de moldes

A base do processo de injeção é o molde. Como superiormente indicado, é o molde que dá a forma ao produto acabado. Acontece que à data de início do projeto, a unidade fabril não possuía qualquer registo em relação aos seus moldes. Apenas um colaborador tinha conhecimento em relação às peças correspondentes a cada molde, onde se encontrava o molde e em qual das injetoras era possível introduzir o molde de forma a que a peça saísse nas melhores condições.

Dado este facto como adquirido, foi pelo autor considerado fundamental atuar a este nível. Iniciou-se esta etapa pelo registo dos moldes e feiras existentes na unidade. Todos foram contabilizados, medidos e organizados. Fruto das dimensões excessivas de alguns, não foi possível que todos os moldes tivessem um lugar definido, pelo que houve moldes que tiveram de permanecer no chão-de-fábrica, ao lado dos restantes. Para cada molde foi desenvolvida uma etiqueta magnética com um código de barras associado-Figura 30. A esta etiqueta estavam associadas:

- Medidas do molde
- Peças produzidas
- Máquinas de produção
- Peso
- Código Imobilizado
- Anilha associada
- Número de cavidades
- Localização



Figura 30-Protótipo de etiqueta de molde desenvolvido

Com a implementação desta medida, para além de toda as vantagens adjacentes à existência de registos e organização, atingiu-se uma melhoria considerável na realização do planeamento semanal, uma vez que ficou claramente definido onde era possível produzir cada produto, sendo que a máquina pode ou não suportar o molde de acordo com as suas dimensões e matéria-prima associada.

De forma a assegurar a continuidade do trabalho desenvolvido, foi elaborado um formulário de auditoria aos postos de trabalho e chão-de-fábrica- Anexo D. O objetivo do referido documento passa por inspecionar o espaço de trabalho acompanhado do formulário, registando a pontuação atribuída de acordo com uma escala previamente definida de 1 a 5. Desta forma, nas auditorias periódicas, o autor da mesma pode perceber onde estão as principais falhas e eventuais ações a desencadear para as solucionar.

4.6 Implementação SMED

Na análise do OEE, confirmou-se que um dos maiores contributos para as taxas de eficiência dos equipamentos são as perdas resultantes de operações de *Setup*, e como tal, seria pertinente que este projeto se debruçasse na análise e resolução destas perdas.

Como tal, optou-se por recorrer à metodologia SMED, que permitiu sistematizar a recolha de informação e definir um sistema de abordagem para reduzir e seguidamente eliminar estas perdas.

Como previamente referido, o SMED é uma ferramenta cujo ciclo se encontra dividido em várias fases, fases estas que foram seguidas durante o tempo de execução do projeto. Numa 1ª fase, é feita uma análise à situação vivida no *gemba*, onde devem ser identificadas as várias tarefas realizadas em cada uma das operações de *Setup* existentes e separá-las em dois grupos: as tarefas internas e as externas. Neste caso concreto estes grupos foram definidos respeitando os seguintes pressupostos:

- **Tarefas Internas** - Todas as tarefas que têm que ser realizadas durante a mudança propriamente dita, isto é, são as tarefas que têm que ser realizadas durante o período em que o material produzido não respeita as especificações nem do trabalho anterior nem do trabalho seguinte;
- **Tarefas Externas** - Todas as tarefas que podem ser realizadas enquanto o equipamento se encontra a produzir material que não será rejeitado.

Esta definição é fundamental na medida em que as tarefas realizadas nas atividades de mudança de molde ou fieira serão classificadas segundo as definições referidas. Após esta definição, foi seguido o método referido, iniciando pela 1ª etapa.

4.6.1 Fase 1 - Mapeamento da Situação Atual

Com o objetivo de registar de uma forma sistematizada todas as tarefas desenvolvidas no âmbito dos *Setups* realizados, foi criada uma ficha de Registo de Tarefas (IRT), onde se regista cada uma das tarefas, pela ordem em que foram realizadas, identificando a duração dessa tarefa e em que grupo de tarefas esta se insere. Este formulário pode ser consultado na Figura 41 do Anexo F.

No início da recolha desta informação foi visível a confusão instalada, pois cada mudança era realizada de forma completamente diferente mesmo quando realizada pelos mesmo operadores. Foi possível verificar a ausência de um fio condutor, e, várias vezes, os operadores paravam as suas tarefas para dar resposta a outras questões. Assumindo o referido como ponto de partida, o primeiro objetivo desta fase passou por identificar os tipos de mudanças que ocorrem na secção, e, dentro de cada operação, identificar todas as tarefas que são necessárias realizar e identificar em que grupo se inserem essas tarefas.

Recorrendo a este registo de informação foi possível averiguar quais os tempos médios de cada operação no *Setup* correspondente.

Para tal efeito, foi realizado um estudo do trabalho. Nesta etapa foram realizadas filmagens de uma amostra significativa de *Setups* de forma a assegurar que a implementação do projeto atuaria nos pontos críticos da operação. As operações foram registadas, cronometradas e foi traçado um diagrama *Spaghetti* (diagrama que regista todas as movimentações realizadas pelo operador durante o *Setup*) - exemplificado na Figura 31. De notar nesta etapa que o simples facto de controlar a operação junto dos colaboradores levou a uma redução dos tempos, facto que espelha alguma falta de motivação e relaxamento dos trabalhadores.

