

Vítor Varela Ferreira

Metodologia SMED - Estudo do Trabalho e Redução dos Tempos de Setup

**Tese de Mestrado**

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Professor Engenheiro Luís Manuel Gonçalves Paiva









## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Eng.º Luís Manuel Gonçalves Paiva, pelos seus ensinamentos e ajudas preciosas na elaboração deste trabalho.

Ao responsável pelo acompanhamento do trabalho na Purever Industrial Solutions SA, Eng.º Miguel Araújo, pela oportunidade concedida na realização deste estágio nas suas instalações, pelos conselhos e sugestões.

Ao Ricardo Rosa que me ajudou imenso no trabalho de campo, ajudando na comunicação com os operadores e na realização de algumas tarefas que sozinho não conseguiria realizar.

À minha família, em especial aos meus pais e irmã, que se mostraram entusiasmados e me deram sempre força para batalhar pelos meus objetivos e nunca me deixaram desistir.





## RESUMO

O presente Trabalho de Estágio constitui-se como parte integrante da estrutura curricular do Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, e assume-se como um projeto dirigido ao desenvolvimento e melhoria operacional do processo produtivo na empresa Purever Industrial Solutions S.A.

Acentuando-se os níveis de competitividade em contexto mundial, é hoje reconhecida a necessidade de as empresas se apresentarem extremamente disponíveis, no sentido de poderem dar rápidas respostas às solicitações do mercado, no cumprimento das especificidades e exigências dos múltiplos clientes.

Neste âmbito, considerou-se como fundamental e de maior importância, definir como objetivo a aplicação da **Metodologia SMED** (*Single Minute Exchange of Die*), uma ferramenta do *Lean Manufacturing*, no intuito de se procurarem reduzir os tempos de *setup* das linhas de produção da empresa, tornando os processos operativos mais rápidos e flexíveis, com uma acentuada repercussão no nível de *stocks* intermédios.

Acresce referir, que de uma forma subjacente, se fez a aplicação da Metodologia 5'S e Gestão Visual, que ao constituírem um precioso auxiliar na organização e sistematização dos processos, constituíram um fator facilitador e indispensável à aplicação do SMED.

Finalmente, de realçar a projeção e o estudo da eficiência de dois equipamentos principais do processo produtivo da empresa - Máquinas de Ângulos, utilizando o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), parte integrante da Metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), no sentido de permitir calcular os parâmetros de qualidade, cadência e desempenho, configurando a obtenção de valores indispensáveis a uma desejável análise e comparação com processos operativos industriais, possíveis de tomar como referência.

**Palavras Chave:** OEE - *Overall Equipment Effectiveness*, SMED – *Single Minute Exchange of Die*, *Setup*, *Lean Manufacturing*, Flexibilidade, TPM – *Total Productive Maintenance*

---





## ABSTRACT

The present Work of Internship is an integral part of the curricular structure of the Master degree in Mechanical Engineering and Industrial Management, and is assumed as a project directed to the development and operational improvement of the productive process in the company Purever Industrial Solutions S.A.

By emphasizing competitiveness levels in a global context, it is now recognized the need for companies to present themselves extremely available, in order to be able to respond quickly to market demands, in order to meet the specificities and requirements of multiple customers.

In this context, it was considered as fundamental and of greater importance, to define as objective the application of the SMED Methodology, a tool of Lean Manufacturing, in order to try to reduce the setup times of the production lines of the business processes, making operating processes faster and more flexible, with a significant impact on the level of intermediate stocks.

It is also worth mentioning that, in an underlying form, the 5'S Methodology and Visual Management were applied, which, as a valuable aid in the organization and systematization of the processes, constituted a facilitating and indispensable factor for the application of SMED.

Finally, to highlight the projection and efficiency study of two main equipment of the company's production process - Angle Machines, using the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator, an integral part of the TPM (Total Productive Maintenance) Methodology, in order to allow calculate the parameters of quality, cadence and performance, configuring the obtaining of values, indispensable to a desirable analysis and comparison with industrial operating processes, possible to take as reference.

**Key words:** OEE – Overall Equipment Effectiveness, SMED – Single Minute Exchange of Die, *Setup*, *Lean Manufacturing*, Flexibility, TPM – Total Productive Maintenance

---





## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE QUADROS e TABELAS.....	xi
ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Metodologia de Investigação.....	3
1.3 Estrutura do Trabalho.....	4
2. Setor Industrial da Empresa.....	5
2.1 Fabricação de Equipamento Não-Doméstico para Refrigeração e Ventilação em Portugal.....	6
2.2 A Empresa Purever Industrial Solutions S.A.....	7
2.2.1 Produtos Fabricados.....	8
3. Estado da Arte.....	11
3.1 Metodologia SMED.....	11
3.1.1 Origem e Enquadramento Histórico.....	11
3.1.2 Modelo de Aplicação do SMED.....	13
3.1.3 Vantagens da Metodologia SMED.....	17
3.1.4 Integração das Metodologias <i>Lean</i> e SMED.....	19
3.2 Metodologia <i>Lean Manufacturing</i> - Ferramentas.....	20
3.2.1 Princípios e Objetivos do <i>Lean Manufacturing</i> .....	20
3.2.2 Metodologia 5'S.....	25
3.2.3 Gestão Visual.....	26
3.2.4 TPM – OEE.....	27
4. Casos em Estudo.....	31
4.1 SMED - Linha de Chapa.....	35
4.1.1 Descrição da Linha de Produção de Chapa.....	35
4.1.2 Descrição do Processo de Fabrico.....	36
4.1.3 Diagnóstico.....	38
4.1.4 Aplicação da Metodologia SMED.....	42
4.1.5 Análise dos Resultados Obtidos.....	50



4.1.6	Estudo do Impacto da Implementação das Metodologias.....	52
4.2	SMED - Prensa 5,2 metros .....	54
4.2.1	Gama de Produção .....	54
4.2.2	Descrição do Processo de Fabrico .....	55
4.2.3	Diagnóstico.....	58
4.2.4	Aplicação da Metodologia SMED.....	61
4.2.5	Análise dos Resultados Obtidos .....	66
4.3	TPM-OEE - Máquinas de Ângulos.....	69
4.3.1	Descrição dos Equipamentos.....	69
4.3.2	Paragens .....	71
4.3.3	Folha de Cálculo OEE .....	73
4.3.4	Análise dos Resultados Obtidos .....	74
4.3.5	Estudo do Impacto após a Análise do OEE.....	79
5.	Conclusões e Reflexões .....	81
5.1	Conclusões Gerais.....	81
5.2	Perspetivas de Desenvolvimento Futuro.....	82
5.2.1	SMED e Indústria 4.0 .....	82
BIBLIOGRAFIA .....		85
Anexo 1 – 5’S e Gestão Visual: Plano de Ações na Linha de Chapa.....		87
Anexo 2 –5’S e Gestão Visual: Fichas de Melhoria na Linha de Chapa .....		88
Anexo 3 –5’S e Gestão Visual: Plano de Ações na Prensa 5,2 m .....		93
Anexo 4 –5’S e Gestão Visual: Fichas de Melhoria na Prensa 5,2 m .....		94
Anexo 5 – SMED: Plano de Ações na Linha de Chapa.....		98
Anexo 6 – SMED: Fichas de Melhoria na Linha de Chapa .....		99
Anexo 7 – Instruções de Trabalho da Linha de Chapa .....		104
Anexo 8 – Instruções de Trabalho da Prensa 5,2 m.....		105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Informações gerais do setor da empresa (Fonte: <a href="http://www.bdo.pt">www.bdo.pt</a> ) .....	7
Figura 2: Indústrias certificadas do grupo Purever (Fonte: <a href="http://www.purever.com">www.purever.com</a> ) .....	8
Figura 3: Câmara Matrix (à esquerda) e Isark (à direita) (Fonte: <a href="http://www.coldkit.pt">www.coldkit.pt</a> ) .....	8
Figura 4: Portas deslizantes e pivotantes (Fonte: <a href="http://www.coldkit.pt">www.coldkit.pt</a> ) .....	9
Figura 5: Painéis Industriais (Fonte: <a href="http://www.coldkit.pt">www.coldkit.pt</a> ) .....	9
Figura 6: Estanterias modulares (Fonte: <a href="http://www.coldkit.pt">www.coldkit.pt</a> ) .....	10
Figura 7: As etapas do SMED (Araújo, 2011) .....	13
Figura 8: Exemplo de uma <i>checklist</i> .....	14
Figura 9: <i>Setup</i> após o SMED (Araújo, 2011) .....	16
Figura 10: Adaptação da Casa da Toyota para a metodologia SMED (Kusar, et al., 2010)....	17
Figura 11: Produção flexibilizada com lotes e <i>setups</i> mais pequenos (Pinto, 2009).....	18
Figura 12: Ciclo da filosofia <i>Lean</i> (Lean Enterprise Institute, 2016).....	21
Figura 13: Relação entre os desperdícios e o valor acrescentado (Pinto, 2009) .....	22
Figura 14: Os 8 Tipos de desperdícios no <i>Lean Manufacturing</i> (Gabriel, 2016).....	25
Figura 15: Metodologia 5'S (Fagundes, 2017) .....	26
Figura 16: Exemplo da aplicação da Gestão Visual (Fonte: <a href="https://www.logismarket.pt">https://www.logismarket.pt</a> ).....	26
Figura 17: Obtenção dos parâmetros necessários ao cálculo do OEE.....	29
Figura 18: Ação 5'S no espaço de armazenagem das bobines .....	32
Figura 19: Ação de Gestão Visual no local de armazenagem das bobines .....	32
Figura 20: Ação 5'S na prensa 5,2 metros.....	33
Figura 21: Plano diário de limpeza da prensa 5,2 m.....	34
Figura 22: Ação Gestão Visual na prensa 5,2 m .....	35
Figura 23: Esquema da Linha de Chapa .....	36
Figura 24: Secções da Linha de Chapa .....	38
Figura 25: Ocorrências de <i>setups</i> durante o diagnóstico.....	40
Figura 26: Distribuição dos tempos de <i>setup</i> durante o diagnóstico .....	41
Figura 27: Procedimento utilizado na mudança de Bobine antes do SMED .....	43
Figura 28: Procedimento utilizado na mudança de Bobine+Filme antes do SMED .....	44
Figura 29: Procedimento utilizado na mudança de Bobine+Largura antes do SMED .....	44
Figura 30: <i>Checklist</i> para a linha de chapa.....	46
Figura 31: Ação implementada para a bobine que entra e sai.....	47
Figura 32: Ação de melhoria com a introdução de um berbequim.....	49
Figura 33: Implementação das ações para o parque das paletes na linha de chapa.....	50
Figura 34: Distribuição dos tempos de <i>setup</i> após o SMED.....	51
Figura 35: Painel SSW (à esquerda) e SL (à direita).....	55
Figura 36: Esquema de Fabrico da Prensa 5,2 m .....	55
Figura 37: Prensa 5,2m .....	56
Figura 38: Prato da prensa em preparação .....	57



Figura 39: Zona de injeção.....	57
Figura 40: Distribuição dos tempos de pré- <i>setup</i> durante o diagnóstico .....	59
Figura 41: Distribuição dos tempos de <i>setup</i> durante o diagnóstico .....	60
Figura 42: Procedimento utilizado nas fases de <i>setup</i> para o painel MX .....	62
Figura 43: Procedimento utilizado nas fases de <i>setup</i> para os painéis SSW e SSO .....	62
Figura 44: Procedimento utilizado nas fases de <i>setup</i> para o painel ISARK .....	63
Figura 45: Procedimento utilizado nas fases de <i>setup</i> para os painéis SL e SA .....	63
Figura 46: Esquema do posicionamento de cada operador na zona de trabalho .....	64
Figura 47: <i>Checklist</i> da prensa 5,2 m.....	65
Figura 48: Distribuição dos tempos de preparação após o SMED .....	67
Figura 49: Distribuição dos tempos de <i>setup</i> após o SMED.....	68
Figura 50: Máquina de ângulos 1 (à esquerda) e 2 (à direita) .....	69
Figura 51: Ângulo “injetado” (à esquerda) e ângulo “não injetado” (à direita) .....	70
Figura 52: Famílias de ângulos.....	70
Figura 53: Folha de registo de produção e paragens.....	72
Figura 54: Ângulo teto (à esquerda) e ângulo vertical (à direita).....	72
Figura 55: Velocidades padrão para a maquinagem de ângulos .....	73
Figura 56: Folha utilizada no cálculo do OEE e respetivos indicadores .....	74
Figura 57: Resultados obtidos (OEE e indicadores) para a máquina de ângulos 1 .....	75
Figura 58: Paragens mais frequentes na máquina de ângulos 1 .....	76
Figura 59: Resultados obtidos (OEE e indicadores) para a máquina de ângulos 2 .....	77
Figura 60: Paragens mais frequentes na máquina de ângulos 2 .....	78



## ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1: Benefícios diretos e indiretos da metodologia SMED (Moreira e Pais, 2011).....	17
Quadro 1: Tempos de <i>setup</i> durante o diagnóstico.....	41
Quadro 2: Informações dos tempos de <i>setup</i> após o SMED.....	51
Quadro 3: Informações gerais da linha de chapa.....	53
Quadro 4: Número de trocas de bobines em média em cada turno.....	53
Quadro 5: Tempos de pré- <i>setup</i> durante o diagnóstico.....	59
Quadro 6: Tempos de prensagem por espessura.....	60
Quadro 7: Tempos de preparação (pré- <i>setup</i> ) após o SMED.....	67
Quadro 8: Informações do OEE e indicadores para máquina de ângulos 1.....	75
Quadro 9: Informações do OEE e indicadores para a máquina de ângulos 2.....	77
Quadro 10: Informações gerais de ambas as máquinas de ângulos.....	79





## ABREVIATURAS E SIGLAS

### 1 – Siglas de Metodologias

<b>5'S</b>	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
<b>JIT</b>	Just In Time
<b>LM</b>	Lean Manufacturing
<b>OEE</b>	Overall Equipment Effectiveness
<b>SMED</b>	Single Minute Exchange of Die
<b>TPM</b>	Total Productive Maintenance
<b>TPS</b>	Toyota Production System

### 2 – Siglas de Produtos

<b>ISARK</b>	Painéis verticais e tetos das câmaras Isark
<b>MX</b>	Painéis verticais e tetos para câmaras Matrix
<b>SA</b>	Painéis verticais e tetos com perfis de alumínio para Salas Limpas
<b>SL</b>	Painéis verticais e tetos com perfis PVC para Salas Limpas
<b>SSO</b>	Painéis de solo para Salas Limpas
<b>SSW</b>	Painéis de solo para câmaras Matrix e Isark





# 1. Introdução

O presente Trabalho de Estágio constitui-se como uma parte integrante do Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, correspondendo ao desenvolvimento de um projeto de melhoria operacional na empresa Purever Industrial Solutions S.A., em Nelas.

Os trabalhos de campo realizados tiveram subjacentes a aplicação de um conjunto de ferramentas do *Lean Manufacturing* como o 5'S, a Gestão Visual e o TPM-OEE, sendo que o destaque foi conferido à **Metodologia SMED**, quando dirigido à resolução de “problemas de ineficiência” em concreto.

A SMED, do inglês *Single Minute Exchange of Die* (mudança de ferramenta em menos de dez minutos), é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que tem como objetivo reduzir os tempos de *setup* nas linhas de produção, sendo que a sua implementação persegue 5 etapas fundamentais:

- Etapa 1: Identificar as atividades externas e internas
- Etapa 2: Separar atividades externas das internas
- Etapa 3: Converter atividades internas em externas
- Etapa 4: Reduzir ou eliminar as atividades internas
- Etapa 5: Reduzir ou eliminar as atividades externas

Neste contexto, importa referir que as atividades designadas como “internas”, correspondem ao trabalho que só pode ser efetuado com o equipamento parado, enquanto as atividades “externas” dizem respeito às tarefas que poderão ser executadas com as máquinas em funcionamento, quer seja antes ou após as paragens.

O 5'S é uma abreviação de cinco palavras japonesas que orientam uma evolução contínua e manutenção da mesma:

- **Seiri (Arrumação)**
- **Seiton (Ordem)**
- **Seiso (Limpeza)**
- **Seiketsu (Padrão)**



### ➤ *Shitsuke* (Disciplina)

O objetivo passa por assegurar a limpeza e organização das zonas de trabalho, eliminando o excesso de material, prevenindo acidentes e dando um aspeto mais agradável à vista dos utilizadores e visitantes.

Associada a esta metodologia surge a Gestão Visual que é utilizada também na organização do espaço, mais concretamente de ferramentas e materiais através da utilização de informações visuais.

O índice OEE, do inglês *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global do Equipamento), é parte integrante da metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), utilizada na medição da eficiência global de um equipamento. Assumindo-se ainda como um estudo para avaliar o desempenho de um equipamento, com deteção de perdas e causas subjacentes, apresenta três indicadores fundamentais: Disponibilidade; Velocidade/Performance; e Qualidade.

## 1.1 Objetivos

A exemplo de todas as empresas, o principal objetivo da Purever Industrial Solutions S.A. passa pelo aumento contínuo da sua rentabilidade e competitividade, garantindo ao mesmo tempo a satisfação dos seus clientes.

Ao assumir-se como uma empresa com uma vasta gama de produtos, e ao pretender trabalhar com uma filosofia assente num *Just In Time*, é-lhe imposta a capacidade de possuir uma rápida reação a cada pedido dos seus clientes, já que ao não existirem *stocks* ou os seus níveis serem baixos, terá de produzir os artigos num curto espaço de tempo.

Uma das formas de conseguir diminuir os tempos de produção e de dar maior flexibilidade aos processos passa por procurar diminuir os tempos de paragem, aquando das trocas de ferramentas, ou seja, os *setups*. Estes correspondem a períodos de tempo que afetando a cadência de produção e os níveis de produtividade dos processos, acabam por influenciar em última instância a própria competitividade da empresa.

Enquadrado no trabalho de Projeto Estágio, pretendeu-se assim, aplicar a **Metodologia SMED** em duas linhas/postos considerados críticos no processo produtivo da empresa, de

forma a diminuir os tempos de *setup*, tornando os processos mais flexíveis aquando da troca de ferramentas na: Linha de Chapa e Prensa de 5,2 metros.

Especificamente, estabeleceram-se os seguintes objetivos:

- a) Sintetização das informações necessárias (efetuando uma pesquisa bibliográfica) por forma a ter conhecimento da aplicação da **Metodologia SMED**;
- b) Análise e diagnóstico das duas linhas críticas (caracterização dos tipos de *setup* e levantamento dos respetivos tempos);
- c) Implementação da metodologia SMED;
- d) Avaliação dos resultados depois de aplicado o SMED;
- e) Sintetização e informação final.

Complementarmente, em resultado dos requisitos e solicitação apresentada pela gestão da empresa Purever, definiu-se também como necessária, a realização de um estudo de desempenho sobre dois dos principais equipamentos, as Máquinas de Ângulos, utilizando para tal o cálculo do Índice OEE “*Overall Equipment Effectiveness*”, de forma a procurar definir as paragens mais frequentes e o correspondente impacto na sua eficiência.

## 1.2 Metodologia de Investigação

Numa primeira fase, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica sobre as metodologias enquadráveis e inerentes ao desenvolvimento do trabalho, sendo realizado também, um estudo sobre o setor industrial da empresa.

Na fase seguinte, foram estabelecidos os protocolos institucionais necessários, bem como escolhidas as linhas de produção onde a empresa pretendia alcançar melhorias operacionais, passando-se depois, à realização dos trabalhos de campo.

A caracterização dos tipos de *setup* efetuados na “**Linha de Chapa**” e na “**Prensa - 5,2 metros**”, de onde foram retirados os respetivos tempos de *setup*, constituiu a primeira ação do trabalho de campo, sendo que posteriormente, se aplicaram as metodologias 5’S e Gestão Visual em ambas as linhas, que ao constituírem-se como um precioso auxiliar na organização e sistematização dos processos, atuou como um fator facilitador e indispensável à aplicação do SMED.

Com a organização de ambas as linhas, em que o material obsoleto foi eliminado e as ferramentas foram colocadas em lugar próprio, implementou-se o SMED seguindo as suas cinco etapas metodológicas.

Suplementarmente, após o SMED fez-se um estudo de desempenho (utilizando o OEE) sobre dois dos principais equipamentos da empresa, as “**Máquinas de Ângulos**”. Fez-se primeiro uma análise do processo produtivo e do modo operatório de ambas as máquinas, para saber velocidades e paragens mais frequentes. Consequentemente foi feita uma folha de cálculo, onde durante um período de tempo foram recolhidos dados para posterior avaliação do OEE e respetivos indicadores.

Por último, após a obtenção dos resultados conseguidos, foi feita a avaliação dos mesmos, no intuito de serem apresentadas as principais conclusões. Nesse sentido, de todo o trabalho realizado resultou a respetiva descrição no presente documento.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O presente Relatório de Estágio-Projeto é constituído por cinco capítulos.

No primeiro, correspondente à introdução, é feita uma breve descrição do tema do presente trabalho. São também apresentados os objetivos, a metodologia de investigação adotada, e ainda a estrutura deste documento.

No segundo capítulo é realizada uma breve caracterização do setor industrial da empresa Purever Industrial Solutions S.A., onde são apresentadas as informações mais relevantes sobre a empresa.

No terceiro capítulo, é apresentado o estado da arte sobre a metodologia SMED, indicando a sua origem e enquadramento histórico, o seu modelo de aplicação, as vantagens, e a sua relação com as outras metodologias *Lean*. Faz-se referência ainda à metodologia *Lean Manufacturing*, os seus princípios e objetivos, e a descrição das ferramentas utilizadas ao longo do Trabalho: Metodologia 5’S; Gestão Visual; e OEE.

O quarto capítulo expõe os casos de estudo propostos, descrevendo os aspetos práticos utilizados na resolução dos problemas em análise: Linha de Chapa; Prensa de 5,2 metros; e OEE nas Máquinas de Ângulos.

Por último, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões do Projeto plasmadas neste documento Trabalho-Tese, sendo indicadas possíveis projeções de desenvolvimento de trabalhos futuros.

## 2. Setor Industrial da Empresa

Globalmente existem quatro grandes atividades que tradicionalmente são designadas por industriais: Indústria Extrativa; Indústria Transformadora; Eletricidade, Gás e Água; e Indústria da Construção.

A Indústria Metalomecânica, como Indústria Transformadora, caracteriza-se pela sua heterogeneidade, uma vez que integra um conjunto alargado de atividades industriais e uma enorme diversidade de produtos. Acumula características muito particulares, uma vez que grande parte das atividades que o compõem produzem bens de suporte à produção dos demais setores (bens intermédios) e/ou bens duradouros para consumo final.

Pela sua natureza, ocupa uma posição central no crescimento económico das economias modernas, dado o seu papel no desenvolvimento e difusão de novas tecnologias.

Atualmente esta indústria é dividida pelos segmentos de atividade económica, obtidos por agregação das Divisões da Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, Revisão 3 (CAE-Rev.3):

- **Metalúrgicas de base:** Divisão 24 – Indústrias metalúrgicas de base;
- **Produtos metálicos e elétricos:** Divisão 25 – Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos; 27 – Fabricação de equipamento elétrico; e 28 – Fabricação de máquinas e de equipamentos;
- **Equipamentos de transporte:** Divisão 29 – Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques, e componentes para veículos automóveis; e 30 – Fabricação de outro equipamento de transporte.

Segundo a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE), o setor industrial em que a empresa Purever Industrial Solutions S.A. está inserida encontra-se na Divisão 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos, mais concretamente no subsetor Fabricação de Equipamento não Doméstico para Refrigeração e Ventilação, sendo o seu CAE o 28250.

## 2.1 Fabricação de Equipamento Não-Doméstico para Refrigeração e Ventilação em Portugal

Este subsetor abrange a fabricação de equipamento industrial de refrigeração e de congelação, de ventilação de máquinas e de aparelhos de ar condicionado, incluindo o destinado a veículos automóveis. Compreende também a fabricação de equipamento para liquefação do ar ou gás, ventiladores de sótão e de teto e de acessórios.

Em Portugal, segundo dados da BDO (2016), estão consideradas 141 empresas na análise deste subsetor. As dez maiores empresas, tiveram uma representatividade de 72% do total dos proveitos operacionais em 2015, sendo que apenas a Hanon Systems Portugal, S.A. representou 37% deste subsetor.

As empresas Purever Industrial Solutions, S.A. e Friemo, S.A., ambas pertencentes ao Grupo Ibérico Purever, especializaram-se no fabrico de produtos relacionados com o isolamento e a refrigeração e estão presentes em mais de trinta países. Os proveitos operacionais das duas empresas representaram 7% do total de proveitos operacionais do subsetor em análise.

Com exceção de 2012, os proveitos operacionais apresentam uma tendência de crescimento, atingindo 393 milhões de euros, em 2015.

Os resultados líquidos tiveram um acréscimo acentuado em 2014, com um aumento de 115%, sendo que 2015 atingiu os 16 milhões de euros, um acréscimo de 4% face ao ano anterior.

O número de empregados apresenta uma tendência de crescimento longo do período em análise, com a exceção de 2012, somando 3 286 postos de trabalho em 2015.

A margem bruta em percentagem dos proveitos operacionais registou ligeiros decréscimos no período em análise, representando 41% em 2015. O EBITDA médio em percentagem dos proveitos operacionais tem apresentado uma tendência de crescimento tendo, no entanto, sofrido um decréscimo de 1 p.p. em 2015, fixando-se nos 9%.

Na Figura 1, está representado o top 10 das empresas que lideram o ranking neste subsetor, estando a Purever Industrial Solutions S.A. na posição 5.

Informação de 2015

Ranking SubSect.	Ranking Sect.	Empresa	Nº Empr.	P.O. (K€)	R.L. (K€)
1	2	HANON SYSTEMS PORTUGAL, S.A.	572	146 812	3 100
2	14	ARNEG PORTUGUESA - FÁBRICA DE EQUIPAMENTOS FRIGORÍFICOS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS, LDA	150	22 593	1 210
3	17	CENTAURO INTERNACIONAL - TROCADORES DE CALOR, LDA	180	19 939	1 130
4	19	REFRIGERAÇÃO E ESTRUTURAS METÁLICAS D'ALAGOA, S.A.	200	18 035	1 619
5	23	PUREVER INDUSTRIAL SOLUTIONS, S.A.	127	16 676	757
6	24	RIOX - INDÚSTRIAS METALOELÉCTRICAS, S.A.	166	16 635	396
7	29	JOSÉ JÚLIO JORDÃO, LDA	123	13 422	808
8	36	OLITRÉM - INDÚSTRIA DE REFRIGERAÇÃO, S.A.	133	10 619	361
9	40	FRIEMO - FÁBRICA DE EQUIPAMENTOS HOTELEIROS, S.A.	83	8 947	113
10	41	MAFIROL - INDÚSTRIA DE REFRIGERAÇÃO, S.A.	94	8 938	1 548

Figura 1: Informações gerais do setor da empresa (Fonte: www.bdo.pt)

## 2.2 A Empresa Purever Industrial Solutions S.A.

A empresa Purever S.A., está localizada em Nelas, no distrito de Viseu e emprega mais de 160 colaboradores, tendo delegações por todo o país.

A Purever fabrica os seus produtos desde 1991, sendo líder de mercado em Portugal, estando presente de Norte a Sul com importantes referências em vários setores de atividade. Para além da posição de liderança no mercado nacional, os produtos são exportados (mais de 50% da sua produção) para mais de 20 países e existem empresas “Purever” também em Espanha, França e Reino Unido.

No que toca à produção, a empresa apenas produz por encomenda, isto é, utiliza um sistema baseado na metodologia *Just-In-Time*, assente no objetivo da não existência de *stock* (apenas de alguns produtos *standard* ou *stocks* intermédios). Dentro deste pressuposto, o departamento comercial ao receber uma encomenda por parte do cliente, emite uma ordem de fabrico que comunica diretamente ao departamento de produção, com supervisionamento das linhas de produção.



Purever Industrial Solutions - Portugal



Purever Catering Equipment - Portugal



PAP - Spain



Portiso - France

Figura 2: Indústrias certificadas do grupo Purever (Fonte: [www.purever.com](http://www.purever.com))

### 2.2.1 Produtos Fabricados

A Purever produz uma ampla gama de artigos, que vão de um simples painel a portas isotérmicas para a construção de armazéns e câmaras frigoríficas de grande dimensão, podendo incluir câmaras modulares para hotelaria e restauração, estanterias e soluções específicas em projetos complexos de refrigeração.

