

MELHORIA DE PROCESSO NA LINHA LFT RECORRENDO A FERRAMENTAS *LEAN* E SUA ADAPTAÇÃO A NOVA MATÉRIA-PRIMA

Joana Raquel Pinho Soares

1130567

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



MELHORIA DE PROCESSO NA LINHA LFT RECORRENDO A FERRAMENTAS *LEAN* E SUA ADAPTAÇÃO A NOVA MATÉRIA-PRIMA

Joana Raquel Pinho Soares

1130567

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Paulo Ávila e Eng.º José Barbosa, orientador na Inapal Plásticos, S.A..

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Ana Maria Raposo João

Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Paulo António da Silva Ávila

Professor Coordenador, ISEP

Co-orientador

Hélio Cristiano Gomes Alves de Castro

Professor Adjunto Convidado, ISEP

Arguente

Maria Sameiro Faria Brandão Soares Carvalho

Professor Associado, UM

Aos meus pais e irmã.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Paulo Ávila, orientador académico do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela disponibilidade demonstrada ao orientar as etapas que constituíram esta dissertação de estágio. Queria também agradecer ao coorientador, Professor Doutor Hélio Castro.

À Inapal Plásticos e a todos os que na empresa me proporcionaram esta oportunidade, pelos recursos disponibilizados e tempo despendido a auxiliar-me com qualquer questão.

Ao Eng.º José Barbosa, orientador por parte da empresa, e a Pedro Camelo, João Mansinho e António Teixeira, por todo o auxílio dado no desenrolar do trabalho, assim como aos colaboradores da linha em estudo pela ajuda e disponibilidade durante todo o processo.

À minha família e amigos, pelo constante apoio e união durante todo o percurso, em especial aos meus pais e à minha irmã, que sempre acreditaram e orgulharam das minhas conquistas.

Ao meu namorado por estar sempre presente, pela sua paciência e compreensão durante os momentos de concentração para a realização deste trabalho.

Por fim, a todos os que em algum momento da minha vida me ajudaram a chegar onde estou hoje.

PALAVRAS CHAVE

6S, SMED, *layout*, *Long Fiber Thermoplastic*, *Sheet Moulding Compound*

RESUMO

Dadas as exigências da era industrial que se vive hoje e da concorrência proveniente destas, torna-se cada vez mais indispensável a obtenção dos lucros de produção, não pelo aumento da margem de venda, mas sim pela redução dos custos de produção e aumento de produtividade. Para tal, têm surgido ao longo das últimas décadas diversas técnicas focadas na melhoria contínua do processo de produção, e adaptadas a todo o tipo de indústria.

A empresa onde foi realizado o projeto produz peças em material compósito para o ramo automóvel onde existe um nível competitividade e exigência muito elevado, daí a necessidade da implementação de métodos de melhoria contínua. Nesta situação específica foi também analisada a adaptação de uma linha de produção de forma a aumentar a sua flexibilidade entre diferentes materiais.

O trabalho desenvolvido ao longo deste projeto pretende fazer uso de algumas dessas ferramentas para melhorar a produtividade, pela redução do tempo gasto em mudança de lotes de fabrico, *setup*, e também pela melhoria na área de trabalho em geral, pela simplificação das tarefas do dia-a-dia.

Começou-se por formar os operadores sobre como estas técnicas podem influenciar não só a produtividade como também a qualidade do trabalho, antes de se iniciar o estudo com base nas respetivas ferramentas, de maneira a incluir os trabalhadores nas implementações a ser realizadas. Analisaram-se os *setups*, para cronometrar tempos e observar a forma como estavam a ser executadas as tarefas de forma a perceber que melhorias poderiam ser sugeridas. Para a alteração do *layout*, foram analisadas as capacidades físicas e produtivas dos equipamentos envolvidos, procedendo posteriormente às considerações a ser feitas para contornar os problemas existentes.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as melhorias implementadas para a redução dos tempos e também a nível da organização da área, foram positivos e contribuem para um aumento da produtividade da empresa. Obteve-se um aumento de 12% nos resultados das auditorias 6S e uma redução de, aproximadamente, 25% no tempo de execução de *setup*.

KEYWORDS

6S, SMED, layout, Long Fiber Thermoplastic, Sheet Moulding Compound

ABSTRACT

Given the demands of today's industrial age and the competition raised by these, it becomes indispensable to obtain production profit, not by increasing the sales margin, but by reducing production costs and increasing productivity. For such, several techniques have been developed over the last decades focused on continuous improvement of the production process, adapted to any type of industry.

The company where this project was developed produces parts in composite materials for the automotive industry where the competitiveness and demand are extremely high, creating the need for the implementation of continuous improvement methods. In this specific situation it was also analyzed the adaptation of a production line in order to increase its flexibility between different materials.

The work developed throughout this project intends to make use of some of these tools to improve the productivity, by reducing the time spent changing production lots, setup, and also by improving the work area in general, thru simplification of daily tasks.

It began by training the employees on how these techniques can influence not just the productivity, but also work quality too, before starting the study base on these tools, so the workers could be involved in the implementations to be carried out. Setups were analyzed by measuring times and observing how the tasks were performed to understand what improvements could be suggested. In order to change the layout, the physical and productive capacities of the equipment involved were analyzed, so that considerations could be done to overcome existing problems.

The results obtained show that the implemented changes for time reduction and to organize the area in a more attractive workspace were positive and contributed to productivity growth of the company. There was an increase of 12% in the results of 6S audits and a reduction of, approximately, 25% in setup time.

LISTA DE UNIDADES E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

GMT	<i>Glass Mat Thermoplastic</i>
IP	Inapal Plásticos
LFT	<i>Long Fiber Thermoplastic</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PP	Polipropileno
SMC	<i>Sheet Moulding Compound</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>

Lista de Unidades

ton	Toneladas
m	Metros

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Gripper</i>	Equipamento que permite o contacto temporário com o objeto a ser agarrado, garantindo o posicionamento e orientação enquanto transporta o objeto, pode fazer o transporte com recurso a ventosas.
<i>Layout</i>	Posicionamento no espaço de departamentos ou postos de trabalho, de modo a minimizar um custo, satisfazendo um conjunto de restrições.
<i>Lean</i>	Combinação de novas técnicas organizacionais com máquinas cada vez mais sofisticadas para produzir mais com menos recursos e menos mão-de-obra.
<i>Long Fiber Thermoplastic (LFT)</i>	Termoplástico reforçado com fibras de vidro ou carbono.
<i>Sheet Moulding Compound (SMC)</i>	Material compósito de fibras de reforço dispersas numa pasta de resina termoendurecível.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - INAPAL PLÁSTICOS, S.A. – LEÇA DO BALIO (SEDE)	33
FIGURA 2 - ESQUEMA DE PRODUÇÃO DE LFT [13]	37
FIGURA 3 - ESQUEMA DE COMPOSIÇÃO DE LFT	37
FIGURA 4 - DIAGRAMA DE ENCADEAMENTO DO PROCESSO LFT	38
FIGURA 5 - MOLDES AGRUPADOS	39
FIGURA 6 - FERRAMENTAS DE PUNÇONAGEM AGRUPADAS	39
FIGURA 7 - ROLOS DE SMC [5]	40
FIGURA 8 - PRODUÇÃO DE SMC [7]	41
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE ENCADEAMENTO DE PROCESSO SMC	42
FIGURA 10 - PEÇAS DE AMOSTRA (ESQUERDA); PEÇAS COM DEFEITO (DIREITA)	44
FIGURA 11 - MATERIAIS DESARRUMADOS E/OU INÚTEIS	45
FIGURA 12 - ESQUEMA 6S	51
FIGURA 13 - ETIQUETA VERMELHA	52
FIGURA 14 - IMPLANTAÇÃO EM LINHA [4]	56
FIGURA 15 - IMPLANTAÇÃO EM CÉLULA DE FABRICO [4]	56
FIGURA 16 - IMPLANTAÇÃO EM OFICINA DE FABRICO [4]	57
FIGURA 17 - IMPLANTAÇÃO POR PROJETO [4]	57
FIGURA 18 - DEFINIÇÃO DA ÁREA DA ETIQUETA VERMELHA	62
FIGURA 19 - SELEÇÃO	62
FIGURA 20 - ÁREA DA ETIQUETA VERMELHA APÓS SELEÇÃO	63
FIGURA 21 - BANCA - ANTES E DEPOIS	64
FIGURA 22 - MARCAÇÕES NO CHÃO - ANTES E DEPOIS	64
FIGURA 23 - IDENTIFICAÇÃO DE LOCAL DE PEÇAS REJEITADAS	65
FIGURA 24 - PEÇAS SOBRE FERRAMENTAS - ANTES E DEPOIS	65
FIGURA 25 - KIT DE LIMPEZA	66
FIGURA 26 - ÁREA DE COMUNICAÇÃO LFT	67
FIGURA 27 - LIGAÇÃO DO TUBO DE ÓLEO - BVH2	73
FIGURA 28 - MODIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DA LIGAÇÃO DE ÓLEO - BVH2	74
FIGURA 29 - CABOS DA PRENSA DE CORTE	76
FIGURA 30 - CILINDROS DE PARALELISMO JUNTO À PRENSA (ESQUERDA); GUINCHO (DIREITA)	77
FIGURA 31 - SISTEMA DE APERTO RÁPIDO: PO100 (ESQUERDA); PHP3600 (DIREITA)	78
FIGURA 32 - LAYOUT DAS SECÇÕES DA FÁBRICA	82
FIGURA 33 - LAYOUT DA LINHA LFT	86
FIGURA 34 - BANCA DE CORTE DE SMC	89
FIGURA 35 - LAYOUT - PROPOSTA 1	92
FIGURA 36 - LAYOUT - PROPOSTA 2	94

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PRODUTOS DA EMPRESA	34
TABELA 2 - LEGENDA DO DIAGRAMA DE ENCADEAMENTO DO PROCESSO LFT	38
TABELA 3 - LEGENDA DO DIAGRAMA DE ENCADEAMENTO DO PROCESSO SMC	42
TABELA 4 - DEFINIÇÃO DA ESCALA - AUDITORIA 6S	43
TABELA 5 - OEE - <i>WORLD CLASS</i> VS INAPAL	45
TABELA 6 - DESCRITIVO DOS TIPOS DE PARAGENS	46
TABELA 7 - DEFINIÇÃO DE MARCAÇÕES DO CHÃO DE FÁBRICA	53
TABELA 8 – TEMPOS POR CATEGORIA DE <i>SETUP</i> - PRENSA PHP3600 (ANÁLISE 1)	71
TABELA 9 - TEMPOS POR CATEGORIA DE <i>SETUP</i> - PRENSA PHP3600 (ANÁLISE 2)	71
TABELA 10 - TEMPOS POR CATEGORIA DE <i>SETUP</i> - PRENSA PO100 (ANÁLISE 1)	72
TABELA 11 – COMPARAÇÃO DE TEMPOS DE POSICIONAMENTO	73
TABELA 12 – TEMPOS POR CATEGORIA DE <i>SETUP</i> – PRENSA PO100 (ANÁLISE 2)	75
TABELA 13 - DECOMPOSIÇÃO DOS TEMPOS DA TAREFA DE LIGAÇÃO DE CABOS E TUBOS	75
TABELA 14 - TEMPO DE APERTO E DESAPERTO DOS PARAFUSOS DE FIXAÇÃO	78
TABELA 15 - MATRIZ DE TEMPOS MÉDIOS DE <i>SETUP</i>	79
TABELA 16 - MATRIZ DE FREQUÊNCIA DE <i>SETUPS</i> EM 20 MESES	79
TABELA 17 - TEMPOS MÍNIMOS DE <i>SETUP</i>	80
TABELA 18 - ANÁLISE DAS MELHORIAS PROPOSTAS	81
TABELA 19 - PREVISÃO DE VENDAS	83
TABELA 20 - TEMPOS DE PRODUÇÃO	83
TABELA 21 - TEMPOS DE MOLDAÇÃO	83
TABELA 22 - OCUPAÇÃO DE MÁQUINA POR PEÇA	84
TABELA 23 - OCUPAÇÃO TOTAL DA MÁQUINA	84
TABELA 24 - LEGENDA DO <i>LAYOUT</i> DA LINHA LFT	87
TABELA 25 - PESO DOS MOLDES	87
TABELA 26 - CAPACIDADE DOS EQUIPAMENTOS ENVOLVIDOS NA TROCA DE MOLDES	88

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	ENQUADRAMENTO	27
1.2	OBJETIVOS	28
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
2	A EMPRESA	33
2.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	33
2.2	PRODUTOS DA EMPRESA	34
2.3	MATERIAIS E PROCESSOS PRODUTIVOS	35
2.3.1	MATERIAL – <i>LONG FIBER THERMOPLASTIC</i> (LFT)	35
2.3.2	PROCESSO PRODUTIVO DA LINHA LFT	37
2.3.3	MATERIAL – <i>SHEET MOULDING COMPOUND</i> (SMC)	40
2.3.4	PROCESSO PRODUTIVO COM SMC	41
2.4	APRESENTAÇÃO DOS PROBLEMAS	43
2.4.1	CASO 1	43
2.4.2	CASO 2	47
3	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	51
3.1	METODOLOGIA 6S	51
3.2	GESTÃO VISUAL	53
3.3	OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY (OEE)	54
3.4	DIAGRAMA DE PARETO	54
3.5	SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)	54
3.6	LAYOUTS	56
4	DESENVOLVIMENTO	61
4.1	CASO 1 – MELHORIAS NA LINHA DE LFT RECORRENDO A FERRAMENTAS LEAN	61
4.1.1	IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 6S	61
4.1.2	IMPLEMENTAÇÃO SMED	69
4.2	CASO 2 – ADAPTAÇÃO DA LINHA DE LFT PARA SMC	82
4.2.1	CAPACIDADE DA LINHA	82
4.2.2	ANÁLISE DE <i>LAYOUT</i>	85
4.2.3	PROPOSTAS DE ADAPTAÇÃO	90
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	97
5.1	CONCLUSÕES	97
5.2	PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	97
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	101
7	ANEXOS	105

7.1 ANEXO 1: AUDITORIA 6S – LFT - INICIAL	105
7.2 ANEXO 2: DADOS DA ANÁLISE DE PARETO	107
7.3 ANEXO 3: MATRIZ 6S	109
7.4 ANEXO 4: AUDITORIA 6S – LFT - FINAL	111
7.5 ANEXO 5: ORÇAMENTO KIT DE LIMPEZA	113
7.6 ANEXO 6: RELATÓRIO LUMINOTÉCNICO – LINHA LFT	115
7.7 ANEXO 7: ANÁLISE DE SETUP	117
7.7.1SETUP DA PRENSA DE MOLDAÇÃO: SAI BVH2 <i>SINGLE</i> > ENTRA ECRAN B9 DUPLO	117
7.7.2SETUP DA PRENSA DE MOLDAÇÃO: SAI BVH2 DUPLO	118
7.7.3SETUP DA PRENSA DE CORTE: SAI BVH2 <i>SINGLE</i> > ENTRA BVH2 DUPLO	119
7.7.4SETUP DA PRENSA DE CORTE: SAI FUNDO FALSO DIANTEIRO <i>SINGLE</i> > ENTRA BVH2 DUPLO	120
7.8 ANEXO 8: CÁLCULO DE PAYBACK – SISTEMA DE APERTO RÁPIDO	121
7.9 ANEXO 9: CAPACIDADE DA LINHA – CÁLCULO DE IMPRODUTIVIDADES	123

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Face ao desenvolvimento exponencial evidenciado na indústria ao longo das últimas décadas verificou-se um aumento significativo dos padrões de exigência das empresas de forma a manterem a competitividade, sendo um dos setores mais afetados a este nível o automóvel principalmente devido à sua exigência. Este fator levou ao aparecimento de diversas ferramentas de eliminação de desperdícios, com o objetivo de manter os preços competitivos sem perder a margem de lucro.

Para sobrevivência das empresas, estas precisam de se adaptar às rápidas mudanças e inovações da indústria, desenvolvendo produtos melhores, mais baratos e de entrega mais rápida, de forma a ultrapassar a concorrência. Para tal é extremamente importante uma mentalidade de melhoria contínua dos processos, tendo em vista a redução de tempos, desperdícios e falhas de qualidade.

Surge assim, a mentalidade *Lean* com o propósito de promover uma cultura de melhoria contínua nos negócios. Esta filosofia, foca-se na redução do gasto de recursos, considerando que qualquer gasto que não acrescente valor ao produto final é um desperdício e, como tal, deve ser eliminado [15].

Estas ferramentas e as suas aplicações são o ponto fulcral deste trabalho, onde irão ser estudadas e aplicadas numa empresa do ramo automóvel, de forma a melhorar a sua eficiência produtiva.

As ferramentas *Lean* têm como objetivo melhorar o processo de produção, no entanto, não é só o processo que necessita de melhoria e inovação, desta forma, ao longo das últimas décadas tem-se vindo a explorar novos materiais, entre eles os materiais compósitos, já que conciliam elevadas propriedades mecânicas e baixo peso, um fator crucial nos setores dos transportes, automóvel e aeronáutico principalmente.