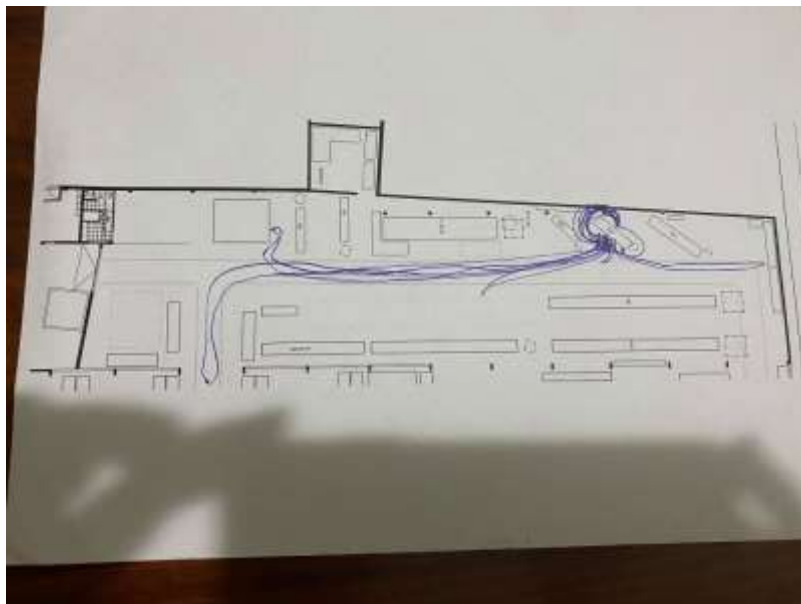


Figura 31- Diagrama *Spaghetti* realizado na análise SMED

4.6.2 Fase 2 - Identificação das Operações Internas e Externas

Nesta segunda fase, como o próprio nome indica, o objetivo prende-se com a distinção das tarefas internas das tarefas externas e garantir que cada uma dessas tarefas é realizada na altura devida. Para auxiliar os operadores neste ordenamento das tarefas foi criada uma *Check List* a preencher pelos operadores, onde é proposto um planeamento prévio da mudança a realizar. Nessa instrução de trabalho, o chefe de turno é convidado a analisar a mudança que irá realizar e, recorrendo à informação disponibilizada no planeamento da mudança, ordena e distribui as tarefas a executar pelos diferentes participantes na mudança. Com a utilização regular deste

impresso verificou-se uma melhoria clara na organização e sistematização das tarefas a realizar. Aliada a uma prática de arrumação constante, registou-se um aumento considerável ao nível da arrumação e organização da secção, sendo visíveis as reduções nas perdas de tempo e situações como interrupções na mudança para realizar uma tarefa que já deveria ter sido concluída, foram minimizadas ao longo de todo o projeto.

Assim, após uma correta definição das tarefas e do modo operatório, foram separadas as tarefas internas das externas, por forma a realizar todas as tarefas externas antes ou depois da troca de ferramenta, de maneira a que o seu tempo influenciasse o menos possível o tempo total de *Setup*.

4.6.3 Fase 3 - Conversão de Operações Internas em Externas

Após extensas análises de vídeo, foram identificadas as tarefas que, até ao momento, tinham sido realizadas como tarefas internas e poderiam passar a ser realizadas como tarefas externas, de forma a não influenciarem o tempo de troca de ferramenta.

As tarefas mais dispendiosas em tempo na mudança de ferramenta eram as limpezas necessárias e a troca de MP.

A procura e abastecimento de matérias-primas representavam uma percentagem na ordem dos 12% do tempo total de troca de ferramenta. A criação de um armazém intermédio devidamente arrumado e identificado com stocks suficientes para, pelo menos, iniciar a produção levou à eliminação deste tempo, passando a matéria-prima a estar ao lado da máquina logo desde o início do *Setup*.

Ao transformar esta tarefa interna em tarefa externa, criando um *stock* intermédio de MP organizado e mais perto da produção - Figura 32-, atingiu-se uma redução na ordem dos 10% no tempo de *Setup*.



Figura 32-Armazém de MP intermédio etiquetado

4.6.4 Fase 4 - Redução do Tempo Médio das Operações Internas e Externas

Após se ter atingido um nível aceitável de regularidade nas várias mudanças realizadas, a próxima fase desta ferramenta contempla a redução do tempo médio perdido com cada tarefa a realizar, com vista a uma redução do tempo total das mudanças e, no global, do tempo perdido pelo equipamento.

A redução do tempo médio de cada tarefa recorreu também à aplicação da mesma ferramenta, o SMED, mas agora na ótica da tarefa em análise e com um grau de exigência menor.

Limpeza do Sistema de Abastecimento de MP

De modo a garantir um abastecimento contínuo e quantificável pelo equipamento, o sistema de alimentação dos equipamentos de injeção envolve vários reservatórios intermédios de MP. Cada sistema de alimentação é composto pelos seguintes reservatórios:

- Tremonha Principal - Primeiro reservatório do equipamento;
- Tubagens - Sistema de tubagens de ligação entre os vários reservatórios.

No setor em questão, uma limpeza correta e atenta dos componentes das tremonhas é fundamental, podendo um descuido comprometer a cor de toda a produção futura. Não podendo excluir a limpeza da lista de tarefas internas, foi, no entanto, verificado que os operadores dependiam cerca de 40% do tempo da limpeza e aspiração a limpar o chão-de-fábrica envolvente à máquina. Com a aplicação de rotinas de limpeza, essa tarefa deixou de ser realizada no âmbito das trocas de ferramenta, passando a fazer parte do dia-a-dia dos operadores.

Abastecimento de MP

Para garantir que não é desperdiçado tempo na procura da MP que vai entrar na máquina foi padronizado que a MP em questão está colocada próxima da máquina, antes da paragem de produção anterior, de forma a garantir que:

- Não há falta de MP
- As quantidades são as necessárias
- O tempo de procura em armazém é eliminado

A implementação do projeto SMED traduziu-se no ganho de 27,7% face aos tempos tirados na fase de diagnóstico. Para além das medidas referidas no âmbito do SMED, a criação do carrinho SMED, organização dos espaços de trabalho e criação de padrões no desenrolar das tarefas dos operadores são também de destaque importante.

4.7 Diminuição do *Lead time* do PA

Na análise efetuada e previamente mostrada, uma das principais preocupações no processo produtivo da unidade em estudo é o *lead time* de alguns produtos. Alguns dos produtos tipo A chegam a ter *lead times* de produção superiores a 3 semanas, algo que é alvo deve ser rapidamente revisto pela direção de fábrica. As peças em produção automática não são alvo de um grande controlo. Finalizado o processo produtivo, as peças são sujeitas a um período de escolha, que pretende avaliar a qualidade da peça e separar a peça do jito. Ora, de acordo com a disponibilidade dos operadores, este processo tanto pode ser realizado no dia, como pode ser realizado semanas mais tarde, sendo o produto pré-armazenado, regressando ao chão-de-fábrica para ser selecionado, para, em seguida, retornar ao armazém.

4.7.1 Separador de gitos

Identificado que o gargalo do processo produtivo era o tempo de espera a que as peças injetadas estavam sujeitas, optou-se por definir medidas que pudessem minimizar esta situação. Após injetadas as peças, de acordo com o número de cavidades existentes no molde, estas são extraídas, saindo juntamente com estas o jito. Não havendo disponibilidade de operadores suficiente para ter um operador em cada máquina a separar as peças do jito e fazer uma análise prévia do estado da peça, as peças chegam a ficar mais de 3 semanas em espera no espaço da fábrica, dependendo do tipo de peça.