Na Figura 3, apresenta-se um exemplo de uma câmara Matrix, (à esquerda) e Isark (à direita). Estes produtos servem para a conservação e armazenamento em hotéis, restaurantes, empresas de catering, comércio e cozinhas industriais.

Figura 3: Câmara Matrix (à esquerda) e Isark (à direita) (Fonte: [www.coldkit.pt](http://www.coldkit.pt))

Na Figura 4 está representado outro tipo de produto muito comum, correspondente a portas deslizantes (à esquerda) e pivotantes (à direita), também elas isotérmicas.



Figura 4: Portas deslizantes e pivotantes (Fonte: [www.coldkit.pt](http://www.coldkit.pt))

De referir ainda, a existência de painéis industriais (Figura 5), mais utilizados em grandes obras de instalações industriais, armazéns logísticos e grandes superfícies. O objetivo deste produto, consiste sempre, em procurar um isolamento isotérmico em poliuretano.



Figura 5: Painéis Industriais (Fonte: [www.coldkit.pt](http://www.coldkit.pt))

Complementarmente, existe ainda mais um tipo de produto, que integra a oferta-produção de outra secção, a Coolblok onde são fabricadas as estanterias modulares (Figura 6), para alimentos (setor de hotelaria), utensílios de cozinha ou produtos de limpeza.



Figura 6: Estanterias modulares (Fonte: [www.coldkit.pt](http://www.coldkit.pt))

## 3. Estado da Arte

No presente capítulo é feita uma revisão dos conceitos e metodologias relacionados com este Trabalho de Estágio, sendo apresentada a **Metodologia SMED**, qual a sua origem e enquadramento histórico, o seu modelo de aplicação, as vantagens resultantes da sua implementação e a integração com as outras metodologias *Lean*.

Posteriormente, é apresentado o conceito do *Lean Manufacturing*, quais os seus princípios e os tipos de desperdícios existentes nas organizações considerados por esta filosofia. São abordadas outras metodologias e ferramentas inseridas no *Lean*, que é o caso do 5'S e da Gestão Visual, que foram utilizadas na resolução dos problemas apresentados, realçando as vantagens associadas à sua implementação

Por último, falar também em que consiste a eficiência operacional do equipamento OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), parte integrante da metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*).

### 3.1 Metodologia SMED

#### 3.1.1 Origem e Enquadramento Histórico

Tradicionalmente, a melhor forma de reduzir os custos de inatividade dos equipamentos nos processos de mudança de ferramentas, consistia em produzir grandes lotes, permitindo alcançar uma baixa percentagem de tempo perdido por peça manufaturada. Tal procedimento ficou associado ao exemplo da Ford, na produção do modelo T, no início do século XX.

Em muitos casos e, ainda nos nossos dias, o pensamento *Tayloriano* foi prevalecendo através de práticas deficientes, em que se pretendeu esconder o “problema” (tempo de demora dos *setups*) ao invés de o procurar analisar, reduzir ou mesmo eliminar.

Acresce que, o desenvolvimento económico e a competitividade global entre empresas, a oferta de produtos e de opções em crescimento exponencial e o facto de nenhum dos intervenientes na cadeia de valor querer ter elevados *stocks*, conduziu a situações em que existe cada vez menos condições para produzir em grandes lotes, passando a solução pela flexibilidade associada à produção de lotes pequenos.

«O *setup* tinha mesmo de ser reduzido e preferencialmente eliminado». (Araújo, 2011).

Ao analisar a metodologia seguida pela Ford, um dos responsáveis da Toyota, Shigeo Shingo, deparou-se com um problema, - os elevados custos de aquisição de terrenos para armazenar os veículos produzidos. A juntar a tal limitação, a Toyota após a 2ª Guerra Mundial, debatia-se com enormes dificuldades financeiras, não tendo capacidade para adquirir várias prensas, e não podendo fazer *stock* devido aos custos de posse e dos custos do espaço ocupado.

Neste contexto, Shingo definiu que a melhor maneira de reduzir a dimensão de cada lote (de forma a diminuir os *stocks*) era reduzir os tempos de paragem para mudança de formato de moldes e ferramentas. Se as paragens pudessem ser efetuadas em menos tempo, a dimensão de cada lote iria ser menor e logo, iria diminuir custos.

O que na altura se pretendia, era que os *setups* se tornassem operações rápidas e simples de fazer, e que fossem feitas pelos próprios operadores da fábrica, ocupando este recurso que supostamente ficaria disponível durante o *setup*, se fosse feito por especialistas. Para tal, era necessário implementar técnicas, desenvolver sistemas e mecanismos, formar os operadores, treiná-los e motivá-los, o que levou à origem da **Metodologia SMED**, desenvolvida durante dezanove anos, no âmbito do *Toyota Production System* (Shingeo Shingo: finais da década de 50, inícios da década 60), agilizando assim as trocas de referência de fabrico, otimizando os processos, flexibilizando-os e ao mesmo tempo reduzindo custos, resultando numa das várias formas de procurar reduzir desperdício e maximizar valor, no âmbito do *Lean Manufacturing*.

A primeira etapa ocorreu na planta da Mazda Toyo Kogyo em 1950, na cidade de Hiroshima. Ao analisar as atividades de troca de matrizes de uma prensa, Shingo identificou e classificou como *setup* interno o conjunto de atividades realizadas com a máquina parada, e o *setup* externo como o conjunto de operações realizadas com máquina em funcionamento. Esta classificação e separação das operações aumentou a eficiência da prensa em 50%.

A segunda etapa foi realizada no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries, em Hiroshima, no ano de 1957, na qual foi aplicada a duplicação de ferramentas para que o *setup* fosse feito separadamente, gerando um aumento de 40% na produção. Conforme relato do autor, apesar da euforia com o resultado, esta etapa de trabalho não contribuiu diretamente para criar o “corpo” da metodologia.

Por fim, a terceira e última etapa ocorreu em 1969, na Toyota Motors Company, em que cada operação de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas exigia quatro horas de trabalho, enquanto que uma prensa similar na Volkswagen exigia apenas duas horas. Numa primeira fase de seu trabalho de consultoria, Shingo conseguiu uma redução desse tempo para 90 minutos. Após exigência da diretoria da Toyota, aplicaram-se mais esforços na redução do tempo,

gerando o conceito de conversão de *setup* interno em *setup* externo, isto é, a transferência de algumas atividades com a máquina parada para o momento que esta estivesse em funcionamento. Houve assim, uma considerável redução do tempo da máquina parada, para apenas três minutos. Dessa forma, Shingo criou a sua metodologia, que na versão em inglês recebeu a sigla SMED, iniciais de "*Single Minute Exchange of Die*". Esta sigla traz aglutinado um conceito e uma meta de tempo: troca de ferramenta em menos de dez minutos. (Pereira, 2016)

### 3.1.2 Modelo de Aplicação do SMED

A metodologia SMED é aplicada no terreno, obedecendo a uma estrutura dividida em cinco estágios fundamentais, nos quais são implementadas diversas técnicas por forma a reduzir os tempos de *setup* interno e externo. O *Setup Interno* corresponde ao trabalho que só pode ser efetuado com o equipamento parado, sendo que o *Setup Externo* diz respeito a todas as restantes atividades que poderão ser executadas com a máquina em funcionamento, quer seja antes ou após a paragem. (Araújo, 2011)

A Figura 7, representa um esquema das cinco fases conceptuais da **Metodologia SMED**:

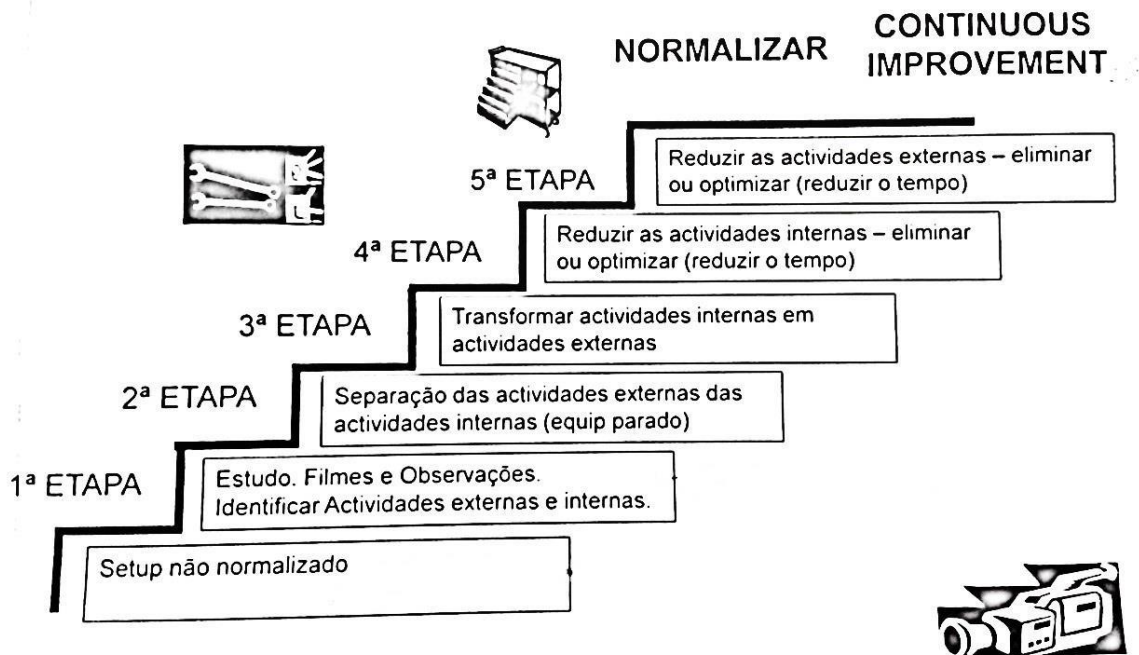


Figura 7: As etapas do SMED (Araújo, 2011)

➤ **Etapa 1 (Identificação das Atividades Externas e Internas):**

As atividades e a sequência das mesmas não apresentam um modo uniformizado, o que contribui de uma forma notória para a demora das operações de *setup*.

Torna-se, portanto, necessário, realizar filmagens e mostrá-las aos operadores que fazem o *setup*, confrontando os métodos utilizados por cada um deles. O objetivo no futuro passará por definir um procedimento comum a todos os operadores que realizam o *setup*, importando também aqui, identificar as atividades que são internas e externas.

➤ **Etapa 2 (Separação das Atividades Externas das Internas):**

Passa por executar a classificação, separação e organização de todas as atividades de *setup* interno e externo. É necessário garantir que todo o trabalho externo é efetuado fora do período de paragem do equipamento (antes ou depois da máquina parar) e, caso as operações internas não possam ser eliminadas, deverão ser executadas no exato momento em que o equipamento/máquina se imobiliza após ter terminado a série em curso.

Segundo Pinto (2009), uma clara distinção e racionalização deste tipo de operações poderá por si só permitir uma redução de até 30% do tempo, sem executar qualquer modificação no processo.

Como ferramenta de suporte, efetuam-se e utilizam-se *checklists*, nas quais devem constar todas as atividades que vão ser levadas a cabo, as ferramentas necessárias à realização dessa atividade e também a duração prevista na realização de cada uma das tarefas.

Linha X							
Setup:					Obs:		
Duração:							
Operador X	Ferramenta	Tempo (min)	<input type="checkbox"/>	Operador Y	Ferramenta	Tempo (min)	<input type="checkbox"/>
Tarefas a realizar X minutos antes da máquina parar (pré-setup)							
Tarefas a realizar durante o setup							
Tarefas a realizar durante após o arranque da máquina (pós-setup)							

Figura 8: Exemplo de uma *checklist*

➤ **Etapa 3 (Conversão das Atividades Internas em Externas):**

O seu objetivo passa por tentar converter o máximo possível das atividades internas em externas. Dá-se como exemplo, o pré-aquecimento de um molde antes da mudança, para quando entrar na máquina, poder estar à temperatura de funcionamento. Nesta situação específica, o aquecimento do molde passou de tarefa interna para externa. (Araújo, 2011)

Esta etapa assume-se como a mais importante desta metodologia, sendo realizada após um levantamento detalhado de todas as operações, para que se consiga realizar uma melhor preparação da mudança a efetuar. É elaborado um “procedimento” operativo, onde serão descritas quais as operações a realizar, bem como colocadas as informações sobre o material necessário para a mudança de referência, verificação prévia do estado das ferramentas, estudo das funções de risco e transporte de utensílios para junto da máquina antes do início da mudança, entre outras. (Rodrigues, 2012)

No geral, as atividades de manutenção do equipamento, das ferramentas ou moldes, podem ser efetuadas como trabalho externo de forma a reduzir o período de paragem. No caso das atividades externas, é importante atender à preparação das ferramentas e outro tipo de ajudas antes do início da mudança de referência, tendo em consideração que se deve reduzir o número de ferramentas, padronizar todos os sistemas de fixação, e gerir o uso das ferramentas após mudança.

Por outro lado, ao nível das atividades internas é necessário equilibrar a carga de trabalho de cada operador envolvido na mudança, equilibrar competências de modo a melhorar a sincronização das tarefas e ter colaboradores auxiliares para ajudarem durante a mudança de referência, caso o equipamento imponha inúmeras deslocações.

Por último, as *checklists* referidas anteriormente e os modos operatórios, deverão ser de fácil compreensão para quem estiver envolvido nas operações correspondentes.

➤ **Etapa 4 (Redução e Eliminação das Atividades Internas):**

Nesta etapa pretende-se reduzir o tempo das atividades que têm de ser mesmo internas, ou se possível, eliminá-las. Procura-se eliminar e reduzir apertos, eliminar e reduzir ajustes, tentando implementar soluções com a ajuda de outras ferramentas e tecnologia, que facilitem o processo em si.

➤ **Etapa 5 (Redução e Eliminação das Atividades Externas):**

Mesmo não prejudicando o tempo de *setup*, estas atividades consomem tempo e recursos. Deve-se assim, procurar melhorar toda a logística de suporte à preparação e aos pós- *setups*, ou seja, tentar reorganizar o espaço em volta do local de trabalho, onde é efetuado o *setup*, tornando o espaço mais intuitivo e perceptivo pela parte do operador de onde se encontra o material e as ferramentas. (Araújo, 2011)

Na Figura 9 pode-se observar um esquema dos vários estágios do SMED e da distribuição do trabalho interno e externo, onde verificamos que à medida que se avança na implementação da metodologia o tempo de imobilização do equipamento vai diminuindo.



Figura 9: *Setup* após o SMED (Araújo, 2011)

Esta metodologia requer continuamente uma análise do processo para serem obtidos bons resultados. Sempre que se aplica o SMED são aplicadas novas soluções que resultarão em ganhos produtivos.

De acordo com (Kusar, et al., 2010), o sucesso na redução dos tempos de *setup* deve-se a três aspetos fundamentais:

- Aos métodos aplicados para executar as atividades (como);
- À organização do trabalho que é necessário fazer (quem, o quê e quando);
- Às características técnicas dos equipamentos e ferramentas utilizados.

Tudo deve ser suportado por uma base de motivação bastante sólida, a qual tem que refletir os objetivos delineados, partindo da gestão até aos operadores.

A estrutura da metodologia SMED que procura otimizar os tempos de *setup* pode ser ilustrada com a analogia à casa do TPS (*Toyota Production System*), como demonstra a Figura 10.

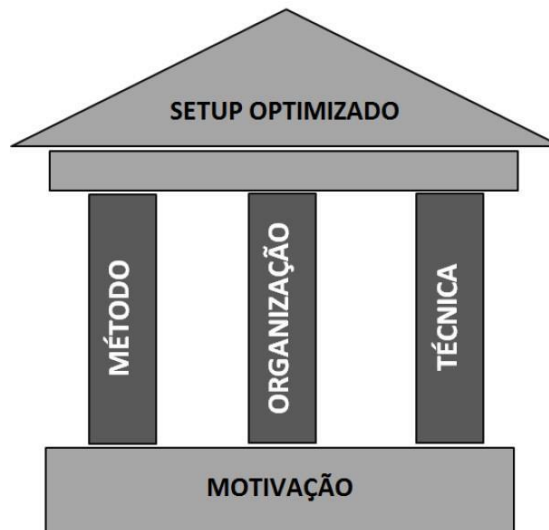


Figura 10: Adaptação da Casa da Toyota para a metodologia SMED (Kusar, et al., 2010)

### 3.1.3 Vantagens da Metodologia SMED

Com tempos de *setup* minimizados não existe a necessidade de trabalhar com lotes elevados, o que traz diversas vantagens. Um dos veículos essenciais para atingir esse patamar é o SMED.

As vantagens em torno da redução dos tempos de *setup* através do SMED, podem ser esquematizadas de acordo com o disposto na Tabela 1:

<b>Benefícios Diretos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Redução do tempo de <i>setup</i>.</li><li>• Redução do tempo dedicado a ajustes.</li><li>• Redução dos erros de <i>setup</i>.</li><li>• Aumento da segurança.</li></ul>
<b>Benefícios Indiretos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Redução de <i>stocks</i>.</li><li>• Aumento da flexibilidade produtiva.</li><li>• Padronização das operações.</li></ul>

Tabela 1: Benefícios diretos e indiretos da metodologia SMED (Moreira e Pais, 2011)

Como se pode observar na Tabela 1, são muitos os ganhos obtidos com aplicação do SMED. Para além de se conseguir reduzir em mais de 50% o tempo do *setup*, muitos outros ganhos poderão ser alcançados:

- Redução de *stocks* (como os *setups* são mais rápidos, então poder-se-á produzir lotes mais pequenos);
- Redução de defeitos (produz-se lotes mais pequenos logo a deteção de erros é mais rápida);
- Redução dos prazos de entrega (*setups* mais rápidos permite maior rapidez na produção);
- Ganhos de produtividade;
- Ganhos de rentabilidade e aumento da satisfação dos clientes (ao detetar erros mais rápido permite uma maior qualidade do produto).

Outra vantagem importante, pode surgir por parte dos colaboradores que normalmente aceitam bem a introdução desta metodologia. Sendo uma ferramenta prática, promove o trabalho de equipa, apoiando-se nas ideias e experiência daqueles que estão no terreno e sentem os problemas, diariamente.

Com efeito, a Figura 11 evidencia que aliada à flexibilidade, a otimização pelo SMED permite aumentar a disponibilidade do equipamento, o que contribui para uma produção diferenciada mais eficaz com *leadtimes* reduzidos (tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto do mesmo). Pinto, (2009).

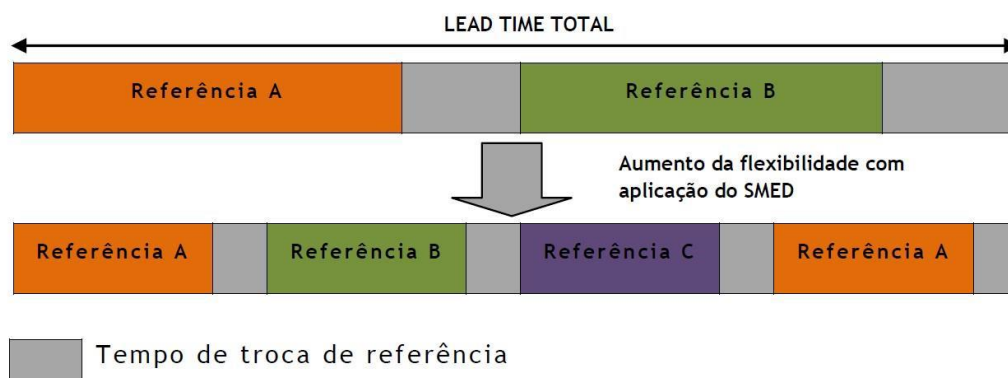


Figura 11: Produção flexibilizada com lotes e *setups* mais pequenos (Pinto, 2009)

Em termos gerais, os *setups* rápidos são críticos para as empresas que pretendem trabalhar em *Just-In-Time* e com o mínimo de *stocks*, porque eles tornam fácil e rápida a mudança de modelo/fabrico e evitam a necessidade de criar *stocks* desnecessários. O SMED irá reduzir atividades que são difíceis, que são perdas de tempo e que são desperdício, fazendo aumentar a competitividade das empresas.

Muitas vezes, é necessário investir para conseguir alcançar *setups* mais rápidos. Porém, a vantagem é que esse não é o requisito principal, tornando-se necessário criar e implementar modos operatórios bem definidos, formar as pessoas, efetuar modificações simples nos equipamentos e no layout, definir fluxos otimizados, concebendo valor sem investimentos de ordem significativa (Pinto, 2009).

Também, segundo Araújo (2011), a prática da metodologia SMED pode ser usada para além dos *setups*. Como exemplo, referem-se as aplicações ao nível da redução dos tempos para efetuar ajustes e afinações em equipamentos, a simplificação de processos e até a aplicação aos serviços. Em resumo, o SMED pode e deve ser encarado como um auxiliar na redução dos tempos improdutivos em qualquer processo.

### 3.1.4 Integração das Metodologias *Lean* e SMED

A metodologia SMED é uma das muitas ferramentas utilizadas no *Lean Manufacturing* para combater os vários tipos de desperdícios identificados por esta filosofia. O seu objetivo consiste em reduzir os tempos de *setup* aquando da troca de ferramentas numa máquina, ou linha de produção. Reduzindo esses tempos, reduzem-se os tempos de espera, uma vez que ao ocorrer um *setup*, corresponde a dizer que o equipamento fica parado e, por isso, não está a dar lucro à empresa.

Na essência, os “desperdícios” a combater utilizando o SMED são:

- Tempos de espera;
- Excesso de *stock*;
- Transporte;
- Excesso de produção;
- Defeitos.

No entanto, nem sempre é possível utilizar esta ferramenta de forma individual, porque muitas das vezes o “problema” estende-se a outros campos, que não tendo a ver com a aplicação

das diversas etapas do SMED, influencia e pode constituir um obstáculo à implementação do mesmo. Quando, por exemplo, exista uma má organização do espaço de trabalho, torna-se mais difícil para o operador poder fazer as suas tarefas na ocorrência de um *setup*, já que vai demorar mais tempo a procurar as ferramentas para essa operação. Logo, para resolver esse “problema”, torna-se necessária a aplicação da metodologia 5’S, uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Existe pois, todo o interesse, em interligar as várias metodologias *Lean*, retirando as vantagens que de cada uma delas advém, reduzindo ao máximo os “desperdícios” e, em contrapartida, aumentando a rentabilidade dos equipamentos e linhas de produção.

## 3.2 Metodologia *Lean Manufacturing* - Ferramentas

### 3.2.1 Princípios e Objetivos do *Lean Manufacturing*

O princípio base do *Lean Manufacturing* corresponde ao aumento da competitividade das empresas através da redução dos seus custos. Esta filosofia procura aproximar-se o mais possível do “ótimo”, ou seja, gastar apenas o indispensável para acrescentar valor ao produto. Neste sentido o *Lean Manufacturing* tem como objetivo primário procurar suprimir todo o desperdício, eliminando perdas e estabelecendo um compromisso com a qualidade total através de um forte envolvimento de todas as pessoas que trabalham nas organizações.

Segundo Carvalho (2017), os princípios que constituem e caracterizam o *Lean Manufacturing* podem ser distinguidos em 5 categorias:

#### ➤ **O Valor**

São os clientes que definem o que é o valor de um produto ou de um serviço, cabendo às empresas identificar as necessidades dos clientes, atendendo-as da melhor forma possível, com qualidade e numa relação vantajosa de custo-benefício.

#### ➤ **A Definição da Cadeia de Valor**

A Cadeia de Valor assume a identificação de todas as atividades que agregam valor numa unidade de negócio, desde a entrada do pedido do cliente e da matéria-prima até à entrega do produto acabado ao cliente.

Num processo produtivo, pode considera-se a existência do seguinte tipo de atividades: Que agregam valor (atividades necessárias na transformação de matéria-prima em produto acabado

e, que realmente criam valor para o cliente); Atividades que não agregam valor, mas que se tornam necessárias (departamentos como os Recursos Humanos, que são necessários para questões burocráticas); E, atividades que não agregam valor relativo (*stocks*, transportes, esperas, entre outros tipos de desperdícios).

➤ **Otimização do Fluxo**

Princípio que indica dever o produto fluir livremente no processo produtivo, sem interrupções e sem desperdícios. O fluxo deve ter: conteúdo, sequência, passos envolvidos, tempo e resultados.

➤ **Orientação do Fluxo pela Procura - Sistema *Pull***

Através da eliminação dos desperdícios e da criação de um fluxo contínuo eficiente, as empresas conseguem trabalhar de acordo com a procura do consumidor, fazendo com que o cliente possa ter exatamente o que deseja, no tempo certo. Considera-se que as empresas já não precisam de “empurrar” os seus produtos para os clientes, nem de ter grandes quantidades de *stock* de matéria-prima e produtos acabados, reduzindo assim custos, através da libertação de espaços e eliminação da necessidade de fazer grandes promoções ou descontos, com o fim de reduzir o excesso de *stocks* produzidos.

➤ **A Perfeição:**

Corresponde à busca incessante da melhoria contínua dos processos e pessoas, com o objetivo de agregar cada vez mais valor ao produto e de garantir a satisfação da única razão da existência de qualquer empresa, os consumidores.

Na Figura 12 pode-se ver um esquema resumo de como funciona esta filosofia.

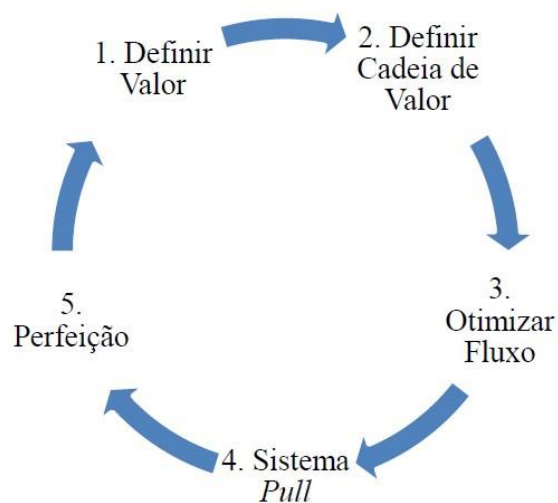


Figura 12: Ciclo da filosofia *Lean* (Lean Enterprise Institute, 2016)

Segundo Martins (2017), o objetivo principal da filosofia *Lean Manufacturing* é o de criar uma fábrica onde não existam desperdícios, onde as decisões sejam tomadas de modo racionalizado e, que esteja sempre em perfeito equilíbrio. Ao procurar-se atingir estas características, surgem vários benefícios associados, tais como:

- Crescimento do negócio;
- Aumento da produtividade;
- Redução de *stocks*;
- Melhoria da qualidade e do serviço prestado ao cliente;
- Redução dos acidentes de trabalho;
- Redução do espaço necessário para as operações decorrerem no chão de fábrica;
- Aumento da capacidade de resposta;
- Redução de custos de produção;
- Aumento da satisfação do cliente.

### 3.2.1.1 Os 8 Tipos de Desperdícios

Os “desperdícios” correspondem a todas as atividades que utilizam recursos, mas que não contribuem para aumentar o valor do produto vendido ao cliente. Ao poderem existir em qualquer tipo de organização, os mesmos desperdícios apesar de não acrescentarem valor ao produto, podem contribuir, decididamente, para que o cliente pague mais pelos mesmos.

A título de exemplo, a Figura 13 torna elucidativa a observação da diminuição do tempo gasto com “desperdícios” e, conseqüentemente, o aumento do valor acrescentado ao produto com as práticas associadas aos princípios do *Lean Manufacturing*, ao nível do *lead time* total (tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto no mesmo).



Figura 13: Relação entre os desperdícios e o valor acrescentado (Pinto, 2009)

De acordo com, (Martins, 2017), na filosofia *Lean Manufacturing*, existem 8 tipos de desperdícios em qualquer indústria:

➤ **Defeitos:**

Constituindo o tipo de desperdício mais comum, têm geralmente origem nos problemas internos da qualidade, com produtos rejeitados ou danificados em armazenagem ou por transporte. Para se procurar resolver este tipo de defeito, deve-se investir num maior controlo da qualidade, com total rastreabilidade dos processos, sendo que a tecnologia poderá constituir um importante aliado.