Um material diz-se compósito quando resulta da combinação de dois ou mais materiais distintos. Utilizam-se atualmente compósitos de elevado desempenho mecânico, fundamentalmente à base de fibras de vidro, carbono, aramida, híbridos de carbono-aramida, e até fibras de boro em aplicações mais específicas. O objetivo é conseguir estruturas onde a elevada resistência específica e a grande leveza se associam a uma enorme liberdade de conceção do produto [14].

Na indústria automóvel, o constrangimento de custos com que se deparam os construtores determina que a produção se faça adaptada a elevadas cadências e baixos custos. Assim, os compósitos de matriz de poliéster e reforço em fibra de vidro ocupam um lugar de destaque. Nos anos 30, a Ford iniciou a aplicação de materiais compósitos

em modelos seus, embora o maior sucesso conhecido seja a realização de uma estrutura em fibra de vidro para o Chevrolet Corvette em 1953 [14].

1.2 Objetivos

No seguimento do já descrito previamente, o objetivo deste projeto é a melhoria, através de técnicas *Lean*, de uma linha de produção de peças compósitas. Estas melhorias consistem em diminuir tempos de *setup*, de produção e criação de um espaço de trabalho mais organizado e visual. Dentro deste propósito, o trabalho está dividido em dois grandes objetivos:

Primeiramente, pretende-se reduzir o tempo de *setup*, de 2h para 1,5h, reduzir o espaço ocupado na área da linha com meios de fabrico, contentores, entre outros e, também a redução das taxas de improdutividade. Para tal, são essenciais a aplicação da filosofia *Lean*, nomeadamente a metodologia 6S e SMED.

O segundo ponto a abordar será a adaptação da linha para produção de peças não só em LFT, mas também em SMC como nos restantes pontos da fábrica, visto ser esse o material principal na produção na empresa. Esta proposta visa o aumento da flexibilidade e adaptabilidade da linha em estudo.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação é composta por um conjunto de cinco capítulos, começando pelo atual capítulo 1, destinado à introdução e enquadramento do tema em estudo, assim como os seus objetivos e estruturação.

O capítulo 2 foca-se na empresa onde foi realizado o projeto, onde é apresentada a sua história, tipo de produtos e materiais com respetivo processo produtivo. Após apresentação da empresa e dos seus processos, apresentaram-se os problemas em estudo.

Sabendo quais os problemas em questão, passou-se ao capítulo 3, onde são apresentadas as ferramentas necessárias para a solução destes e que serão posteriormente abordados ao longo da dissertação.

O capítulo 4 corresponde ao desenvolvimento do trabalho, parte principal da dissertação, visto que contém a análise e propostas de melhoria para os problemas enunciados no segundo capítulo.

Para finalizar, são apresentadas as conclusões retiradas da execução do trabalho e como as melhorias implementadas ou sugeridas melhoram o desempenho da empresa.

Complementa-se com a apresentação de propostas de trabalho a ser implementadas futuramente.

A EMPRESA

2.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.2 PRODUTOS DA EMPRESA

2.3 MATERIAIS E PROCESSOS PRODUTIVOS

2.4 APRESENTAÇÃO DOS PROBLEMAS

2 A EMPRESA

2.1 Apresentação da Empresa

A Inapal Plásticos, S.A. (IP), tem mais de 40 anos de experiência no setor automóvel, tendo começado por trabalhar em chapa como Inapal, S.A., fundada em 1972, tendo posteriormente evoluído para a fabricação de peças em materiais compósitos. Nas décadas de 1980/1990 começou a investir numa nova área de tecnologia, moldação em material compósito, *Sheet moulding compound* (SMC). Dada a evolução destas duas áreas distintas da empresa, esta foi dividida em duas independentes, Inapal Plásticos, S.A. e Inapal Metal, S.A., que atualmente já não possuem qualquer conexão.

A Inapal Plásticos manteve a localização em Leça do Balio, Matosinhos (Figura 1), e deu início à sua atividade em 1991, atualmente conta com uma segunda unidade industrial em Palmela, no Parque Industrial Volkswagen Autoeuropa, construída para dar resposta ao crescente número de projetos. A empresa conta atualmente com um total de 330 colaboradores nas duas unidades industriais. O seu trabalho em equipa permitiu a obtenção das certificações ISO14001:2015, OHSAS18001:2015 e IATF16949:2016.



Figura 1 - Inapal Plásticos, S.A. – Leça do Balio (Sede)

O *core business* da IP consiste na conceção, desenvolvimento, fabrico e entrega de produtos utilizando tecnologias de transformação de materiais compósitos de matriz termoplástica e termoendurecível, usando SMC (termoendurecível) como principal matéria-prima de produção, mas também *Long Fiber Thermoplastic* (LFT), material termoplástico.

Para atingir os seus objetivos de excelência, a empresa segue os princípios expressos através da missão e visão:

Missão:

Desenvolver e produzir peças que se destaquem no setor automóvel pela sua qualidade, maximizando valor para clientes e acionistas estabelecendo objetivos para todas as atividades e processos de negócio, concentrando-se no princípio da prevenção de danos para a saúde, nomeadamente na diminuição dos impactos ambientais e na diminuição de acidentes de trabalho.

Visão:

Satisfazer as expectativas dos seus clientes fornecendo produtos com qualidade, respeitando rigorosamente todos os requisitos legais e outros aplicáveis, promovendo o bem-estar dos seus colaboradores e o desenvolvimento sustentável.

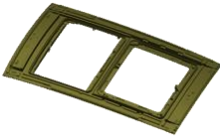







Valores:

- Satisfação do Cliente
- Prioridade à Segurança das pessoas
- Produção Sustentável

2.2 Produtos da Empresa

A IP produz uma elevada variedade de produtos, abaixo apresentam-se alguns exemplos:

Tabela 1 - Produtos da Empresa

Descrição	Produtos IP	Aplicação
<u>Sun Roof</u> (SMC) IP Leça		
<u>Portas</u> <u>Unidade de</u> <u>Refrigeração</u> (SMC) IP Leça		
<u>Mala e Spoiler</u> <u>Classe A</u> (SMC) IP Palmela		
<u>Proteção</u> <u>Motor</u> (LFT) IP Leça		

2.3 *Materiais e Processos Produtivos*

A empresa produz peças em três tipos de materiais diferentes, sendo que o principal é o SMC, depois o LFT e *Glass Mat Thermoplastic* (GMT), este último a nível quase residual. Ao longo deste projeto apenas irão ser abordados temas relacionados com os dois primeiros materiais referenciados, assim sendo, será apresentada neste capítulo uma breve explicação das características do material e sobre o modo como é produzido. Esta, seguida de uma descrição do processo produtivo executado no fabrico das peças de cada um destes materiais, no sentido de melhor entender as melhorias implementadas. É dada esta explicação por serem materiais pouco comuns sobre os quais há escassa informação na literatura. Devido a esta falta de informação, foram consultados documentos da empresa e esclarecidas dúvidas com pessoas experientes no manuseamento destes materiais, para complementar a informação bibliográfica.

2.3.1 *Material – Long fiber thermoplastic (LFT)*

A matéria-prima usada no processo em estudo é o LFT, que consiste essencialmente no reforço de um termoplástico, neste caso particular o polipropileno (PP), com fibras de vidro ou carbono, sendo que nesta situação é usado o vidro. Podem ser adicionados à mistura outros componentes, aditivos para conferir outras propriedades específicas.

A produção de LFT é realizada internamente, em linha com o restante processo de produção. Este fator permite que exista uma certa liberdade para ajustar as características do material a qualquer momento e evita também números elevados de materiais em *stock* com diferentes parâmetros [11].

Propriedades do LFT

Este tipo de material concilia rigidez, robustez e dureza, as suas elevadas propriedades mecânicas são a razão pela qual é frequentemente considerado um substituto para metais.

A utilização de uma quantidade superior de fibra impregnada no plástico eleva a sua rigidez, o que aumenta a sua capacidade de suporte de carga permitindo projetar produtos de menor espessura, e aumenta também a resistência a temperaturas elevadas. Geralmente, um plástico rígido é mais frágil, no entanto, quanto mais extensas forem as fibras, menor será esse risco, como demonstrado no Gráfico 1.

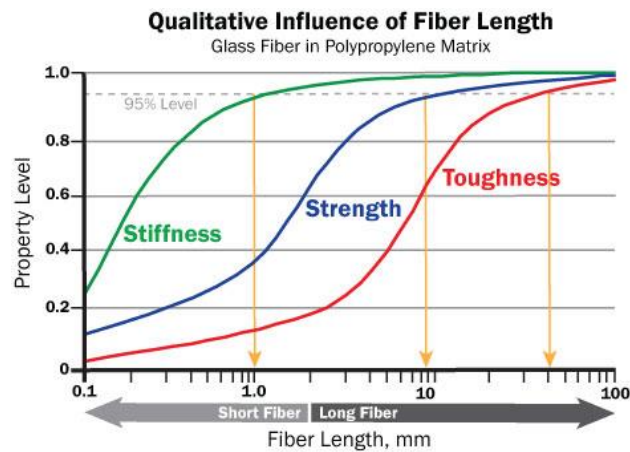


Gráfico 1 - Influência do Comprimento da Fibra nas Propriedades dos Materiais [17]

Para além da quantidade, o comprimento das fibras tem elevada influência nas propriedades, quanto mais longas forem, mais robusta será a peça, no entanto tem que haver uma definição cuidada do máximo permitido. Isto porque, fibras muito longas podem ficar presas na máquina, impedindo a passagem do material, ou no momento da moldação podem também não fluir no molde, causando faltas de enchimento na peça. Durante o processo de moldação, as fibras podem igualmente causar problemas, não só faltas de enchimento, como também o alinhamento destas na direção do fluxo do material no molde. Daí ser tão importante a ponderação das quantidades e comprimento das fibras utilizadas.

O peso reduzido comparativamente a metais com as mesmas propriedades mecânicas é um dos principais fatores para a utilização de LFT, visto ser uma das maiores preocupações dos mercados automóvel e aeronáutico. A leveza do produto reduz os consumos de combustíveis e, conseqüentemente, as emissões. A base plástica do LFT faz com que este seja resistente à corrosão e à condutividade térmica, outro benefício em relação à utilização de metais.

Produção de LFT

Tendo em vista a produção do material, a linha começa com uma extrusora dupla, isto é, com dois sem-fim, o primeiro executa a mistura dos componentes plásticos, introduzidos através de doseadores, criando uma pasta, comumente designada de plastificado, passando de seguida para o segundo sem-fim, juntamente com os fios de fibra de vidro, ou *roving*, cortados pelo movimento do sem-fim e misturado com o plastificado até ficar o mais homogêneo possível, garantindo assim uma boa dispersão das fibras pela peça. Este processo está representado no esquema da Figura 2.

Long Fiber Thermoplastic Molding

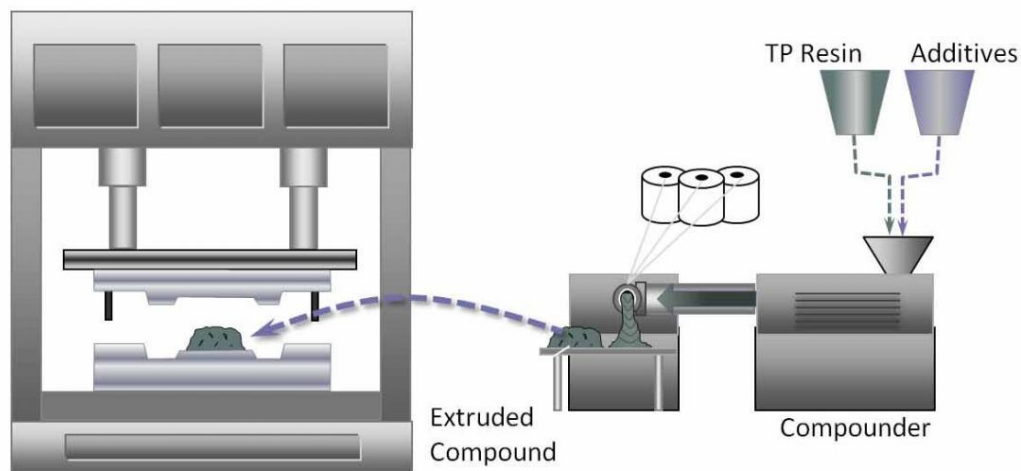


Figura 2 - Esquema de produção de LFT [13]

As quantidades usadas na produção de LFT são muito variáveis, uma vez que podem ser manipuladas para cada produto, pode-se dizer que de forma geral a sua constituição terá valores na ordem dos apresentados no esquema da Figura 3.

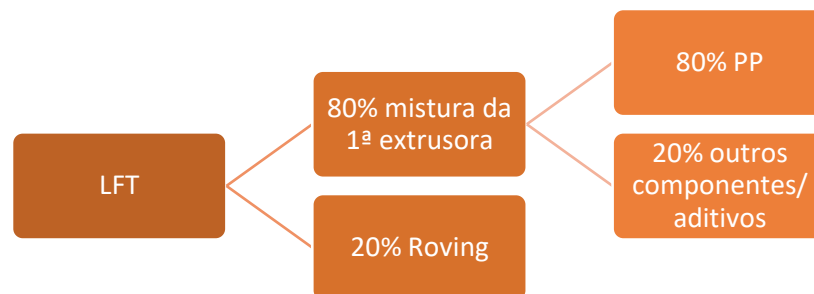


Figura 3 - Esquema de composição de LFT

2.3.2 Processo Produtivo da Linha LFT

Para melhor entender a totalidade do processo produtivo da linha, elaborou-se um diagrama de encadeamento do processo, apresentado na Figura 4, representando sequencialmente as diferentes etapas.

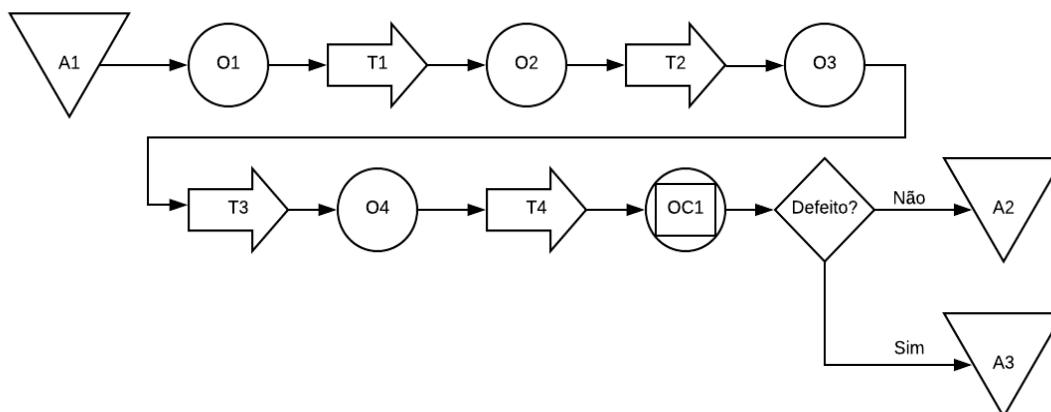


Figura 4 - Diagrama de Encadeamento do Processo LFT

Na Tabela 2 está apresentada a legenda ao diagrama de processo apresentado anteriormente, com uma descrição sucinta do que representa cada etapa.

Tabela 2 - Legenda do Diagrama de Encadeamento do Processo LFT

Código	Nome	Tarefa
A1	Armazém 1	Armazenamento da matéria-prima
O1	Operação 1	Mistura da matéria-prima na extrusora
T1	Transporte 1	Transporte da extrusora para a prensa PHP3600 pelo <i>robot 1</i>
O2	Operação 2	Moldação
T2	Transporte 2	Transporte da prensa para os conformadores pelo <i>robot 2</i>
O3	Operação 3	Conformação
T3	Transporte 3	Transporte dos conformadores para a prensa PO100 pelo <i>robot 2</i>
O4	Operação 4	Punçonagem
T4	Transporte 4	Transporte da prensa para o tapete de saída pelo <i>robot 3</i>
OC1	Operação com Controlo 1	Rebarbagem com controlo de defeitos
A2	Armazém 2	Contentor de expedição
A3	Armazém 3	Sucata

Após a análise do diagrama e com melhor entendimento sobre as tarefas e a sua ordem de execução, é apresentada nos próximos parágrafos uma explicação mais completa das operações.

Começando pela mistura das matérias-primas explicada previamente, prossegue-se com a saída das cargas, já com as dimensões e massas corretas, através de um tapete

transportador, onde há um *robot* (*robot 1*) que se move para agarrar e colocar a carga na prensa de moldação.

A primeira carga que sai da extrusora após uma paragem, tanto longa como de pequena duração, é sempre descartada. Isto acontece porque o primeiro material que sai está ressequido por ter estado parado dentro da extrusora e a mistura não fica com a homogeneidade desejada.