Como tal, e para resolver este assunto, foi estudada a possibilidade de se adquirir uma máquina que faça essa separação automaticamente, libertando os operadores dessa função. O funcionamento da mesma é relativamente simples e intuitivo: a cada injetora está ligada uma máquina selecionadora que, após concluída a injeção, tem a capacidade de diferenciar a peça do jito, etapa muito dispendiosa aos colaboradores em termos de tempo.

Foram estudadas várias possibilidades para colmatar a referida falha, desde a contratação de pessoal até à realocação de funções de operadores que desempenham outros papéis, tendo-se chegado à conclusão de que esta seria a melhor solução a longo prazo. Para tal foram desenvolvidos esforços para estudar o mercado, negociar e optar pela opção mais viável.



Figura 33-MB *Coveyors* (adaptado de Augusto Guimarães)

4.8 Reorganização do *Layout* produtivo

A identificação é fundamental para um bom funcionamento de qualquer fábrica, sendo que permite também simplificar e facilitar as escolhas diárias de qualquer tipo de ferramenta ou material. Como tal, tornou-se necessária a melhoria à acessibilidade de informação da localização das várias ferramentas, áreas de trabalho, carrinhos, armários ou caixas de consumíveis, por exemplo. A identificação das várias zonas de trabalho e locais de ferramentas ou consumíveis ajuda na redução de desperdícios, designadamente, no movimento desnecessário dos colaboradores. Como tal, utilizou-se a ferramenta Gestão Visual tendo em vista alcançar melhorias na identificação no *layout* e a nível dos armários e carrinhos.

Em termos de melhorias a nível do *layout*, a primeira implementação passou pela identificação de todas as áreas de trabalho, para que qualquer pessoa estranha ao trabalho ou mesmo colaboradores recém-chegados, consigam detetar facilmente os vários postos de trabalho. No Anexo H é apresentado o *layout* atualmente implementado pela empresa

Foram também implementadas melhorias a nível do carrinho e dos armários assistentes à produção. Colocaram-se etiquetas de identificação nas respetivas estantes de forma a organizar os materiais como possível. Foi ainda iniciado o projeto de aquisição de um novo armário, desenhado pelo autor, que não foi concluído a tempo da conclusão do projeto.

A nível do *layout* produtivo, este foi ajustado de forma a aumentar a produtividade. O parque de máquinas de grandes dimensões não facilita em nada eventuais projetos de alteração da disposição, sendo a área uma restrição enorme uma vez que o espaço inicialmente projetado para 3 máquinas é atualmente utilizado por 9. Assim, foi sugerido pelo autor uma alteração de *layout* que consiste na implementação de uma zona de pré-montagem de moldes, como apresentado na Figura 34.

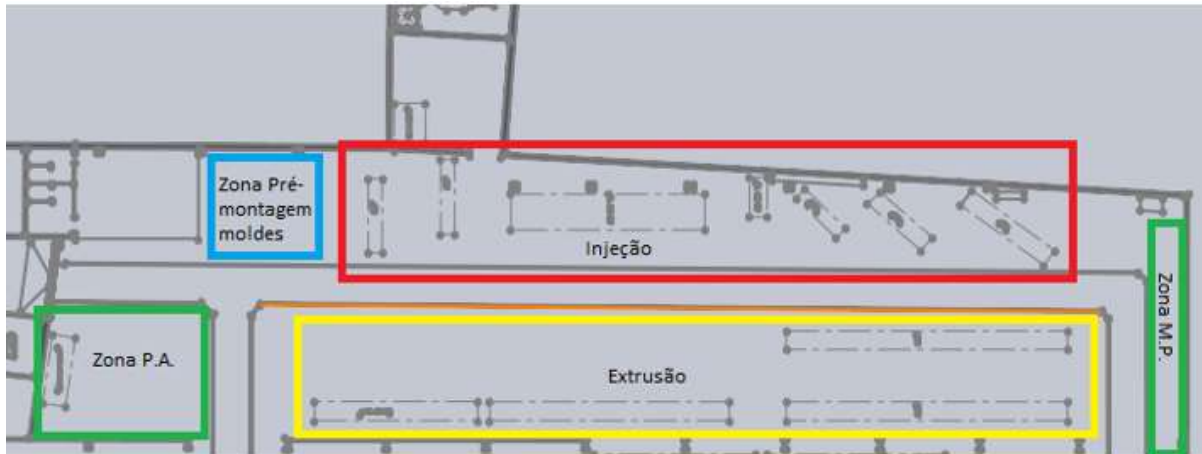


Figura 34- *Layout* proposto

Esta nova zona apresentada, pretende reduzir os tempos de Setup apresentados, e, simultaneamente, utilizar o espaço de produção apenas para produzir.

Para além da zona de pré-montagem de moldes previamente referida, outro ponto crítico apresentado pelo layout atual é a zona do moinho. Foi proposto pelo autor a passagem do moinho para outra zona da UPI-Frigocon, passando a zona atual a ser destinada a material subsidiário e que permitisse manter o material armazenado e organizado. No início do projeto, a zona do moinho era uma das principais causadoras de entropia no sistema do setor, sendo que foi ligeiramente melhorada com a introdução de uma cadencia superior de funcionários, cadencia esta que aumentou a frequência de moagem do material, melhorando ligeiramente a situação.

4.9 Dificuldades Encontradas

No decorrer dos 4 meses do projeto o autor deparou-se com algumas dificuldades, bastantes das quais ultrapassadas.

A primeira fase de adaptação ao ambiente de trabalho não ofereceu obstáculos relevantes e todos os colaboradores se mostraram muito prestáveis e interessados em poder dar o seu contributo na integração do autor. Correspondendo esta etapa a uma fase de diagnóstico, o trabalho desenvolvido era mais de observação e compreensão do processo e a ajuda requerida foi no âmbito do conhecimento do estado atual da unidade. Nesta etapa destaque para a inexistência total de registos, motivo que levou ao aumento da duração desta 1ª etapa. Ao longo de todo o projeto foi necessário proceder a implementação de todo o tipo de registos, desde tempos de *Setup*, a tempos de ciclo ou o número de cavidades de um molde, tudo foi preciso registar de raiz, cronometrando. O projeto foi arrancando aos poucos, começando pelo registo manual de dados, passando, em alguns casos, para o registo de vídeo. Nesse sentido, foi pedida autorização à empresa para se filmar o processo. Filmando o processo de troca de molde tudo se tornou mais simples e a descrição das atividades fez-se de forma mais completa.