➤ **Excesso de Produção:**

A filosofia de gestão mais antiga, consubstanciada no modelo de produção em massa, defendia que uma fábrica deveria estar sempre em plena capacidade produtiva e de utilização. Contudo, o pensamento de que eventualmente todos os produtos acabam por ser escoados, mesmo com desconto, irá levar a que surjam outros custos associados e ao aparecimento de outros desperdícios, sem qualquer adição de valor para a empresa. O pensamento *Lean Manufacturing* defende, que em vez de estar sempre em plena capacidade produtiva, a empresa deve conseguir adaptar a capacidade de produção à procura existente, num dado momento. Para tal, necessita de ser suficientemente flexível.

➤ **Tempos de Espera:**

Este tipo de desperdício ocorre quando os recursos (pessoas ou máquinas) têm de esperar, desnecessariamente, devido a atrasos na chegada de materiais ou indisponibilidade de outros recursos, incluindo informações. Uma vez que se consigam reduzir os tempos de espera, os benefícios para a empresa são quase imediatos, levando à redução de custos e ao aumento da produção.

➤ **Talento não Utilizado:**

Constitui um tipo de desperdício recentemente considerado. A maioria das empresas ainda não valoriza um dos seus principais ativos - os colaboradores. Muitas vezes, a criatividade e a sabedoria dos colaboradores não são tidas em conta, sendo que podem fazer toda a diferença, em termos de desempenho. As ideias e a criatividade dos colaboradores (por exemplo, na simplificação de processos internos) são únicas e devem ser encorajadas.

➤ **Transporte:**

É um tipo de desperdício que provém do deficiente transporte ou movimentações desnecessárias de produtos e materiais. Incluem-se, casos onde é necessário arrumar artigos,

que estejam a obstruir passagens ou quando o layout do local de trabalho não permite a fluidez desejável.

➤ **Excesso de *Stock*:**

Esta categoria de desperdício refere-se a todos os produtos produzidos em excesso e, portanto, a um *stock* considerado em excesso, que permanece indefinidamente em inventário. Pode ter origem na ocupação desnecessária de espaços de armazenagem, de problemas no controlo da qualidade, ou ainda, na existência de produtos desatualizados. Para se evitar este desperdício, deve investir-se no planeamento das necessidades, procurando possuir apenas em *stock*, o material necessário para a produção (*Just-In-Time*).

➤ **Movimentações Desnecessárias:**

Ao conseguir-se reduzir os movimentos associados a um processo ou operação, poderá resultar daí, uma correspondente redução de tempo e de energia, utilizados nesse mesmo processo. Este é um dos desperdícios mais difíceis de identificar e de solucionar, e a sua resolução não é tão sentida como em outros desperdícios. De qualquer modo, não deixa de constituir um desperdício e deve por isso, ser eliminado

➤ **Processos sem Valor Acrescentado:**

Embora todos os negócios sejam constituídos por múltiplos processos operativos, o “desperdício” começa a fazer-se sentir, quando existe um excesso de operações e procedimentos que, não são cruciais nem acrescentam qualquer valor ao resultado final. Neste âmbito, podem-se incluir os casos de instruções de trabalho pouco claras, requisitos de clientes não definidos, ou ainda, especificações de qualidade excessivas. Para evitar este tipo de desperdício, deve apostar-se na “padronização do trabalho” e na elaboração de instruções de trabalho claras.



Figura 14: Os 8 Tipos de desperdícios no *Lean Manufacturing* (Gabriel, 2016)

### 3.2.2 Metodologia 5'S

Considerando a importância de existir uma prévia organização de espaços e uma sistematização de procedimentos adequada a um “trabalho de campo”, a aplicação do SMED neste projeto, foi antecedida da aplicação da **Metodologia dos 5'S**, sendo que a mesma corresponde à abreviação de cinco palavras japonesas que orientam uma evolução contínua e de manutenção da mesma (Singh & Singh, 2013):

- **Seiri (Arrumação):** Define que se deve manter no local de trabalho somente os itens necessários. Com tal procedimento, consegue-se essencialmente, uma maior disponibilidade de espaço.
- **Seiton (Ordem):** Simboliza o pensamento de que cada artigo/ferramenta possui o seu lugar e, de que cada um, deve estar mais acessível, facilitando a localização e o armazenamento de materiais e ferramentas.
- **Seiso (Limpeza):** Define que a limpeza na empresa, é da responsabilidade de todos.
- **Seiketsu (Padrão):** Assegura o desenvolvimento dos três “S” já apresentados.
- **Shitsuke (Disciplina):** Assegura a manutenção e integração das etapas anteriores (manter o local de trabalho eficiente e seguro) nos hábitos e atitudes dos colaboradores.



Figura 15: Metodologia 5'S (Fagundes, 2017)

Complementarmente, importa referir que Heizer & Render (2011), acrescentam mais duas referências aos cinco “S” mencionados, dirigidos à segurança e à introdução de práticas de manutenção preventiva.

Em conclusão, o 5’S afigura-se uma metodologia simples de ser implementada, tem baixo custo e apresenta resultados de curto prazo. Possibilita ainda a todos os colaboradores, a oportunidade de se envolverem e manifestarem quanto aos projetos e objetivos da organização a que pertençam.

### 3.2.3 Gestão Visual

Em estreita simbiose com a metodologia 5’S, a aplicação de práticas de **Gestão Visual**, utilizando como exemplo Quadros Andon, permite a qualquer pessoa que se encontre numa área de trabalho, compreender de uma forma rápida e eficaz, tudo o que está a acontecer, através de informações visuais (Acharya, 2011). Estas formas de informação em suporte visual podem assumir várias aplicações, tais como, sinais luminosos, etiquetas, quadros, cores, etc.

Na Figura 16, pode observar-se um exemplo da aplicação da ferramenta.



Figura 16: Exemplo da aplicação da Gestão Visual (Fonte: <https://www.logismarket.pt>)

### 3.2.4 TPM – OEE

De uma forma geral, o TPM possui uma enorme abrangência que envolve todos os níveis hierárquicos de uma empresa, cuja estrutura básica está sustentada nas seguintes premissas fundamentais:

- Maximização do rendimento global (eficiência) dos equipamentos de fábrica (máquinas) através da eliminação de vários tipos de perdas: falhas e quebras de máquinas, elevado tempo de *setup* e ajustes de equipamentos;
- Desenvolver um moderno sistema de manutenção industrial abrangendo toda a vida útil do equipamento/máquina em utilização;
- Todos os departamentos de uma determinada empresa devem estar envolvidos no planeamento, execução e manutenção da filosofia TPM;
- Participação de todos os funcionários, da gerência até o operador de máquina;
- Desenvolvimento de atividades autônomas em pequenos grupos de melhorias (Coelho, 2009).

A implementação do modelo TPM na gestão de sistemas de produção tem como objetivos:

- ✓ Zero paragens não planeadas;
- ✓ Zero defeitos causados pelo equipamento;
- ✓ Zero perdas em velocidade do equipamento.

Para medir e verificar se estes três pontos estão a ser cumpridos em cada equipamento, utiliza-se o índice de cálculo do OEE e os respetivos indicadores: Disponibilidade; Performance/Velocidade; e Qualidade.

Através do resultado de cada um dos índices, torna-se possível ter uma visão mais clara dos pontos em falha e que necessitam de ser corrigidos, permitindo assim reunir esforços no sentido de planear ações de melhoria utilizando ferramentas e metodologias mais adequadas. (Raposo, 2011)

Os objetivos atrás mencionados do TPM relacionam-se diretamente com os indicadores do OEE. Num equipamento, menos paragens, menos defeitos e reduzidas perdas de velocidade traduzem-se em maior Disponibilidade, Qualidade e Velocidade, respetivamente.

### 3.2.4.1 Cálculo do OEE

O cálculo do OEE pode ser efetuado através da multiplicação dos três indicadores (Equação 1).

$$\% \text{ OEE} = \% \text{ Disponibilidade} \times \% \text{ Velocidade} \times \% \text{ Qualidade} \quad (1)$$

No entanto, para tal é necessário saber qual o valor em percentagem de cada um dos indicadores, da Disponibilidade, Performance/Velocidade e Qualidade.

Estes três parâmetros podem ser obtidos pelas Equações 2, 3 e 4:

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Abertura} - \text{Perdas Disponibilidade}}{\text{Tempo Abertura}} \quad (2)$$

$$\% \text{ Performance/Velocidade} = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Perdas Performance}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (3)$$

$$\% \text{ Qualidade} = \frac{\text{Tempo Funcionamento} - \text{Perdas Qualidade}}{\text{Tempo Funcionamento}} \quad (4)$$

Para tal, é necessário saber o tempo de abertura, que é o tempo em que as instalações estão abertas e disponíveis para que os equipamentos possam trabalhar. É preciso também saber o tempo disponível que é o tempo de abertura menos as perdas de disponibilidade. O tempo de funcionamento é o tempo disponível a subtrair pelas perdas de performance. E, por último, o tempo efetivo é o tempo de funcionamento menos as perdas de qualidade.

Para uma melhor compreensão da origem de cada item apresentado nas equações 2, 3 e 4 está representado a seguir (Figura 17) um esquema resumo.

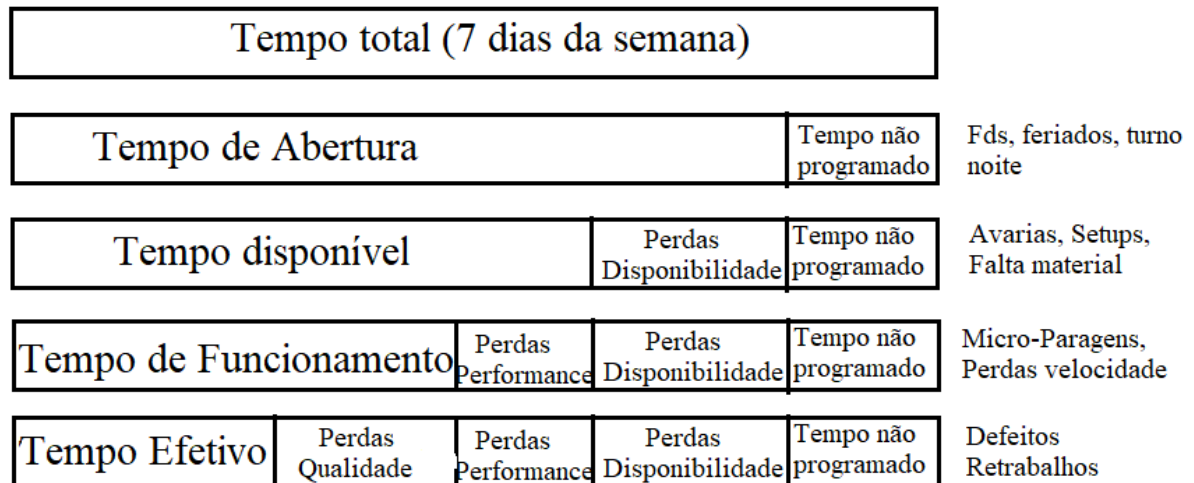


Figura 17: Obtenção dos parâmetros necessários ao cálculo do OEE

Algumas das perdas de Disponibilidade que podem existir num equipamento são:

- Falhas/Avárias dos equipamentos
- Ausência de material
- Paragens destinadas às trocas de configuração necessárias das novas ordens de produção

Quanto às perdas de Velocidade/Performance podem ser:

- Equipamento a operar com sinais evidentes de desgaste
- Perdas de velocidade
- Encravamentos do equipamento
- Ineficiência do operador

Por último, as perdas da Qualidade, alguns exemplos são:

- Defeitos no material que é produzido
- Retrabalho a corrigir material que possa ter saído com defeito e é necessário fazer a sua correção

### Significado dos Resultados Obtidos

De acordo com Hansen (2011), os resultados do OEE deverão ser agrupados em 4 grandes grupos:



- **Valores < 65%** - É um sinal preocupante, pois sugere que o desempenho do que equipamento produz significativas perdas monetárias, pelo que deverão ser tomadas medidas urgentemente.
- **Valores entre 65% e 75%** - Não traduzindo um desempenho completamente satisfatório, estes valores são aceitáveis quando acompanhados de tendência evolutiva positiva no último trimestre, que demonstra que as perdas vêm sendo eliminadas, o que sugere que o desempenho começa a ficar controlado.
- **Valores entre 75% e 85%** - São valores muito bons e como tal sugere que o desempenho se encontra devidamente controlado. No entanto, não se deve parar por aqui. Dever-se-á continuar o desenvolvimento no sentido de serem alcançados os valores de referência a nível mundial.
- **Valores > 85%** - São os valores de referência mundial - os valores que qualquer indústria deverá querer alcançar. Quando é atingido este patamar, as perdas existentes já são tão residuais, que é considerado que o desempenho está devidamente otimizado. Assim, o objetivo passa essencialmente pela otimização das atividades de suporte.

De referir, que o OEE constitui um indicador extremamente severo, sendo que poderá indiciar que não existem perdas significativas no caso de os três indicadores a considerar apresentarem valores de 90%, quando na prática, se traduz num desempenho global de "apenas" 72,9%.

## 4. Casos em Estudo

Os casos objeto de estudo na empresa Purever Industrial Solutions S.A., corresponderam aos seguintes equipamentos:

- **Linha de Chapa;**
- **Prensa 5,2 m;**
- **Máquinas de Ângulos.**

As situações relativas à Linha de Chapa e à Prensa 5,2 m, constituíram o principal objetivo do Trabalho, com o recurso à aplicação da **Metodologia SMED**, no sentido de obtenção de significativas reduções dos tempos de *setup*.

A posterior análise e estudo das Máquinas de Ângulos, com recurso à aplicação de **Crítérios TPM** (cálculo da eficiência utilizando o OEE - *Overall Equipment Effectiveness*), assumiu um âmbito e contornos suplementares ao Trabalho-Estágio, em resultado dos requisitos e solicitação apresentada pela gestão da empresa Purever.

Neste contexto, a aproximação aos “casos em estudo”, passaram numa primeira fase, pela descrição das respetivas linhas de produção, pelos produtos produzidos e pela fase de diagnóstico (caracterização e levantamento dos tempos de *setup*). No final, foram revelados os procedimentos efetuados para procurar solucionar cada uma das situações apresentadas.

Como prévia preparação para a aplicação efetiva da metodologia SMED, entendeu-se ser vantajoso, a implementação das ações “5’S” e de “Gestão Visual”, conducentes a uma melhor organização dos espaços e perceção das diferentes etapas a seguir.

### ➤ **Metodologia 5’S e Gestão Visual na Linha de Chapa**

Na aplicação das metodologias em referência, indicam-se algumas das ações efetuadas, sendo que as restantes estão explicitadas nos Anexos 1 e 2.

Assim, a ação mais urgente dirigiu-se a gastar as bobines mais antigas da Linha, uma vez que existiam bobines obsoletas a ocupar espaços muito necessários para as novas bobines que iam chegando ao local de operação.

Na Figura 18 pode-se ver o antes e o depois do local de armazenagem das bobines.



Figura 18: Ação 5'S no espaço de armazenagem das bobines

Em paralelo com esta ação, e no âmbito da Gestão Visual, procedeu-se também à organização e identificação das bobines por cor e tipo de revestimento (Figura 19), facilitando a posterior localização das mesmas.



Figura 19: Ação de Gestão Visual no local de armazenagem das bobines

Os resultados de todas as melhorias 5'S implementadas foram positivos e proporcionaram:

- Melhor layout na linha;
- Aspeto mais agradável à vista de utilizadores e visitantes;
- Linha arrumada, cada coisa no seu lugar e um lugar para cada coisa;
- Eliminação do excesso de materiais/objetos;
- Economia de tempo e diminuição de acidentes.

Em termos gerais, embora todas as mudanças efetuadas se pudessem considerar como “pontos simples”, no desenrolar do projeto SMED foram detetados por observação direta e

considerados críticos para a Linha de Montagem, permitindo identificar problemas e desenvolver soluções associadas.

### ➤ Metodologia 5'S e Gestão Visual na Prensa 5,2 m

À semelhança do caso de estudo anterior (Linha de Chapa), entendeu-se que seria vantajoso implementar primeiro as ações de “5’S” e de “Gestão Visual”, conducentes a uma melhor organização dos espaços e perceção das diferentes etapas a seguir.

Neste ponto indicam-se algumas das ações que foram implementadas, as restantes estão exemplificadas nos Anexos 3 e 4.

#### Âmbito 5'S:

- Ação: Preparação de compartimentos destinados a guardar o material e ferramentas necessárias à produção na Prensa. Como, exemplo, referem-se os “espaçadores” (utilizados no espaçamento entre moldes) que deixaram de estar em cima da prensa, para ficarem armazenados numa mesa, em compartimentos diferentes consoante o seu comprimento (Figura 20).



Figura 20: Ação 5'S na prensa 5,2 metros

- Segunda Ação: Elaboração e implementação de um Plano de limpeza, uma vez que a Linha de Prensa produz elevados resíduos, requerendo também muitas ferramentas e materiais nos espaços adjacentes. A Figura 21, apresenta o Plano de Limpeza delineado para a zona de trabalho da Prensa 5,2 m.

Plano diário de limpeza da linha																												
Linha:	Prensa 5,2 metros						Data de início da semana:						Data do fim da semana:															
	Ação	Quem	Freq.	Turno	Segunda			Terça			Quarta			Quinta			Sexta			Sábado			Domingo					
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Organizar mesa do registo (eliminar o papel que já não interessa)	op	P; T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
Limpar e organizar mesas de trabalho, incluindo mesa de rebitação (retirando material lixo e repondo material nas caixas)	op	P; T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
Verificar, e desviar se necessário, o material a bloquear passagens (caso dos blockits ISARK e perfis PVC)	op	P; T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
Limpar lixo do chão (evitar o uso do ar comprimido, utilizar antes uma vassoura)	J; op	T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
Garantir que as ferramentas e materiais ficam no lugar que lhes é destinado	op	T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
Verificar se os moldes estão no local indicado	op	T	Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
O supervisor de turno deve verificar se as tarefas acima são cumpridas. Caso esteja tudo OK, tem de assinar esta folha no fim do turno			Manhã																									
			Tarde																									
			Noite																									
				Frequência/Freq.:			P 5 minutos antes de cada intervalo			Pausas:			1 antes da 1ª pausa			quem: operadores												
				T 15 minutos antes de terminar o turno						2 antes da 2ª pausa			senhora da junta															
										3 antes de terminar o turno																		

Figura 21: Plano diário de limpeza da prensa 5,2 m

Em resumo, importa referir os resultados obtidos, com a aplicação do 5'S:

- Melhor layout na linha;
- Aspeto mais agradável à vista de utilizadores e visitantes;
- Linha arrumada, cada coisa no seu lugar e um lugar para cada coisa;
- Eliminação do excesso de materiais/objetos;
- Economia de tempo e diminuição de acidentes.

**Âmbito da Gestão Visual:**

- Ação: Organização dos moldes laterais e topos por cores (Figura 22). Como exemplo, refira-se a indicação com uma cor para cada tipo de molde, já que cada tipo de painel e espessura possuem moldes específicos;

- o Verde – moldes para painel SL/SA;
- o Laranja – moldes para painel MX; ISARK; SSW e SSO, com espessura 105 mm;
- o Amarelo – moldes para painel MX; ISARK; SSW e SSO, com espessura 85 mm;
- o Azul – moldes para painel MX; SSW e SSO, com espessura 60 mm.

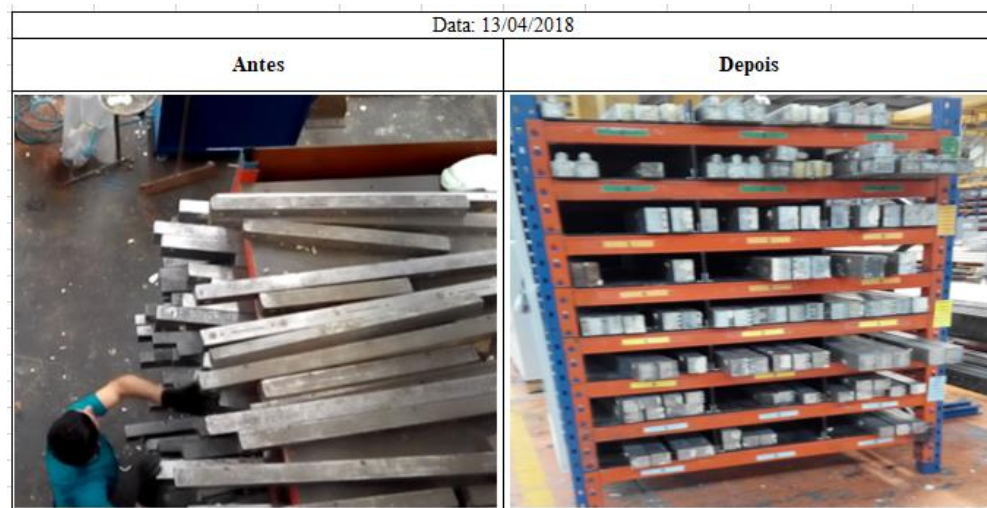


Figura 22: Ação Gestão Visual na prensa 5,2 m

## 4.1 SMED - Linha de Chapa

A Linha de Chapa constitui-se como uma estrutura produtiva, essencial para todo o sistema de produção. É a partir dela que sai muito do material utilizado em todos os sectores, pelo que é considerada o “coração” da fábrica. Esta linha apresentava os seguintes “problemas”:

- Tempos de *setup* muito elevados, provocados pela elevada mão de obra, necessária na ocorrência de um *setup*;
- Inexistência de um método uniforme para todos os operadores.

### 4.1.1 Descrição da Linha de Produção de Chapa

A Linha de Chapa produz dois tipos de “chapas”:

- Quando lisas, são denominadas por “*flans*” e destinam-se a ser utilizadas nas portas, nos aros, nos painéis e perfis;

- Quando quinadas (nas laterais e topos), são utilizadas para fazer todo o tipo de painéis, verticais, tetos ou solos. Nos painéis de solo, as chapas utilizadas correspondem a uma menor qualidade (mais riscos e filme de proteção mal colocado), visto que estes painéis irão ser colocadas com a face da chapa virada para o solo.

Como matéria prima, a chapa inicial vem enrolada em bobines, que podem pesar entre 4 e 8 toneladas e com cerca de 1200 mm de largura, sendo que é possível cortar chapas a uma largura inferior de 400, 600, 800, e 1000 mm.

Complementarmente, importa referir que existem diversos tipos de revestimento e cores de chapa, permitindo inúmeras combinações tanto do tipo como das dimensões das chapas. Os tipos mais comuns são os seguintes:

- Branco (Ral; PET; PVC; 1006 0,5 mm ou 0,6 mm de espessura);
- Cinza (Frigo; Ral 9006; Skinplate);
- INOX (Bruto; 304; 316);
- Cores (Verde; Vermelho; Amarelo; Azul).

#### 4.1.2 Descrição do Processo de Fabrico

Na Figura 23, está representado o esquema da Linha em referência:

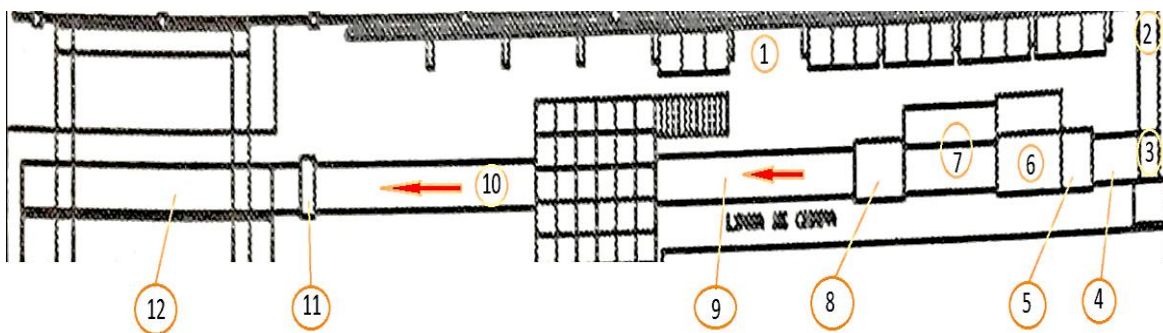


Figura 23: Esquema da Linha de Chapa

Em que se destaca:

- 1 – Zona de armazenagem das bobines
- 2 – Carro elétrico que transporta a bobine daquele ponto até ao ponto 3
- 3 – Mandril onde é colocada a bobine
- 4 – Suporte para o filme de proteção que vai revestir a chapa
- 5 – Rolos niveladores/desempenadores de pressão que comprimem o filme contra a chapa e fazem o desempenamento da mesma
- 6 – Tapete de rolos e zona de corte lateral
- 7 – Fosso que permite esticar a chapa e regula a velocidade da máquina
- 8 – Zona onde é efetuada a furação e corte em comprimento (guilhotina)
- 9 – Tapete de rolos (existe ao longo desse tapete a possibilidade de colocar chapas com defeito por baixo da linha devido à elevação de uma parte do tapete)
- 10 – Zona da quinagem lateral (perfiladora)

11 – Quinagem dos topos

12 – Sistema de ventosas que recolhe a chapa para um carro próximo da linha

O processo é realizado apenas pelo operador de Linha, que começa com o transporte da bobine desde o local de armazenagem até ao carro de transporte, utilizando uma ponte rolante para o efeito (da zona 1 para a zona 2). A bobine é colocada posteriormente no mandril da máquina, com a utilização do carro elétrico de transporte (zona 2 para a 3).

Posteriormente, começa o desenrolamento da bobine e à medida que a chapa avança é-lhe adicionado um filme de proteção, de forma a proteger a parte exterior de riscos e outros defeitos de manuseamento. Nesta etapa do processo, ocorre também uma operação de “desempenamento”, efetuado pelos rolos niveladores de pressão.

De seguida, a chapa é cortada nas laterais consoante as medidas pretendidas pelos clientes. A chapa que sai lateralmente em excesso, é enrolada por baixo da linha numa bobine (para larguras de chapa igual ou inferior a 1000mm), sendo posteriormente reaproveitada para os aros e perfis.

Caso se pretendam chapas mais resistentes, são feitas nervuras através da compressão de um rolo.

Tal como acontece nas laterais, a chapa é cortada nos topos na guilhotina, consoante o comprimento pretendido, depois de ter passado por um fosso que permite esticar a chapa e também definir a velocidade da linha através de fotocélulas.

A seguir à guilhotina existe um tapete de rolos, que transporta o produto para as zonas seguintes (as *flans* são retiradas nesta zona). No entanto, aquelas que saem com defeito após a guilhotina (primeiras ou últimas chapas de uma bobine) são colocadas por baixo da linha, em carros, que recolhem a sucata produzida.

Por último, a chapa é sujeita a uma “quinagem” na lateral e nos topos, sendo recolhida posteriormente por um sistema de ventosas que a colocam no carro de transporte. O operador coloca-lhe então um “cartão”, que a isola das chapas seguintes, evitando a fricção e a ocorrência de riscos.



Armazenagem de bobines



Mandril e zona de aplicação do filme de proteção



Rolos desempenadores e corte lateral de chapa



Fosso



Guilhotina e zona de recolha de flans



Zona de quinagem lateral



Zona de quinagem dos topos



Recolha da chapa quinada

Figura 24: Secções da Linha de Chapa

### 4.1.3 Diagnóstico

#### 4.1.3.1 Caracterização dos Tipos de Setup

Antecedendo a aplicação da metodologia SMED, tornou-se necessário efetuar um “diagnóstico”, que começou pela caracterização dos tipos de *setup*, de forma a determinar que *setups* eram efetuados nesta linha. Geralmente, este procedimento constitui a etapa zero da

metodologia SMED, correspondendo a uma prévia preparação para uma posterior implementação, que se deseja eficaz.

Na Linha de Chapa foram identificados três tipos diferentes de *setup*:

- **Por Mudança de Bobine:** Ocorre quando uma bobine acaba, mas a ordem de fabrico ainda não está completa, ou quando é necessário um outro tipo de revestimento de chapa;
- **Por Mudança de Filme:** Acontece geralmente quando um rolo termina, sendo por isso necessário parar a máquina para a respetiva troca por um novo. Contudo, esta paragem pode ocorrer também se for necessário mudar o tipo de filme, o que acontece nas situações em que é colocada uma bobine de inox que requer um outro tipo de proteção;
- **Por Mudança de Largura:** Operação efetuada quando se pretende mudar a largura da chapa. Para tal, basta fechar ou abrir a máquina, isto é, ajustar os rolos de quinagem e de corte para a largura pretendida. As atividades realizadas pelo operador passam pelo uso das manivelas para abrir e fechar máquina, alargando ou estreitando a linha, respetivamente.