Dadas as características/dimensões da prensa e das peças, há situações em que se podem colocar dois moldes simultaneamente na prensa (moldes agrupados), como na Figura 5.



Figura 5 - Moldes Agrupados

Após moldação, um segundo *robot* (*robot 2*) remove as peças da máquina, estas não podem seguir diretamente da prensa de moldação para a punçõagem pois, devido à elevada temperatura com que saem da moldação, requerem a utilização de conformadores, de forma a evitar defeitos. Os conformadores, que desempenham igualmente a função de arrefecedores, encontram-se na zona entre as duas prensas. Após diminuição da temperatura, o mesmo *robot* coloca as peças na prensa de punçõagem, Figura 6.

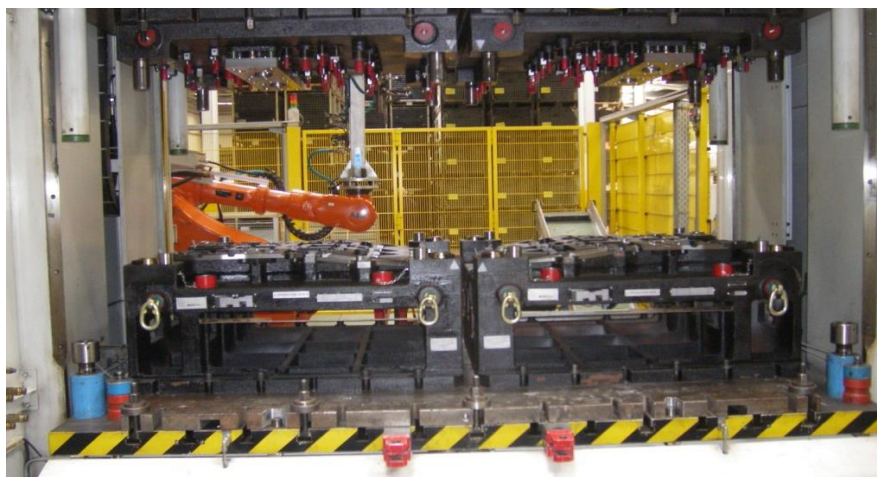


Figura 6 - Ferramentas de Punçõagem Agrupadas

Quando a prensa desce, o punção corta as zonas definidas da peça e o material cortado cai para uma chapa colocada entre o molde de punçonagem e a mesa da prensa, que dada a sua inclinação fará com que este caia num tapete transportador que o transfere para o exterior da linha, onde é depositado num contentor. Após este processo, está instalado o terceiro e último *robot* da linha, *robot 3*, que agarra as peças e coloca-as no tapete de saída, onde os operários procedem à rebarbagem e embalagem destas.

Como já visto, pode-se adicionar LFT triturado à restante matéria-prima, o que permite reaproveitar o material de peças defeituosas/sucata e material cortado que sai da punçonagem. Para este processo, existe um equipamento na zona exterior da fábrica que o executa.

2.3.3 Material – *Sheet moulding compound* (SMC)

A matéria-prima mais utilizada na IP, e que se pretende estender também para a linha com o presente estudo, é o *Sheet moulding compound* que, ao contrário do LFT, tem uma matriz termoendurecível e não é produzido internamente, é comprado em rolos (Figura 7) prontos a serem cortados e colocados na prensa para moldação.



Figura 7 - Rolos de SMC [5]

Este é um compósito de fibras de vidro, assim como o LFT, dispersas numa pasta de resina de poliéster insaturada termoendurecível. As resinas de poliéster termoendurecíveis são largamente usadas na fabricação do SMC, uma vez que apresentam múltiplas vantagens, como:

- Bom equilíbrio entre propriedades mecânicas, elétricas e químicas;
- Boa estabilidade dimensional;
- Facilidade de adaptação com vista a características especiais;
- Custo reduzido [5].

Tem, no entanto um ponto menos positivo, a concentração de estireno presente na matéria, um elemento tóxico e que em grandes concentrações é prejudicial para a

saúde, ou seja, requer maiores cuidados ao nível da ventilação e no manuseamento que deve ser sempre efetuado com luvas.

À resina e à fibra de vidro são acrescentados diversos aditivos para melhorar as propriedades do compósito, podem variar muito entre materiais, dependendo das características que se pretendem alcançar. Esta versatilidade de controlar as propriedades da matéria-prima é um dos pontos mais favoráveis à escolha deste composto.

Os tipos de aditivos são variadíssimos, desde desmoldantes para facilitar a extração da peça do molde, catalisadores para iniciar a reação química que desencadeia a polimerização, retardadores de combustão até pigmentos para conferir a cor desejada à peça.

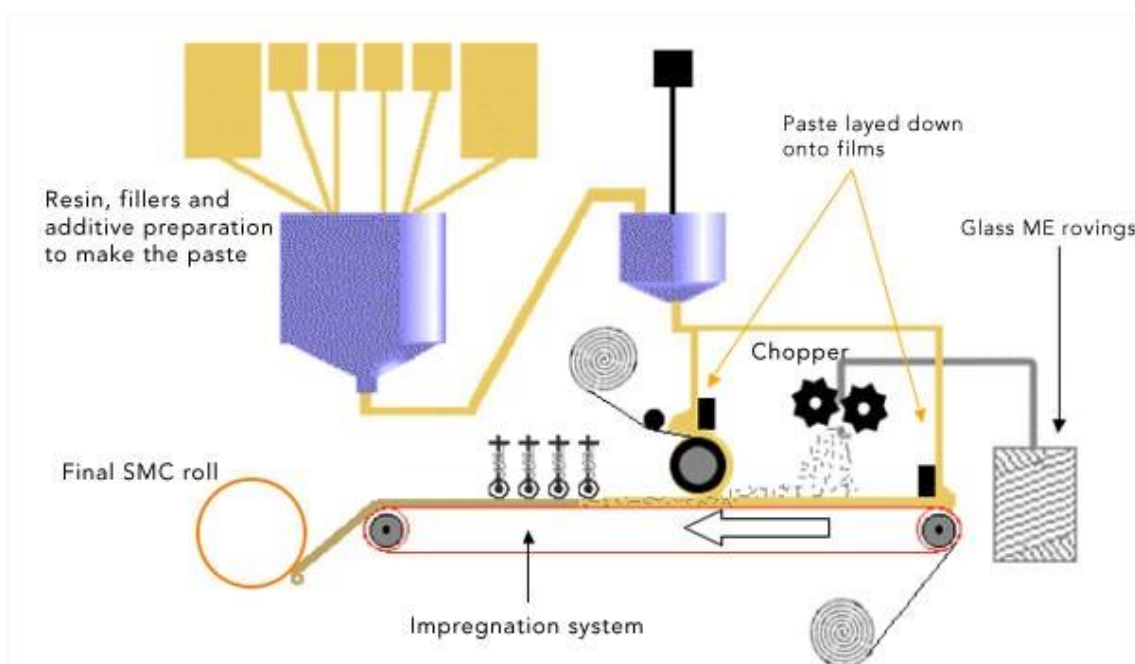


Figura 8 - Produção de SMC [7]

As principais etapas do fabrico do SMC são a preparação da pasta e a impregnação, representadas na Figura 8. Esta primeira recorrendo a um equipamento de mistura e dispersão, que garantem uma boa mistura de resinas e aditivos, e a segunda etapa corresponde à impregnação das fibras de vidro cortadas na pasta de forma aleatória [5; 12].

2.3.4 Processo Produtivo com SMC

De forma a tornar a explicação do processo produtivo mais clara, começou-se por compor um diagrama de encadeamento do processo semelhante ao realizado anteriormente para o processo produtivo de LFT, este é apresentado na Figura 9.

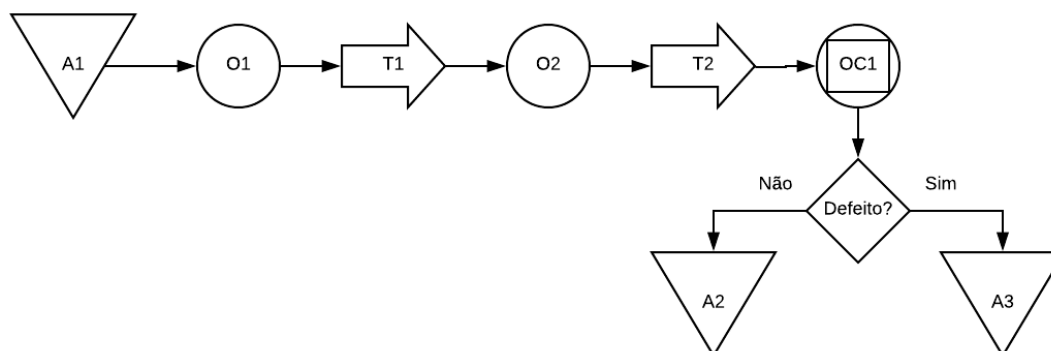


Figura 9 - Diagrama de Encadeamento de Processo SMC

A legenda das operações mostradas no diagrama de encadeamento da Figura 9, está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Legenda do Diagrama de Encadeamento do Processo SMC

Código	Nome	Tarefa
A1	Armazém 1	Armazenamento de matéria-prima
O1	Operação 1	Corte do material
T1	Transporte 1	Transporte do material da banca para a prensa
O2	Operação 2	Moldação
T2	Transporte 2	Transporte da peça da prensa para a banca de rebarbagem
OC1	Operação com controlo 1	Rebarbagem com controlo de defeitos
A2	Armazém 2	Contentor
A3	Armazém 3	Sucata

O SMC, ao contrário do LFT, não é produzido nas instalações da empresa, são adquiridos em rolos já preparados com as características pretendidas. Neste caso, o rolo é cortado em tiras com várias dimensões que serão distribuídas no molde, conforme definido previamente. São geralmente colocadas algumas camadas em altura para que, com a pressão de moldação escoem até preencher a totalidade da superfície moldante, evitando faltas de enchimento nas peças.

Este tipo de material tem de ser produzido com o molde aquecido, efeito produzido através de canais de vapor no interior deste. É necessário fazer uma verificação periódica a este parâmetro, pois a descida ou aumento da temperatura poderá levar a um aumento de problemas nas peças e, em último caso, até danos no molde.

Após a colocação da fibra no molde, esta é comprimida e, durante esse período dá-se a polimerização do material que lhe confere as características desejadas.

2.4 Apresentação dos Problemas

Serão estudados dois problemas relacionados com a linha de produção de LFT, isto deve-se ao facto de que a linha de LFT é a única secção da fábrica que é totalmente independente das restantes, todo o processo de produção é contínuo desde o fabrico da matéria-prima até à peça final, ao contrário dos restantes processos, que são divididos em áreas de moldação, corte, pintura e montagem. Este foi um dos motivos da escolha desta secção para estudo, uma vez que todos os processos estão agregados num mesmo local.

Iniciando-se pela melhoria da linha tal como se encontra no início deste projeto, ao nível da gestão visual da linha e área circundante e de tempos de *setup*. O segundo caso tem já perspetivas para o futuro e pretende torná-la mais flexível de forma a permitir o fornecimento de um maior leque de produtos.

2.4.1 Caso 1

Partiu-se de uma análise ao estado em que se encontrava a secção em estudo, com a realização de uma auditoria 6S, com o objetivo de entender o problema em causa.

O documento elaborado para a execução da auditoria pode ser consultado no anexo 7.1. Esta apresenta um total de trinta e seis pontos a analisar, relacionados com cada um dos S's, e foram avaliados numa escala de 0 a 5, conforme a escala indicada na Tabela 4, definida para este estudo.

Tabela 4 - Definição da Escala - Auditoria 6S

Escala	Quantidade de Problemas
0	5 ou mais problemas
1	4 problemas
2	3 problemas
3	2 problemas
4	1 problemas
5	0 problemas

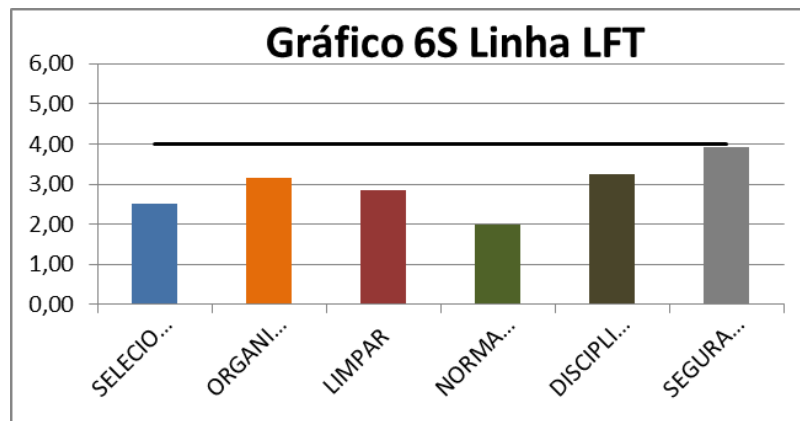


Gráfico 2 - Resultado Auditoria 6S Inicial

O resultado da auditoria está apresentado no Gráfico 2, e como se pode observar ficou aquém do valor definido, a avaliação global média foi de apenas 2,94 o equivalente a 58,8%.

Com isto observou-se que havia diversos pontos a ser melhorados ao nível da gestão visual, uma vez que a área se encontrava desorganizada em muitos pontos. Como se pode ver pela Figura 10, havia várias peças dispersas pela zona, sendo que estes são apenas alguns exemplos.



Figura 10 - Peças de Amostra (esquerda); Peças com Defeito (direita)

No entanto, não eram só peças que estavam em locais inadequados, outros materiais, quer úteis quer não, estavam também em pontos incorretos, como é possível observar na Figura 11.



Figura 11 - Materiais desarrumados e/ou inúteis

Após esta observação inicial, verificou-se então a necessidade da aplicação de metodologia 6S para resolver e melhorar este problema.

Uma vez que a linha é automática e, as perspetivas de otimizações ao processo de produção propriamente dito são diminutas. Os restantes temas já foram igualmente abordados anteriormente, estudados e melhorados, no entanto é ainda possível verificar certos aspetos com alguma margem para melhoria e será nestes que o estudo se irá focar.

2.4.1.1 Análise do OEE

De modo a avaliar o desempenho da linha, decidiu-se partir pelo cálculo do OEE, Eficiência Global dos Equipamentos. Para a realização desse cálculo, foram utilizados dados do ano 2017, presentes num documento onde é mantido um registo diário de peças produzidas, boas ou com defeitos, tempos de paragem planeados ou não, e ainda de produção.

Após a obtenção destes resultados, estes foram comparados com os valores *World Class* pelos quais as empresas se orientam, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - OEE - *World Class* vs Inapal

OEE			
<i>World Class</i>		<i>Inapal</i>	
Eficiência	95%	Eficiência	92%
Qualidade	99%	Qualidade	97%
Disponibilidade	90%	Disponibilidade	84%
OEE	85%	OEE	76%

Como é possível observar, todos os índices na IP estão ainda abaixo do valor esperado, no entanto aquele em que há maior discrepância é na disponibilidade, 6% abaixo do

valor definido para *World Class*. De forma a avaliar a razão deste valor, optou-se por recorrer a um Diagrama de Pareto. Considerou-se esta uma ferramenta útil para a avaliação das paragens na linha, uma vez que os operadores para além de registarem as paragens, classificam-nas, podendo assim organizar-se as paragens por tipo e avaliar quais as que causam maior impacto na operação da linha.

2.4.1.2 Análise de Paragens

Como anteriormente referido, os operadores registam e classificam todas as paragens, estas são divididas em 24 categorias, apresentadas na Tabela 6 .

Tabela 6 - Descritivo dos Tipos de Paragens

N.º	Descritivo	N.º	Descritivo
1	Arranque série / Final produção	13	Ferramenta FF Tras.
2	Abastecimento	14	Ferramentas Ecran
3	Extrusora ZSE / ZSG / PAZ	15	Robô 3 / <i>Gripper</i> 3
4	Robô 1 / <i>Gripper</i> 1	16	Outras avarias da linha
5	Prensa 3600	17	<i>Setup</i> da linha
6	Molde FF Tras.	18	Intervenção de manutenção
7	Molde FF Diant.	19	Falta de contentores
8	Moldes Ecran	20	Falta de matéria-prima
9	Robô 2 / <i>Gripper</i> 2	21	Intervalo
10	Mesas de refrigeração	22	Outras paragens
11	Prensa PO100	23	Molde BVH2
12	Ferramenta FF Diant.	24	Ferramenta BVH2

Para analisar o impacto destas paragens, foi elaborado o diagrama de Pareto, com os tempos médios por tipo de falha em relação ao tempo total de paragem da linha.

Após concluída a análise do Gráfico 3, foi possível constatar que o fator com maior impacto no tempo produtivo da linha é o *setup* e, como consequência, é necessário implementar medidas para reduzir a influência desta paragem. Concluindo-se desta forma a necessidade de aplicação da metodologia SMED, uma mais-valia para a redução de tempos de *setup*.