Por vezes existiu também alguma dificuldade em conseguir assistir inteiramente a uma mudança de ferramenta, quer por causa de horários de trabalho, quer devido à dificuldade de previsão do momento da mudança. A falta de dados existente era sempre um obstáculo enorme uma vez que as indicações apenas eram dadas por uma pessoa, e só essa pessoa sabia o que fazer, quando fazer.

Na fase de implementação surgiram os problemas mais acentuados. Estando o setor em estudo a sofrer uma larga reformulação e investimento, a mudança foi uma constante no setor. Numa fase inicial, as melhorias impostas pelo autor não eram acompanhadas pelo chefe de setor, responsável já com alguma idade e com um *mindset* bastante arcaico para alterações da natureza das descritas. Na sequência do descrito os colaboradores não vendo um fio condutor do projeto,

acabavam por não cumprir o estabelecido. Aquando da implementação das medidas iniciais, o chefe de setor foi alterado, passando o mesmo por algumas dificuldades.

Até ao final do projeto, este foi decorrendo um pouco neste sentido, sendo que muitas vezes foi difícil dar o seguimento desejado a alguns dos projetos fruto da sua dimensão e alguma falta de acompanhamento. Todavia, os *inputs* foram apresentados, o projeto desenvolvido na medida do documentado e a grande maioria avaliada positivamente pela própria equipa de colaboradores.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Durante a realização do projeto foram demonstradas várias fraquezas do sistema de gestão fabril anteriormente implementado no setor dos plásticos da Frigocon. Para além de este não ser o mais adequado, sendo um sistema arcaico, baseado em conhecimento próprio e nada baseado em registos, as informações transmitidas as equipas eram pouco claras e muito variáveis, levando à sua desmotivação e falta de interesse.

Posto isto, a inclusão dos colaboradores no processo de decisão de projetos de melhoria, já foi por si só uma melhoria concreta, melhorando em muito o ambiente de trabalho e a vontade demonstrada por todos os colaboradores. A implementação de registos faseados foi também um marco importantíssimo, dada a necessidade dos mesmos para análise e melhoria dos indicadores que permitirão transmitir informações reais e concretas do estado do setor.

De certa forma, o projeto acaba por ter pontos de partida distintos: o primeiro ponto de partida, correspondente à integração e identificação do processo, e o segundo, etapa pós-implementação de registos e consciencialização das equipas face aos mesmos.

Independentemente do ponto de partida escolhido, a melhoria é um dado adquirido do projeto. A produção apresenta-se mais organizada e, ainda que o termo de comparação seja curto, os indicadores apresentam tendências crescentes, fator claramente positivo. Desta forma, tudo indica que, mantendo a prática das medidas implementadas, todo o setor melhorará ainda os indicadores descritos, levando-os para patamares superiores.

Perante um tão grande número de oportunidades detetadas, definiram-se como objetivos o aumento da produtividade, organização e normalização do processo produtivo e de planeamento e uma redução do tempo médio de *Setup*.

Sendo que o projeto atuou no setor como um todo, a medição do retorno de todas as medidas implementadas num espaço amostral tão reduzido é um exercício de elevada dificuldade. No entanto, pegando em pontos concretos, algumas melhorias são de fácil deteção: as medidas de redução de tempo perdido em operações de *Setup* e limpeza permitiu que hoje se consiga uma poupança significativa e com perspetivas de aumentar ainda mais esse valor, com a contínua implementação de melhorias e sustentação das já realizadas.

O planeamento foi totalmente reformulado, estando o setor capacitado neste momento não só a realizar um planeamento semanal com consultas de matéria-prima, tempos de ciclo de produto e tempos de *Setup* atualizados, como também a fazer um planeamento de turno que permitirá às chefias controlar não só as produções de turno, como o rendimento de operadores e o estado das produções.

Com o objetivo de resolver a falta de organização por equipas naturais e todos os problemas a tal subjacentes, foi implementado o nível 1 do *Kaizen* Diário. Neste nível foi montado o quadro da equipa com os indicadores, planeamento e ciclo PDCA e criada a rotina *Kaizen* Diário que consiste em ter curtas reuniões diárias para discutir os indicadores, problemas do dia anterior e lançar ações para garantir que não voltem a acontecer.

Uma vez criadas as equipas, inculcida a rotina de discussão de indicadores e organizados os espaços, normalizou-se o trabalho dos operadores e dos encarregados, garantindo homogeneidade no desempenho de funções e, acima de tudo, que todos estavam a realizar o melhor método de trabalho.

É também fundamental realçar-se a implementação dos 5S, projeto fundamental para sustentar as restantes melhorias, dada a desorganização encontrada no ponto de partida. Assim, os espaços produtivos foram reorganizados. O material foi triado e o que não era necessário foi eliminado. Foram criados espaços de arrumação em locais específicos, variando de acordo com

a necessidade despoletada e os espaços de produto acabado foram revistos, organizando-os para uma entrada e saída definidas e criteriosas.

Os resultados obtidos no desenrolar do projeto são plenamente satisfatórios, ultrapassando os objetivos definidos. A implementação do projeto traduziu-se num ambiente produtivo muito mais harmonioso, calmo e tranquilo. O setor dispõe de um planeamento que permite não só guiar os operadores como controlar as produções, como medi-las, através das métricas explanadas. A análise às trocas de ferramentas traduziu-se numa melhoria de praticamente 28% do tempo, medida que tem uma excelente repercussão financeira.

Apesar das melhorias evidenciadas e tendo em conta a implementação de melhoria contínua na unidade em estudo, mantendo os princípios definidos, continuando a análise de indicadores, problemas e lançamento de ações de melhoria, o projeto manter-se-á ativo a longo prazo, passando a melhoria a ser uma constante na UPI da Frigocon.