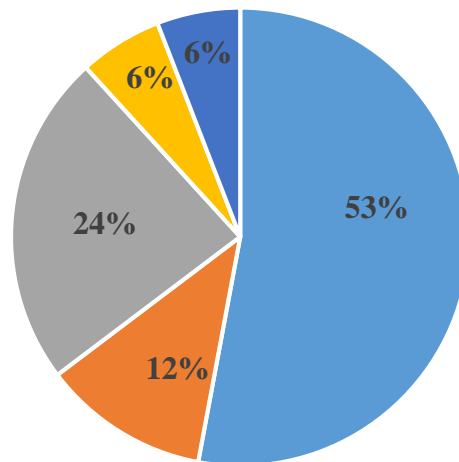
Como anteriormente referido, foram diagnosticados três tipos diferentes de *setup*. No entanto, todos eles se podem complementar, isto é, podem ser realizados em conjunto. Um exemplo disso, ocorre quando se quer um diferente tipo de revestimento de chapa com uma largura diferente da atual, pelo que é necessário efetuar a troca de bobine e ajustar de imediato a largura.

Assim, podem ser considerados no total, um conjunto de seis tipos diferentes de *setup* por mudança de: Bobine; Filme; Largura; Bobine+Largura; Bobine+Filme; Bobine+Filme+Largura.

Importará referir, que todo o trabalho e procedimento aquando das mudanças na máquina se encontrava apenas na fase de *setup*. Logo, um dos grandes objetivos nesta operação, consistia em passar muitas das atividades ou tarefas de cada um destes *setups* para o pré e pós *setup*, ou seja, para antes e depois da máquina parar.

Neste âmbito, a Figura 25, demonstra a percentagem de *setups* efetuados ao longo do diagnóstico.

### % *setups* efetuados ao longo do diagnóstico



■ bobine ■ bobine+largura ■ bobine+filme ■ filme ■ largura

Figura 25: Ocorrências de *setups* durante o diagnóstico

Ao existir uma variedade elevada de *setups*, houve a necessidade de fazer o estudo apenas nos três *setups* mais frequentes: Bobine; Bobine+Filme; e Bobine+Largura.

#### 4.1.3.2 Levantamento dos Tempos de Setup

Paralelamente à identificação do número de *setups*, foram também retirados os respetivos tempos.

Na Figura 26, encontra-se a distribuição dos tempos, em minutos, retirados para os três tipos de *setup* que foram estudados.

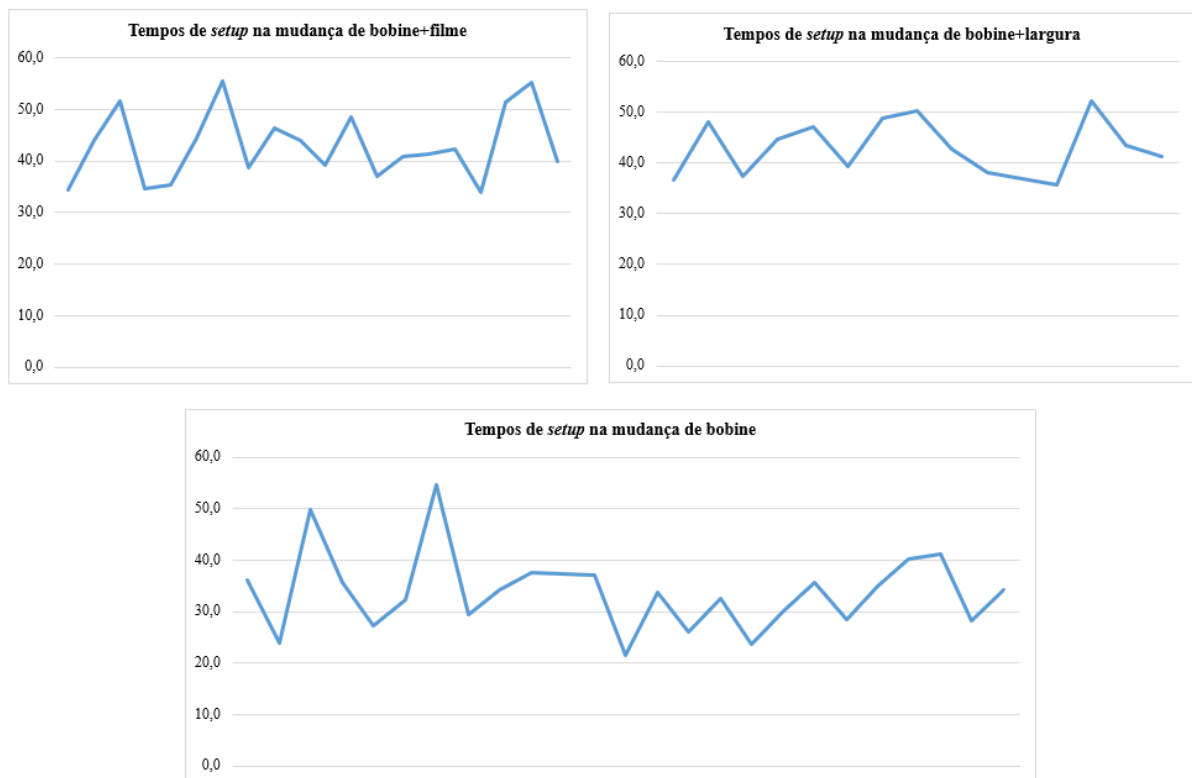


Figura 26: Distribuição dos tempos de *setup* durante o diagnóstico

Comparando os três tipos de *setup*, verificou-se que todos eles apresentavam uma distribuição de tempos muito irregular.

Quanto ao valor médio e desvio-padrão, estes estão representados no Quadro 1.

<b>Setup</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>
Bobine	33,80	7,76
Bobine+filme	42,89	6,76
Bobine+largura	43,69	5,51

Quadro 1: Tempos de *setup* durante o diagnóstico

Destes *setups* (Quadro 1), o que apresentava um valor médio mais elevado correspondia à mudança de Bobine+Largura, sendo que o mais reduzido era o da bobine. Quanto ao desvio-padrão, a mudança de bobine apresentava o valor mais alto, e a mudança de Bobine+Largura tinha o valor mais baixo.

#### 4.1.4 Aplicação da Metodologia SMED

Realizado o diagnóstico da linha (caracterização e tempos dos *setups*), e depois de organizado o espaço envolvente, passou-se à aplicação das cinco etapas da **Metodologia SMED**.

##### ➤ Etapa 1 – Identificação das Atividades Externas e Internas

A primeira tarefa consistiu em realizar vídeos e filmagens dos *setups*, observando como eram operacionalizados e o tempo correspondente de cada atividade.

Neste enquadramento, foi ainda necessário realizar diversas filmagens para os três tipos de *setup*: Bobine; Bobine+Filme; e Bobine+Largura, pelo que na definição do método utilizado em cada um dos *setups*, se pode contar com a prestimosa colaboração dos operadores de Linha.

Posteriormente, seguiu-se então a identificação das atividades/tarefas externas e internas, ou seja, as que podiam ser realizadas com a máquina a trabalhar (Externas - E) e as em que houve a necessidade de parar a máquina (Internas - I).

Nas Figuras 27, 28 e 29 pode-se observar o procedimento para cada um dos *setups*, a respetiva identificação das atividades como externas ou internas, o tempo em minutos que cada uma delas ocupava, e também as ferramentas necessárias para a realização de cada uma das atividades.

De realçar, que até à presente etapa, foi possível obter o procedimento utilizado nos *setups*, quando o mesmo era realizado apenas pelo operador, não havendo atividades no pré ou pós *setup*.



Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Cortar chapa	cisalha	I	0,6
Prender a bobine com calcador superior do mandril e iniciar enrolamento	calcador e fita filamentada	I	0,6
Adicionar fita no fim da bobine	fita de dupla face	I	0,6
Retirar bobine do mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Arrumar bobine no respetivo lugar	ponte transportadora de bobines	E	1,9
Buscar a próxima bobine	ponte transportadora de bobines	E	3,0
Colocar e alinhar a nova bobine no mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Iniciar desenrolamento e colar bobine seguinte ao fim da anterior	calcador	I	0,6
Regular os rolos niveladores de pressão e regular rolo nervurador de acordo com a OF (liso ou nervurado)	manivela de afinação dos rolos	I	0,6
Retirar "chutes"		I	1,9
Retirar chapa ou flans da bobine anterior		I	1,8
Prender "chutes"		I	0,9
Retirar 1ª chapa com defeito (emenda)		I	2,1
Introdução do programa de acordo com a OF		I	2,1
Registo da produção		E	2,2
Buscar palete para chapa quinada e flans (ao exterior)		E	4,7
Preparar e deixar perto do fim da linha o carro para a chapa (colocar por cima uma palete)	empilhador	E	3,9
Trocar carros no fim da linha	empilhador	I	3,2
Retirar/Colocar palete para flans	empilhador	I	3,1

Figura 27: Procedimento utilizado na mudança de Bobine antes do SMED

Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Cortar filme e desapertar travão	x-ato	I	0,5
Preparar próximo rolo de filme através da introdução do suporte metálico	chave sextavada	E	1,5
Trocar rolos de filme	guincho	I	1,9
Apertar travão e esticar filme		I	1,0
Cortar chapa	cisalha	I	0,6
Prender a bobine com calcador superior do mandril e iniciar enrolamento	calcador e fita filamentada	I	0,6
Adicionar fita no fim da bobine	fita de dupla face	I	0,6
Retirar bobine do mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Arrumar bobine no respetivo lugar	ponte transportadora de bobines	E	1,9
Buscar a próxima bobine	ponte transportadora de bobines	E	3,0
Colocar e alinhar a nova bobine no mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Iniciar desenrolamento e colar bobine seguinte ao fim da anterior	calcador	I	0,6
Regular os rolos niveladores de pressão e regular rolo nervurador de acordo com a OF (liso ou nervurado)	manivela de afinação dos rolos	I	0,6
Retirar "chutes"		I	1,9
Retirar chapa ou flans da bobine anterior		I	1,8
Prender "chutes"		I	0,9
Retirar 1ª chapa com defeito (emenda)		I	2,1
Introdução do programa de acordo com a OF		I	2,1
Registo da produção		E	2,2
Buscar palete para chapa quinada e flans (ao exterior)		E	4,7
Preparar e deixar perto do fim da linha o carro para a chapa (colocar por cima uma palete)	empilhador	E	3,9
Trocar carros no fim da linha	empilhador	I	3,2
Retirar/Colocar palete para flans	empilhador	I	3,1

Figura 28: Procedimento utilizado na mudança de Bobine+Filme antes do SMED

Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Cortar chapa	cisalha	I	0,6
Prender a bobine com calcador superior do mandril e iniciar enrolamento	calcador e fita filamentada	I	0,6
Adicionar fita no fim da bobine	fita de dupla face	I	0,6
Retirar bobine do mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Arrumar bobine no respetivo lugar	ponte transportadora de bobines	E	1,9
Buscar a próxima bobine	ponte transportadora de bobines	E	3,0
Colocar e alinhar a nova bobine no mandril	carro transportador de bobine e ponte	I	1,3
Iniciar desenrolamento e colar bobine seguinte ao fim da anterior	calcador	I	0,6
Regular os rolos niveladores de pressão e regular rolo nervurador de acordo com a OF (liso ou nervurado)	manivela de afinação dos rolos	I	0,6
Verificar e regular discos de corte	gabari	I	1,3
Cortar chapa e colar à bobine de reaproveitamento	cisalha e fita filamentada	I	1,0
Buscar rolo de reaproveitamento se mudar largura		I	3,2
Trocar bobine de reaproveitamento	cisalha/porta paletes manual	I	3,7
Retirar "chutes"		I	1,9
Retirar chapa ou flans da bobine anterior		I	1,8
Prender "chutes"		I	0,9
Afinar guia e regulador de largura da perfiladora para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)		I	2,5
Retirar 1ª chapa com defeito (emenda)		I	2,1
Afinar guias e reguladores de largura no banco de furação para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)		I	3,3
Introdução do programa de acordo com a OF		E	2,1
Registo da produção		E	2,2
Buscar palete para chapa quinada e flans (ao exterior)	empilhador	E	4,7
Preparar e deixar perto do fim da linha o carro para a chapa (colocar por cima uma palete)	empilhador	E	3,9
Trocar carros no fim da linha	empilhador	I	3,2
Retirar/Colocar palete para flans	empilhador	I	3,1

Figura 29: Procedimento utilizado na mudança de Bobine+Largura antes do SMED

## ➤ **Etapa 2 – Separação das Atividades Externas das Internas**

Após a identificação das atividades consideradas externas e internas, passou-se para a separação das mesmas, colocando as atividades externas antes ou após o *setup*, ficando apenas as internas durante o *setup*.

No entanto, pôde-se observar que na fase de diagnóstico o *setup* era efetuado, na sua grande parte, apenas pelo operador com a ajuda do supervisor de Linha (responsável também por outras linhas). Uma das soluções encontradas ao analisar-se esta situação, foi a introdução do supervisor na realização de todos os *setups*, em conjunto com o operador de linha, ou a colocação de um colaborador na função de “condutor de empilhador” para toda a fábrica, já que muitas das atividades nesta linha implicavam o uso daquele equipamento de movimentação.

Na Figura 30, e após algumas tentativas no acerto das atividades a realizar pelo operador, pelo supervisor ou pelo condutor de empilhador, encontra-se o novo método delineado.



Operador	Ferramenta	Tempo (min)	<input checked="" type="checkbox"/>	Condutor de empilhador/Supervisor	Ferramenta	Tempo (min)	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Tarefas a realizar 15 min antes do setup</b>							
Notificar Empilhadorista/Supervisor do <i>setup</i>		1,0					
<b>Tarefas a realizar 10 min antes do setup</b>							
				Buscar rolo de reaproveitamento se mudar largura		3,0	
				Preparar próximo rolo de filme através da introdução do suporte metálico	chave sextavada	1,5	
				Buscar paletes para chapa quinada e <i>flans</i> (ao exterior)	empilhador	5,0	
				Preparar e deixar perto do fim da linha o carro para a chapa (colocar por cima uma paleta)	empilhador	4,0	
				Buscar a próxima bobine para os lugares reservados. Ou colocar no mandril se a bobine anterior acabar	ponte transportadora de bobines	3,0	
<b>Tarefas a realizar durante o setup</b>							
Cortar chapa	cisalha	0,5		Retirar "chutes"		2,0	
Prender a bobine com calcador superior do mandril e iniciar enrolamento	calcador e fita filamentada	0,5		Retirar/Colocar paleta para <i>flans</i>	empilhador	3,0	
Adicionar fita no fim da bobine	fita de dupla face	0,5		Trocar carros no fim da linha	empilhador	3,0	
Retirar bobine do mandril	carro transportador de bobine e ponte	1,5					
Colocar e alinhar a nova bobine no mandril	carro transportador de bobine e ponte	1,5					
Iniciar desenrolamento e colar bobine seguinte ao fim da anterior	calcador	0,5					
Regular os rolos niveladores de pressão e regular rolo nervurador de acordo com a OF (liso ou nervurado)	manivela de afinação dos rolos	0,5					
<b>Bobine</b>							
Cortar filme e despertar travão	x-ato	0,5		Auxiliar operador na troca do filme se necessário		2,0	
<b>Filme</b>							
Trocar rolos do filme	guincho	2,0					
Apertar travão e esticar filme (centrar o filme na chapa)		1,0					
<b>Largura</b>							
Cortar chapa e colar à bobine de reaproveitamento	cisalha e fita filamentada	1,0		Trocar bobine de reaproveitamento (nas situações de alargamento da linha, o corte da chapa deve ser efetuado pelo empilhadorista/supervisor)	cisalha/porta paletes manual	3,5	
Verificar e regular discos de corte	gabari	1,5					
<b>Bobine</b>							
Retirar chapa ou <i>flans</i> da bobine anterior		2,0		Recolher chapa quinada da bobine anterior ou ajudar nas <i>flans</i>		2,0	
Prender o "chutes"		1,0					
Retirar 1ª chapa com defeito (emenda)		2,0					
<b>Largura</b>							
Afinar guias e reguladores de largura no banco de furação para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)		3,5		Afinar guia e regulador de largura da perfiladora para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)		2,5	
Introdução do programa de acordo com a OF		2,0					
<b>Tarefas a realizar após o setup</b>							
Registo da produção		2,0		Tirar primeiras chapas ou <i>flans</i> até o operador terminar o registo		2,0	
				Arrumar bobine no respetivo lugar	ponte transportadora de bobines	2,0	

Figura 30: Checklist para a linha de chapa

Como se pode observar na Figura 30, todas as atividades identificadas como externas foram colocadas antes e após o *setup* e passaram a ser realizadas pelo supervisor ou pelo condutor de empilhador, sendo que durante o *setup* ambos podiam realizar outras atividades.

A *checklist* foi adaptada para todos os casos possíveis de *setup*, daí na lateral esquerda da *checklist* apareça “Bobine”, “Filme” e “Largura”, com o intuito de identificar qual o *setup* que se pretendia e o método a seguir tanto pelo operador como também pelo supervisor/conductor de empilhador.

Os tempos apresentados com a duração de cada atividade foram baseados nos valores retirados na Etapa 1. No entanto, foram “arredondados” para valores representativos, porque não fazia sentido colocar o valor exato cronometrado, dado que a linha não constitui um sistema automatizado.

Para que esta separação de atividades pudesse ocorrer, existiu a necessidade de implementar uma das ações prevista no plano de ações para a Linha de Chapa (Anexo 5): Passou por reservar, os dois lugares da zona de armazenagem mais próximos ao carro que transporta a bobine, para que as atividades externas traduzidas por “Buscar a próxima bobine...” e “Arrumar a bobine no respetivo lugar” pudessem passar para o pré e pós *setup*, respetivamente. Aliado a tal facto, o carro e a ponte de transporte de bobines deslocam-se a velocidades reduzidas, fruto dos elevados pesos a movimentar. Assim, o objetivo passou por tentar reduzir ao máximo as deslocações da ponte, daí ter surgido a ideia de reservar os dois lugares mais próximos para a bobine que entra aquando do *setup* seguinte, e outro para a que vai sair.

Na Figura 31, é representado um esquema do trajeto da ponte pretendido na operação da troca de bobines.

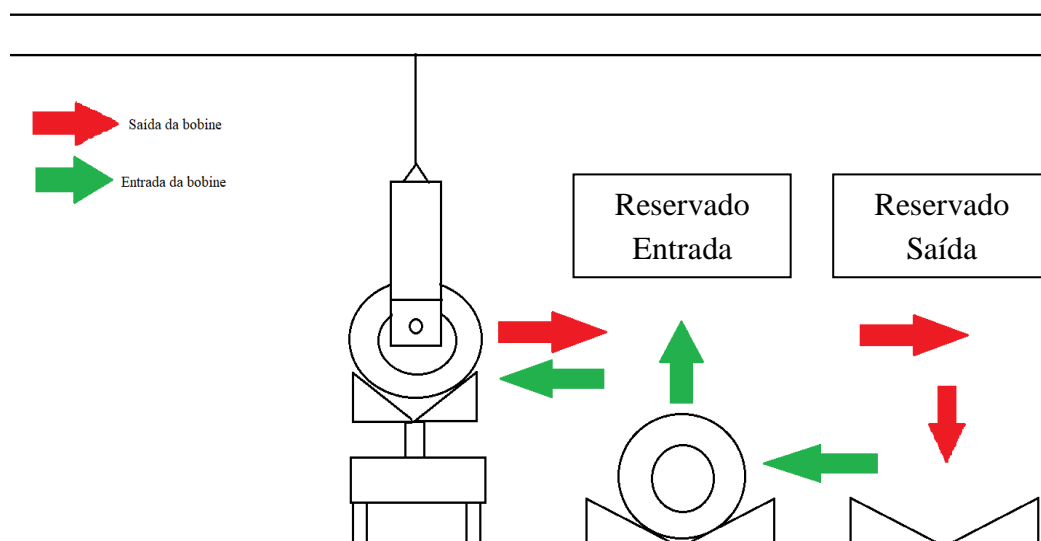


Figura 31: Ação implementada para a bobine que entra e sai

### ➤ **Etapa 3 – Converter Atividades Internas em Externas**

O objetivo desta etapa, passou por alterar as atividades internas para externas, colocando-as antes ou depois do *setup*.

No entanto, e após uma análise profunda à linha e ao modo como funciona, concluiu-se que era impossível passar qualquer uma das atividades internas para externas, pois a tecnologia da máquina e o próprio design da mesma não permitia a sua aplicabilidade.

Como exemplo, pode-se indicar a atividade interna “retirar *flans* da bobine anterior”, ao considerar-se impossível a sua passagem para externa, uma vez que é necessária a presença de chapa na máquina nos primeiros 14 metros até à guilhotina, de forma a permitir a união quando entra uma outra bobine.

### ➤ **Etapa 4 – Reduzir ou Eliminar as Atividades Internas**

A quarta etapa da metodologia SMED, teve como objetivo reduzir ou eliminar as atividades internas.

Para tal, foi necessário fazer um plano de ações (Anexo 5), onde ficaram definidas novas ideias de melhoria para reduzir tempos e facilitar o *setup*. Das que constam do plano de ações, nem todas foram possíveis de completar, ou por falta de tempo ou porque o design ou tecnologia da máquina não o permitiu.

Após um estudo das diversas ações possíveis, houve apenas uma delas que se conseguiu implementar, de forma a reduzir as atividades internas. Correspondeu à introdução de uma ferramenta rotativa para as manivelas, reduzindo a duração das seguintes atividades:

- Afinar guias e reguladores de largura no banco de furação para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm);
- Afinar guia e regulador de largura da perfilhadora para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm).

O resultado desta ação correspondeu à diminuição do tempo de ambas as atividades, tornando o *setup* “Bobine+Largura” mais rápido e também mais ergonómico para os operadores.

Nota para o facto de que ambas as atividades poderem demorar mais ou menos tempo. Por exemplo, se fechar de 1200 para 400 milímetros demora mais do que se fechar de 1200

para 800. Para se perceber melhor quanto tempo seria possível ganhar nesta operação, cronometrou-se o fecho da máquina de 1200 para 400 com o método antigo para uma das manivelas. De seguida, retirou-se o tempo a realizar a mesma atividade, mas com o berbequim. Pelo método antigo, o tempo que o operador demorou a fechar a máquina numa das manivelas foi de aproximadamente 2 minutos. Já com o berbequim, a tarefa demorou 30 segundos. Como são 5 manivelas e, caso durante um *setup* o operador tenha de efetuar esta operação, o tempo ganho no total seria de 7,5 minutos.

Em resumo, poder-se-á afirmar que com esta solução, além de se ganhar tempo durante o *setup* “Bobine+Largura”, a operação passou a fazer-se numa base mais ergonómica e simples para o operador, traduzindo uma enorme vantagem em termos operativos.



Figura 32: Ação de melhoria com a introdução de um berbequim

#### ➤ **Etapa 5 – Reduzir ou Eliminar as Atividades Externas**

A quinta e última etapa da metodologia SMED, teve por objetivo a redução ou eliminação das atividades consideradas externas, tendo sido possível aplicar algumas das ideias que foram surgindo por parte dos operadores e responsáveis pela Linha de Chapa (Anexo 6).

Uma das ações com maior impacto, passou pela colocação de um parque de paletes junto da linha, eliminando a atividade externa designada por “Buscar paletes para chapa quinada e *flans* (ao exterior)”, pelo que se conseguiu diminuir o tempo de pré-*setup* em aproximadamente 5 minutos.



Figura 33: Implementação das ações para o parque das paletes na linha de chapa

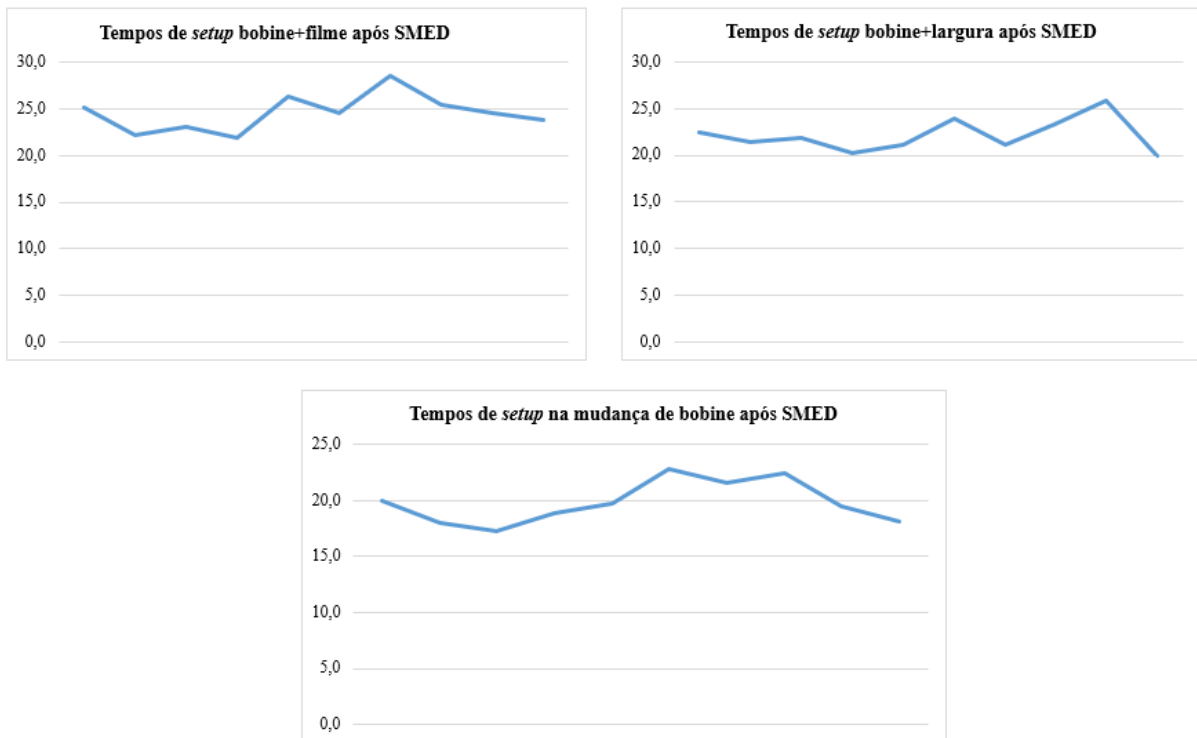
Pode-se ver também na Figura 33, que na mesma zona onde se colocou um parque para as paletes das *flans*, se fez um parque para os rolos de reaproveitamento, o que diminuiu em 2 minutos o tempo da atividade “Trazer rolo de reaproveitamento se mudar largura”, ao evitar que o supervisor/condutor de empilhador ainda tivesse de ir cortar os rolos e trazê-los para perto da linha.

Para além das expostas, foram ainda implementadas outras ações suplementares, mas que ao não serem consideradas importantes na aplicação do SMED, são referidas no Anexo 5.

#### 4.1.5 Análise dos Resultados Obtidos

Implementadas as cinco etapas que compõem a **Metodologia SMED**, retiraram-se novos tempos para cada um dos *setups* analisados neste estudo.

Na Figura 34, encontra-se a distribuição dos novos tempos dos três *setups* em estudo.

Figura 34: Distribuição dos tempos de *setup* após o SMED

Comparando estes valores (Figura 34), com os obtidos na fase de diagnóstico (Figura 26), pode-se observar uma curva menos acentuada para as três situações, o que reflete uma redução do desvio-padrão.

A grande diferença em comparação com a fase de diagnóstico, foi a divisão do *setup* em três fases, passando atividades para antes e depois do *setup*, o que fez com que houvesse menos atividades na fase de *setup*, e passasse a existir um pré e pós *setup*, o que anteriormente não existia. Por conseguinte, todos os valores de *setup* baixaram quando comparados com a fase de diagnóstico.