A segunda paragem com maior impacto na paragem de linha é a intervenção de manutenção, pretende-se combater este segundo fator com a metodologia 6S, isto porque, ao tornar o posto de trabalho mais limpo e visual, torna-se mais fácil a identificação de anomalias.

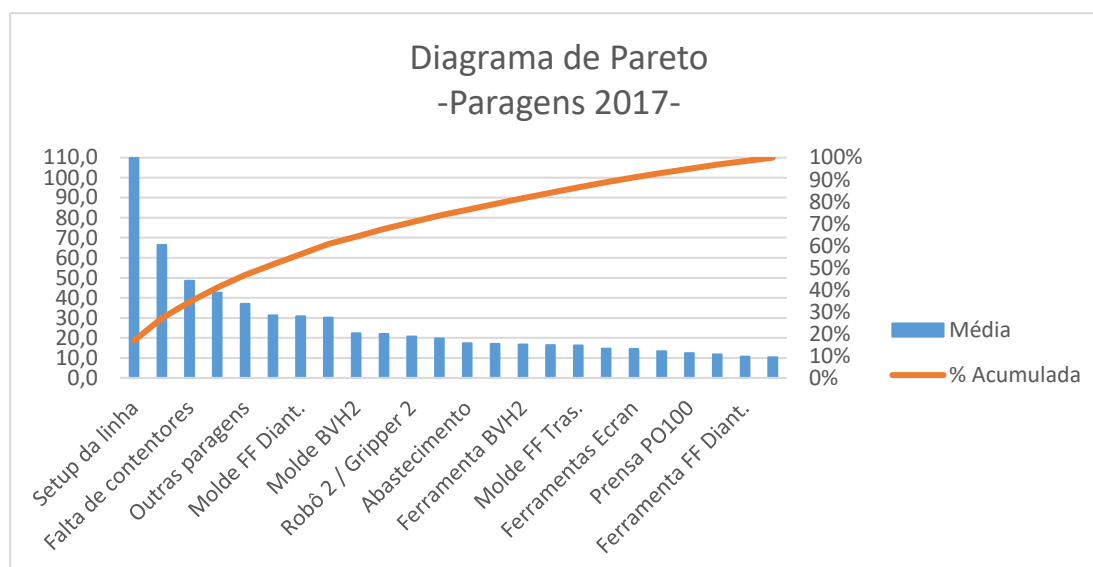


Gráfico 3 - Diagrama de Pareto - Paragens de 2017

2.4.2 Caso 2

Após a apresentação do primeiro problema a analisar, passa-se à exposição do segundo caso em análise, que tem origem no fim de vida de algumas das peças produzidas na linha e que, devido à especificidade do seu processo, único na fábrica, faz com que, sem esses projetos a linha passe num futuro próximo a estar maioritariamente parada, devido à redução significativa de produção. Assim, de forma a reaproveitar os equipamentos, pensou-se em adaptá-la de maneira a que seja possível produzir peças em SMC.

Esta proposta acarreta custos elevados de investimento inicial, uma vez que uma das principais diferenças entre os dois materiais é que o LFT é moldado com os moldes frios e o SMC com os moldes aquecidos, o que implica a instalação de um circuito de vapor na prensa. Esta proposta também irá necessitar de uma adaptação de *layout*, pois não se prevê a utilização dos *robots* e a prensa de punçõnagem na produção de componentes em SMC, o que requer uma preparação do *layout* de forma a que a permuta entre SMC e LFT decorra de forma fluída e com o menor impacto possível na produtividade.

Para fazer o estudo de adaptação da linha, escolheu-se um projeto em início de vida, ainda em fase protótipo, para que, caso se verifique a exequibilidade do mesmo, este possa ser implementado. O projeto escolhido é do cliente Carrier Transicold, peças para revestir sistemas de refrigeração de camiões, uma vez que para além da razão já mencionada, é de grandes dimensões, o que só permite a sua produção nas prensas de maior capacidade, 2000 e 2100 toneladas, já sobrecarregadas atualmente na empresa. A prensa da linha em estudo é a maior da fábrica, com 3600 toneladas, tornando-a uma boa solução para aliviar a carga dos outros equipamentos.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

3.1 METODOLOGIA 6S

3.2 GESTÃO VISUAL

3.3 OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY (OEE)

3.4 DIAGRAMA DE PARETO

3.5 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)

3.6 LAYOUTS

3 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

De forma a proceder à análise e melhoria dos casos de estudo propostos, foi necessário o uso de diversas técnicas e conhecimentos, os quais estão apresentados neste capítulo para melhor compreensão do projeto realizado.

3.1 Metodologia 6S

Esta é uma filosofia que representa 6 disciplinas que visam manter os postos de trabalho limpos, organizados e visuais, simplificando o ambiente de trabalho, o que reduz os desperdícios e melhora os níveis de segurança, qualidade e produtividade.

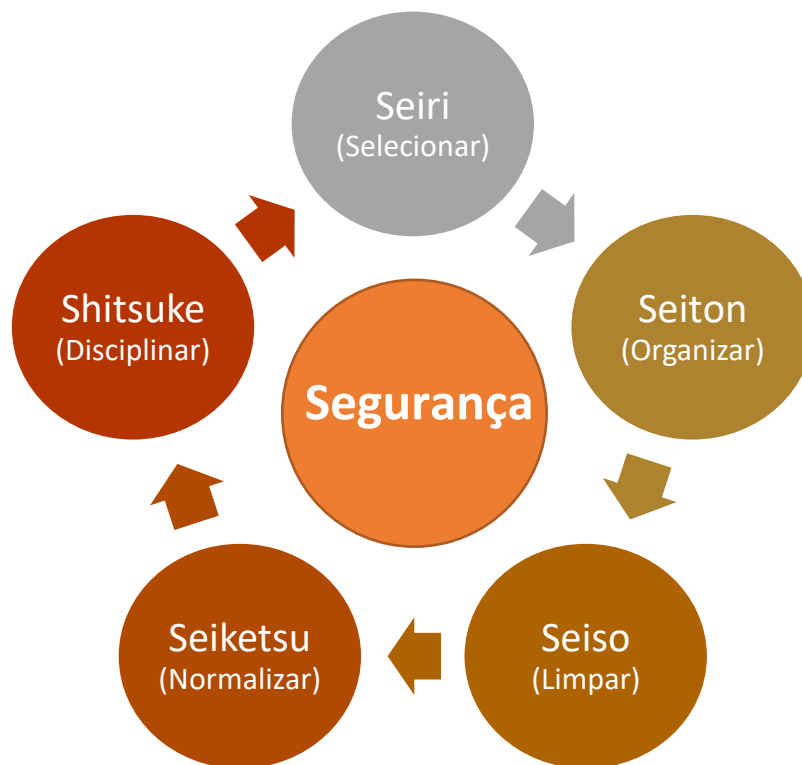


Figura 12 - Esquema 6S

Anteriormente, eram apenas considerados 5S's, aqueles representados no anel exterior do esquema acima, Figura 12, implementados pelo *Toyota Production System* (TPS), mais recentemente, adicionou-se um sexto S para enfatizar a importância da segurança em todas as etapas da implementação *Lean* [1].

1. **Selecionar (Seiri)** – Remover todos os materiais não necessários do posto de trabalho, em caso de dúvida se se deve eliminar e enviar para o lixo, recorrendo ao *Sistema da Etiqueta Vermelha*. Para além de ver o que está a mais no posto, deve-se analisar também o que falta.

a. Sistema da Etiqueta Vermelha

A metodologia 6S será a que melhor cultura de limpeza incute nas empresas quando aplicada com seriedade, no entanto, apesar das etapas de seleção de desperdícios e limpeza, o principal obstáculo é a alteração da mentalidade dos colaboradores para que consigam distinguir o que é útil do que é supérfluo, o que resulta num ambiente de trabalho desorganizado e por consequência, menos produtivo.

Era necessária a criação de um método simples que permitisse que qualquer pessoa conseguisse identificar os itens inúteis, daí o surgimento do Sistema da Etiqueta Vermelha.

O critério baseia-se em colocar uma etiqueta vermelha em qualquer material não necessário para a produção, obsoleto ou defeituoso que quem está a seleccionar não tenha conhecimento ou autoridade para tomar uma decisão sobre o mesmo [8].

1. Selecionar	Etiqueta Vermelha
Descrição:	Quantidade:
Área de trabalho:	
Nome:	Data:

Figura 13 - Etiqueta Vermelha

Após o preenchimento da etiqueta, esta é colocada no objeto em causa e colocado numa área pré-definida (Área da Etiqueta Vermelha – *Red Tag Area*), e quando estiver tudo seleccionado, é reunida uma equipa multidisciplinar que se desloca a esse local para decidir o destino dos materiais que lá se encontram.

2. **Organizar (Seiton)** – Tudo tem um lugar, e deve-se torna-lo acessível e visual, isto é, ter em conta as movimentações, distâncias, ergonomia e identificação.
3. **Limpar (Seiso)** – Inspeccionar e limpar tudo, ao mesmo tempo que se questiona quanto ao porquê da sujidade, de maneira a identificar a causa e resolvê-la. Disponibilizar utensílios e produtos de limpeza adequados e uma matriz de limpeza padronizada.
4. **Normalizar (Seiketsu)** – Manter as melhorias através de disciplina e estruturação, criando procedimentos e regras para manter os novos padrões 6S.
5. **Disciplinar (Shitsuke)** – Manter na rotina diária o novo hábito de melhoria criado, implementando um programa de revisão formal (auditoria) e publicar os

resultados. Sugestões para mais melhorias pela parte de todos e recorrer aos primeiros 3 passos sempre que necessário.

6. **Segurança** – Manter foco na segurança em todas as atividades. Este “S” foi adicionado aos 5 iniciais para conferir uma relevância adicional às questões de segurança [6].

Caso de sucesso da aplicação da ferramenta 5S

Neste caso foram implementadas ferramentas de *Lean Manufacturing*, nomeadamente, os 5S, na otimização do processo de formulação de termoplásticos. Concluindo-se que a implementação desta técnica permitiu melhorar diversos aspetos em termos de arrumação, limpeza e organização, promovendo a eliminação de desperdícios por procura de material, tornando a execução das tarefas mais ágeis e eficientes. Esta simplificação possibilitou uma subida gradual do parâmetro de disponibilidade no valor do OEE, comprovando o benefício da aplicação desta ferramenta. Foi estabelecida a forma correta de colocação das lâminas e treino aos operadores, registou-se um aumento no tempo de duração das lâminas de 1,7 para 3,2 dias de produção [3].

3.2 Gestão Visual

A gestão visual está integrada no pensamento *Lean*, sendo uma ferramenta aplicada nos locais de trabalho, onde estes deverão estar providos de ferramentas visuais com o objetivo de informar, assinalar ou demarcar. Deve ser um trabalho normalizado, identificando espaços, marcando áreas e aplicação de quadros informativos com as medidas de desempenho dos sistemas produtivos [18].

A utilização de quadros de desempenho serve para se exporem os problemas, se estes não forem detetados não se pode garantir que não ocorrerá outra vez no futuro [9].

Para a marcação do chão de fábrica estão definidas as cores indicadas na Tabela 7, deve-se colocar o menor número de marcações possível, para que todos se lembrem do seu significado e assim produzir o efeito pretendido.

Tabela 7 - Definição de Marcações do Chão de Fábrica

Cor	Designação
Vermelho	Materiais não conformes
Amarelo	Passagens/Corredores
Amarelo / Preto	Zonas de Perigo
Azul	Equipamentos/Estruturas

3.3 Overall Equipment Efficiency (OEE)

A literatura revela que não existe um método *standard* para o cálculo do OEE, Eficiência Global dos Equipamentos, sendo adaptado consoante as atividades das empresas, uma vez que pode ser aplicado a uma miríade de áreas. O OEE permite medir quão eficiente é o desempenho de um equipamento, e pode ser estendido também a linhas de produção, secções de uma fábrica ou até a sua totalidade [21].

Existem seis grandes tipos de perdas que afetam diretamente o OEE e, com a sua eliminação ou redução se poderá melhorar significativamente os seus valores.

- **Falhas e avarias de equipamentos** – perdas de tempo de produção e de qualidade dos produtos produzidos nesse período devido ao mau funcionamento do equipamento;
- **Setup e ajustes** – paragem na produção devido à troca de itens de produção, que resultam também em peças defeituosas no arranque da nova série;
- **Pequenas paragens e operação em vazio** – paragens por avarias temporárias, facilmente resolvidas até pelos operadores;
- **Velocidade de produção reduzida** – não se trabalha à velocidade máxima do equipamento, não se aproveitando a potencialidade da mesma;
- **Defeitos iniciais até estabilização do processo** – após *setup* até à estabilização da produção poderão ocorrer diversos defeitos nas peças;
- **Defeitos e retrabalhos** – perdas de qualidade devido ao mau funcionamento de equipamentos que obrigam a sucata ou o uso deste por uma segunda vez [21; 22].

3.4 Diagrama de Pareto

No ano de 1897, o economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) apercebeu-se que a maioria da riqueza e dinheiro que entrava no país se concentrava numa minoria da população. Ao entrar em maior detalhe, afirmou que apenas 20% da população usufruía de 80% da riqueza. Esta sua descoberta ficou conhecida até à atualidade como Princípio de Pareto, Lei de Pareto ou Princípio 80/20 [10].

Este princípio é verificado não só na economia, mas em diversas áreas, nomeadamente, a nível industrial. Pode-se afirmar que 20% das causas ou *inputs*, são geralmente responsáveis por 80% dos resultados ou *outputs*, devendo ser usado em qualquer organização, uma vez que possibilita um maior proveito com menor esforço [10].

3.5 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Neste ponto apresenta-se uma das técnicas mais importantes da indústria atual, o método de troca rápida de ferramenta –SMED, criado por Shingeo Shingo, que começou a desenvolver os princípios deste método nos anos 50, no entanto, apenas foi publicado

na década de 1980 como o conjunto de técnicas como se conhece hoje, que permite a realização de um processo de *setup* em menos de 10 minutos.

O *setup* é o conjunto de tarefas realizadas para mudar as ferramentas necessárias para a troca de lotes de fabrico, e o tempo de *setup* é considerado o tempo decorrido entre a saída da última peça boa do lote anterior e a primeira peça boa do novo lote [19].

Este método ao diminuir significativamente o tempo gasto em trocas de lotes, permite a produção de lotes menores já que a troca tem um menor impacto na produtividade.

O ponto fulcral desta técnica é a classificação de operações como sendo internas ou externas, isto é:

Operações internas – só podem ser realizadas com a máquina parada, como remover e introduzir componentes e ferramentas.

Operações externas – podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, como o transporte de ferramentas necessárias para o *setup* previamente.

Partindo desta classificação base, a implementação SMED pode ser dividido numa etapa preliminar mais três fases de aplicação:

0. *Setup* interno e externo não se distinguem;
 - a. Observação do processo;
 - b. Entrevista com os operadores, cronometragem e/ou filmagem do processo;
 - c. Construir *checklist* de *setup* com a sequência de operações e tempos;
1. Separar *setup* interno e externo;
 - a. Análise da *checklist*;
 - b. Identificação das operações em internas e externas;
 - c. Verificar condições de funcionamento dos equipamentos;
 - d. Melhoria no transporte;
2. Conversão do *setup* interno em externo;
 - a. Transformar as operações classificadas como internas de forma a que possam ser realizadas com a máquina em funcionamento;
 - i. Preparação antecipada das condições operacionais;
 - ii. Padronização de funções;
3. Melhoria contínua no *setup* interno e externo;
 - a. Analisar continuamente cada operação, seja esta interna ou externa, em busca de formas de eliminar operações e ajustes desnecessários, e assim reduzir o tempo;
 - b. Melhorar armazenagem e transporte;
 - c. Implementar operações em paralelo [19].

Caso de sucesso da aplicação da metodologia SMED

Este caso consiste na utilização das técnicas SMED para redução de tempos numa empresa do setor de prensas de corte de chapa. Verificou-se no final que as reduções obtidas com a sequência proposta para a execução da mudança de lote de produção apenas com um operador variaram entre 1 e 44%, relativamente ao observado inicialmente. Poderiam chegar aos 53% se a mudança fosse efetuada por dois operadores [16].

3.6 Layouts

Layout é a disposição num espaço postos de trabalho ou departamentos com o objetivo de minimizar custos, satisfazendo um conjunto de restrições. Têm que ser considerados diversos fatores antes de se iniciar a construção ou alteração de um *layout*, os principais dados para essa tarefa são a classificação do tipo de produto/método operativo, ou seja, se é produzido por encomenda ou para stock, classificação quanto ao volume de produção e processo. A nível do processo de produção deve-se avaliar os tipos de materiais, meios de fabrico e tecnologias utilizadas para o fabrico dos produtos em questão [2].