Referências bibliográficas

- Becker, J., & Kogel, I. W. (2015). Development of Design Support Tool for New Lean Production Systems. *Procedia CIRP* 41, 596-601.
- Chen, J. C., Li, Y. e Shady, B. D. (2008). *From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study*. *International Journal of Production Research*, 48 (4), 1069 – 1086
- Comunidade Lean Thinking (CLT), 2008. A criação de valor através da eliminação do desperdício - XV EDIÇÃO PORTO.
- Dombrowski, U. e Mielke, T. (2013). *Lean Leadership fundamental principles and their application*. *Procedia CIRP*, 7, 569 – 574.
- Frigocon S.A. (2021) -Manual de Acolhimento
- Frigocon S.A. (2021)- Regulamento Interno
- Global Polymer Industry 2015-2020: Trends, Profits and Forecast Analysis*. Research and Markets (Março de 2021).
- Greif, M. (1989). *The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information*. Portland: Productivity Press.
- Hines, P., Holweg, M., e Rich, N. (2004). *Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking*. *International Journal of Operations and Production Management*, 24 (10), 994–1011
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. CRC Press.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen - A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw-Hill.
- Jimmerson, C., Weber, D. e Sobek, D. K. (2005). *Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare*. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 31 (5), 249 – 257
- Matias, J. C., & Garrido, S. (2014). *Estudos de Caso em Engenharia e Gestão Industrial*. Sílabas & Desafios, Unipessoal Lda.
- McKone, K., Schroeder, R., & Cua, K. (1999). Total Productive Maintenance: a Contextual View. *Journal of Operations Management*, 123-144.
- Melton, T. (2005). The Benefits Of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*,, 662-673.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Nakajima, S. (1989). *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção*. Bookman.
- Pepper, M. e Spedding, T. A. (2010). *The Evolution of Lean Six Sigma*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27 (2), 138 - 155.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel .
- Rahani, a. R. e al-Ashraf, M. (2012). *Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study*. *Procedia Engineering*, 41 (Iris), 1727 – 1734
- Rother, M. e Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. CRC Press.

Verrier, B., Rose, B., Caillaud, E. e Remita, H. (2013). *Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository*. *Journal of Cleaner Production*, 1 - 11.

Wei, J. C. (2009). *Theories and Principles of Designing Lean Service Process*. 6th International Conference on Service Systems and Service Management, New York (821 – 826).

Werkema, C. (2012). *Criando a Cultura Lean Seis Sigma*. Elsevier Editora Lda.

Werkema, C. (2012). *Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.

Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster

ANEXO A: Ferramentas *Kaizen* Diário

FRICON **AGENDA DA REUNIÃO**

Horário: : Frequência da reunião: Diária Duração: 5 min

Líder: _____

AGENDA

Nº	Tópico	Duração
1	Atualizar presenças da reunião	--
2	Verificação de indicadores	1 min
3	Ponto de situação de produto em curso e produção	1 min
4	Identificação de problemas/melhorias (Manutenção)	1 min
5	Planeamento do dia-a-dia, distribuição de funções	2 min

Figura 35-Agenda reunião *Kaizen* Diário



Problema/Melhoria	Ação	Responsável	Data Limite

Figura 37-Formulário de Identificação de Melhorias Kaizen Diário

ANEXO B: Plano de manutenção 1º nível

Plano de manutenção 1º Nível

- **Tarefas Diárias**

1. Limpeza do chão-de-fábrica

A presença de gitos, peças não conformes, cartão e panos de limpeza são itens que devem ser retirados do interior das máquinas quando se dá o término de produção, devendo estes ser depositados nos locais apropriados para a sua reciclagem ou descarte.

1º passo: Varrer zona alocada pelo chefe de setor no início do turno

2º passo: Verificar lixo presente na zona envolvente

3º passo: Verificar presença de gitos e peças NOK fora dos locais apropriados e colocar nos locais destinados a tal efeito

2. Verificar a existência de fugas de água ou óleo no molde e nos coletores de engate rápido

Fugas de água e óleo levam a deterioração de equipamentos e à criação de um local de trabalho sujo. Assim, é necessário verificar zonas de conexão entre molde/mangueira e mangueira/coletor por forma a verificar se existe derrame de líquidos.

1º Passo: Dirigir-se à zona contrária ao operador;

2º Passo: Verificar se existe óleo / água derramado nessa zona;

3º Passo: Verificar origem da fuga e alertar coordenador de turno;

4º Passo: Limpar a zona contaminada

3. Verificar a normalidade do ruído da máquina e do fecho e abertura do molde

A máquina de injeção durante o seu mau funcionamento poderá provar ruídos não habituais, cabe ao operador alertar de modo a tomar medidas preventivas. Durante o fecho do molde caso ocorra com elevada intensidade poderá causar problemas ao molde, tal como na sua abertura um atravancamento dos pratos poderá provocar danos na máquina.

1º Passo: Dirigir-se à zona onde ocorre a moldação;

2º Passo: Verificar zonas indicadas pelo chefe de setor de acordo com a produção

4. Limpeza das faces do molde

Para produções em que seja necessário limpar as faces do molde (consultar dossiê de produção) proceder à limpeza das faces do molde quando autorizado pelo chefe de turno.

1º Passo: Consultar o plano de manutenção do molde;

2º Passo: Alertar o chefe de turno para a necessidade da limpeza periódica e necessidade da paragem da máquina;

3º Passo: Após limpeza o coordenador de turno arranca com o molde em máquina.

- **Tarefas Esporádicas**

1. Limpar a tremonha, o filtro e magnético sem produção seguinte. Quando na existência de doseador, proceder à limpeza do mesmo.

A tremonha deve ser limpa sempre que se dá o término de produção, tal como o doseador na mudança de cor. O filtro e magnético da tremonha devem ser limpos no exterior da zona de produção, preferencialmente junto do moinho, sendo que esta limpeza pode acontecer variadas vezes durante uma produção.

- **Tarefas Semanais**

1. Verificar o nível do óleo do hidráulico

O nível de óleo deverá se encontrar entre o nível mínimo e máximo (vermelho e preto respetivamente). Caso o óleo se encontre abaixo do nível mínimo pedir à manutenção para colocar óleo na máquina.

1º Passo: Dirigir-se à zona onde se encontra o nível;

2º Passo: Verificar o nível;

3º Passo: Reportar ao chefe de setor caso o nível não esteja entre os níveis de referência.

2. Verificar lubrificação do carro de injeção e do prato móvel

Verificar se existe lubrificação suficiente que permita o deslizamento correto dos componentes, sem a existência de atrito elevado.

1º Passo: Dirigir-se à zona do prato móvel e à zona do carro de injeção;

2º Passo: Verificar o nível / quantidade de lubrificante;

3º Passo: Reportar à manutenção caso lubrificação insuficiente.