Setup	Média			Desvio-Padrão		
	Pré-setup	Setup	Pós-Setup	Pré-setup	Setup	Pós-Setup
Bobine	9,6	19,8	4,6	2,7	1,9	1,4
Bobine+Filme	9,8	24,6	4,4	2,6	2,0	1,9
Bobine+Largura	10,9	22,2	3,9	2,8	1,8	1,2

Quadro 2: Informações dos tempos de *setup* após o SMED

No entanto, e olhando para a duração de cada atividade presente na *checklist* (Figura 30) era de prever uma maior redução. Uma das explicações para tal não ter acontecido, deve-se ao facto de que foram os operadores mais inexperientes, e que estavam numa fase de

aprendizagem, que realizaram os *setups* que serviram de base para os tempos recolhidos após o ensaio SMED. Logo, considera-se normal que os tempos das atividades seja excedido, e que no fim, o *setup* se prolongue um pouco mais do que aquilo que inicialmente era desejado.

Quanto ao desvio-padrão, verificou-se uma redução acentuada. Tal ocorrência, indica que os *setups* passaram a ser efetuados quase todos da mesma maneira, embora houvesse ainda alguma discrepância devido à linha não ser um sistema automatizado e à diferenciação das atividades que ocorrem no mesmo tipo de *setup*. Por exemplo, na mudança de bobine é preciso na maioria das vezes um carro para retirar chapa quinada. No entanto, existem casos em que se muda a bobine para retirar um par de chapas que se possam ter danificado nas prensas, pelo que não é necessário realizar essa atividade.

Existem diversos casos semelhantes não só para a mudança de bobine como também para os outros dois tipos de *setup*, daí ser difícil que o desvio padrão seja baixo.

Em suma, os resultados obtidos foram no geral bastante positivos. Porém, para que este novo procedimento operatório seja cumprido (Anexo 7), torna-se necessário haver um controlo sistemático por parte dos supervisores de linha.

#### **4.1.6 Estudo do Impacto da Implementação das Metodologias**

No ponto 4.1.5 apresentaram-se os resultados obtidos após a aplicação da metodologia SMED, mas, não está refletido qual o impacto desses resultados para a empresa ao nível dos custos. O que se pretendeu saber no essencial, foi quanto a empresa estaria a perder em valor, e não em minutos.

Este estudo foi possível fazer apenas para o *setup* “Bobine” porque era o único que era registado pelo operador, que indicava o número de bobines que se mudavam ao longo de um turno de trabalho de 8 horas.

Consultando os dados da empresa quanto ao custo por minuto da linha de chapa, tem-se um valor de 0,30 €/minuto.

No Quadro 3, estão presentes alguns dados relevantes que foram necessários para efetuar o cálculo.

20	turnos por semana
80	turnos por mês
640	horas por mês
38400	minutos por mês
0,30	custo da linha de chapa por minuto

Quadro 3: Informações gerais da linha de chapa

Quanto ao número de *setups* que ocorrem, retiraram-se os registos realizados pelo operador durante cerca de uma semana, obtendo-se o valor médio.

bobines por turno	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	média
manhã	4	3	5	3	2	5	4	2	3,5
tarde	5	5	2	2	3	3	3	5	3,5
noite	5	4	5	1	3	3	5	4	3,75
								<b>Média total</b>	<b>3,67</b>

Quadro 4: Número de trocas de bobines em média em cada turno

Do Quadro 4, foi possível saber que durante cada turno se mudava a bobine, em média, cerca de 3,67 vezes. Multiplicando este valor pelo tempo de *setup* médio retirado na fase de diagnóstico (33,80 minutos), obteve-se:

$$\text{Tempo na mudança de bobine antes do SMED} = 33,80 \times 3,67 = 124 \text{ minutos} \quad (5)$$

Tal valor, permite afirmar que, anteriormente, eram gastos 124 minutos num turno e, apenas para fazer o *setup* “Bobine”.

Do ponto 4.1.5. adquiriu-se o novo tempo médio, que passou a ser de 19,8 minutos. Logo, fazendo o mesmo cálculo, mas para o novo tempo de *setup*, tem-se:

$$\text{Tempo gasto na mudança de bobine após o SMED} = 19,8 \times 3,67 = 72 \text{ minutos} \quad (6)$$

Comparando ambas as equações (5 e 6) obteve-se uma redução de cerca de 52 minutos por cada turno. Multiplicando esta redução com o custo por minuto da Linha de Chapa, obtém-se:

$$\text{Dinheiro que se poupa por turno com o SMED} = 0,30 \times 52 = 15,5 \text{ €} \quad (7)$$

A nível de custos pela máquina estar parada, enquanto se faz o *setup* “Bobine”, obteve-se uma redução aproximada de 15,5 € por turno.

$$\text{Dinheiro que se poupa por mês com o SMED} = 15,5 \times 80 = 1237 \text{ €} \quad (8)$$

Alargando o cálculo para um mês, obtém-se uma redução de custos de 1237 €.

Tal valor diz respeito a apenas um dos *setups* estudados, pelo que se fosse possível estender este cálculo aos outros dois *setups*, ir-se-iam obter ainda melhores resultados.

Pelo exposto concluir-se, que aplicando o SMED, a empresa pode poupar na Linha de Chapa pelo menos 1237 €, desde que siga esta metodologia em todos os turnos de trabalho.

## 4.2 SMED - Prensa 5,2 metros

Na Prensa 5,2 m produzem-se os painéis destinados às Salas Limpas e utilizados nas câmaras modulares Isark e Matrix.

A elevada variabilidade dos painéis produzidos nesta prensa, deveria requerer que a sua preparação tivesse um método específico para cada tipo de painel. No entanto, ao não existir um método e, devido ao facto de cada operador não ter atribuída uma função específica, resultava uma falta de pratos preparados a tempo (as prensadas estão diretamente relacionadas com o tempo de preparação dos pratos), contribuindo para um aumento dos tempos de *setup*,

Assim, o objetivo principal passou a corresponder à uniformização de um método de trabalho, utilizando como base a metodologia SMED. Cada operador ficaria a saber quais as suas tarefas na realização de cada *setup* e na fase de preparação de cada tipo de painel, o que contribuiria para uma redução do tempo de preparação do painel (*pré-setup*), e, posteriormente, a redução do tempo de *setup*.

### 4.2.1 Gama de Produção

Nesta prensa são produzidos os painéis (verticais, tetos e solos) para os vários tipos de câmaras (Isark e Matrix) e também para as Salas Limpas:

- SA – Painéis verticais e tetos com perfis de alumínio para Salas Limpas;
- SL – Painéis verticais e tetos com perfis PVC para Salas Limpas;
- MX – Painéis verticais e tetos para câmaras Matrix;
- ISARK – Painéis verticais e tetos para câmaras Isark;

- SSW – Painéis de solo para câmaras Matrix e Isark;
- SSO – Painéis de solos para Salas Limpas.

Todos estes painéis podem ser produzidos para espessuras de 60, 85, e 105 milímetros e também para os diversos comprimentos pretendidos, desde que não ultrapassem as dimensões dos pratos da prensa.

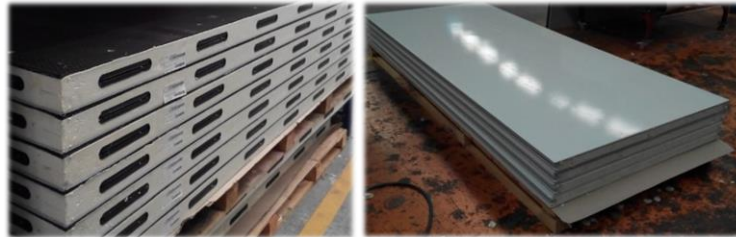


Figura 35: Painel SSW (à esquerda) e SL (à direita)

#### 4.2.2 Descrição do Processo de Fabrico

Na Figura 36, encontra-se representado o esquema de fabrico da **Prensa** em referência:

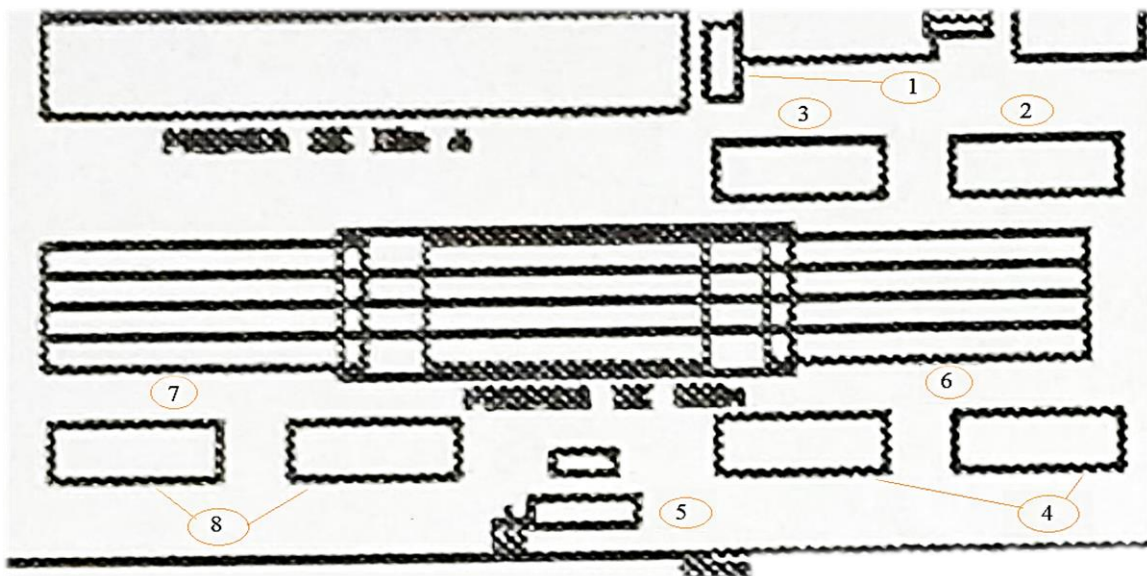


Figura 36: Esquema de Fabrico da Prensa 5,2 m

Em que:

- 1 – Zona onde são armazenados os moldes;
- 2 – Mesa de rebitagem;
- 3 – Zona onde são armazenadas as caixas de ligação;

- 4 – Paletes com produto acabado do prato 3 e 4;
- 5 – Zona dos registos e comandos da prensa;
- 6 – Pratos 3 e 4;
- 7 – Pratos 1 e 2;
- 8 – Paletes com produto acabado do prato 1 e 2.

Como o próprio nome indica a **Prensa** tem um comprimento total de 5,2 metros, sendo composta por 4 pratos de igual comprimento. Enquanto 2 pratos estão a ser prensados no interior da prensa, os outros 2 permanecem no exterior, de forma a serem preparados por 3 operadores.



Figura 37: Prensa 5,2m

Cada prato pode levar 1 ou mais painéis da mesma espessura e do mesmo tipo, desde que o comprimento total seja inferior a 5,2 m. Também podem ser prensados, ao mesmo tempo, painéis diferentes, como por exemplo, um painel MX num dos pratos e um painel SL no outro.

A produção dos painéis começa pela preparação do prato, correspondendo à moldação do painel. Assim, no fundo, é colocado sem o poliuretano, todo o material constituinte do painel - um produto em estado líquido que é injetado dentro da prensa, onde se irá solidificar e expandir dentro do molde do painel, dando-lhe a rigidez necessária.



Figura 38: Prato da prensa em preparação



Figura 39: Zona de injeção

Os painéis que acabam de ser prensados, após um tempo pré-definido para a espessura em causa, são retirados (através de um sistema automatizado) seguindo-se a imediata entrada das unidades seguintes. Logo que o prato sai, separa-se o painel dos moldes e retiram-se para uma palete. Sequencialmente, é realizada uma limpeza do prato através de ar comprimido e uma limpeza dos moldes, utilizando-se o “desmoldante”.

Estando o prato limpo, segue-se a preparação da seguinte prensada, sendo que, se o painel for diferente em dimensão, torna-se necessário outro tipo de molde, dando-se assim a troca de moldes.

Assim que a prensada anterior (que se encontra dentro da prensa) estiver concluída, e os pratos no exterior prontos a entrar, dá-se a troca simultânea dos pratos, sendo efetuada posteriormente a injeção em estado líquido do poliuretano, que terá de solidificar dentro do tempo de prensagem. Este processo repete-se sucessivamente, com o mesmo procedimento para todos os tipos de painéis.

## 4.2.3 Diagnóstico

### 4.2.3.1 Caracterização dos Tipos de Setup

Ainda antes da aplicação da metodologia SMED propriamente dita, foi necessário efetuar um diagnóstico, de forma a determinar que tipo de *setups* eram efetuados nesta Prensa. Como já anteriormente referido, está-se perante uma “etapa zero” da metodologia SMED, que se traduz numa forma de diagnóstico, com preparação para a sua implementação.

Na Linha de Prensa, existe apenas um tipo de *setup*, que ocorre entre o término da prensada anterior e o início da seguinte. Sempre que ocorre um *setup*, existe uma troca de pratos simultânea. Isto é, enquanto entram os pratos 1 e 3, saem os pratos 2 e 4.

Embora a fase do *setup* seja comum para todos os tipos de painéis, a fase anterior (*pré-setup*) é diferente.

Existem quatro procedimentos ou maneiras de preparar o painel, para:

- SL e SA – painéis SL e SA apenas diferem nos perfis, que são de PVC para os SL e de alumínio para o SA;
- MX;
- SSW e SSO – painéis SSW e SSO apenas diferem na chapa exterior, sendo fenólica para SSW e de inox para SSO;
- ISARK.

Os painéis SL e SA seguem ambos o mesmo procedimento aquando da sua preparação, assim como os painéis SSW e SSO.

### 4.2.3.2 Levantamento dos Tempos de Setup

Ao mesmo que tempo que foi feita a caracterização dos *setups*, também houve um levantamento dos tempos, quer da preparação dos pratos, quer dos próprios *setups*.

Na Figura 40, encontra-se a distribuição dos tempos retirados dos *pré-setup*s.

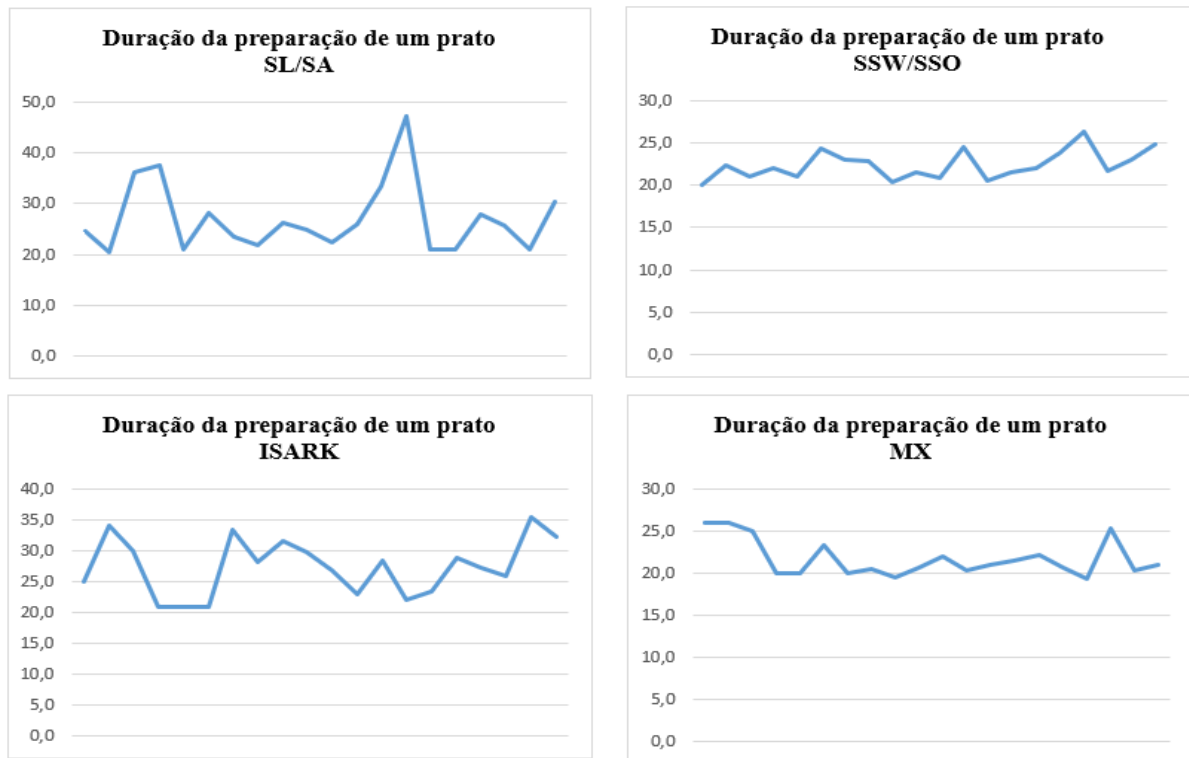


Figura 40: Distribuição dos tempos de pré-setup durante o diagnóstico

O que se pode observar pela Figura 39, é que existia uma grande variabilidade de valores, principalmente para o painel SL/SA e para o ISARK, por serem os mais difíceis de preparar e de requererem mais mão-de-obra, ao contrário dos SSW/SSO e MX.

Comparando o valor médio e o desvio-padrão, os valores estão representados no Quadro 5.

Tipo de painel	Média	Desvio-Padrão
SL/SA	27	6,9
ISARK	27,4	4,6
SSW/SSO	22,4	1,7
MX	21,7	2,2

Quadro 5: Tempos de pré-setup durante o diagnóstico

Pelo Quadro 5, pode-se observar que o tempo médio de preparação era maior para os painéis SL/SA e ISARK, sendo que os outros dois (SSW/SSO e MX) apresentavam valores mais baixos, em cerca de 5 minutos. O desvio-padrão seguiu a mesma lógica, sendo maior para os painéis SL/SA e ISARK.

Estas informações indicaram que era necessário dar maior atenção aos painéis SL/SA e ISARK, já que eram os mais difíceis de preparar e influenciavam os tempos de *setup*. Isto porque, ao não serem preparados durante o tempo de prensagem, faziam com que a prensada anterior demorasse mais alguns minutos, sem necessidade.

Na Figura 41, é possível observar a distribuição dos tempos retirados dos *setups*.



Figura 41: Distribuição dos tempos de *setup* durante o diagnóstico

Pelo gráfico presente na Figura 41, pode-se observar a existência de uma elevada variabilidade de valores, indicando um desvio-padrão muito alto. Constata-se que o valor médio dos tempos de *setup* era de aproximadamente 7 minutos, enquanto o valor do desvio-padrão era de cerca de 3 minutos. Poder-se-á também observar, que o *setup* era influenciado não só pela preparação dos pratos na fase de pré-*setup*, como era igualmente influenciado pelo tempo de prensagem de cada prato. Cada espessura tinha um tempo de prensagem diferente e, que quanto maior era a espessura, maior era o tempo.

Espessura (mm)	Tempo (min)
60	20
85	30
105	42

Quadro 6: Tempos de prensagem por espessura

Suplementarmente, pôde concluir-se que durante o diagnóstico era necessário uniformizar o processo na preparação dos pratos, tornando-o mais rápido e uniforme, evitando assim, que a preparação demorasse mais tempo do que a prensada.

O objetivo principal definido, passava por criar um novo método, em que a preparação do prato não demorasse mais do que 20 minutos, correspondente ao tempo de prensagem mínimo, ou seja, à situação mais crítica.

#### **4.2.4 Aplicação da Metodologia SMED**

No seguimento do diagnóstico (caracterização e tempos dos *setups*), e depois de organizado o espaço envolvente, passou-se à aplicação das cinco etapas da **Metodologia SMED**.

##### **➤ Etapa 1 – Identificação das Atividades Externas e Internas**

O primeiro passo consistiu na realização das filmagens dos *setups*, por forma a captar os tempos respetivos, tendo sido necessário definir o método utilizado tanto na preparação dos pratos como no *setup*. Posteriormente, deu-se sequência à identificação das atividades/tarefas externas e internas, ou seja, as que podiam ser realizadas com a máquina a trabalhar (Externas - E) e as que houve a necessidade de parar a máquina (Internas - I).

Nas Figuras 42, 43, 44, e 45 apresentam-se os procedimentos utilizados para a preparação de cada um dos tipos de painel, a respetiva identificação das atividades como externas e internas, o tempo em minutos de cada uma e também, as ferramentas necessárias para a realização de cada atividade.

De realçar que nesta Prensa operam 3 trabalhadores, não existindo atribuição de atividades por cada operador.

	Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Preparação dos pratos pré-setup	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	E	1,6
	Tirar painéis do prato		E	1,6
	Retirar moldes e espaçadores		E	2,2
	Colocar novos moldes e espaçadores		E	2,1
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	E	2,1
	Limpar prato	pistola de ar	E	1,0
	Aplicar desmoldante	pincel	E	0,9
	Colocar chapas exteriores no prato		E	1,6
	Fechar moldes e puxadores		E	1,3
	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	E	2,4
	Colocar chapas interiores no prato		E	1,6
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		E	1,1
	Programar injeção		E	1,2
Setup	Abrir prensa e efetuar troca de pratos		I	2,1
	Injeção		I	2,0
	Registo da produção		E	2,0
	Identificação de painéis		E	2,8
	Limpeza/Reparação de painéis	espátula e lixa	E	3,9

 Figura 42: Procedimento utilizado nas fases de *setup* para o painel MX

	Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Preparação dos pratos pré-setup	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	E	1,6
	Tirar painéis do prato		E	1,6
	Retirar moldes e espaçadores		E	2,2
	Colocar novos moldes e espaçadores		E	2,1
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	E	2,1
	Limpar prato	pistola de ar	E	1,0
	Aplicar desmoldante	pincel	E	0,9
	Colocar chapas exteriores no prato		E	1,6
	Fechar moldes e puxadores		E	1,3
	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	E	2,4
	Colocar calços de madeira (solos)		E	1,3
	Pôr fita em volta da chapa fenólica		E	0,9
	Colocar chapas interiores no prato		E	1,6
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		E	1,1
Programar injeção		E	1,2	
Setup	Abrir prensa e efetuar troca de pratos		I	2,1
	Injeção		I	2,0
	Registo da produção		E	2,0
	Identificação de painéis		E	2,8
	Limpeza/Reparação de painéis	espátula e lixa	E	3,9

 Figura 43: Procedimento utilizado nas fases de *setup* para os painéis SSW e SSO

	Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Preparação dos pratos - pré-setup	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	E	1,6
	Tirar painéis do prato		E	1,6
	Retirar moldes e espaçadores		E	2,2
	Colocar novos moldes e espaçadores		E	2,1
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	E	2,1
	Limpar prato	pistola de ar	E	1,0
	Aplicar desmoldante	pincel	E	0,9
	Colocar chapas exteriores no prato		E	1,6
	Fechar moldes e puxadores		E	1,3
	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	E	2,4
	Rebitar caixas	rebitador	E	2,9
	Colocar perfis/topos		E	1,1
	Colocar chapas interiores no prato		E	1,6
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		E	1,1
Programar injeção		E	1,2	
Setup	Abrir prensa e efetuar troca de pratos		I	2,1
	Injeção		I	2,0
	Registo da produção		E	2,0
	Identificação de painéis		E	2,8
	Limpeza/Reparação de painéis	espátula e lixa	E	3,9

 Figura 44: Procedimento utilizado nas fases de *setup* para o painel ISARK

	Atividades	Ferramenta	E/I	Média (min)
Preparação dos pratos - pré-setup	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	E	1,6
	Tirar painéis do prato		E	1,6
	Retirar moldes e espaçadores		E	2,2
	Colocar novos moldes e espaçadores		E	2,1
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	E	2,1
	Limpar prato	pistola de ar	E	1,0
	Aplicar desmoldante	pincel	E	0,9
	Colocar chapas exteriores no prato		E	1,6
	Fechar moldes e puxadores		E	1,3
	Colocar perfis PVC/Alumínio		E	1,6
	Furar perfil PVC/Alumínio	berbequim	E	1,5
	Colocar Mastix/Fita nos cantos		E	2,1
	Colocar calços de poliuretano		E	1,2
	Colocar chapas interiores no prato		E	1,6
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		E	1,1
Programar injeção		E	1,2	
Setup	Abrir prensa e efetuar troca de pratos		I	2,1
	Injeção		I	2,0
	Registo da produção		E	2,0
	Identificação de painéis		E	2,8
	Limpeza/Reparação de painéis	espátula e lixa	E	3,9

 Figura 45: Procedimento utilizado nas fases de *setup* para os painéis SL e SA

Basicamente, todas as atividades que implicavam a preparação de “prato”, foram consideradas externas, porquanto a Prensa pode estar a trabalhar ao prensar os outros dois pratos que se encontram no seu interior. As únicas atividades internas (quando a Prensa não está a funcionar) são a “troca dos pratos” e a “injeção”.

### ➤ Etapa 2 – Separação das Atividades Externas das Internas

Após a identificação das atividades, passou-se à separação dos dois tipos de atividades, colocando as atividades externas antes do *setup* ou após o *setup*, ficando apenas as internas durante o *setup*.

Na Figura 46, está representado um esquema base da posição que deve ocupar cada operador na linha.

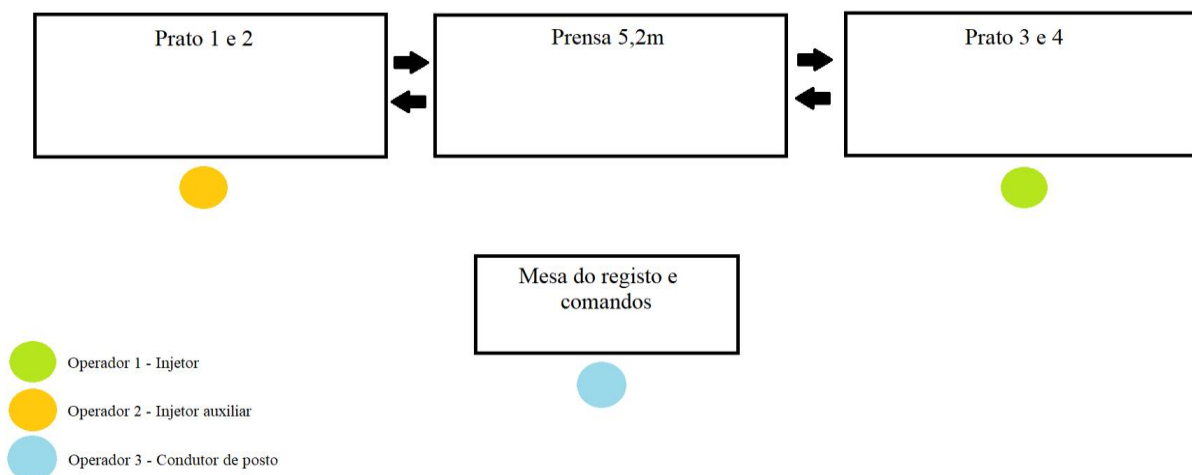


Figura 46: Esquema do posicionamento de cada operador na zona de trabalho

Como eram 3 operadores, colocou-se um deles como “conductor de posto”, sendo o responsável por esta área de trabalho, e estando mais ligado às tarefas de supervisor (registo, comandos da prensa, e ajudante na preparação). E, como são dois lados (dois pratos que têm de ser preparados ao mesmo tempo), na fase de preparação colocaram-se os outros dois operadores, um de cada lado, sendo que um deles passou a “injetar” na fase de *setup* e o outro a auxiliar na colocação dos tampões durante a injeção.

Também no âmbito do controlo de Qualidade, foram introduzidas algumas regras, a seguir pelos operadores, aproveitando a implementação de um método uniforme na preparação. Pretendeu-se, basicamente, diminuir os “riscos” e “amolgadelas” nos painéis produzidos.

Neste âmbito, a Figura 47, apresenta uma *checklist* definida para o efeito.



DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS NA PREPARAÇÃO DOS PRATOS									
	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)
	Tirar painéis do prato (colocar os painéis de uma forma plana no painel anterior)		1,5	Tirar painéis do prato (colocar os painéis de uma forma plana no painel anterior)		1,5	Ajudar a tirar os painéis em cada um dos pratos		1,5
Se mudar medidas	Retirar moldes e espaçadores		2,0	Retirar moldes e espaçadores		2,0	Ajudar o operador que efetuar troca de moldes		4,0
	Colocar novos moldes e espaçadores		2,0	Colocar novos moldes e espaçadores		2,0			
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	2,0	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	2,0	Registro da prensada anterior		2,0
	Limpar prato	pistola de ar	1,0	Limpar prato	pistola de ar	1,0	Identificação de painéis (ajudar operadores com a chapa caso seja de grandes dimensões)		3,0
	Aplicar desmoldante	pincel	1,0	Aplicar desmoldante	pincel	1,0			
	Colocar chapas exteriores no prato		1,5	Colocar chapas exteriores no prato		1,5			
	Fechar moldes e puxadores		1,5	Fechar moldes e puxadores		1,5			
	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	2,5	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	2,5			
ISARK	Rebitar caixas	rebitador	3,0	Rebitar caixas	rebitador	3,0			
	Colocar perfis/topos		1,0	Colocar perfis/topos		1,0			
SSW/SSO	Colocar calços de madeira		1,5	Colocar calços de madeira		1,5			
	Pôr fita em volta da chapa fenólica		1,0	Pôr fita em volta da chapa fenólica		1,0			
SL/SA	Colocar perfis PVC/Alumínio		1,5	Colocar perfis PVC/Alumínio		1,5			
	Furar perfil PVC/Alumínio	berbequim	1,5	Furar perfil PVC/Alumínio	berbequim	1,5			
	Colocar Mastix/Fita nos cantos		2,0	Colocar Mastix/Fita nos cantos		2,0			
	Colocar calços de poliuretano		1,0	Colocar calços de poliuretano		1,0			
	Colocar chapas interiores no prato		1,5	Colocar chapas interiores no prato		1,5			
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		1,0	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		1,0			
	Limpar a parte inferior dos pratos para evitar futuras amolgadelas nos painéis	espátula	1,0	Limpar a parte inferior dos pratos para evitar futuras amolgadelas nos painéis	espátula	1,0			
DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS NA TROCA DE PRATOS (SETUP)									
	Programar injeção		1,0	Limpeza/Reparação de painéis enquanto é efetuada a troca de pratos	espátula e lixa	2,0	Abrir prensa e efetuar troca de pratos (Ajustar sempre os tempos de prensagem)		2,0
	Verificar, e limpar se necessário, a parte inferior da prensa	espátula	1,0						
	Injeção		2,0	Auxiliar na injeção (colocar tampões)	martelo	2,0	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	3,0
				Deve, se necessário, levar poliuretano para retificar buracos nos painéis	espátula	1,0			
OBS:	Caso os pratos estejam prontos antes de terminar o tempo de prensagem, todos os operadores devem ajudar nas tarefas de limpeza/retificação de painéis (garantir limpeza da superfície do painel em reparação, para não amolgar o próximo)								

Figura 47: Checklist da prensa 5,2 m

Os tempos apresentados com a duração de cada atividade são baseados nos valores retirados na Etapa 1. No entanto, foram arredondados para valores representativos, ao não fazer sentido colocar o valor exato cronometrado, dado que a preparação e o *setup* não são processos automatizados.

### ➤ **Etapa 3 – Converter Atividades Internas em Externas**

Nesta etapa o objetivo correspondeu a passar as atividades Internas para Externas, colocando-as antes ou depois do *setup*. No entanto, e após uma análise profunda à Linha e ao modo como funcionava, concluiu-se ser impossível passar qualquer uma das atividades internas para externas.

Tanto a “injeção” do painel como a “inserção do prato na prensa” constituíam as duas únicas atividades internas que existiam no *setup*, pelo que devido à forma de operar da máquina, tornava-se impossível realizar estas tarefas antes ou depois do *setup*.

### ➤ **Etapas 4 e 5 – Reduzir ou Eliminar Atividades Internas e Externas**

Na sequência das referências já apresentadas em anteriores etapas, também as duas últimas etapas do SMED não foram possíveis de aplicar. No caso das atividades internas, de acordo com a equipa da manutenção, não foi possível aumentar a velocidade da troca dos pratos, nem facilitar o processo de injeção.

Quanto às atividades externas, a implementação da metodologia 5'S e da Gestão Visual, contribuíram muito para a simplificação dos processos, não sendo, contudo, quantificável na duração de cada atividade.

## **4.2.5 Análise dos Resultados Obtidos**

Implementadas as 5 etapas da Metodologia SMED, foram retirados novos tempos de *setup*, sendo possível observar na Figura 48, a distribuição dos tempos retirados na preparação do prato, para os vários tipos de painéis.

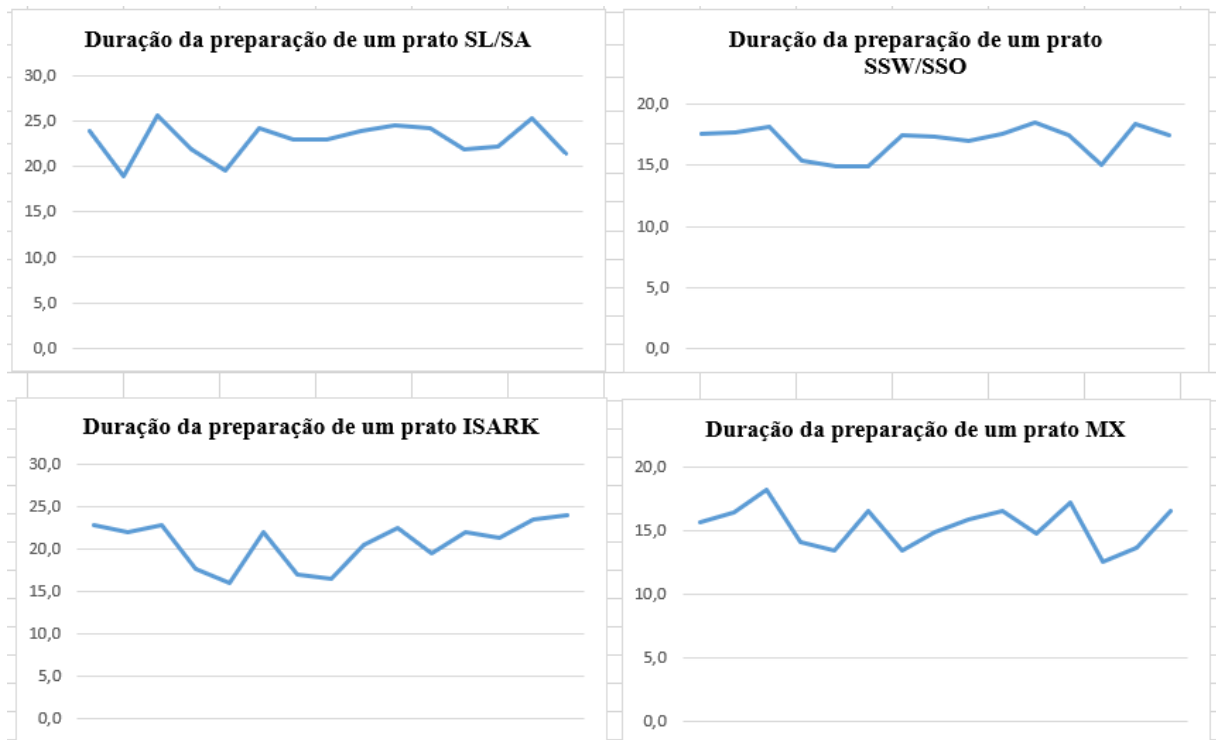


Figura 48: Distribuição dos tempos de preparação após o SMED

Comparando estes valores (Figura 48) com os obtidos na fase de diagnóstico (Figura 40) pode-se observar uma curva menos acentuada, refletindo uma redução do desvio-padrão na preparação dos pratos, fruto da atribuição das atividades a cada operador e maior sincronização entre eles.

Os valores médios e o desvio-padrão da fase de preparação estão representados no Quadro 7.

<b>Tipo de painel</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>
SL/SA	22,9	1,9
ISARK	20,7	2,7
SSW/SSO	17,0	1,3
MX	15,3	1,6

Quadro 7: Tempos de preparação (pré-*setup*) após o SMED

Comparando estes valores com os obtidos na fase de diagnóstico (Quadro 5), ocorreu uma diminuição dos tempos de preparação e uma redução do desvio-padrão. No entanto, o tempo de preparação médio de um prato SL/SA e de um ISARK encontra-se ainda acima dos 20 minutos, pelo que, se a prensada anterior for de 20 minutos, então o tempo de preparação excederá o tempo de prensagem, e o tempo de *setup* irá aumentar cerca de 3 minutos.



### 4.3 TPM-OEE - Máquinas de Ângulos

Na empresa Purever, concluído o estudo com aplicação da Metodologia SMED (Linha de Chapa e Prensa 5,2m), seguiu-se o processo de análise de desempenho de dois dos equipamentos mais sensíveis do processo produtivo – as **Máquina de Ângulos**. Para o efeito, utilizou-se dentro da ferramenta TPM (*Lean*), o OEE - *Overall Efficient Equipment*.

O estudo iniciou-se com uma análise do processo produtivo e do modo operatório de ambas as máquinas, procurando determinar as velocidades e paragens mais frequentes. Em consequência, foi elaborada uma folha de cálculo onde, durante um período de tempo, foram recolhidos dados para definição dos indicadores associados à posterior avaliação do OEE.

#### 4.3.1 Descrição dos Equipamentos

Destinadas à execução da operação de maquinagem de furos e rasgos e à colocação de cavilhas/pinos, as duas máquinas possuem uma estrutura semelhante, trabalhando com apenas um operador.



Figura 50: Máquina de ângulos 1 (à esquerda) e 2 (à direita)

Os ângulos maquinados são utilizados nos cantos das câmaras modulares (verticais; tetos; e solos) não só para unir os painéis de ambos os lados, como também dentro da câmara se se pretende uma divisória com parede onde tenha de se unir os painéis de solo e verticais dessa mesma parede.

Designando as Máquinas de Ângulos com os números 1 e 2, pode-se definir como respetiva função:

- Máquina 1: Maquinar os ângulos que não são injetados, ou seja, os que não contêm o poliuretano solidificado por dentro do ângulo. São os menos resistentes e fazem menos “desperdício” ao serem maquinados.

- Máquina 2: Maquinar os ângulos injetados que chegam da Prensa de 3,2 metros. São mais resistentes, mas ao passar pela máquina originam mais “desperdício”.

Na Figura 51 representa-se um “ângulo injectado” e outro “não injectado”.



Figura 51: Ângulo “injectado” (à esquerda) e ângulo “não injectado” (à direita)

O trabalho do operador nestes equipamentos passa por colocar o ângulo a maquinar à entrada da máquina e escolher o programa definido para esse tipo de ângulo iniciando assim o processo. À medida que o ângulo sai o operador sopra com uma pistola de ar e vai fazendo uma rápida limpeza do material. No fim, procede-se à colocação de cavilhas nos furos previamente feitos. Todo este procedimento é comum para ambas as máquinas.

Na Figura 52 pode-se observar um esquema das famílias de ângulos que existem e que passam por ambos equipamentos.

	2 vias		3 vias			
Solos	RCI	cintura solo isolada	RCF	ângulo solo		
	RCS/RCM	ângulo solo	RFF	ângulo solo		
	RCP	Cintura solo				
	RFS	ângulo solo				
	RSI	Cintura isolada				
	RSM	ângulo solo				
	RZF	ângulo solo				
	RZP	ângulo solo				
RZS	ângulo solo					
	2 vias		3 vias			
Tetos	REL	ângulo teto	RED	ângulo teto		
	RES	ângulo teto	RWD	ângulo teto		
	RHS	ângulo teto				
	RUD	ângulo teto				
	RUL	ângulo teto				
	RUO	ângulo teto				
	RUS	ângulo teto				
	RWL	ângulo teto				
RWS	ângulo teto					
	2 vias		3 vias		4 vias	
Verticais	RDA	inox	RDA	ângulo vertical	RYZ	ângulo vertical
	RDE	inox	RDE	ângulo vertical		
	RDO	ângulo vertical	RPE	ângulo vertical		
	RDS	ângulo vertical	RQA	ângulo vertical		
	RPK	ângulo vertical misto	RQE	ângulo vertical		
	RPS	ângulo vertical	RYA	ângulo vertical		
	RQO	ângulo vertical	RYE	ângulo vertical		
	RQS	ângulo vertical				
	RYO	ângulo vertical				
	RYS	ângulo vertical				

Figura 52: Famílias de ângulos

Um último aspeto a ter em conta nestes equipamentos, resulta de existirem ângulos com 2 vias (rasgos e furos em dois lados) e ângulos de 3 vias ou 4 vias com rasgos e furos em três ou quatro lados respetivamente. Como a máquina apenas pode maquinar de dois lados de cada vez, os ângulos de 3 ou 4 vias terão de passar uma segunda vez pela máquina para rasgar e furar os lados que faltam.

### 4.3.2 Paragens

Para o cálculo do OEE e determinar as razões do baixo ou alto valor que se possa obter, foi necessário o operador preencher uma folha de registo do material que foi produzido, bem como as paragens que ocorreram durante o seu turno.

As paragens mais frequentes detetadas, tanto na máquina n° 1 como na n° 2, foram:

- Avarias (provocadas pelo lixo acumulado nos sensores; programa de maquinaria mal definido, etc)
- Falta de material (o operador ter de ir buscar material à prensa 3,2 metros ou ao armazém de matéria-prima)
- Acesso ao empilhador (quando se move uma paleta de ângulos é sempre necessário o empilhador, que nem sempre está disponível)
- Configuração da máquina (*setups* que ocorrem quando se pretende mudar de dimensões dos ângulos, em que é necessário ajustar as ferramentas)
- Recolha de paletes (quando é preciso uma paleta vazia para recolher material ou levar produto acabado)
- Reuniões e Pausas (almoço, intervalos e formações)
- Manutenção autónoma (limpeza a fundo do equipamento no final de cada turno para evitar futuras avarias)
- Correção de defeitos no material (por vezes poderão ocorrer defeitos provenientes de uma deficiente maquinaria ou pelo erro do operador, mas que ainda dará para corrigir esse erro, sendo que se irá perder tempo nessa correção)

Na Figura 53 encontra-se a “folha” que os operadores foram preenchendo ao longo deste estudo.

Dia:								
Turno:		Manhã						
Máquina:		OEE - Máquina de ângulos						
Selecionar com (X) o tipo de ângulo								
VT		TI/solos		ângulo não conforme	Comprimento (mm)	Quantidade	Tempo perdido por paragens	
2 vias/Tipo T	3 ou 4 vias	2 vias	3 ou 4 vias				Tipo de paragem	Tempo (min)
							Avarias	
							Falta de material	
							Acesso ao empilhador	
							Configuração da máquina	
							Recolha de paletes	
							Reuniões	
							Pausas (almoço e 15 min)	
							Manutenção autónoma (limpeza etc)	
							Correção de defeitos no material	
							Outros	
Observações:								

Figura 53: Folha de registo de produção e paragens

Como já foi dito as velocidades na máquina 1 e 2 são iguais. No entanto, as velocidades são diferentes consoante o tipo de ângulo, por exemplo, um ângulo vertical de duas vias é mais rápido a maquinar do que um ângulo teto de duas vias.

Na Figura 54 pode-se observar que os ângulos de teto têm mais rasgos e cavilhas do que um ângulo de igual dimensão vertical, daí a velocidade ser menor para os tetos do que para os ângulos verticais.



Figura 54: Ângulo teto (à esquerda) e ângulo vertical (à direita)

Devido a existir uma gama muito diferenciada de ângulos, e o facto de não existirem valores registados para a velocidade de maquinagem, tornou necessário constituir “famílias de ângulos”, começando por agrupar aqueles com velocidades iguais.

As velocidades foram definidas para 4 grupos de ângulos:

- Verticais de duas vias e tipo T (utilizado num tipo diferente de ângulo que não é maquinado nestes equipamentos)
- Tetos e solos de duas vias
- Verticais de três vias ou quatro
- Tetos e solos de três vias

V1	Velocidade padrão (VT/Tipo T) - 2 vias	1,22	min/metro
V1'	Velocidade padrão (TT/solos) - 2 vias	1,72	min/metro
V2	Velocidade padrão (VT) - 3 ou 4 vias	2,22	min/metro
V2'	Velocidade padrão (TT/solos) - 3 ou 4 vias	3,03	min/metro

Figura 55: Velocidades padrão para a maquinagem de ângulos

Já o cálculo da velocidade, foi efetuado através da cronometragem ao longo da maquinagem de um ângulo. Por exemplo, a maquinagem de um ângulo do tipo X de 2000mm de comprimento, demorou 2 minutos, pelo que a velocidade desse tipo de ângulo correspondeu aos 2 minutos a dividir por 2 metros, ou seja, 1 minuto/metro.

### 4.3.3 Folha de Cálculo OEE

No auxílio ao cálculo do OEE foi utilizado uma folha de Excel para cada equipamento, onde foi possível obter a disponibilidade, velocidade, qualidade e o OEE no final de cada turno.

Na Figura 56 está representado um excerto da folha de cálculo utilizada tanto na máquina 1 como na máquina 2.

	Dia	19/mar	
OEE	turno	manhã	tarde
C.Tempo de abertura (8 horas por turno - num dia 24H)	min	480	480
D.Tempo perdido por paragens:			
Avarias	min		
Falta de material	min		
Acesso ao empilhador	min		
Configuração da máquina	min		
Recolha de paletes	min		
Reuniões	min		
Pausas (almoço e 15min)	min		
Manutenção autónoma (limpeza etc)	min		
Correção de defeitos no material	min		
Outros	min		
<b>Total</b>	min	0	0
E.Tempo disponível (C-D)	min	480	480
F.Produção diária			
F1.produção OK VT/Tipo T - 2 vias	metros	0	0
F1'.produção OK TT/solos - 2 vias	metros	0	0
F2.produção OK VT - 3 ou 4 vias	metros	0	0
F2'.produção OK TT/solos - 3 ou 4 vias	metros	0	0
F3.não conformes	metros	0	0
I.Tempo funcionamento (F1*V1+F1'*V1'+F2*V2+F2'*V2')	min	0	0
K.Disponibilidade (E/C)	%	100%	100%
L.Velocidade (I/E)	%	0%	0%
M.Qualidade (1-F3/(F1+F1'+F2+F2'+F3))	%	#DIV/0!	#DIV/0!
<b>N.Eficiência operacional (KxLxM)</b>	%	#DIV/0!	#DIV/0!

Figura 56: Folha utilizada no cálculo do OEE e respetivos indicadores

#### 4.3.4 Análise dos Resultados Obtidos

Durante cerca de um mês, foi realizado um levantamento de dados para o posterior cálculo do OEE. Os dados foram registados pelos próprios operadores das máquinas através do preenchimento da folha presente na Figura 53.

De seguida, colocaram-se esses dados na folha de Excel (Figura 56) que calculou o OEE, e os indicadores de Disponibilidade, Velocidade, e Qualidade em cada turno.

#### Máquina de Ângulos 1

Na Figura 57 representa-se um gráfico de linhas, que procura refletir os resultados obtidos para a Máquina de Ângulos 1 (para ângulos não injetados). Como se pode observar na mesma figura, tanto os indicadores como o OEE apresentaram uma distribuição muito inconstante, com resultados pouco animadores, ao situarem-se com um valor médio de OEE de cerca de 42,0%.

De referir, que de acordo com Hansen (2011), os valores abaixo de 65%, não devem ser considerados admissíveis.

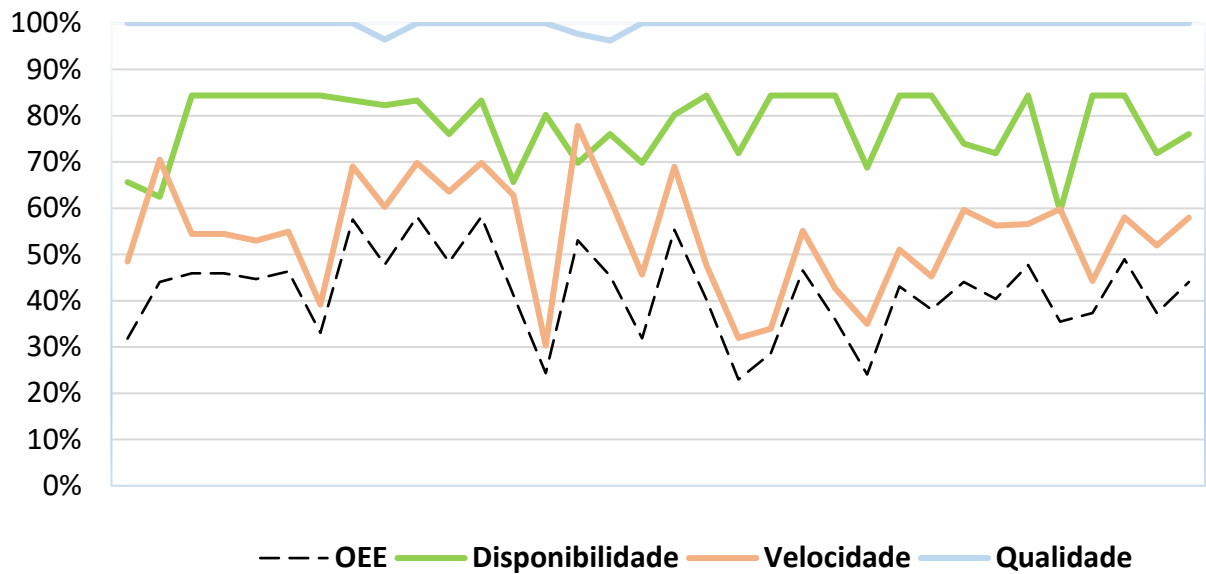


Figura 57: Resultados obtidos (OEE e indicadores) para a máquina de ângulos 1

Neste contexto, e de uma forma mais resumida, importará ainda indicar os valores médios máximos, mínimos e desvio-padrão obtidos, expostos no Quadro 8.

	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio-Padrão</b>
<b>Disponibilidade</b>	78,0%	84,4%	59,4%	7,7%
<b>Velocidade</b>	54,2%	77,8%	30,3%	11,9%
<b>Qualidade</b>	99,7%	100,0%	96,2%	0,9%
<b>OEE</b>	42,0%	58,2%	23,0%	9,4%

Quadro 8: Informações do OEE e indicadores para máquina de ângulos 1

O Quadro 8 permite visualizar, que o indicador com maior perda foi o da Velocidade (valor de 54,2%) e o menos preocupante o da Qualidade, com valores a rondar quase os 100%. Já o desvio-padrão calculado, foi elevado para todos os indicadores, à exceção da Qualidade.

Como resultado, a análise permitiu estabelecer que se impõe como necessário melhorar o indicador da Velocidade, pois é o que contribui mais para o menor valor de OEE e também para o elevado desvio-padrão.

Ao analisar o processo produtivo, a maior perda de Velocidade da máquina ocorria no fim da maquinagem de cada ângulo, devido ao facto de além de ser maquinado, o operador ter

de colocar as cavilhas nos furos assim que o ângulo saía da máquina. Trata-se de um processo muito demorado, e, durante esse processo, a máquina estava parada.

Quanto às paragens, a Figura 58 apresenta os valores em percentagem das perdas mais comuns, que ocorreram ao longo de cada turno.

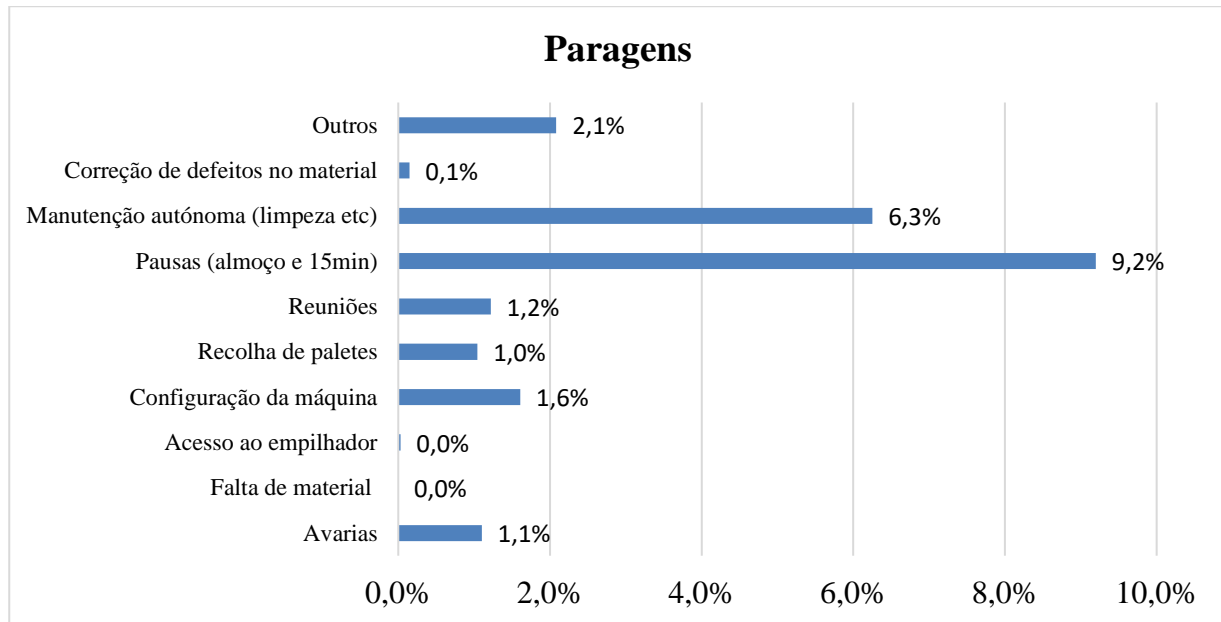


Figura 58: Paragens mais frequentes na máquina de ângulos 1

As paragens com maior peso foram as da manutenção autónoma (limpeza da máquina) e também as pausas. Com menor peso, mas que suscitou alguma preocupação foi a configuração da máquina, já que os programas memorizados nem sempre estão de acordo com o tipo de ângulo pretendido. Além disso, também as avarias e o transporte de paletes representaram cerca de 1,1% e 1%, respetivamente.

No parâmetro “Outros”, encontravam-se diversas ocorrências esporádicas, como por exemplo, o operador ter de ajudar noutro posto de trabalho (corte de perfis).

## Máquina de Ângulos 2

Na Figura 59, está representado um gráfico de linhas que reflete os resultados obtidos para a máquina de ângulos 2 (para ângulos injetados).

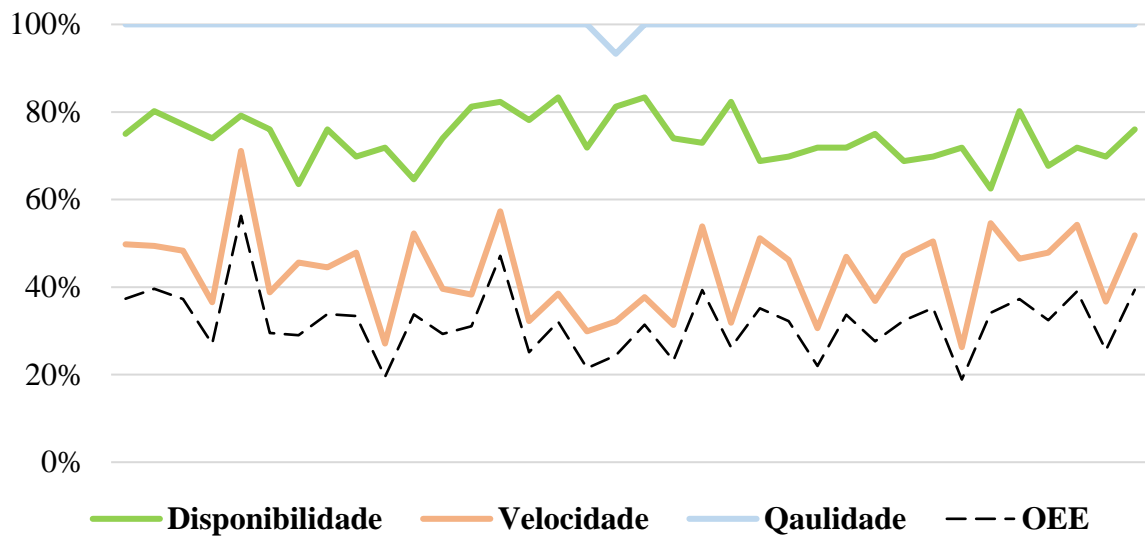


Figura 59: Resultados obtidos (OEE e indicadores) para a máquina de ângulos 2

À semelhança do outro equipamento, também na Máquina 2 a distribuição dos valores de OEE e dos indicadores, apresentaram uma distribuição irregular. Os resultados obtidos foram piores comparando com a Máquina 1. O valor médio de OEE era de cerca de 32,0%, abaixo do valor admissível de 65%.