Existem inúmeros tipos de *layouts*, porém, no que à produção industrial diz respeito, pode-se dizer que os métodos de implantação mais comuns são:

- **Implantação em linha** – direcionado para a produção de séries em massa com baixa diversificação, juntando pessoas e equipamentos de acordo com a sequência de operações pré-definida (Figura 14). Este tipo de implantação é usado em, por exemplo, linha de montagem automóvel;



Figura 14 - Implantação em Linha [4]

- **Implantação em célula de fabrico** – usado para médias séries de produtos semelhantes com gamas operatórias idênticas, as pessoas conseguem operar várias máquinas (Figura 15);

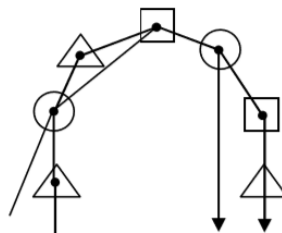


Figura 15 - Implantação em Célula de Fabrico [4]

- **Implantação em oficina de fabrico** – este método é aplicado em produções de séries menores, com grande diversidade de produtos. Os produtos apresentam gamas operatórias distintas em que cada um usa só parte das operações disponíveis e, por essa razão, a unidade fabril é dividida por processos (oficinas), secção de moldação, secção de pintura, entre outros (Figura 16). Este é o método mais tradicional;

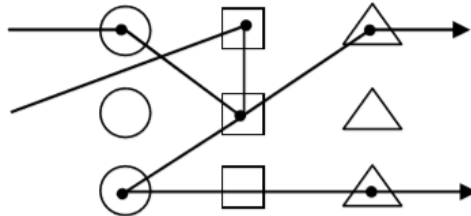


Figura 16 - Implantação em Oficina de Fabrico [4]

- **Implantação em fluxo contínuo** – caso extremo de uma implantação em linha, usada em situações muito específicas em que o processo é constante, fluxo contínuo, como por exemplo refinarias;
- **Implantação por projeto** – produção única, que implica a coordenação de uma grande variedade de recursos e equipamentos para um processo único (Figura 17), representando um risco significativo na organização, isto acontece, por exemplo, para a produção naval [2; 4].

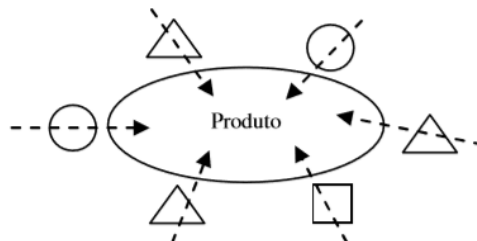


Figura 17 - Implantação por Projeto [4]

Apesar de todos estes tipos de implantação terem as suas vantagens e desvantagens conforme o tipo de produção a que se destinam, no passado a tendência era a produção em linha para aumentar a continuidade do fluxo e diminuir os custos de produção, o que levou em muitas situações a perda de flexibilidade das empresas. Todavia, na última década do século passado centraram-se as preocupações no aumento da flexibilidade sem perda da continuidade do seu fluxo, para responder à crescente diversificação de produtos [4].

Caso de sucesso de alteração de *layout*

Para exemplificação das vantagens que uma alteração de *layout* pode trazer à empresa, estudou-se um caso de sucesso da alteração de *layout* na indústria de embalagens.

Nesse projeto a distância percorrida pelos produtos em produção foi reduzida em 61%, e o *lead time* reduzido em 30% como resultado da aplicação dos 5S e alteração de *layout*. Para a obtenção destes resultados, foram eliminados móveis, produtos estragados, retalhos, produtos obsoletos, entre outros. Criaram-se também corredores inexistentes previamente, permitindo diminuir as deslocações no interior da fábrica [20].

DESENVOLVIMENTO

4.1 CASO 1 – MELHORIAS NA LINHA DE LFT RECORRENDO A FERRAMENTAS LEAN

4.2 CASO 2 – ADAPTAÇÃO DA LINHA DE LFT PARA SMC

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Caso 1 – Melhorias na Linha de LFT recorrendo a Ferramentas Lean

Tendo em consideração os fatores avaliados no início deste projeto, no momento da apresentação do problema, concluiu-se que de forma a melhorar a área da linha e torná-la um posto de trabalho mais visual, a ferramenta indicada para esse trabalho seria a metodologia 6S. Por sua vez, a redução de tempos de *setup*, também verificada aquando da apresentação dos casos de estudo, será realizada através da aplicação das técnicas SMED.

No entanto, estes dois pontos estão ligados entre si, para se aplicar com sucesso os métodos de redução de tempos SMED, dever-se-á usar também os 6S para a melhoria e transformação de operações. Um exemplo disso é o facto de, ao tornar o posto de trabalho mais visual e limpo, com cada coisa no seu lugar definido, facilita o acesso às ferramentas, o que representa diretamente uma redução do tempo de *setup*.

4.1.1 Implementação da Metodologia 6S

A aplicação da metodologia 6S só é possível de aplicar se houver participação não só dos gestores e chefes de área, mas de todos os operadores envolvidos, uma vez que é um trabalho desenvolvido continuamente todos os dias. Partindo deste princípio, começou-se por fazer uma formação de 6S aos operadores da linha, explicando em que consistia o método, vantagens e exemplos de aplicações.

Selecionar

No início do projeto já haviam sido identificados alguns pontos onde era necessária a aplicação desta metodologia, nomeadamente a existência de peças dispersas pela área de trabalho, algumas até sobre as ferramentas.

Todas estas peças foram avaliadas e reencaminhadas, quer para a trituradora quer para as entidades responsáveis, no caso das peças de amostra ainda por analisar. Noutras áreas existiam materiais desarrumados em que, alguns poderiam ser necessários, quer na linha, quer noutra secção da fábrica, como por exemplo, tubos, ou que deveriam estar no lixo como cartões usados.

No final da formação dos operadores foram entregues etiquetas vermelhas para que pudessem começar a selecionar os materiais considerados por eles desnecessários. Assim que iniciaram essa fase de seleção inicial, definiu-se uma zona “Red Tag Area” onde pudessem ser colocados os itens para avaliação, como indicado na Figura 18.



Figura 18 - Definição da Área da Etiqueta Vermelha

Todos os turnos tiveram etiquetas vermelhas para este processo, realizado por todas as áreas da linha, como se pode ver na Figura 19, em que os operadores a selecionarem os materiais da zona inferior da prensa. Esta área acaba por acumular muitos materiais inúteis que ficam esquecidos devido às escassas vezes que se acede a esta parte.



Figura 19 - Seleção

Pode-se observar na Figura 20 a Área da Etiqueta Vermelha já com os materiais etiquetados no final desta etapa com o envolvimento dos colaboradores de todos os turnos.



Figura 20 - Área da Etiqueta Vermelha após seleção

Após esta fase, informaram-se os encarregados para que fossem tomadas as decisões acerca do destino dos materiais selecionados. Grande parte dos itens foi facilmente atribuído, houve apenas um equipamento que permaneceu na zona durante um período prolongado à espera de decisão. Esta era uma máquina desenvolvida previamente com o objetivo de permitir o reaproveitamento das cargas iniciais.

O funcionamento deste equipamento baseava-se num rolo que iria esticar a carga, de maneira a ficar com uma espessura reduzida que permitisse a sua trituração com as outras peças de sucata. Isto permitiria reciclar o material ao invés de ser enviado diretamente para a sucata. No entanto, após vários ajustes e investimentos continuou a não cumprir os requisitos e abdicou-se da ideia. Sendo decidido que iria ser desmantelada para aproveitamento dos componentes.

Deste modo ficou concluído a etapa de seleção inicial, no entanto como se trata de um processo contínuo deve-se estar sempre alerta para não permitir o acúmulo de materiais desnecessários e proceder à etiquetagem sempre que se revelar útil.

Organizar

Como visto na auditoria inicial, a banca onde os trabalhadores fazem os seus registos, é um dos pontos que chama à atenção para a necessidade de limpeza e organização quando se chega à linha. Portanto, foi um dos primeiros locais a passar por este passo, ficando como se pode ver na Figura 21.



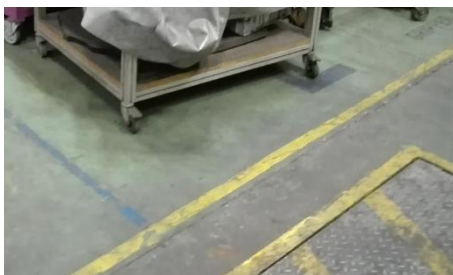
Antes



Depois

Figura 21 - Banca - Antes e Depois

Outro ponto a melhorar para uma área mais organizada é a pintura ou repintura das marcações no solo, visto que muitas já existiam, mas estavam a desaparecer. Procedeu-se então à proposta de trabalho e, posteriormente à pintura, que até à data de conclusão do projeto não ficou totalmente concluída, contudo, pode-se ver na Figura 22 algumas dessas melhorias.



Antes



Depois

Figura 22 - Marcações no chão - Antes e Depois

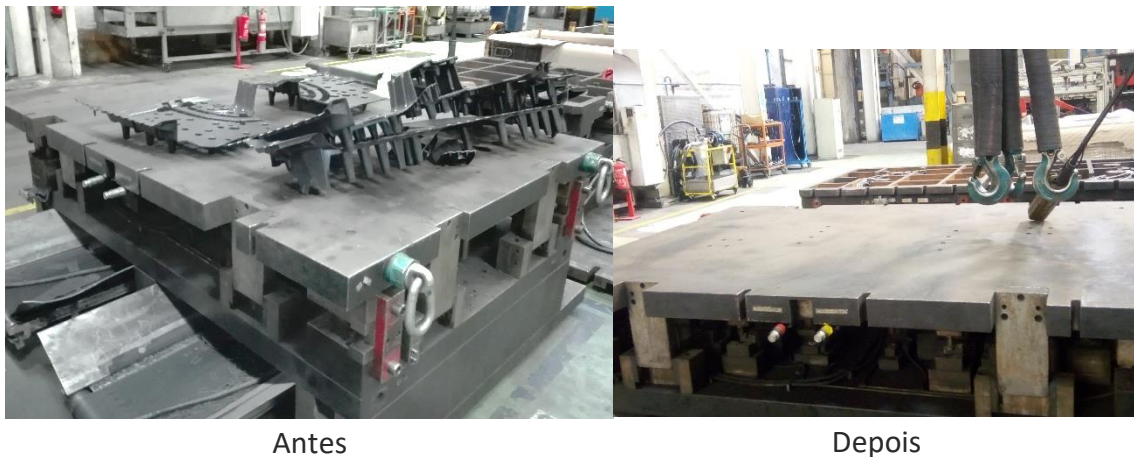
Colocou-se também identificação na zona de peças rejeitadas (Figura 23), para que estas não fossem colocadas noutras zonas e não surgisse, posteriormente dúvidas quando ao motivo de estarem fora de um contentor de expedição sem identificação.

Esta placa de identificação é comum a outras áreas adjacentes e não exclusiva para peças de LFT.



Figura 23 - Identificação de Local de Peças Rejeitadas

Limpar



Antes

Depois

Figura 24 - Peças sobre ferramentas - Antes e Depois

No decorrer das operações de limpeza executadas no âmbito da metodologia em aplicação, detetou-se uma falta de recursos de limpeza na fábrica. Os funcionários têm algumas vassouras alocadas às suas áreas de trabalho uma vez que o chão se suja com facilidade com rebarbas e, durante o *setup* também é sempre preciso limpar os resíduos de corte provenientes da punçõnagem das peças que acabam por cair com o movimento das ferramentas.

No entanto, quando necessitam de um pano, por exemplo, ou qualquer outro produto/material de limpeza, este não é tão fácil de conseguir. Perderam muito tempo à procura de panos e de um produto de limpeza pela fábrica para conseguirem limpar a banca de trabalho.

Assim sendo, sugeriu-se a criação de postos de limpeza, não só na linha de LFT, mas também em outros pontos da fábrica. Poder-se-ia definir alguns locais para o efeito e,

mesmo que só se apliquem dois ou três locais, estariam sinalizados para o efeito e, com a colaboração de todos, mantidos no seu local e em condições, permitindo facilitar a operação de limpeza sempre que necessária.

No sentido de cumprir com este ponto, foi pensado utilizar um carro de limpeza conforme o da Figura 25, que apresenta um custo de 182,68€ por unidade.



Figura 25 - Kit de Limpeza

Normalizar

- Matriz 6S

No sentido de padronizar as atividades de limpeza e inspeção, criou-se o documento “Matriz 6S”, anexo 7.3, no qual são indicadas essas atividades e a periodicidade com que deverão ser realizadas. Na empresa já existia um documento semelhante, no entanto, como consequência da sua extensão, os funcionários não o seguiam. Surgiu então a necessidade de conceber um documento mais simples e intuitivo.

Para tal, após conceber um primeiro esboço, foi requerida a opinião dos colaboradores para perceber quais as atividades que faziam ou não sentido, acrescentar outras não consideradas e acertar as periodicidades para valores mais realistas.

As periodicidades definidas foram:

- **Diárias**, como limpeza do posto de trabalho;
- **Setup**, para atividades a ser executadas apenas com a linha parada, como inspecionar o estado de molde e *grippers* dos *robots*, que têm a função, neste caso de pegar na peça e transportá-la;
- **Semanal**, para uma limpeza mais cuidada do local e do armazém de *roving* que se encontra normalmente fechado;
- **Quinzenal**, apenas a limpeza do filtro e esvaziar o balde da bomba de vácuo;
- **Mensal**, que engloba a inspeção de identificações e linhas de marcação no chão.

A matriz é mensal, tendo uma grelha de trinta e um dias em que deverão ser registados os dias em que foram realizadas as operações de forma a manterem o controlo do que já se encontra inspecionado.

Espera-se que com esta matriz, ao serem inspecionados vários pontos relevantes regularmente, seja possível identificar problemas mais cedo, deixando de existir tanta manutenção corretiva, identificada como a segunda paragem com maior impacto na produção da linha. Outro fator positivo é que permitirá com isto reduzir as taxas de improdutividade, um dos objetivos estabelecidos no início do projeto.

Disciplinar

Na tentativa de tornar o posto de trabalho mais visual e de forma a que os operadores consigam avaliar o seu progresso também a nível produtivo, foi criado um “Quadro de comunicação”, Figura 26. Este quadro contém um conjunto de parâmetros a ser preenchido diária ou semanalmente a verde ou vermelho, consoante com os limites escolhidos para cada um. Este está dividido em nove partes:

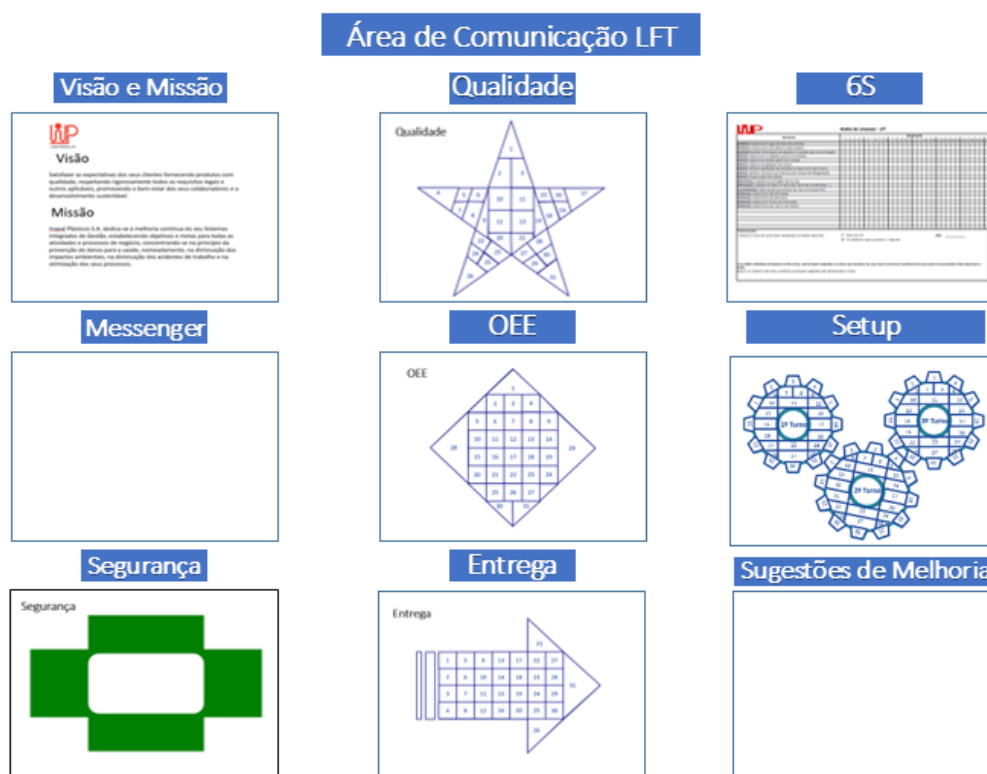


Figura 26 - Área de Comunicação LFT

1. **Visão/Missão** – apenas informativo, uma forma de relembrar quais os princípios pelos quais a empresa segue;
2. **Messenger** – área de comunicação, onde podem escrever informações importantes, essencialmente entre turnos;

3. **Segurança** – contabilização dos dias desde a ocorrência do último acidente de trabalho, voltando ao 0 sempre que existir algum acidente;
4. **Qualidade** – definiu-se o limite máximo da taxa de rejeição como 3,5%, pintando a vermelho sempre que o valor seja igual ou superior ao limite;
5. **OEE** – o objetivo inicial será atingir um OEE igual ou superior a 81%, pintando de verde os dias em que assim for;
6. **Entrega** – cumprimento do prazo de entrega definido, pintando a verde ou vermelho conforme tenha ou não conseguido, respetivamente;
7. **6S** – matriz de limpeza com tarefas e periodicidades definidas para a manutenção do posto de trabalho;
8. **Setup** – o objetivo do *setup* é atingir 1h15min, só assim poderá ser colorida a verde, ou a vermelho em caso contrário;
9. **Sugestões de Melhoria** – sugestões dos operadores que lidam diariamente com os equipamentos, de forma a que estas possam ser analisadas para uma possível aplicação das mesmas.