3. Verificar as temperaturas do óleo e de entrada de material e registar

Desvios elevados face à temperatura padrão poderão levar à paragem da máquina. A verificação das temperaturas e o seu controlo permite antecipar potenciais problemas.

1º Passo: Dirigir-se ao painel de controlo da máquina;

2º Passo: Premir a tecla de temperaturas do fuso;

3º Passo: Verificar temperaturas das colunas T14 e T15, que devem rondar os 40°C, sendo, no entanto, aceitáveis variações de +/- 10°C.

4. Verificar fugas de óleo ou água na unidade de fecho

A unidade de fecho é uma zona onde pode existir a acumulação de óleo ou água devido a fugas quer do molde, quer da máquina. Esta zona deverá estar limpa e ser verificada, pelo menos uma vez durante a semana.

1º Passo: Dirigir-se à zona traseira da unidade de fecho;

2º Passo: Verificar se existe óleo / água derramado na zona;

3º Passo: Proceder à limpeza da zona envolvente, caso a fuga de óleo persista verificar a localização da mesma e reportar ao coordenador de turno/ manutenção

ANEXO C: Análise Cartões *Kanban*


Análise Cartões <i>Kanban</i>					
Injeção:					
Matéria-Prima	Responsável Encomenda	Fornecedor	Cor	Tempo reposição	Nível mínimo
ABS	Compras	Flexaco	Branco	16 dias úteis	10000 Kg
Poliétileno (Alta q)	Plásticos	Flexaco	Preto	7 dias úteis	400 Kg
Poliétileno (Alta q)	Plásticos	Flexaco	Branco	10 dias úteis	200 Kg
Poliétileno (Baixa q)	Plásticos	Flexaco	Preto	7 dias úteis	200 Kg
ASA	Plásticos	Flexaco	R7016	10 dias úteis	625 Kg
Extrusão:					
Matéria-Prima	Responsável	Fornecedor	Cor	Tempo reposição	Nível mínimo
PVC	Compras	Somapla	R7016	32 dias úteis	7500 Kg
PVC	Compras	Componyte	R7042	12 dias úteis	400 Kg
PVC	Compras	Flexaco	Branco	16 dias úteis	200 Kg
Polycarbonato	Plásticos	Mário Coelho	Preto	10 dias úteis	200 Kg
ABS extrusão	Plásticos	Global P	R7016	5 dias úteis	625 Kg
<p>A análise realizada diz respeito aos níveis de MP consumidos em 04/2021. Os prazos encontram-se comprometidos fruto da crise pandémica atravessada pelo setor em geral</p>					
			Desenvolvido Por: João Bettencourt		

Figura 38-Análise quantidades *Kanban*

ANEXO D: Auditoria 5S

FRICON SOLUÇÕES LTDA			AUDITORIA 5S					
Auditor:		Plásticos UPI		Data :				
Item	Critérios	Pontos	<div style="text-align: center;"> Auditoria 5S </div>					
SEIRI Arrumação	Existem coisas extras no posto de trabalho Não é fácil, mas é possível distinguir coisas extras Todos a gente pode distinguir facilmente as coisas extras e as coisas boas Não há coisas extras no posto Não há coisas extras em outros locais próximos ao posto A classificação das coisas extras fazem parte das tarefas diárias	0 1 2 3 4 5 NOTA						
SEITON Organização	É impossível dizer o lugar das coisas É possível mas não é fácil dizer o lugar das coisas Há marcações definidas para cada coisa mas não estão ordenadas logicamente Algumas marcações permitem definir o lugar mas não a quantidade As marcações permitem definir o lugar e a quantidade de cada lugar A arrumação faz parte das tarefas diárias	0 1 2 3 4 5 NOTA						
SEISO Limpeza	A zona está seca e em mau estado A zona é seca A zona é limpa de maneira ocasional A zona é limpa e o material de limpeza está no lugar A limpeza e impregnação faz parte das tarefas diárias Existe um standard e um plano de limpeza e um sistema de identificação de áreas	0 1 2 3 4 5 NOTA						
SEIKETSU Padronização	Não existe um standard para as três primeiras etapas Existem alguns standards mas é preciso re-procurá-los Os standards para as 3 primeiras etapas estão disponíveis mas não são geridos Os standards estão no lugar de utilização e são utilizados Os standards são vistos e evidentes A administração dos standards fazem parte das tarefas regulares	0 1 2 3 4 5 NOTA						
SHITSUKE Disciplina e Treino	As pessoas não aderiram às 4 primeiras etapas Alguns standards não utilizados Os standards não geralmente respeitados Todos os standards são respeitados Existe uma auditoria 5S e é utilizada para manter a ordem A auditoria 5S é realizada todos os semanas e permite a melhoria contínua da zona	0 1 2 3 4 5 NOTA						
Observações e acções								

Figura 39-Formulário auditoria 5S

ANEXO F: Formulário tarefas SMED

Registo de atividades-Setup Máquina									
Data:		Hora:		Turno:		Máquina:		Responsável:	
Executante 1:						Executante 2:			
Operações a controlar:									
Nº	Designação Tarefa	Exec. 1	Exec. 2	Duração:	Total:	Act. Int.	Act. Ext	Muda	Observações/ Oportunidades melhoria
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									

Figura 41-Formulário recolha tarefas descolvido

ANEXO G: Dossier de Produto Acabado (exemplo 511.0884)