Quanto aos indicadores, pode-se observar no Quadro 9, que o indicador que com maior perda era o da Velocidade (valor de 43,4%) e o menos preocupante o da Qualidade, com valores a rondar os 100%. Já o desvio-padrão foi muito alto para todos os indicadores, à exceção da Qualidade.

De uma forma mais resumida tem-se os valores médios, máximos, mínimos e desvio-padrão, no Quadro 9.

	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio-Padrão</b>
<b>Disponibilidade</b>	74,1%	83,3%	62,5%	5,6%
<b>Velocidade</b>	43,4%	71,1%	26,3%	9,9%
<b>Qualidade</b>	99,8%	100,0%	93,3%	1,1%
<b>OEE</b>	32,0%	56,3%	18,9%	7,6%

Quadro 9: Informações do OEE e indicadores para a máquina de ângulos 2

A análise retirada dos valores expostos, corresponde à Máquina 1, ou seja, torna-se necessário aumentar a Velocidade. No entanto, neste caso a situação é mais preocupante visto que a Velocidade é mais baixa cerca de 10%, o que pode ser explicado pelo maior cuidado que

o operador deve ter na limpeza do ângulo à saída da máquina, demorando mais tempo a colocar o ângulo seguinte na máquina.

Quanto às paragens, a Figura 60 representa os valores em percentagem das perdas mais comuns que ocorrem ao longo de cada turno.

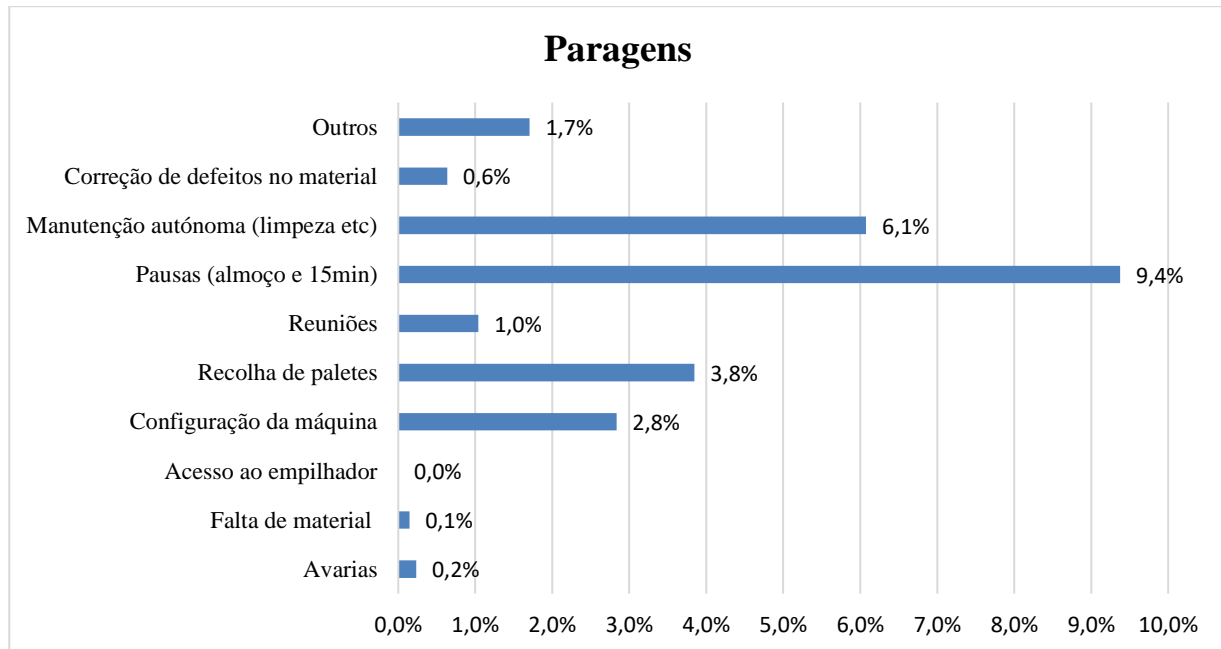


Figura 60: Paragens mais frequentes na máquina de ângulos 2

As paragens com maior peso foram as da manutenção autónoma (limpeza da máquina) e também as pausas. Com menor peso, mas que suscitaram alguma preocupação foram a configuração da máquina e o transporte de paletes, que representaram 2,8% e 3,8%, respetivamente. As diferenças aqui em relação à máquina 1 podem ser explicadas provavelmente pelo planeamento de produção. Isto é, ao longo do estudo pode ter havido mais gamas a ser produzidas na máquina 2 do que na máquina 1.

No parâmetro “Outros”, encontravam-se diversas ocorrências esporádicas, como por exemplo, o operador ter de ajudar noutra posto de trabalho (corte de perfis).

Nota ainda para a paragem “corrigir defeitos no material” que foi 0,5% superior do que para a máquina 1. Isto deve-se ao facto de na máquina 2 serem maquinados os ângulos injetados que têm poliuretano no seu interior, o que provoca maior sujidade aquando da maquinagem e, poderá provocar maiores defeitos no material, devido a erros nos sensores por exemplo.

### 4.3.5 Estudo do Impacto após a Análise do OEE

No ponto 4.3.4. apresentaram-se os resultados obtidos após a análise do OEE, mas, não está refletido qual o impacto desses resultados para a empresa ao nível dos custos. O que se pretendeu saber no essencial, foi quanto a empresa estaria a perder em valor, e não em minutos.

Consultando os dados da empresa quanto ao custo por minuto de ambas as máquinas de ângulos, tem-se um valor de 0,86 €/minuto.

No Quadro 10, estão presentes alguns dados mais relevantes, que foram necessários para efetuar o cálculo para ambas as máquinas de ângulos.

10,00	turnos por semana
40,00	turnos por mês
320,00	horas por mês
19200,00	minutos por mês
0,86 €/min	Custo de ambas as máquinas de ângulos por minuto

Quadro 10: Informações gerais de ambas as máquinas de ângulos

Esta secção trabalha 2 turnos por dia durante 5 dias da semana, pelo que no final de uma semana estão 10 turnos completos. Como cada mês tem 4 semanas, no final tem-se 40 turnos completos, ou seja, 320 horas por mês.

Como o custo de ambas as máquinas está em euros por minuto, teve de se passar horas para minutos, multiplicando as 320 horas por 60 minutos, de que resultou 19 200 minutos por mês.

#### Máquina de Ângulos 1

Através do valor médio do OEE ao fim de um mês para a Máquina 1 (Quadro 8), calculou-se o tempo que a máquina esteve efetivamente a trabalhar, multiplicando o valor do OEE com os minutos totais por mês.

$$\text{minutos aproveitados por mês} = 19200,00 \times 0,42 = 8066,00 \quad (9)$$

Para saber os minutos que a máquina esteve parada subtraiu-se o valor total de minutos num mês pelo valor obtido na Equação 9.

$$\text{minutos que a máquina esteve parada} = 19200,00 - 8066,00 = 11134,00 \quad (10)$$

Por último multiplicou-se o valor obtido na Equação 10 pelo valor do custo de cada máquina de ângulos, que será para cada uma delas a metade do valor apresentado no Quadro 10.

$$\text{custo da máquina parada num mês} = \frac{0,86}{2} \times 11134,00 = 4787,62 \text{ €} \quad (11)$$

### **Máquina de Ângulos 2**

Neste caso, o procedimento de cálculo é o mesmo que foi utilizado na Máquina 1. Através do valor médio do OEE ao fim de um mês para a máquina 2 (Quadro 9), calculou-se o tempo que a máquina esteve efetivamente a trabalhar, multiplicando o valor do OEE com os minutos totais por mês.

$$\text{minutos aproveitados por mês} = 19200,00 \times 0,32 = 6144,91 \quad (12)$$

Para saber os minutos que a máquina esteve parada subtraiu-se o valor total de minutos num mês pelo valor obtido na Equação 12.

$$\text{minutos que a máquina esteve parada} = 19200,00 - 6144,91 = 13055,09 \quad (13)$$

Por último multiplicou-se o valor obtido na Equação 13 pelo valor do custo de cada máquina de ângulos.

$$\text{custo da máquina parada num mês} = \frac{0,86}{2} \times 13055,09 = 5613,69 \text{ €} \quad (14)$$

Os custos em ambas as máquinas são bastante elevados, o que reflete a gravidade do baixo resultado no OEE.

No entanto, a situação é mais grave ainda na máquina 2 do que na máquina 1, já que o valor do OEE é também mais baixo.

## 5. Conclusões e Reflexões

### 5.1 Conclusões Gerais

O trabalho de estágio desenvolvido, ao permitir fazer a caracterização e o levantamento dos tempos de *setup* de duas linhas consideradas críticas na empresa Purever Industrial Solutions S.A., permitiu ainda explorar cada um dos casos em estudo (Linha de Chapa e Prensa 5,2 m) e obter uma redução dos tempos de *setup*, levando a que ambas as linhas se tornassem mais rápidas e flexíveis na troca de ferramentas.

Utilizando o OEE (TPM) o trabalho permitiu ainda realizar um estudo acerca da eficiência de dois dos equipamentos principais da empresa, bem como identificar as causas e os indicadores para cada um deles.

Sendo o principal objetivo deste Projeto-Estágio a implementação da **Metodologia SMED**, com o foco na diminuição dos tempos de *setup*, considera-se que o objetivo foi alcançado, já que foram identificados os “problemas” que punham em causa a flexibilidade das linhas face à procura muito diversificada do cliente.

Após a implementação das soluções identificadas, as mesmas mostraram-se efetivas, já que as trocas de ferramentas passaram a efetuar-se de uma forma mais rápida e uniforme, diminuindo os tempos de *setup* e, conseqüentemente, os tempos de paragens das linhas bem como os desvios-padrão que existiam para um mesmo tipo de *setup*.

No entanto, concluiu-se não ser integralmente possível aplicar a metodologia SMED, sem “arrumar” cada uma das linhas em estudo, através da aplicação das ferramentas *Lean - 5’S* e Gestão Visual.

Quanto aos operadores de cada uma das linhas, houve à partida muita resistência acerca da implementação destas metodologias porque a filosofia *Lean* não constituía um conceito para eles conhecido e, de todas as dificuldades apresentadas, esta foi talvez a mais difícil de contornar.

Por fim, o cálculo da eficiência de dois equipamentos utilizando o OEE, permitiu revelar uma baixa eficiência de ambos os equipamentos, muito abaixo dos 65% admissíveis, pelo que deve ser dada atenção a este capítulo, procurando encontrar uma solução para aumentar tanto o OEE, como cada um dos seus indicadores, nomeadamente a Velocidade, que entre os 3 indicadores, foi o que patenteou um valor mais baixo.

## 5.2 Perspetivas de Desenvolvimento Futuro

A próxima etapa, após a conclusão com sucesso do trabalho de implementação do SMED, deverá passar pela sua disseminação por todas as restantes linhas da empresa. Não obstante, torna-se necessário manter o acompanhamento e monitorização contínua das atividades de *setup* na Linha de Chapa e Prensa 5,2 m, para que as boas práticas implementadas não desvançam com o tempo. Embora o procedimento operatório tenha sido definido, será preciso continuar a respeitar a sua prática no futuro.

Sendo que a implementação do SMED tenha permitido abrir vários caminhos de oportunidades para novas melhorias, será ainda importante para a empresa, definir uma estratégia de monitorização, determinando um conjunto de responsáveis por essa tarefa. Só dessa forma, será possível consolidar todo o trabalho desenvolvido e manter sustentáveis os resultados do SMED.

Também o estudo da eficiência das duas Máquinas de Ângulos, com o cálculo dos respetivos indicadores, constitui motivo de desafio à gestão da empresa, que procura já definir um plano para equipar ambas as máquinas com uma nova ferramenta, por forma a diminuir as suas paragens, aumentando assim, a sua eficiência.

### 5.2.1 SMED e Indústria 4.0

A importância da indústria como motor da recuperação económica europeia vem sendo traduzida em vários documentos programáticos no âmbito da estratégia Europa 2020 (aprovada em 2010), como é o caso da Comunicação da Comissão “*For a European Industrial Renaissance*” ou “*A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery Industrial Policy*”. Neste contexto, a **Indústria 4.0** é uma das prioridades atuais da UE, refletindo a necessidade de recuperar o atraso que existe face a outras zonas do globo mais avançadas na incorporação destas tecnologias no setor industrial, como a Ásia ou os EUA. (Santos, 2017)

Neste contexto, reconhecendo nos dias de hoje, a importância da “flexibilidade” numa empresa (Barata, 2017), são colocados, suplementarmente, novos desafios à empresa Purever, numa interligação dos princípios *Lean* com os conceitos da Indústria 4.0.

Um dos objetivos passará, necessariamente, pela potenciação das oportunidades proporcionadas pelas tecnologias de informação, comunicação e eletrónica (TICE) pela robotização, a digitalização e virtualização, a automação e integração das várias fases do ciclo de produção e pela cadeia de valor ou a “produção aditiva” utilizando a tecnologia 3D.

A utilização intensiva destas tecnologias, poderá proporcionar maiores níveis de otimização operacional, mesmo em ambientes produtivos complexos, traduzindo-se numa maior eficiência de custos e numa melhor qualidade final dos bens e serviços produzidos.

Representando de forma simplificada uma nova abordagem, a “**Indústria 4.0**” se aplicada de forma adequada, pode apoiar muito as metodologias *Lean*. Para tal, a tecnologia deve ser pensada como um meio dirigido a processos industriais mais simples e flexíveis, com reduções de “desperdícios”.

Ao procurar integrar os conceitos *Lean* com a Indústria 4.0, pretende-se criar “sistemas” operativos com *setups* ainda mais rápidos e, se possível, totalmente automatizados. A solução pode ser pensada, inclusive, para que o SMED automatizado diminua os custos com manutenção do equipamento, ao evitar os riscos típicos associados a *setups* manuais.

Especificamente, com o SMED e a Indústria 4.0, a empresa poderá ter a capacidade de se configurar automaticamente frente a uma grande variabilidade de procura, tornando possível uma maior personalização dos produtos e de forma ainda mais rápida, mantendo uma elevada qualidade do produto. ([www.auctus.com.br/40Lean/](http://www.auctus.com.br/40Lean/))

Além disso, os sistemas informáticos (*softwares* e sistemas de informação) são também muito importantes para esta combinação, porque se a informação chegar mais depressa e de uma forma simples às linhas de produção, pela introdução de tecnologia informática avançada, mais rápida será a reação das mesmas ao que é pretendido.

Em suma, seria importante para a empresa delinear um plano para um futuro próximo que contemple as ideias *Lean* e a Indústria 4.0, suportados por sistemas informáticos evoluídos que possam fornecer à empresa vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.



## BIBLIOGRAFIA

- Acharya, T. K. (2011). Material Handling and Process Improvement using Lean Manufacturing Principles. *International Journal of Industrial Engineering Theory Applications and Practice*, 357-368.
- Araújo, M. M. (15 de Março de 2011). *Redução tempos de Setup (SMED)*. Obtido de Blogs Sapo: <http://melhoriacontinua.blogs.sapo.pt/19450.html>
- Barata, I. (7 de Dezembro de 2017). Indústria 4.0 - a nova revolução industrial. *Jornal de Negócios*. Obtido de <http://www.jornaldenegocios.pt/opiniaodetalhe/industria-40---a-nova-revolucao-industrial>
- Barbosa, R. J. (2012). *Cálculo do OEE na Secção de Maquinação da TRIDEC LDA*. Porto.
- Bidarra, T. F. (2011). *Implementação da metodologia SMED numa empresa do setor da indústria automóvel*. Covilhã.
- Carvalho, L. M. (29 de Junho de 2017). *Os 5 princípios do Lean Manufacturing*. Obtido de LinkedIn: <https://pt.linkedin.com/pulse/os-5-principios-do-lean-manufacturing-rodrigues-de-carvalho>
- Chen L., & Meng B. (2010). *The Application of Value Stream Mapping Based Lean Production System* (Vol. 5). *International Journal of Business and Management*.
- Coelho, E. A. (2009). *TPM - Manutenção Produtiva Total*. Grupo de Gestão Eficiente de Energia.
- Como a Indústria 4.0 pode apoiar a jornada Lean*. (s.d.). Obtido de Auctus: <http://www.auctus.com.br/40lean/>
- Cruz, N. M. (2013). *Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos*. Braga.
- Fagundes, E. (24 de Julho de 2017). *A Metodologia 5's e a Gestão de TIC*. Obtido de [efagundes.com: http://efagundes.com/artigos/metodologia-5s-e-gestao-de-tic/](http://efagundes.com/artigos/metodologia-5s-e-gestao-de-tic/)
- Gabriel, J. (8 de Maio de 2016). *8 Desperdícios que Impedem a Qualidade e a Produtividade*. Obtido de Mr. foodmanager: <https://mrfoodmanager.com/2016/05/08/8-desperdicios-que-impedem-a-qualidade-e-a-produtividade/>
- Guia do empresário N8 - Produção Lean*. (3 de Janeiro de 2012). Obtido de Centro Tecnológico do calçado de Portugal: <https://www.ctcp.pt/documentos.asp?tipodoc=&idmp=NA==&idms=MTI3&op=2&id=MTky>
- Hansen, R. C. (2011). *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits*. Industrial Press Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management*. EUA: Pearson Education.
- Historial do Grupo Purever*. (s.d.). Obtido de Purever: <http://www.purever.com/historical/>
- Martins, M. (10 de Agosto de 2017). *O que é o Lean Manufacturing e como a tecnologia ajuda a reduzir desperdícios*. Obtido de flowtech: <http://flowtech.pt/pt/blog/lean-manufacturing-tecnologia-ajuda-reduzir-desperdicios-industriais/>

- Monteiro. (2011). *Lean Manufacturing*. Obtido de Produzindo mentes gestoras e empreendedoras: <http://pmgee.blogspot.pt/2011/07/lean-manufacturing.html>
- Moreira, A. P. (2014). *Os 7 Tipos de Desperdícios*. Obtido de pontoTGA: <https://pontotga.wordpress.com/2014/04/02/os-7-tipos-de-desperdicios/>
- Pereira, V. M. (2016). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED para a Redução de Tempos de Setup em Linhas de Produção de Componentes Elétricos*. Coimbra.
- Pinto, J. L. (2009). *Modelo de Implementação do pensamento JIT - Uma abordagem prática aos conceitos*. Publindústria Edições Técnicas.
- Purever Group*. (s.d.). Obtido de Purever: <https://www.purever.com/historial/>
- Raposo, C. F. (2011). Overall equipment effectiveness: aplicação em uma empresa do setor de bebidas do pólo industrial de Manaus. *Revista Produção Online*, 648-667. Obtido de Revista Produção Online .
- Ribas, C. (11 de Julho de 2017). Indústria 4.0, a quarta revolução industrial. *Jornal Económico*. Obtido de <http://www.jornaleconomico.sapo.pt/noticias/nao-aprovar-industria-4-0-a-quarta-revolucao-industrial-182746>
- Rodrigues, P. M. (2012). *Aplicação da Metodologia SMED em LDM de Correntes de Rolo*. Coimbra.
- Salomão, A. (Julho de 2016). *OEE - Eficiência Global dos Equipamentos*. Obtido de Blog. Qalyteam: <http://blog.qualidadesimples.com.br/2016/07/05/oeeficiencia-global-dos-equipamentos/>
- Santos, A. B. (14 de Fevereiro de 2017). ‘Clusters’ e Indústria 4.0. *Jornal Económico*. Obtido de <http://www.jornaleconomico.sapo.pt/noticias/clusters-industria-4-0-122356>
- Silva, J. P. (2009). *OEE - A forma de medir a eficácia dos equipamentos*.
- Silva, J. P. (12 de Outubro de 2012). *Lean Manufacturing - Os 7 tipos de desperdício*. Obtido de slideshare: <https://pt.slideshare.net/jparsilva/lean-manufacturing-2os-7-tipos-de-desperdicio>
- Singh, J., & Singh, H. (2013). Continuous Improvement Strategies: An Overview . *The IUP Journal of Operations Management*, 32-57.



## ANEXO 1 – 5’S E GESTÃO VISUAL: PLANO DE AÇÕES NA LINHA DE CHAPA

	Tema/Ação	Descrição	Responsáveis	Prazo	Realizado
1	Limpeza e redução da papelada	Redução da papelada e limpeza do armário (fim da linha) e mesa onde está o PC	RR/Vitor	07-03-2018	✓
2	Limpeza do fosso	Retirada de lixo e restos de sucata do fosso	Rui/FC	07-03-2018	✓
3	Suporte para o rolo da fita preta	Soldar suporte perto da máquina (zona dos chutes) para colocar o rolo	RR	21-03-2018	✓
4	Preparar suporte para o ferro que se utiliza nos chutes	Soldar ou aparafusar suporte na estrutura ao pé do rolo dos chutes	RR	21-03-2018	✓
5	Identificação das ferramentas	Prender o suporte na estrutura da máquina no início, onde se possa colocar as ferramentas (tesoura; x-acto; fita filamentada e dupla face; chave sextavada 10mm; cisalha...)	RR	21-03-2018	✓
6	Retirar bobines antigas	Retirar bobines quase acabadas ou que já não são usadas, de forma a conseguir mais lugares livres	IB	21-03-2018	✓
7	Organizar e identificar bobines	Colocar as bobines mais usadas ao pé do início da linha, organizando as bobines por cor e tipo de revestimento e colocando identificação na parede	Vitor	11-04-2018	✓
8	Preparar carro para os rolos de filme	Carro para transportar rolos de filme (paleta sobre rodas)	RR	31-03-2018	✓
9	Manutenção dos suportes das bobines	Limpar ou arranjar novas paletes para as bobines que estão armazenadas ao lado da linha, pois os atuais danificam as bobines que lá são colocadas	Costa		X

## ANEXO 2 –5’S E GESTÃO VISUAL: FICHAS DE MELHORIA NA LINHA DE CHAPA



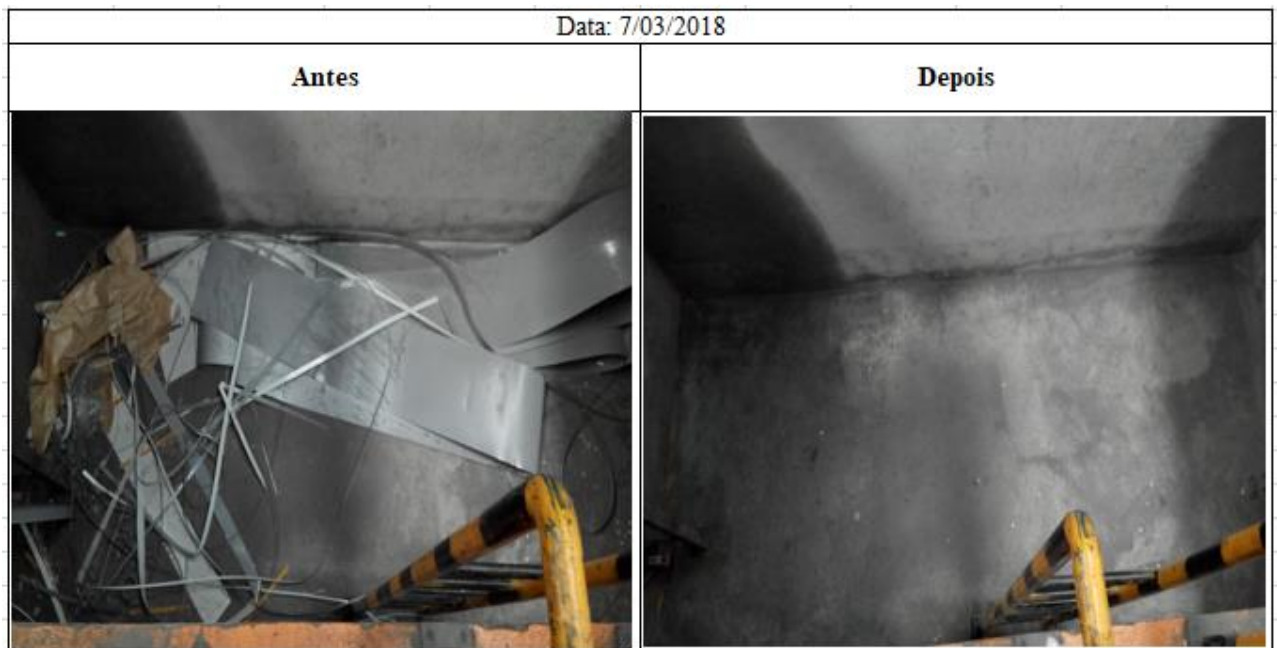
Uma das máximas do 5’S indica que se deve retirar tudo o que está a mais da linha, e manter apenas o necessário. Neste caso, foi retirado da zona envolvente da linha toda a papelada que continha registos de qualidade e produção de anos anteriores, pelo que já não interessava à empresa manter estes dados.

Assim, e de forma a ocupar menos espaço optou-se também por retirar o armário e colocar uma estante de reduzidas dimensões, já que não eram efetuados muitos registos ao longo do ano.





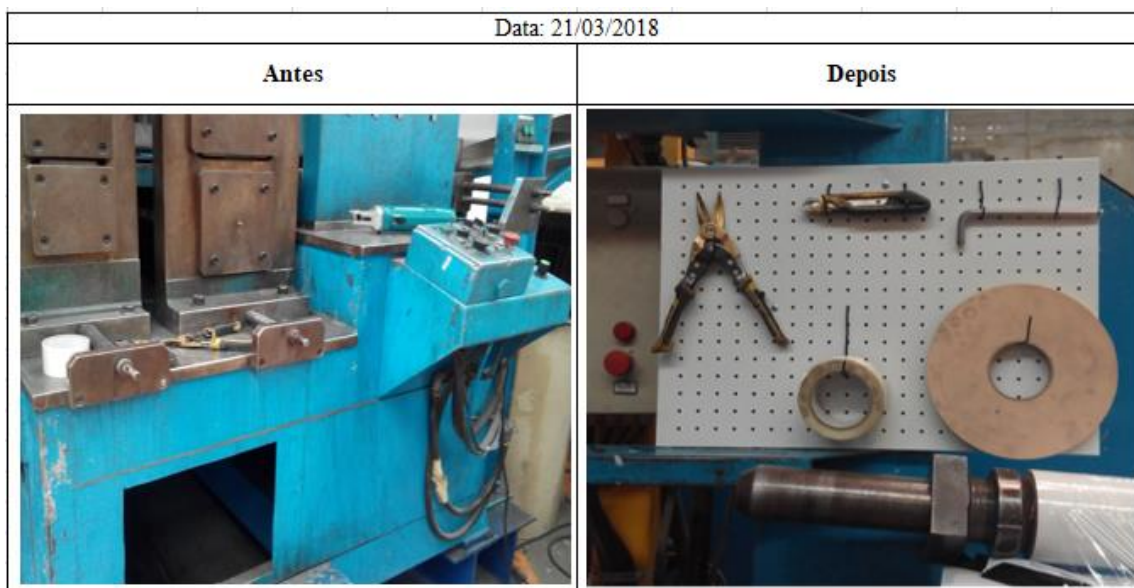
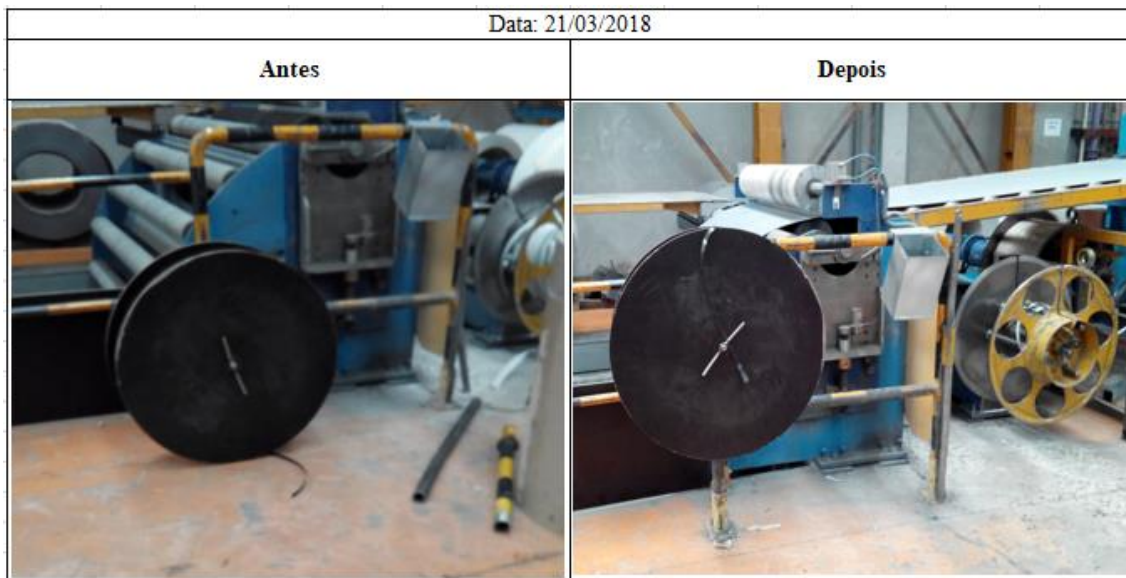
Outra tarefa de limpeza realizada foi a limpeza do fosso onde a chapa é estendida à medida que vai avançando na linha. Evitando assim que a chapa ao passar não se risque no lixo que se encontrava no fundo e dando também um aspeto mais agradável à vista dos utilizadores e visitantes.