Os parâmetros qualidade, OEE e entrega, têm um campo numerado com os trinta e um dias do mês a ser coloridos a verde ou a vermelho em função dos resultados, os valores de qualidade e entrega são calculados automaticamente ao inserir os dados de produção no ficheiro da produção. Quanto ao *setup*, este é repetido três vezes para ser possível separar por turnos, sendo preenchido apenas nos dias em que houver *setup*.

No final das implementações referenciadas no decorrer deste capítulo, procedeu-se a uma auditoria, igual à elaborada no início deste projeto, para se avaliar as melhorias efetuadas e qual o seu impacto no resultado final, Gráfico 4.

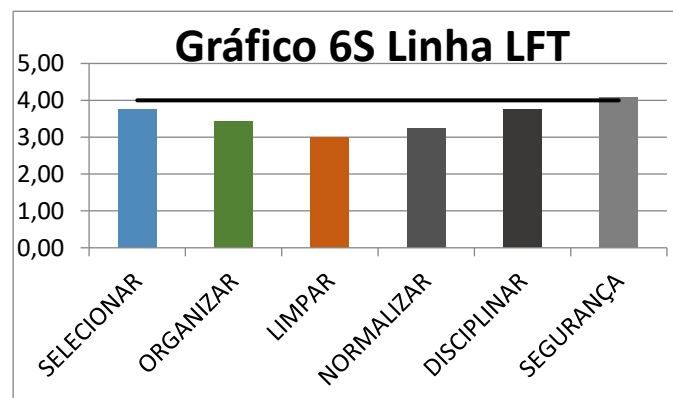


Gráfico 4 - Resultado da Auditoria 6S Final

Em comparação com a primeira auditoria, é visível a melhoria do resultado, começou por ser 2,94 e, no final obteve-se um valor de 3,54. Com isto, conclui-se que a implementação deste método foi bem-sucedida, ainda que não tenha ultrapassado o objetivo definido de 4, o qual se espera atingir pela contínua aplicação das técnicas abordadas.

Os valores resultantes desta auditoria estão apresentados no anexo 7.4, nestes verificou-se que o valor alcançado pelo conjunto “Limpar” foi o mais baixo. A baixa prestação deste parâmetro deve-se em grande parte, ao ainda inexistente kit de limpeza abordado anteriormente, que recebeu a classificação de 1.

Durante esta primeira fase de aplicação dos passos, pois estes devem ser aplicados continuamente, foi efetuada apenas a auditoria inicial e final pela equipa responsável pela implementação das ferramentas. Daqui em diante, está previsto que os operadores façam auditorias regulares para verificar a evolução das melhorias no posto de trabalho, publicando os resultados no Quadro de Comunicação.

Todas as melhorias e sugestões incluídas no processamento de todos os passos da metodologia são realizados tendo em mente o parâmetro “Segurança”, mesmo não tendo um passo de aplicação específico para tal. Isto ocorre visto que ao longo da utilização da ferramenta, nas diferentes etapas percorridas, as implementações e ideias têm sempre esse fator incorporado.

Estava, contudo, presente na auditoria realizada um grupo de critérios de avaliação relativo à segurança. Num destes critérios estava referida a ergonomia do posto em relação a luminosidade, ruído, pós e cargas. No intervalo entre as duas auditorias, enquanto de desenrolava o desenvolvimento do presente trabalho, foi efetuada uma análise à luminosidade da totalidade da unidade fabril. No relatório luminotécnico apresentado, foi constatado que a luminância está em valores abaixo dos recomendados para este tipo de área de trabalho. Os resultados deste relatório estão apresentados no anexo 7.6.

Concluiu-se que será necessário proceder ao melhoramento deste aspeto, uma vez que a baixa luminosidade no local de trabalho causa um aumento do esforço dos colaboradores, trazendo problemas de visão mais tarde.

4.1.2 Implementação SMED

Para melhorar uma atividade de *setup*, começa-se por fazer uma análise de todas as operações realizadas e a respetiva duração, com vista a identificar possíveis problemas, ações demasiado demoradas e movimentações desnecessárias.

Para melhor compreender as ações envolvidas no *setup* decidiu-se categorizar as operações em 5 tipos distintos conforme apresentado em seguida.

Classificação das operações de *setup*

1. **Limpeza/arrumação** – limpeza do equipamento/área de trabalho assim como operações de arrumação de materiais/ferramentas durante o *setup*;

2. **Transporte** – movimentação de cargas, matérias e sistemas auxiliares de movimentação. As operações de preparação de transporte, como prender os ganchos que vão permitir o deslocamento das cargas, estão também considerados como transporte;
3. **Mudança da ferramenta/molde** – remoção e montagem da ferramenta/molde;
4. **Ajuste/posicionamento** – ajustes na máquina/ferramenta, assim como posicionamento;
5. **Movimentação do operador** – movimentos em vazio do operador, não está a executar nenhuma das outras operações de *setup*.

O facto de a zona de trabalho ser vedada, só podendo ser aberta caso esta se encontre parada, dificulta o processo de passar tarefas internas para externas. As únicas tarefas que podem ser executadas externamente à linha é a preparação de ferramentas, isto é, a verificação se não há nada essencial ao *setup* em falha e colocar de forma mais acessível. Em relação à arrumação dos materiais e/ou ferramentas após o *setup*, como muitos se encontram dentro da área vedada, de forma a ficar mais perto e de fácil acesso, tem a desvantagem de que as torna tarefas internas de *setup*, pois não poderão ser arrumadas com a linha já em funcionamento. Ainda assim, é vantajoso que se encontrem no interior da área de trabalho dada a proximidade do local onde serão efetivamente utilizadas e diminuição do número de deslocações em vazio dos operadores.

Durante o estudo do *setup*, consideraram-se três fases em que este podia ser dividido:

- **Fase 1 – Remoção do molde** – desde a paragem da prensa até à remoção do molde/ferramenta da prensa;
- **Fase 2 – Transporte de moldes** – transporte do(s) molde(s) da prensa até ao local de armazenamento e do(s) molde(s) a entrar do armazenamento até à prensa;
- **Fase 3 – Colocação do molde** – desde a entrada do(s) molde(s) na prensa até ao final do *setup*.

Esta divisão ajuda a perceber de que forma os tempos de cada tipo de tarefa variam conforme a fase de *setup* em questão e a fazer comparações entre *setups*.

Foram analisados alguns *setups* que, devido à sua extensão, diversidade e o facto de ser realizado preferencialmente no turno da noite, não foi possível obter uma amostra maior. No entanto, este foi extremamente útil para a perceção de todas as tarefas envolvidas e a sua sequência, semelhante para todos os casos.

Durante a análise dos *setups* recolhidos, foram também identificadas oportunidades, não só pela medição do tempo como, principalmente, pela observação da forma como as tarefas foram executadas pelos colaboradores.

4.1.2.1 Prensa de Moldação – Análise 1

Iniciou-se o estudo pela prensa de moldação, PHP3600, estão apresentados na Tabela 8 quanto tempo foi necessário em cada uma das categorias definida anteriormente, e a sua percentagem no tempo total de *setup*.

Tabela 8 – Tempos por Categoria de *Setup* - Prensa PHP3600 (Análise 1)

	Classificação das operações de <i>Setup</i>	Tempo	%
L	Limpeza/Arrumação	00:00:51	1,2%
O	Movimento do operador	00:05:17	7,5%
T	Transporte	00:19:12	27,4%
M	Mudança de ferramenta	00:19:52	28,3%
A	Ajuste/Posicionamento	00:18:41	26,6%

Um dos pontos a analisar partindo da observação dos tempos é a categoria “Movimento do operador” uma vez que mostra que não estavam a ser realizadas tarefas relacionadas diretamente com a mudança de ferramenta e, tem um impacto de 7,5% no tempo total de *setup*. As descrições das operações e os tempos estão apresentados no anexo 7.7.1.

4.1.2.2 Prensa de Moldação – Análise 2

Passando à segunda observação efetuada, foram conseguidos os valores conforme a Tabela 9, que por sua vez foram obtidos pela análise presente no anexo 7.7.2.

Tabela 9 - Tempos por Categoria de *Setup* - Prensa PHP3600 (Análise 2)

	Classificação das operações de <i>Setup</i>	Tempo	%
L	Limpeza/Arrumação	00:01:49	5,6%
O	Movimento do operador	00:00:20	1,0%
T	Transporte	00:17:05	53,0%
M	Mudança de ferramenta	00:12:59	40,3%
A	Ajuste/Posicionamento	00:00:00	0,0%

Nesta observação não houve nenhum fator relevante a apontar, também foi mais curto, por ter sido apenas efetuado metade do *setup*, devido a indisponibilidade do molde a entrar para a série seguinte. Olhando para estes dados todavia, verifica-se um tempo de transportes muito elevado tendo em consideração que apenas se realizou a remoção e armazenamento do molde a sair e, ainda assim, ocupou quase o mesmo tempo que todos os transportes na análise anterior, 00:19:12.

Este facto é explicado pela não entrada de um molde para prosseguir com o *setup*, provocando um tempo mais elevado nas operações, uma vez que os colaboradores

tenham a possibilidade de executar esta troca de moldes calmamente sem haver atraso causado por tal na produção.

4.1.2.3 Prensa de Corte – Análise 1

Seguidamente, avançou-se para a análise da prensa de corte, PO100, simultaneamente com o *robot 3*. O *setup* do *robot 2* é feito pelo quinto elemento da equipa de *setup*, não é feito de forma tão linear quanto os outros, uma vez que o quinto elemento da equipa auxilia as duas equipas sempre que estas necessitem, fazendo o *setup* do *robot 2* nos momentos em que estas não estão a necessitar de ajuda. Este *robot* ao contrário do 1 e do 3, não tem de ser deslocado para os operadores terem acesso às prensas, daí não entrar diretamente nos seus *setups*, existe apenas a operação de troca de *grippers*.

Em relação ao *setup* da prensa de corte, PO100, podem-se observar os tempos na Tabela 10, retirados do anexo 7.7.3.

Tabela 10 - Tempos por Categoria de *Setup* - Prensa PO100 (Análise 1)

Classificação das operações de <i>Setup</i>	Tempo	%
L Limpeza/Arrumação	00:05:29	7,1%
O Movimento do operador	00:00:35	0,8%
T Transporte	00:18:17	23,6%
M Mudança de ferramenta	00:34:58	45,1%
A Ajuste/Posicionamento	00:18:12	23,5%

Nesta situação, o tempo de movimento do operador é muito menos significativo em relação ao tempo total do que no caso da prensa de moldação. Porém, continua a ser uma oportunidade de melhoria. A primeira operação identificada referia-se à deslocação do operador para guardar a fita-cola e recolher o controlador do *robot 3*. Na realidade não deveria existir uma operação de fixação do *grripper* com fita-cola.

Esta tarefa é realizada pois, os tubos que ligam o sistema de vácuo ao *grripper* ficam soltos. Existe uma manga plástica em espiral colocada em torno destes que os mantém unidos, contudo, parte dela está danificada, tendo de se colocar fita-cola para uni-los.

Proposta:

- Aquisição de manga para fixação dos tubos.

É gasto 1:10 min com a fixação com fita-cola. O custo de uma manga nova é 13,21€ para um comprimento de 10 m. Considerando o custo de ter a máquina e os cinco colaboradores parados, este investimento é pago em menos de três *setups* (2,72).

Durante a troca de ferramentas, neste *setup* foi diferente, pois a peça manteve-se a mesma, apenas se passou a produção de *single* para duplo. A ferramenta quando produz individualmente mantém-se igualmente montada na placa de acoplamento, devido à forma como entra na prensa, no entanto, é posicionada no centro. Durante a Fase 2 foi então necessário deslocar a ferramenta a sair para colocar as duas lado a lado.

Esta tarefa foi uma das maiores, os operadores demoraram muito tempo a conseguir posicionar as ferramentas na placa.

Proposta:

- Inclusão de um guiamento na placa para um posicionamento mais rápido, tal como existe no carro porta-moldes.

Verificou-se qual o tempo de posicionamento do molde com guiamento no carro para perceber o ganho que essa melhoria podia trazer, comparando-o com o tempo de posicionamento na Tabela 11.

Tabela 11 – Comparação de Tempos de Posicionamento

	Carro Porta-Moldes	Placa de Acoplamento
1º	0:00:43	0:10:35
2º	0:01:12	0:00:57
Σ	0:01:55	0:11:32
	Diferença	0:09:37

Tem de ser ter em conta o facto de ser feito com base numa amostra pequena e também a vantagem de se poder mover o carro sob o molde ao encontro da ranhura, o que facilita o guiamento. Ainda assim, há margem suficiente para entender que esta melhoria traz uma redução de tempo de *setup*.

Durante a análise deste *setup*, em que ocorria troca de BVH2 *single* para duplo, foi detetada uma ocasião para melhoria, na fase 3, no decorrer da ligação de cabos e tubos.

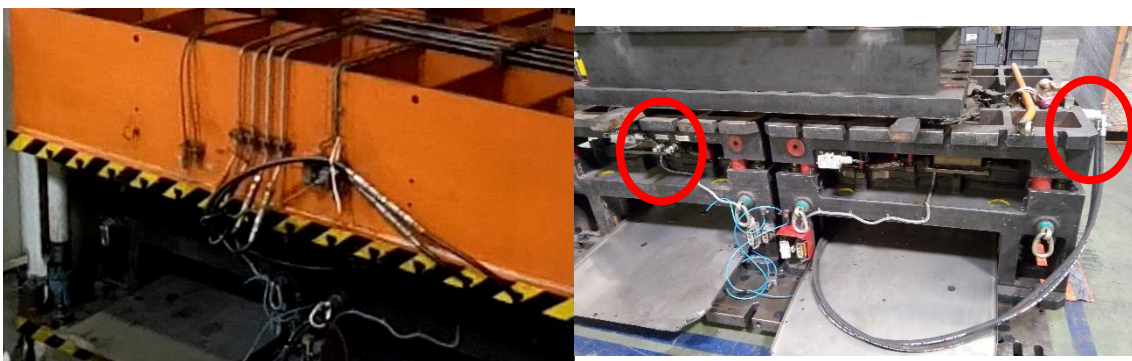


Figura 27 - Ligação do Tubo de Óleo - BVH2

Analisando a Figura 27, a imagem da esquerda mostra a ferramenta montada na prensa, nota-se a diferença entre a montagem dos tubos do lado esquerdo e do lado direito desta, o tubo do lado direito é muito comprido e vem da lateral direita da prensa. A forma como as ligações estão montadas é exposta na imagem direita, onde estas estão evidenciadas.

A ferramenta que está do lado esquerdo da imagem, é mais recente e apresenta a ligação do tubo de óleo à prensa na parte da frente, enquanto a ferramenta da direita, mais antiga tem a ligação na parte lateral. Ficando assim mais distante da conexão na prensa, causando que haja um tubo mais comprido e que, como fica suspenso, pode originar problemas durante o funcionamento da prensa, tendo de ser amarrado com um fio.

O modo como essa situação está tratada, para além de causar um aumento de tempo gasto na conexão e desconexão das ferramentas à prensa, é também um problema de segurança.

Proposta:

- Modificação da ligação da lateral para a frente, tal como foi feito na ferramenta mais recente.

Esta tarefa foi executada na oficina da empresa, com um custo de mão-de-obra de 142,08 €, não houve custo de material, uma vez que só foi mudada a posição e não o equipamento.

Como se pode ver na Figura 28, a modificação executada conforme indicado.