FRICON		FICHA DE PROCESSO				MOD.203.00			
MÁQUINA						INJEÇÃO	EXTRUSÃO		
101						X			
DESIGNAÇÃO DA PEÇA									
Código	Designação	Peso peça (kg)		Peso grão (kg)					
511.0884	TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8	0,4434		0,0314					
MATÉRIA PRIMA									
MATERIAL BASE				ESTUFAGEM					
CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	%		tempo (min)	T°C				
01.3154	ABS T-15531/7/8	75		40/45	90				
RECICLADO									
CÓDIGO	CÓDIGO					%			
511.3004	RECICL ABS CINZA					25			
PIGMENTO				COMPONENTES METÁLICOS					
CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	%		CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	Quant./peça			
n/a	n/a	n/a		n/a	n/a	n/a			
PARÂMETROS MÁQUINA									
Pressão fecho	bar	Capacidade de injeção	cm3		@Fuso	mm			
PARÂMETROS PROCESSO									
T° MOLDE (°C)		T° CILINDRO (°C)					PRES. FECHO MOLDE		
PARTE FIXA	PARTE MÓVEL	BICO	ZONA5	ZONA4	ZONA3	ZONA2	ZONA1	Baixa P.	Alta P.
55	8	218	245	245	245	220	200	30	140
INJEÇÃO 1				MANUTENÇÃO					
Pressão(bar)	Fluxo (mm/s)	Pos. (mm)		Pressão (bar)	Fluxo (mm/s)	Pos. (mm)		tempo(s)	
70	40	445		70	20			8	
CARGA					tempos (s)				
Contrapressão	Fluxo (mm/s)		Almofada (mm)		Arref.	ciclo TOTAL			
20	40		53,3		45	75			
EXTRAÇÃO (Avanço)			EXTRAÇÃO (Retorno)						
Pos.	Pressão	Fluxo (mm/s)	Pos.	Pressão	Fluxo (mm/s)				
9,5	40	10	67,3	20	30				
MOLDE/FERRAMENTA									
NR° MOLDE		ESQUEMA ÁGUAS							
5113									
DESIGNAÇÃO									
Topos HCEB									
NR° CAVIDADES									
2									

Elaborado por: João Bettencourt

Data: 05/04/2021

1 de 1

Figura 42-Ficha do processo (exemplo 511.0884)

FRICON		REGISTO DE PRODUTO			Revisão	00	
					Data	28-06-2021	
Cliente	CÓDIGO	DESIGNAÇÃO DO ARTIGO	COR DO PRODUTO	NÍVEL ENGENHARIA			
MERCIFRICON	511.0884	TOPO ABO ABS CINZ HCE 6/7/8	CINZA	A			
MATÉRIA PRIMA VIRGEM			MATÉRIA PRIMA RECICLADA				
Código	Nº LOTE	Designação	Código	Designação	Bnd.		
01.3154	a definir	ABS T-15531/318	511.3004	REICL ABS CINZA	35%		
PIGMENTO			COMPONENTES METÁLICOS				
Código	N	Designação	Código	Designação	Quant./peça	dimensão(s)	
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
FERRAMENTA/MÁQUINA		Equipe	Realizado por	Aprovado por	DATA EMISSÃO		
Nº Modelo	Nº Máquina						
5113	001	Mónica Nogueira; Serafim Costa; Luis FerreiraJoão Bettencourt	João Bettencourt	Luis Ferreira	06-04-2021		
MODO DE EMBALAGEM		CARACTERÍSTICAS VISUAIS		CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS			
CAIXA DE CARTÃO	580x530x480	Identificação de peça		Especificação	Técnica de avaliação	Frequência	Realizado por
SACO PLÁSTICO	09.2495 (200x1000mm)	Superfície danificada		Peso_4(1,4)-4kg	Balança	Início e fim de produção	Qualidade
Nº CAMADAS	4	Relaxos		Espessa má. 2,50mm	Gabarito Nº.7001 Calibre passa 2,50mm	Início e fim de produção	Qualidade
Nº PEÇAS/CAMADA	14	Chupados		Cor padrão (L=54,8a=1,5,b=2h=179)	Colorímetro	Início e fim de produção	Qualidade
Nº PEÇAS/CAIXA	56	Rebarba		OBSERVAÇÕES			
TAMANHO PALETE	1200x1000x1440	Queimados					
Nº CAIXAS/PALETE	12	Marca de estratorais					
Nº PEÇAS/PALETE	672	Falta de emolimento					
		Sujeira/engrurda					
		Contaminados					
		Cor					
		Outros					

Figura 43-Formulário de Registo do Produto (exemplo 511.0884)

		<h2>ORDEM DE FABRICO</h2>			OF: 31-008436 / 7621	
					Data: 12-04-2021	
				Cliente: MERCOFRICON		
				Código Produto: 511.0884		
				Designação Produto: TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8		
				Cor Produto: CINZA		
				Nível Eng.: A		
				Observações		
MATÉRIA PRIMA VIRGEM				MATÉRIA PRIMA RECICLADA		
Código 1	Designação 1	%	Nrº lote 1	Código 1	Designação 1	%
01.3154	ABS T-15531/7/8	75		511.3004	REICL ABS CINZA	25
PIGMENTO			COMPONENTES METÁLICOS			
Código	Designação	%	Código	Designação	Quant./peça	
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
ESPECIFICAÇÕES DE PRODUTO			INFORMAÇÕES FERRAMENTA/MÁQUINA		Quant./Produção	
PESO (g)			NRº MOLDE	MÁQUINA		
Peso 443,4+/- 44g			5113	101		
					30000	

Figura 44-Ordem de fabrico (exemplo 511.0884)

FRICON		REGISTO DE AUTO-CONTROLO														Revisão: 00								
																Data: 28-06-2021								
Cliente MERCOPHICON				Designação TOPO ARO ABS CRUZ FCL 6/7B				Código 511.0884				Nível emg. A				NRº OF: 31-008436 / 7621								
Frequência: 2/2 horas												Frequência: 2/2 horas												
Controlo visual	Qualidade		Operador		Operador		Operador		Qualidade		Operador		Operador		Operador		Qualidade		Operador		Operador		Operador	
	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok	Vtuel	Nok
Superfície danificada																								
Ralados																								
Chupados																								
Rebarba																								
Queimados																								
Marca de extratores																								
Falta de enchimento																								
Sujidade/gordura																								
Contaminados																								
Cor																								
Outros																								
Parâmetros de processo																								
Temperatura molde (lado fixo/móvel) (°C)																								
Pressão de injeção 1ª (bar)																								
Velocidade de injeção 1ª (mm/s)																								
Injeção posição 1ª (mm)																								
2ª Pressão (bar)																								
Temperatura do bico (°C)																								
Temperatura zona 5 (°C)																								
Temperatura zona 4 (°C)																								
Temperatura zona 2 (°C)																								
Tempo de arrefecimento (s)																								
Tempo de ciclo (s)																								
Data/Hora:																								
Operador:																								
Controlo dimensional																								
Qualidade																								
Peso, 443,4 +/- 44g																								
Empeno máx. 2,50mm																								
Cor padrão (l=54,8;a=1,6;b=0;h=179)																								
Data/Hora:																								
Assinatura:																								
SETDOWN OK/NOK																								
Data/Hora:																								
Assinatura/Departamento:																								