Algumas das ferramentas não tinham qualquer sítio específico para serem colocadas, pelo que muitas das vezes estavam em sítio aleatório, onde os próprios operadores nem sabiam às vezes a sua localização.

Assim, foram feitos suportes para afixar as ferramentas necessárias à linha.





Um dos problemas mais graves identificados foi o local de armazenagem das bobines, havia bobines mal organizadas e umas por cima das outras, o que dificultava a tarefa do operador aquando do *setup*.

Além disso, muito do espaço ocupado nesse local era devido a bobines antigas que já não seriam usadas para nenhuma encomenda.

Assim, optou-se retirar essas bobines antigas gastando-as como chapa *flan*, passando a haver mais espaço de armazenagem.

Aproveitando essa ação fez-se também uma organização das bobines por cor e tipo de revestimento. Indicando em cada lugar a cor, o tipo de revestimento (código da bobine) e o respetivo número.





Por fim, no espaço junto ao início da linha os rolos de filme de proteção encontravam-se um pouco desorganizados e havia uma grande dificuldade na movimentação da palete que os transportava. Cada vez que se queria buscar mais filme era sempre necessário o empilhador. Assim, optou-se por fazer um carro de transporte para as paletes dos rolos, evitando o uso do empilhador.





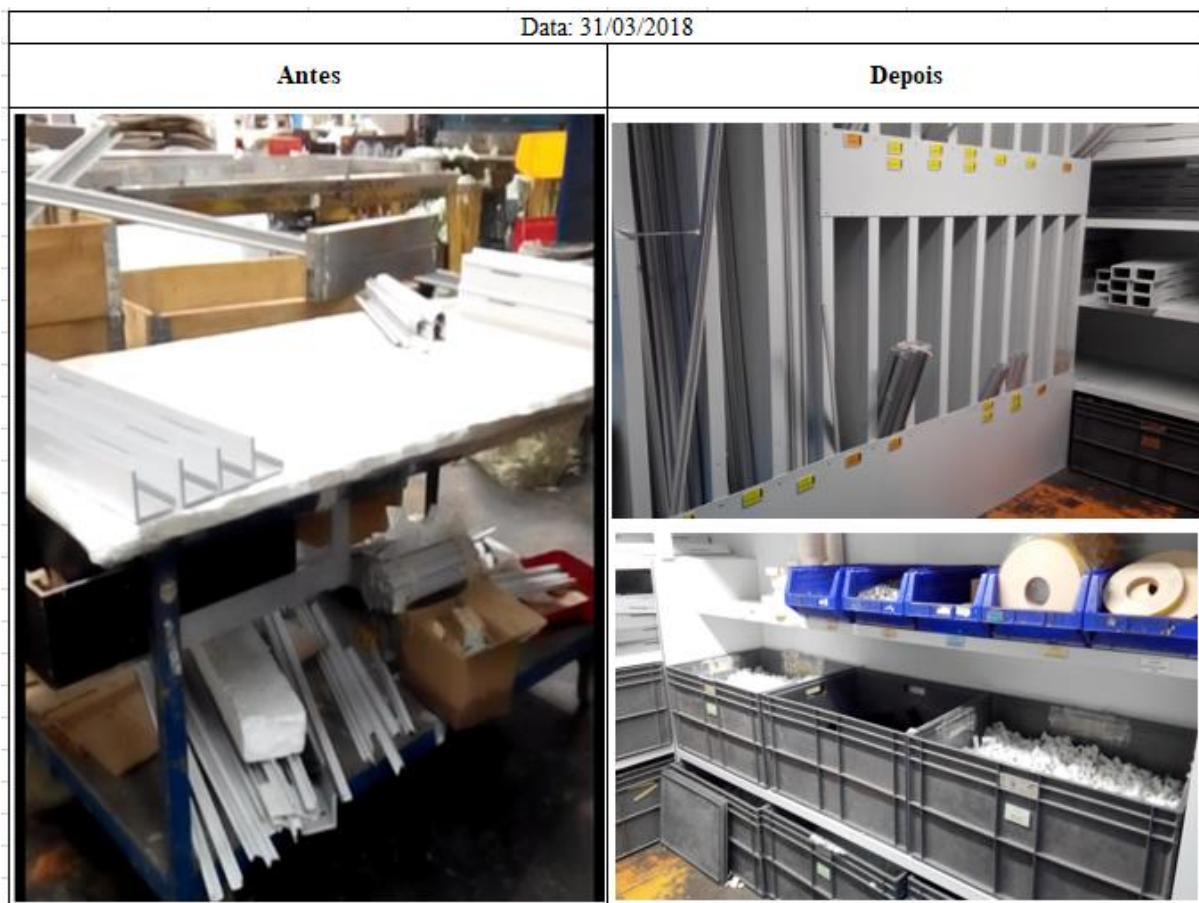
## ANEXO 3 – 5'S E GESTÃO VISUAL: PLANO DE AÇÕES NA PRENSA 5,2 M

	Tema/Ação	Descrição	Responsáveis	Prazo	Realizado
1	Criar arrumação para o material mais necessário	Criar uma estante ou estrutura que englobe o armazenamento da maioria do material existente para a prensa 5,2 m e fazer respetiva identificação	FA/Vitor	31-03-2018	✓
2	Espaçadores mais perto do prato de montagem	Aquando da mudança de moldes ou de dimensões este material está sempre a ser necessário, pelo que deve ficar próximo (criação de mesas)	FA	31-03-2018	✓
3	Espaçadores e moldes devidamente identificados	Colocar identificação por cores nos moldes laterais, de injeção e topos	Vitor	13-04-2018	✓
4	Moldes mais organizados	Moldes colocados nos lugares errados. Solução passa pela reorganização das estantes, colocando guias e identificando devidamente a localização de cada molde	FA/Vitor	13-04-2018	✓

## ANEXO 4 –5’S E GESTÃO VISUAL: FICHAS DE MELHORIA NA PRENSA 5,2 M



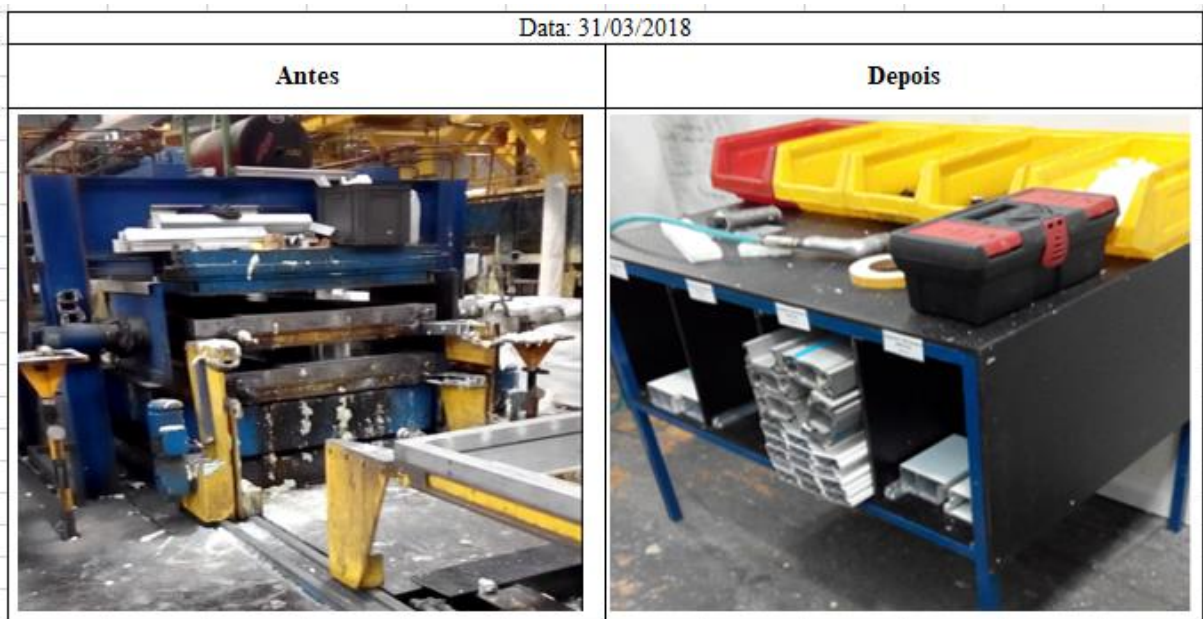
A primeira ação no âmbito da Metodologia 5’S foi arranjar uns compartimentos para guardar material e ferramenta necessária à produção nesta prensa. Estas arrumações serviram para: os perfis e topos ISARK; as bags; calços; entre outros.





De seguida fez-se uns compartimentos para guardar material e ferramenta necessária à produção nesta prensa, nomeadamente os espaçadores necessários para a moldagem dos painéis.

O que antes ficava literalmente em cima da prensa, agora fica numa mesa com cada compartimento para cada medida de espaçador, estando devidamente identificados.

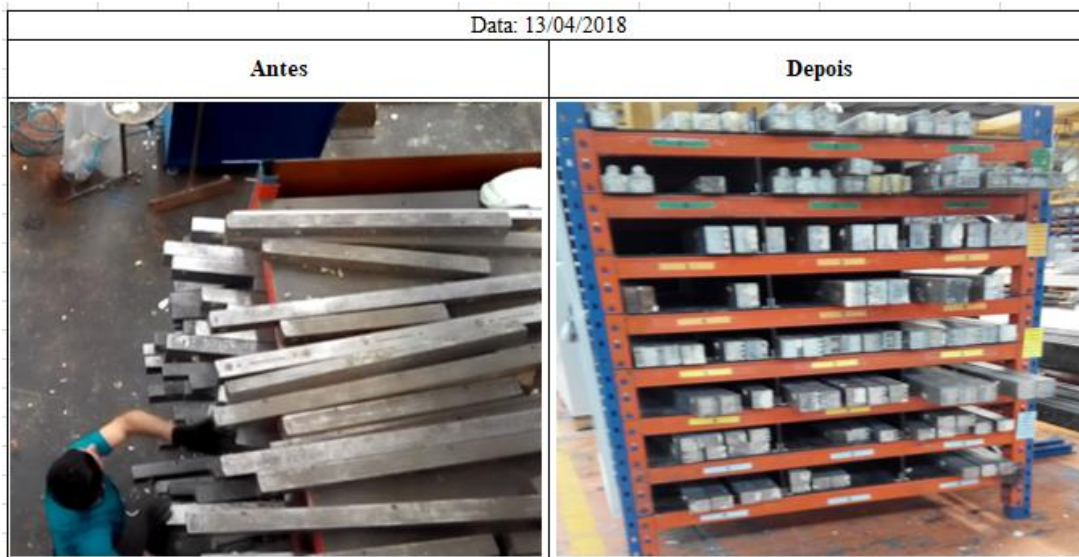




Outra das ações, mais no âmbito da Gestão Visual, foi a organização dos moldes laterais e topos. Fazendo a respetiva identificação e indicando uma cor para cada tipo de painel. Como existem moldes diferentes para cada tipo de painel, e para cada painel existem moldes com diversas medidas, a identificação dos moldes de topo foi feita da seguinte maneira.

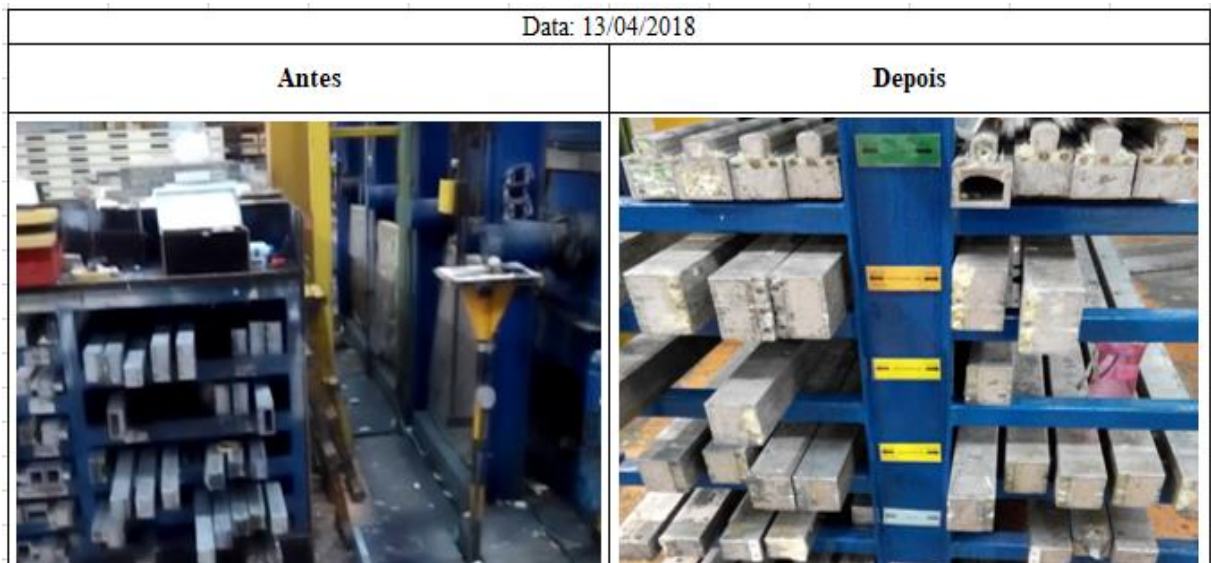
Os moldes utilizados nos painéis SSW/SSO são os mesmos utilizados para os painéis MX e ISARK.

<b>MX 60</b>	<b>MX/ISARK 85</b>	<b>MX/ISARK 105</b>	<b>SL 60</b>
1 - INTERMÉDIO 400	1 - INTERMÉDIO 400	1 - INTERMÉDIO 400	1 - INTERMÉDIO 400
2 - INTERMÉDIO 600	2 - INTERMÉDIO 600	2 - INTERMÉDIO 600	2 - INTERMÉDIO 600
3 - INTERMÉDIO 800	3 - INTERMÉDIO 800	3 - INTERMÉDIO 800	3 - INTERMÉDIO 800
4 - INTERMÉDIO 1000	4 - INTERMÉDIO 1000	4 - INTERMÉDIO 1000	4 - INTERMÉDIO 1000
5 - INTERMÉDIO 1200	5 - INTERMÉDIO 1200	5 - INTERMÉDIO 1200	5 - INTERMÉDIO 1200
6 - TOPO 1320	6 - TOPO 1320	6 - TOPO 1320	6 - TOPO 1320





Como existem moldes de topo e laterais, então os laterais seguiram a mesma organização dos moldes de topo, tanto na cor indicada para cada tipo de painel como também na ordem de como estão os moldes. Os de cima são SL (verde); depois MX/ISARK 105 (laranja); MX/ISARK 85 (amarelo); e MX 60 (azul claro).



**ANEXO 5 – SMED: PLANO DE AÇÕES NA LINHA DE CHAPA**

	Tema/Ação	Descrição	Responsáveis	Prazo	Realizado
1	Rolos de reaproveitamento	Quando a bobine é de reaproveitamento os rolos de cartão ficam ovais com o peso e humidade, pelo que é melhor substituir por rolos de ferro	EM	07-03-2018	✓
2	Afinar batentes na zona de quinagem lateral	Afinar batentes de várias medidas da perfiladora e banco de furação	RR	16-03-2018	✓
3	Parque para as paletes mais usadas e também para os rolos de reaproveitamento	Colocação de um parque de paletes no início para a chapa flan e fim da linha para a chapa quinada, reduzindo as idas ao exterior	Vitor/RR	16-04-2018	✓
4	Reservar lugar para a bobine que entra e que sai	Ter os dois lugares mais próximos do carro que transporta as bobines disponíveis, para a bobine que entra e para a que sai	Vitor	11-04-2018	✓
5	Manivelas	Arranjar uma ferramenta que possa abrir ou fechar a máquina de uma forma mais rápida (elétrico ou pneumático)	EM	20-04-2018	✓
6	Carros para flans	Mais 2 carros para as flans. Fica um para flans 1006 0,5 e 0,6; outro para flans cinza; e outro para inox, PVC, Cores etc	RR/FA/Vitor		X
7	Enrolar bobine	Usar iman para enrolar bobine em vez da fita	RR		X
8	Carro das bobines automático/carro das bobines a andar mais rápido	Carro a mover-se sozinho sem ter de estar sempre a carregar no botão (colocar sensores antes do mandril e antes da parede para evitar colisões) ou colocar duas velocidades	EM		X
9	Registo no PC	Registos no Excel mais simples	RR/IB		X
10	Programas	Organizar lista de programas por ordem alfabética de forma a ser mais intuitiva a sua escolha	EM		X

**ANEXO 6 – SMED: FICHAS DE MELHORIA NA LINHA DE CHAPA**

Ações Linha de chapa			
Data: 7/03/2018		nº	1
Tema	Rolos de reaproveitamento		
Problema	Rolos de cartão das bobines de reaproveitamento degradam-se ao longo do tempo, sendo difícil aquando da sua introdução no mandril		
Causa	Ao ser de cartão este degrada-se com a chuva, humidade e peso da própria bobine		
Melhoria	Substituir os rolos de cartão por rolos de ferro, que são mais duradouros		
Resultado	Permitem uma rápida introdução da bobine no mandril da máquina aquando do <i>setup</i>		



Ações Linha de chapa		
Data: 16/03/2018	nº	2
Tema	Afinar batentes na zona da quinagem lateral	
Problema	Batentes desafinados	
Causa	Provoca a demora na configuração da nova largura, não sendo muito exata a medida pretendida, implicando demasiados ajustes	
Melhoria	Afinar batentes	
Resultado	Batentes afinados permitem que os ajustes às novas larguras sejam um pouco mais rápidos	
		

Ações Linha de chapa		
Data: 16/03/2018	nº	3
Tema	Parque para as paletes mais usadas e também para os rolos de reaproveitamento	
Problema	Em quase todos os setups era necessário buscar paletes ao exterior, tanto para chapa quinada como para flans	
Causa	Quando não se produzia para o stock das estantarias havia necessidade de ir buscar novas paletes ao exterior, o que causa demora aquando dos setups	
Melhoria	Decidiu-se criar quatro parques para as paletes mais usadas (2000 mm, 2200 mm, 2400mm, e 3030mm) tanto pela linha de chapa como também para as outras que lhe eram próximas. Sendo que haveria depois de ir sendo repostos esse stock de um máximo de 10 paletes	
Resultado	Eliminação da atividade externa "Buscar paleta de chapa quinada e flans (ao exterior)" e redução do tempo da atividade externa "Buscar rolo de reaproveitamento se mudar largura"	



Ações Linha de chapa		
Data: 11/04/2018	nº	4
Tema	Reservar lugar para bobine que entra e que sai	
Problema	Durante o <i>setup</i> perdia-se muito tempo na busca da bobine que ia entrar e também na arrumação da que ia sair	
Causa	Ponte de transporte muito lenta nas movimentações	
Melhoria	Ao ter os dois lugares, um de cada lado, mais próximo do carro vazios, é possível diminuir os tempos na troca durante o <i>setup</i>	
Resultado	Diminuição da atividade interna "retirar/colocar bobine do mandril" e a busca e arrumação da bobine passa agora para o pré e pós <i>setup</i> respetivamente	



Ações Linha de chapa		
Data: 20/04/2018	nº	5
Tema	Adicionar ferramenta rotativa nas manivelas	
Problema	São necessárias muitas rotações para mudar a largura	
Causa	As manivelas que servem para abrir/fechar máquina aquando da mudança de largura requerem muito trabalho manual e perde-se aqui muito do tempo de setup	
Melhoria	Anexação de uma ferramenta, tipo berbequim, que faça o mesmo trabalho que o operador só que de uma forma muito mais rápida e mais ergonómica para o mesmo	
Resultado	Rapidez na abertura e fecho da máquina e menos desgaste para o operador. Redução das atividades internas "Abrir/Fechar máquina na zona do banco de furação" e " Abrir/Fechar máquina na zona de quinagem lateral"	



## ANEXO 7 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO DA LINHA DE CHAPA

Instrução Operacional na ocorrência de um Setup						Documento em Teste
Linha de chapa						Página 1 de 1
Operador	Ferramenta	Tempo (min)	Conductor de empilhador/Supervisor	Ferramenta	Tempo (min)	
<b>Tarefas a realizar 15 min antes do setup</b>						
Notificar Empilhadorista/Supervisor do setup		1,0				
<b>Tarefas a realizar 10 min antes do setup</b>						
			Buscar rolo de reaproveitamento se mudar largura			1,0
			Preparar próximo rolo de filme através da introdução do suporte metálico	chave sextavada		1,5
			Preparar e deixar perto do fim da linha o carro para a chapa (colocar por cima uma paleta)	empilhador		4,0
			Buscar a próxima bobine para os lugares reservados. Ou colocar no mandril se a bobine anterior acabar	ponte transportadora de bobines		3,0
<b>Tarefas a realizar durante o setup</b>						
Cortar chapa	cisalha	0,5	Retirar "chutes"			2,0
Prender a bobine com calcador superior do mandril e iniciar enrolamento	calcador e fita filamentada	0,5	Retirar/Colocar paleta para <i>flans</i>	empilhador		3,0
Adicionar fita no fim da bobine	fita de dupla face	0,5	Trocar carros no fim da linha	empilhador		3,0
Retirar bobine do mandril	carro transportador de bobine e ponte	1,5				
Colocar e alinhar a nova bobine no mandril	carro transportador de bobine e ponte	1,5				
Iniciar desenrolamento e colar bobine seguinte ao fim da anterior	calcador	0,5				
Regular os rolos niveladores de pressão e regular rolo nervurador de acordo com a OF (liso ou nervurado)	manivela de afinação dos rolos	0,5				
<b>B O B I N E</b>						
<b>F I L M E</b>	Cortar filme e despertar travão	x-ato	0,5	Auxiliar operador na troca do filme se necessário		2,0
	Trocar rolos do filme	guincho	2,0			
	Apertar travão e esticar filme (centrar o filme na chapa)		1,0			
<b>L A R G U R A</b>	Cortar chapa e colar à bobine de reaproveitamento	cisalha e fita filamentada	1,0	Trocar bobine de reaproveitamento (nas situações de alargamento da linha, o corte da chapa deve ser efetuado pelo empilhadorista/supervisor)	cisalha/porta paletes manual	3,5
	Verificar e regular discos de corte	gabari	1,5			
<b>B O B I N E</b>	Retirar chapa ou <i>flans</i> da bobine anterior		2,0	Recolher chapa quinada da bobine anterior ou ajudar nas <i>flans</i>		2,0
	Prender o "chutes"		1,0			
	Retirar 1ª chapa com defeito (emenda)		2,0			
<b>L A R G U R A</b>	Afinar guias e reguladores de largura no banco de furação para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)	berbequim	1,5	Afinar guia e regulador de largura da perfiladora para as dimensões pretendidas (400, 600, 800, 1000, 1200 mm)	berbequim	1,0
	Introdução do programa de acordo com a OF		2,0			
<b>Tarefas a realizar após o setup</b>						
Registo da produção		2,0	Tirar primeiras chapas ou <i>flans</i> até o operador terminar o registo			2,0
			Arrumar bobine no respetivo lugar	ponte transportadora de bobines		2,0



## ANEXO 8 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO DA PRENSA 5,2 M

Purever Industrial Solutions		Método de Trabalho Uniformizado				Documento em Teste			
		Prensa 5,2 m				Página 1 de 1			
<p><b>ZONA DE TRABALHO DOS OPERADORES</b></p> <p> <span style="color: green;">●</span> Operador 1 - Injetor  <span style="color: yellow;">●</span> Operador 2 - Injetor auxiliar  <span style="color: blue;">●</span> Operador 3 - Conductor de posto         </p>									
<b>DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS NA PREPARAÇÃO DOS PRATOS</b>									
	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)	Tarefa	Ferramenta	Tempo (min)
Se mudar medidas	Tirar painéis do prato (colocar os painéis de uma forma plana no painel anterior)		1,5	Tirar painéis do prato (colocar os painéis de uma forma plana no painel anterior)		1,5	Ajudar a tirar os painéis em cada um dos pratos		1,5
	Retirar moldes e espaçadores		2,0	Retirar moldes e espaçadores		2,0	Ajudar o operador que efetuar troca de moldes		4,0
	Colocar novos moldes e espaçadores		2,0	Colocar novos moldes e espaçadores		2,0			
	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	2,0	Limpar moldes	espátula, berbequim e martelo	2,0	Registo da prensada anterior		2,0
	Limpar prato	pistola de ar	1,0	Limpar prato	pistola de ar	1,0	Identificação de painéis (ajudar operadores com a chapa caso seja de grandes dimensões)		3,0
	Aplicar desmoldante	pinxel	1,0	Aplicar desmoldante	pinxel	1,0			
Colocar chapas exteriores no prato		1,5	Colocar chapas exteriores no prato		1,5				
Fechar moldes e puxadores		1,5	Fechar moldes e puxadores		1,5				
ISARK	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	2,5	Colocar caixas de ligação e bags no prato	chave de caixas	2,5	Caso tenha cumprido as tarefas acima, deve ajudar os operadores a terminar a preparação dos pratos (ajudar nos mais difíceis - SL ou ISARK)		
	Rebitar caixas	rebitador	3,0	Rebitar caixas	rebitador	3,0			
SSW/SSO	Colocar perfis/topos		1,0	Colocar perfis/topos		1,0			
	Colocar calços de madeira		1,5	Colocar calços de madeira		1,5			
SL/SA	Pôr fita em volta da chapa fenólica		1,0	Pôr fita em volta da chapa fenólica		1,0			
	Colocar perfis PVC/Alumínio		1,5	Colocar perfis PVC/Alumínio		1,5			
	Furar perfil PVC/Alumínio	berbequim	1,5	Furar perfil PVC/Alumínio	berbequim	1,5			
	Colocar Mastix/Fita nos cantos		2,0	Colocar Mastix/Fita nos cantos		2,0			
	Colocar calços de poliuretano		1,0	Colocar calços de poliuretano		1,0			
	Colocar chapas interiores no prato		1,5	Colocar chapas interiores no prato		1,5			
	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		1,0	Colocar plástico de proteção no intervalo dos painéis		1,0			
	Limpar a parte inferior dos pratos para evitar futuras amolgadelas nos painéis	espátula	1,0	Limpar a parte inferior dos pratos para evitar futuras amolgadelas nos painéis	espátula	1,0			
<b>DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS NA TROCA DE PRATOS (SETUP)</b>									
	Programar injeção		1,0	Limpeza/Reparação de painéis enquanto é efetuada a troca de pratos	espátula e lixa	2,0	Abrir prensa e efetuar troca de pratos (Ajustar sempre os tempos de prensagem)		2,0
	Verificar, e limpar se necessário, a parte inferior da prensa	espátula	1,0						
	Injeção		2,0	Auxiliar na injeção (colocar tampões)	martelo	2,0	Abrir caixas de ligação e moldes	chave de caixas	3,0
				Deve, se necessário, levar poliuretano para retificar buracos nos painéis	espátula	1,0			
OBS:	Caso os pratos estejam prontos antes de terminar o tempo de prensagem, todos os operadores devem ajudar nas tarefas de limpeza/retificação de painéis (garantir limpeza da superfície do painel em reparação, para não amolgar o próximo)								

Vítor Varela Ferreira

Metodologia SMED - Estudo do Trabalho e Redução dos Tempos de Setup

**Tese de Mestrado**

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Professor Engenheiro Luís Manuel Gonçalves Paiva