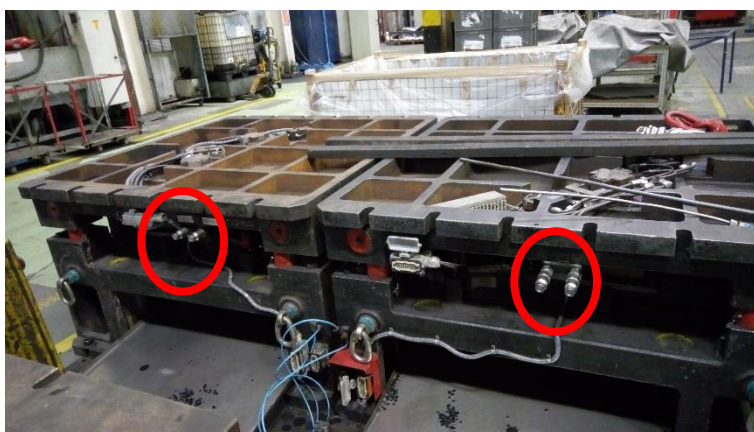


Figura 28 - Modificação da Localização da Ligação de Óleo - BVH2

4.1.2.4 Prensa de Corte – Análise 2

Posteriormente foi realizada uma nova análise ao *setup* da prensa de corte, que inclui a entrada de BVH2, que permitiu também avaliar a melhoria implementada na

ferramenta. Os tempos desta análise encontram-se no anexo 7.7.4, e separados por categoria na Tabela 12.

Tabela 12 – Tempos por Categoria de Setup – Prensa PO100 (Análise 2)

Classificação das operações de Setup	Tempo	%
L Limpeza/Arrumação	00:12:00	18,8%
O Movimento do operador	00:01:38	2,6%
T Transporte	00:18:01	28,3%
M Mudança de ferramenta	00:29:52	46,8%
A Ajuste/Posicionamento	00:02:15	3,5%

Observou-se que o operador gastou cerca de 1 min à procura de um apanhador e vassoura para proceder à limpeza dos resíduos de corte, algo que seria facilmente reduzido com a definição de um local para material de limpeza e aquisição do conjunto como proposto na implementação da metodologia 6S.

Na operação de ligação de cabos e tubos, verificou-se um tempo muito elevado, quando deveria até ter sido reduzido pela melhoria na localização das ligações. Para compreender em que consistia este tempo de operação, decompôs-se essa tarefa em pequenas operações que ocorreram nesse tempo, apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Decomposição dos Tempos da Tarefa de Ligação de Cabos e Tubos

Tempo	Tarefa
00:02:00	Identificar correspondência entre os tubos e as ligações
00:01:20	Ligar os tubos à prensa
00:01:54	Ligar fichas
00:02:11	Amarrar tubo com fio
00:01:22	Enrolar ficha no tubo
00:01:53	Ligar tubos e cabos inferiores

Identificaram-se seis tarefas que compunham a que estava considerada inicialmente e, verificou-se que três dessas são desnecessárias e poderiam ser eliminadas. Começando pela primeira em que o operador gasta 2 min a identificar a correspondência entre os tubos e as ligações.

Proposta:

- Os tubos e cabos de ligação entre as ferramentas e as prensas estão pintados, no entanto, as cores estão a desvanecer e poderiam ser repintadas para facilitar a identificação das mesmas.

Esta é uma medida para aplicar não só a esta prensa/ferramenta, mas também às restantes ligações.



Figura 29 - Cabos da Prensa de Corte

Para além disso, como mostrado na Figura 29, após alteração, o cabo continua a ser fixo da mesma forma, o que leva à conclusão que deveria ter-se aplicado tubos mais curtos. Caso tenham que ser sempre fixados, mesmo sendo mais curtos, do lado esquerdo é possível observar um pequeno gancho onde um dos tubos está assente.

Proposta:

- Substituir tubos por outros mais curtos ou aplicar gancho também do lado direito para fixar mais fácil e rapidamente o tubo, sem ter de ser atado com um fio.

É igualmente visível, o comprimento desproporcional do cabo que se encontra em torno do tubo de óleo.

Proposta:

- Substituição por um cabo mais curto, uma vez que é gasto demasiado tempo de operação com esta tarefa desnecessariamente.

Estas duas últimas propostas podem representar uma poupança de 3:33 min, segundo a análise realizada na Tabela 13.

As sugestões feitas ao longo deste capítulo de análise de *setup*, estavam focadas em cada análise realizada. Contudo, foram detetadas outras situações, mais gerais, relacionadas com o *setup* nas duas prensas e não apenas direcionadas a cada uma delas, que poderiam usufruir de melhoramento.



Figura 30 - Cilindros de Paralelismo junto à Prensa (esquerda); Guincho (direita)

Propostas:

- Criação de um carro de setup, não tanto para as ferramentas, estas já têm locais reservados dentro da linha, mas para a colocação e transporte dos cilindros de paralelismo. Estes cilindros são sempre deixados dentro da linha, próximos do local onde serão utilizados e, visto que a linha fica fechada durante a produção, não interferem com o trabalho. Contudo, têm um peso considerável e apesar de existir um guincho para os elevar para poderem ser colocados no seu local, os operários ainda têm que os deslocar, tarefa facilitada se estes tivessem uma base móvel.

Como os cilindros estão colocados junto dos respetivos pilares da prensa, ao contrário do caso de se ter um carro de *setup*, provavelmente iria ser mais rápido por estar mais perto e porque estão dois operadores a colocar os cilindros em simultâneo. Com o carro teriam de ser transportados de um lado para o outro da prensa. Apesar de se poder colocar também os cilindros da prensa de corte, esses são significativamente menores, não sendo sequer necessária a utilização do guincho.

A maior vantagem desta proposta é a diminuição do esforço dos operadores e também o aumento da segurança destes durante o setup.

- Instalação de um mecanismo de aperto rápido em substituição dos parafusos de fixação usados nas duas prensas.

Analisou-se o tempo que os operadores demoram a apertar e desapertar os parafusos de fixação das ferramentas às prensas. Obtiveram-se os dados apresentados na Tabela 14. Como na segunda análise feita à prensa de moldação, apenas foi removido o molde, mas não colocado o da série seguinte, considerou-se para este cálculo como o tempo de apertar e desapertar igual e procedeu-se ao cálculo da média com o dobro do tempo presente na análise.

Tabela 14 - Tempo de Aperto e Desaperto dos Parafusos de Fixação

Prensa	Análise	Tempo	Média
PHP3600	A1	00:14:40	00:14:27
	A2	00:14:14	
PO100	A1	00:20:27	00:13:41
	A2	00:06:56	

É possível concluir, através dos dados apresentados que a existência de um sistema de aperto rápido será uma mais-valia para a redução de tempos de *setup*, para além de reduzir o esforço que os operadores têm de exercer durante esta operação. Uma vez que os *setups* das duas prensas são realizados em simultâneo, sabe-se que se vai poupar, por *setup*, cerca de 14 min. Estima-se que possa ser 3/4 minutos com a colocação e remoção da prensa, ou seja, a redução de tempo de *setup* está na ordem dos 10 minutos por *setup*.

Considerando que são feitos em média, 4 *setups* por semana na linha, e que se pode poupar cerca de 10 minutos em cada, este valor representa uma redução significativa. Para melhor avaliar o investimento, calculou-se o *payback* do mesmo, que ficou situado nos 5,4 anos (Anexo 7.8). Este foi considerado aceitável e, portanto a proposta foi aceite, tendo também ponderação que é uma melhoria a longo prazo, independentemente do que possa ser produzido na linha, pode-se sempre utilizar este sistema para a realização do *setup*.

Até à data de conclusão do trabalho, o sistema não ficou funcional, contudo a sua instalação já estava a ser executada, como se pode ver na Figura 31, o problema de não estar ainda ativo, é que não se sabe o tempo exato que a fixação e remoção de parafusos demora.



Figura 31 - Sistema de Aperto Rápido: PO100 (esquerda); PHP3600 (direita)

4.1.2.5 Matriz tempos de SETUP

Para avaliar os tempos de *Setup* entre as diferentes peças, elaborou-se uma matriz de tempos de *Setup*, foi empregue a notação “x1”, que significa que foi usado apenas um

molde, e “x2” significa que foram agrupados os moldes para produzir duas peças em simultâneo.

O principal objetivo desta matriz é avaliar os tempos médios e mínimos referentes aos *setups* realizados num período de 20 meses, para tirar conclusões sobre os valores que se pretendem atingir com as melhorias. Se já se atingiu em algum momento um *setup* curto, o nosso objetivo é tentar perceber o motivo pelo qual há disparidades tão grandes de tempos de operações.

No caso da peça B9, esta é sempre fabricada com dois moldes agrupados. Quanto às peças BVH2 poderão ser feitas das duas formas e em relação à peça “Dianteiro”, esta pertence ao conjunto Calles, Fundo Falso Dianteiro e Fundo Falso Traseiro. Como há mais pedidos do Fundo Falso Dianteiro, esta peça por vezes é produzida em *single* (Dianteiro x1) e outras vezes em conjunto com o Fundo Falso Traseiro (Calles x2).

Os dados da Tabela 15 são referentes à totalidade do ano de 2017 até agosto de 2018.

Tabela 15 - Matriz de Tempos Médios de *Setup*

Média de Tempos (min)						
Sai \ Entra	B9	BVH2 x1	BVH2 x2	Calles x2	Dianteiro x1	Média Geral
B9	-	107	112	127	97	111
BVH2 x1	104	-	60	120	106	105
BVH2 x2	107	118	-	131	94	110
Calles x2	124	128	115	-	93	118
Dianteiro x1	101	105	115	124	-	108
Média Geral	106	115	112	126	97	110

Para melhor analisar estes valores, foi realizada uma segunda matriz que contempla a frequência dos *setups* acima referidos:

Tabela 16 - Matriz de Frequência de *Setups* em 20 meses

Frequência de <i>setups</i> em 20 meses						
Sai \ Entra	B9	BVH2 x1	BVH2 x2	Calles x2	Dianteiro x1	Σ
B9	-	9	6	24	26	65
BVH2 x1	34	-	1	3	4	42
BVH2 x2	14	2	-	4	4	24
Calles x2	5	20	7	-	8	40
Dianteiro x1	9	19	9	4	-	41
Σ	62	50	23	35	42	212

Durante o ano de 2017 o BVH2 estava em fase de aprovação do segundo molde, produzindo em *single*, passando a duplo apenas para realização de ensaios, daí ter-se acrescentado também os dados relativos ao ano 2018, quando a produção com moldes agrupados foi admitida. Assim, obteve-se mais dados sobre *setups* que incluem BVH2 x2, que será a situação permanente daqui em diante.

Tabela 17 - Tempos Mínimos de *Setup*

Tempos Mínimos (min)						
Entra \ Sai	B9	BVH2 x1	BVH2 x2	Calles x2	Dianteiro x1	Mínimo
B9	-	80	100	90	60	60
BVH2 x1	70	-	60	100	85	60
BVH2 x2	80	105	-	85	60	60
Calles x2	100	90	90	-	70	70
Dianteiro x1	80	60	96	90	-	60
Mínimo	70	60	60	85	60	60

Estudando as matrizes acima apresentadas, verificou-se, a partir da Tabela 17, que temos um tempo mínimo médio de *setup* de 83 minutos, em contraste com um tempo médio de todos os *setups* de 110 minutos, o que representa uma diferença de 27 minutos. O ideal será com este trabalho conseguir atingir um valor médio de mudança de ferramenta próximo dos valores mínimos de 83 minutos e se possível ainda menos.

A troca de ferramenta em que há maior disparidade de tempo entre o médio e o mínimo é a troca BVH2 x2 para Calles x2, cujo valor é 46 minutos. Deve-se tentar perceber o porquê desta diferença e tentar reduzi-la para o valor mínimo, pois é onde há maiores diferenças que se pode obter o maior impacto de redução de tempos e, consequentemente, custos.

4.1.2.6 Análise das propostas

Não foram feitas propostas específicas para a prensa de moldação, no entanto foram sugeridas alterações para a prensa de corte e para a linha em geral, para as duas máquinas. Algumas destas propostas estão também incluídas na aplicação da metodologia 6S, porém tendo sido detetadas durante o estudo do *setup* e não durante o quotidiano produtivo, foram consideradas neste ponto. Este conjunto de propostas, juntamente com os tempos gastos, durante a análise, para a execução das respetivas tarefas está indicado na Tabela 18.

Tabela 18 - Análise das Melhorias Propostas

Prensa	Tarefa	Tempo (min)	ΣTempo (min)
PO100	Fixar tubos no <i>gripper</i> do robot 3	1:10	14:20
	Guiamento na placa de acoplamento	9:37	
	Substituir tubos/fichas por mais curtos	3:33	
Geral	Material de limpeza	1:00	13:00
	Pintar tubos/ligações	2:00	
	Aperto rápido	10:00	
	Carro <i>setup</i>	-	
Total			27:20

No que diz respeito à prensa de punçonagem, estão indicadas três medidas possíveis que, considerando o tempo que despenderam na realização das mudanças de ferramenta analisadas, conclui-se que se poderia reduzir 14:20 min no tempo de *setup*. Apesar das sugestões acerca do material de limpeza e repintura dos tubos para fácil identificação terem sido dadas na análise da prensa de corte, como são uma medida geral, foram assim consideradas para esta análise final.

Quanto ao aperto rápido realizado por cilindros hidráulicos, não se sabe se exatamente qual o tempo necessário para a execução do aperto e desaperto dos parafusos. Fez-se, por esse motivo, uma estimativa de 3/4 minutos, o que corresponde a um ganho de aproximadamente 10 minutos por *setup*.

Ao contrário dos anteriores, não se sabe o que utilização de um carro de *setup* pode trazer a nível de poupança de tempos. Esta sugestão foca-se mais na questão do esforço e também de segurança dos operadores.

No total, com a implementação destas hipóteses, pode-se esperar uma poupança de 27:20 min no tempo de mudança de ferramentas. Considerando que o tempo médio total de *setup*, entre todas as peças produzidas, ao longo dos últimos 20 meses, é de 110 minutos, a aplicação destas propostas traz uma redução de 25% no *setup*.

4.2 Caso 2 – Adaptação da Linha de LFT para SMC

Esta empresa apresenta um *layout* misto, isto é, é composta por mais do que um tipo de implantação de *layout*. A linha de LFT, como já referido, é única na unidade fabril, os restantes processos estão organizados em oficinas de fabrico, como é evidenciado pela Figura 32, isto acontece devido à grande diversidade de produtos existentes.

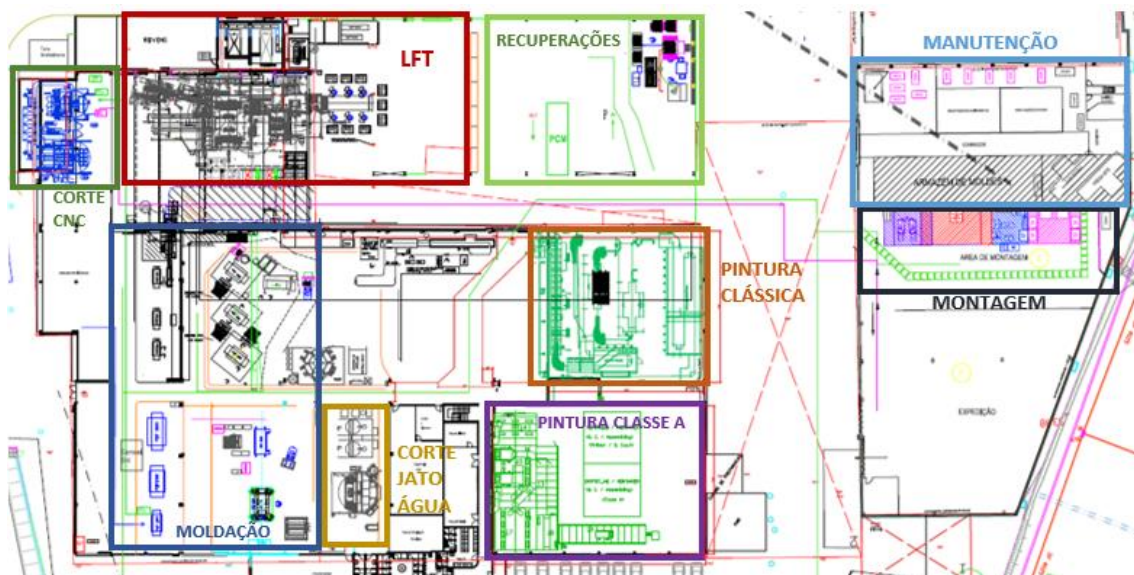


Figura 32 - *Layout* das Secções da Fábrica

O que se pretende com esta adaptação de *layout* é fazer com que a prensa de moldação passe a ser flexível, continuando a produzir peças em LFT em linha, sendo também possível a sua conversão para a secção de moldação, produzindo em SMC.

4.2.1 Capacidade da Linha

Para avaliar a exequibilidade da proposta decidiu-se iniciar pela avaliação da capacidade da linha para responder às previsões de venda do projeto a entrar, em SMC, em conjunto com o que será mantido na linha, em LFT. Começou-se por reunir os dados das previsões e tempos de moldação dos produtos em questão.