Figura 45-Formulário de Auto-Controlo (exemplo 511.0884)

Figura 47-Formulário Controlo de Produção

	AJUDA VISUAL	Revisão: 00 Data: 28-06-2021
Código	Designação	Nível eng.
511.0884	TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8	A

PRODUTO OK	PRODUTO NÃO CONFORME
	<p>PEÇA COM MANCHAS</p> 
	<p>PEÇA INCOMPLETA</p> 
	

Figura 48-Ajuda visual de deteção de defeitos (exmplo 511.0884)

PRODUTO OK	PRODUTO NÃO CONFORME
	<p data-bbox="826 295 1161 376">PEÇA COM SUPERFÍCIE DANIFICADA</p> 

Data: 23/03/2021

MOD.204.00

Documento disponível e controlado apenas no Sistema Informático - Após impressão não é controlado
©M. Rights Reserved - Confidencial

Figura 49-Ajuda visual de deteção de defeitos - (continuação exemplo 511.0884)

	<h2 style="margin: 0;">MODO DE EMBALAGEM</h2>	Revisão: 00 Data: 28-06-2021							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 40%;">DESIGNAÇÃO</th> <th style="width: 30%;">NÍVEL ENG.</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">511.0884</td> <td style="text-align: center;">TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> </table>	CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	NÍVEL ENG.	511.0884	TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8	A			
CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	NÍVEL ENG.							
511.0884	TOPO ARO ABS CINZ HCE 6/7/8	A							
<h3>POSTO DE TRABALHO</h3>	<h3>PALETE PRODUTO ACABADO</h3>								
									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Injeção</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Segregação do jto</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Controlo de qualidade</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Embalagem final</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Illa produto acabado</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Armazém 13</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">Expedição</td> </tr> </table>			Injeção	Segregação do jto	Controlo de qualidade	Embalagem final	Illa produto acabado	Armazém 13	Expedição
Injeção	Segregação do jto	Controlo de qualidade	Embalagem final	Illa produto acabado	Armazém 13	Expedição			
<h2 style="margin: 0;">MODO DE EMBALAGEM</h2>									
	Saco plástico	Nrº camadas	Nrº peças/camada	Nrº peças/caixa					
Caixa de cartão 680x530x480	09.2495 (200x1000mm)	4	14	56					
<h3>PEÇA</h3>	<h3>EMBALAGEM</h3>								
	Deve-se embalar individualmente as peças num saco plástico.								
									
	Colocar na 1ª camada 14 peças conforme indicado na imagem	Colocar na 2ª camada 14 peças conforme indicado na imagem. Repetir o processo para as restantes camadas.							

Figura 50-Modo de embalagem de PA (exmplo 511.0884)

ANEXO H: *Layout* inicial do setor



Figura 51-Layout inicial do setor dos plásticos

ANEXO I: Exemplos de organização no final do projeto



Figura 52-Criação de Espaços para peças NOK

<Implementação de princípios e ferramentas *lean* numa unidade de produção de plásticos >



Figura 53-Carrinho SMED organizado

Armazém Moldes-M1

M1-PL.1	M1-PL.2	M1-PL.3
0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000
4	9	5
M1-PL.4	M1-PL.5	M1-PL.6
0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000
7	8	6
M1-PL.7	M1-PL.8	M1-PL.9
0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000
1	4	7
M1-PL.10	M1-PL.11	M1-PL.12
0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000	0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000 0010-00100000
3	2	3

Figura 54-Definição da localização dos moldes

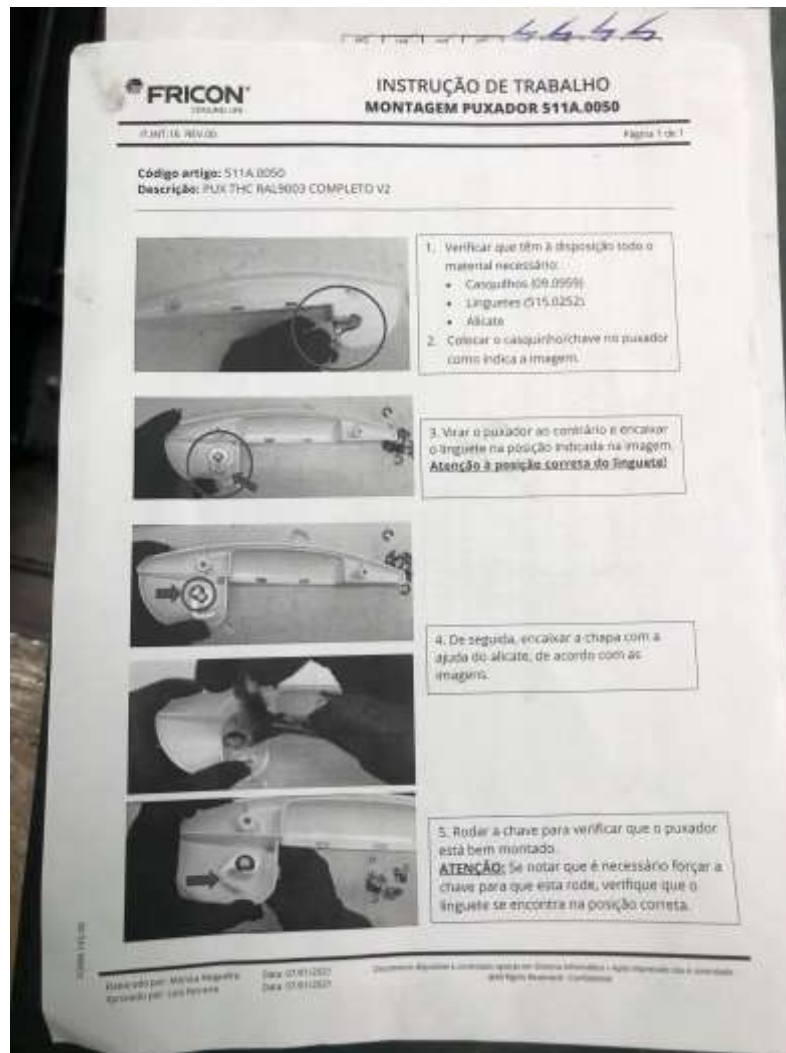


Figura 55-Instruções de trabalho



Figura 56-Organização armário limpeza



Figura 57-Organização dos olhais por dimensão