O projeto em LFT que se manterá em produção até 2022, tem uma produção prevista de cerca de 7200 peças por mês. Por sua vez, o projeto em SMC terá a previsão apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 - Previsão de vendas

Produto	2019	2020	2021	20...
POD Interior/ Exterior	2000	4000	6000 a 8000	Max. 15000
Porta Lateral Direita	2000	4000	6000 a 8000	Max. 15000
Porta Lateral Esquerda	2000	4000	6000 a 8000	Max. 15000
Porta Central Direita	2000	4000	6000 a 8000	Max. 15000
Porta Central Esquerda	2000	4000	6000 a 8000	Max. 15000

Primeiramente é necessário proceder à determinação do tempo útil de produção, retirando todos os tempos de paragens planeados, intervalos e trocas de turno, apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Tempos de produção

Tempo total			Paragens
1 ano	=	48 sem	30 min (intervalo)
1 sem	=	5 dias	10 min (intervalo)
1 dia	=	3 turnos	10 min (troca de turno)
1 turno	=	8 horas	5 min (outras)

Sabendo as previsões e o tempo útil de trabalho da máquina, procedeu-se à avaliação dos tempos de ciclo para a produção dos produtos. A peça BVH2, uma vez que é já fabricada na máquina, os seus tempos são já conhecidos, enquanto os tempos referentes ao projeto são teóricos e, para além disso, como se está a considerar que a carga e descarga da peça sejam realizadas manualmente, esses tempos nunca serão tão precisos quanto os de carga e descarga executados por *robots*.

Tabela 21 - Tempos de Moldação

Tempo de moldação (s)		Operação
Portas	POD	
133	90	Compressão
30	30	Fecho+abertura
10	10	Carga
10	10	Descarga
10	10	Limpeza do molde
193	150	Total

Partindo dos valores conhecidos dos tempos de moldação e de previsão de vendas, passou-se para o cálculo do tempo de ocupação de máquina. Para o ano de 2021 considerou-se um valor de vendas de 8000 unidades, valor mais elevado dentro da estimativa. Todos os produtos são afetados pelas paragens apresentadas na Tabela 20, no entanto, para as peças de SMC temos que considerar também paragens para troca

de rolo. Quanto ao BVH2, usou-se o mesmo tempo que é considerado atualmente para o planeamento da sua produção, 1200 peças por turno.

Os cálculos das improdutividades das peças estão apresentados no anexo 7.9.

Tabela 22 - Ocupação de Máquina por Peça

Produto	2019	2020	2021	2022
BVH2 - duplo (estrela V buraco)	9,3%	9,3%	9,3%	9,3%
POD exterior	5,8%	11,6%	23,1%	43,4%
POD interior	5,8%	11,6%	23,1%	43,4%
Porta Lateral Direita	4,0%	8,1%	16,1%	30,2%
Porta Lateral Esquerda	4,0%	8,1%	16,1%	30,2%
Porta Central Direita	4,0%	8,1%	16,1%	30,2%
Porta Central Esquerda	4,0%	8,1%	16,1%	30,2%
<i>Portas Centrais agrupadas</i>	2,0%	4,0%	8,1%	15,1%
<i>Portas Laterais agrupadas</i>	2,0%	4,0%	8,1%	15,1%

Sabe-se que o BVH2 é fixo, é produzido em qualquer possível cenário, quanto aos restantes, os POD são obrigatoriamente fabricados individualmente devido às dimensões dos moldes. Por sua vez, as portas, tanto centrais como laterais podem ser moldadas em conjunto, ocupação já apresentada na Tabela 22.

Tendo estas considerações em conta, a ocupação total da máquina para cada situação é apresentada na Tabela 23 para comparação e análise.

Tabela 23 - Ocupação Total da Máquina

Conjuntos de Produtos	2019	2020	2021	2022
Portas <i>single</i> + POD	39,8%	70,4%	131,5%	238,5%
Portas agrupadas + POD	27,8%	46,2%	83,2%	148,0%
Portas <i>single</i>	25,4%	41,5%	73,7%	130,0%
Portas agrupadas	13,3%	17,3%	25,4%	39,5%

A ocupação de BVH2 está considerada em todas as hipóteses de conjuntos de produtos consideradas, não foi enumerada em todas as linhas, por ser já um dado adquirido que se irá manter.

Considerando que se produz quer portas, quer POD, é possível ver que o equipamento deixará de ter capacidade suficiente a partir de 2022, inclusive, ou 2021 caso à produção do POD se acrescente o fator de produção de portas em *single*. Quando se fala de moldação de portas em *single* ou agrupadas, refere-se aos dois conjuntos, portas laterais e centrais.

Como não é possível fabricar os POD exterior e interior agrupados devido às suas dimensões, o impacto que a sua produção representa na disponibilidade de prensa é muito significativo. Isto não significa que seja inviável a produção desta peça, esta poderá ser dividida com outra prensa, ou antes de atingir a capacidade máxima prevista agora, poderão ser feitas outras melhorias no processo ou no *setup*, permitindo a sua continuidade na linha.

Se, por outro lado, se pretendesse excluir essa peça deste local e moldar apenas as portas, caso se trabalhasse em agrupamento com os dois conjuntos de portas, mesmo com as previsões máximas de 15000 unidades por ano, seria exequível a sua produção. Ao serem moldadas as quatro portas separadamente, apenas suportaria até aproximadamente 11500 unidades anualmente, contando que não haja melhorias no processo ou na linha até esse momento.

4.2.2 Análise de *Layout*

Sabendo que será possível a execução desta adaptação a nível de capacidade produtiva, será agora necessária uma análise ao *layout* para receber os novos equipamentos, não só os específicos do projeto em causa, como os que permitirão a produção de peças em SMC.

Para começar, será apresentado o *layout* atual na Figura 33, com a respetiva legenda presente na Tabela 24, projetado para a produção exclusiva de peças em LFT.

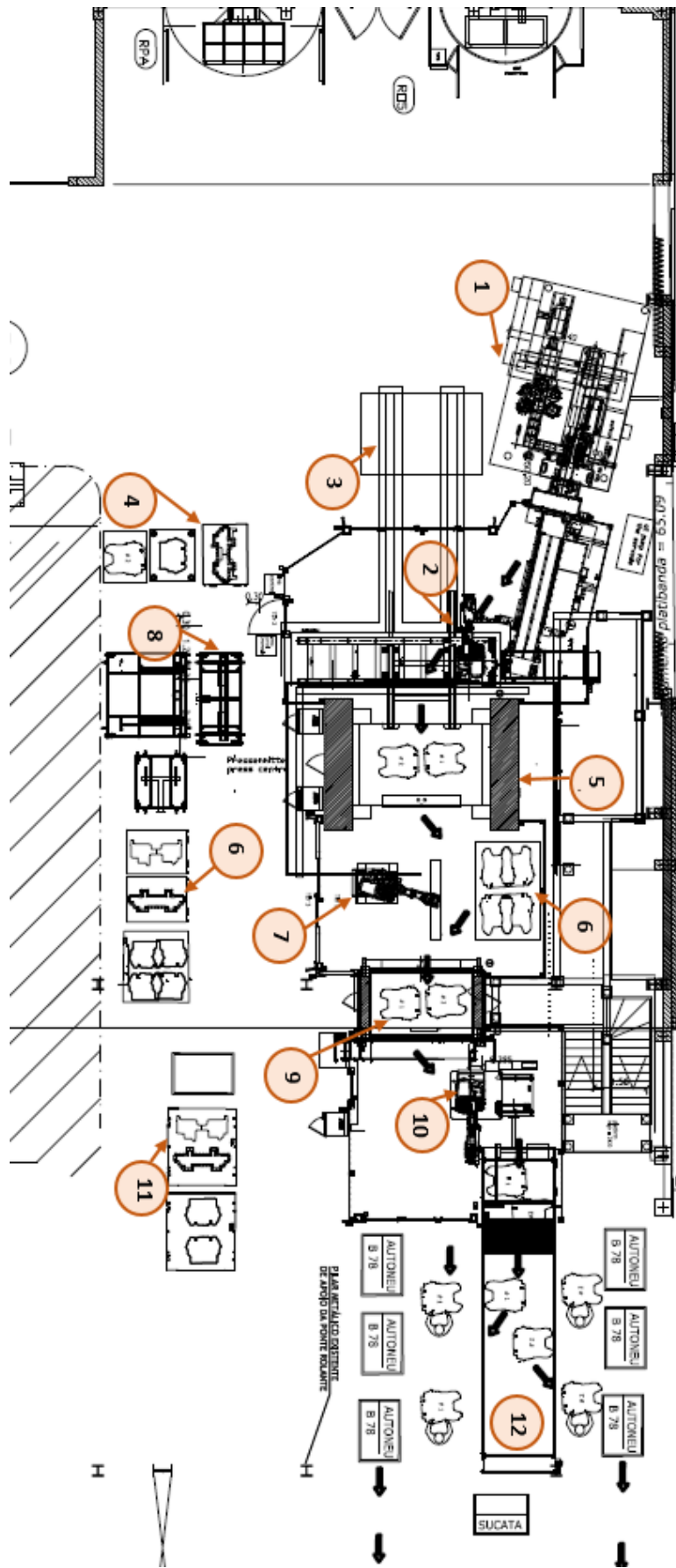


Figura 33 - Layout da Linha LFT

Tabela 24 - Legenda do *Layout* da Linha LFT

Número	Designação	Número	Designação
1	Extrusora	7	Robot 2
2	Robot 1	8	Grippers
3	Carro porta-moldes	9	Prensa PO100
4	Moldes	10	Robot 3
5	Prensa PHP3600	11	Ferramentas de punçonagem
6	Arrefecedores/Conformadores	12	Tapete de saída

O primeiro ponto a ter em atenção é que, mantendo-se apenas a produção de um dos projetos em LFT, como anteriormente referido, os equipamentos armazenados na periferia da linha, itens 6 (fora da linha), 8 e 11 deixarão de estar presentes, libertando essa área, e o item 4 fica reduzido aos moldes de BVH2.

Para que seja possível o fabrico de peças em SMC a primeira alteração a fazer é a instalação de um sistema de vapor e de vácuo na prensa de moldação, PHP3600, daqui em diante referida apenas como prensa, uma vez que a prensa de corte não será utilizada para este projeto. O vácuo é necessário para a sucção do ar do interior do molde, de forma a evitar a formação de bolhas na peça, quanto ao vapor, serve para manter o molde quente para a moldação. Este é um investimento inicial elevado, mas necessário caso se pretenda aproveitar a prensa.

Serão abordadas nos próximos parágrafos as considerações feitas para a mudança de *layout* e as hipóteses consideradas para cada ponto a alterar:

1. Troca de moldes

Analisando agora em específico para o projeto escolhido para o estudo da adaptação, é necessário verificar a capacidade dos equipamentos e técnicas para realizar o *setup* destes novos moldes. Os pesos dos moldes do projeto em questão estão indicados na Tabela 25, enquanto os equipamentos utilizados no *setup* e a sua capacidade estão indicados na Tabela 26.

Tabela 25 - Peso dos Moldes

Molde	Peso (ton)
POD Interior/ Exterior	40
Porta Lateral Direita/ Esquerda	20,8
Porta Central Direita/ Esquerda	19

Tabela 26 - Capacidade dos Equipamentos Envolvidos na Troca de Moldes

Equipamento	Capacidade (ton)
Carro porta-moldes	50
Ponte rolante	25

Verificou-se que os moldes das portas têm um peso inferior ao da ponte rolante, no entanto, o peso do POD é significativamente superior. Com isto, querendo utilizar os dois elementos do projeto existem duas soluções:

- a. Aumentar a capacidade da ponte rolante;

O aumento da capacidade da ponte implica a sua substituição, uma vez que toda a estrutura em que assenta terá que ser reforçada, o que acarreta um investimento muito elevado.

- b. Retirar o carro porta-moldes sobre carris que se encontra dentro da linha e passar a utilizar o outro carro porta-moldes, usado nos *setups* das restantes prensas.

A retirada do carro sobre carris é definitiva, não pode ser colocado e retirado de cada vez que se faz *setup*. Este carro já estava equipado com um sistema para posicionamento para os moldes LFT, que resulta numa significativa redução no tempo de *setup*. No entanto, esta solução não implica custos de investimento inicial tão elevados como a primeira solução.

Apesar dos custos mais reduzidos, nesta segunda hipótese, o carro passaria a ser um equipamento inutilizado, e passar-se-ia a utilizar o carro genérico utilizado no *setup* das restantes prensas da fábrica.

Por sua vez, a primeira hipótese tem a vantagem de, ao manter o carro sobre carris, não interferir com as outras áreas da fábrica. Ao utilizar o carro genérico este vai causar interferências com a secção de corte CNC, adjacente à linha.

Analisadas as duas hipóteses colocadas para o processo de troca de moldes, situação crucial para a adaptação da linha, pode-se avançar para a análise de soluções para os equipamentos periféricos.

2. Banca de corte de SMC

Junto de todas as prensas está colocada uma banca de corte de SMC, logo também será necessária essa aquisição para a linha.

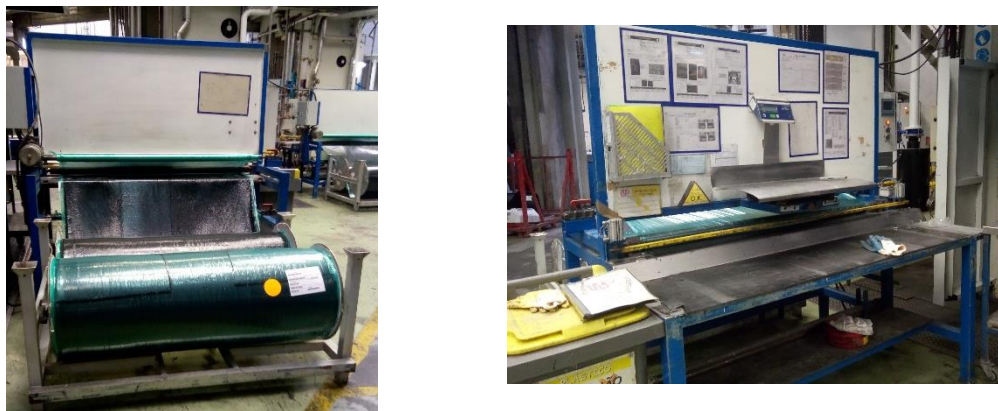


Figura 34 - Banca de Corte de SMC

- a. Colocação da banca na parte da frente da prensa, considerada a face pela qual é introduzido o LFT pelo *robot 1*;

Começa-se então pela alocação deste equipamento no local onde é colocado o carro sobre carris quando a linha trabalha em modo automático, passando à posição de *setup*. Para tal, deslocar-se-á também o *robot 1* para a posição de *setup* de forma a libertar na totalidade a frente da prensa.

- b. Colocação da banca na parte traseira da prensa.

Para esta situação, é necessário deslocar o *robot 2* para a zona onde estão no *layout* atual os conformadores dentro da linha. Para efetuar este deslocamento tem que se construir um carril, preferencialmente como o do *robot 1* que fica entalhado no chão podendo ser coberto de forma a ninguém tropeçar, enquanto o carril do *robot 3* fica acima da superfície, ou seja, para além das questões de segurança dos operadores em trabalhar com esse degrau, há também o problema que a banca poderá não assentar no chão.

3. Banca de rebarbagem

Tendo em conta as dimensões das peças que se pretendem introduzir, as bancas de rebarbagem serão igualmente grandes. As suas dimensões criam um problema a nível de manobramento das peças, o que levou à formulação de três hipóteses possíveis para a resolução desta questão:

- a. Colocar a banca de rebarbagem ao lado da banca de corte na parte da frente da prensa;

O motivo pelo qual esta solução surgiu foi para que não fosse necessária a construção do carril para o *robot 2*. A colocação da banca na parte da frente da prensa foi, no entanto a primeira opção a ser descartada, uma vez que apesar de ser a opção mais simples, não é viável tendo em conta o espaço disponível no interior da vedação da linha. Esta não pode ser removida já que para trabalhar em automático a linha tem de permanecer com toda a vedação fechada. Não seria possível colocar no espaço do carro sobre carris uma banca de corte de SMC, uma banca de rebarbagem e dois contentores para a colocação das peças no final da rebarbagem, são colocados dois para que após se preencher o primeiro, não ter que parar a produção para efetuar a troca.

- b. Deslocar o *robot 2* para o local onde estão atualmente os conformadores, de maneira a colocar a banca entre as duas prensas e o contentor na entrada da linha;

Ao contrário da primeira opção, é necessário investimento para sistema de deslocamento do *robot*, já foram avaliados na análise da banca de SMC os problemas relacionados com esta movimentação.

- c. Sem deslocar o *robot 2*, adquirir um novo *gripper* adaptado às novas peças que as retirasse da prensa, como acontece com as peças de LFT, colocando-as diretamente na banca.

Apesar de nesta situação não se fazer alterações na posição do *robot* nem dos conformadores que se localizam dentro da linha, o investimento requerido para a aquisição de *grippers* é superior, uma vez que é preciso um para cada peça, para além de que está a limitar a moldação de peças apenas a este projeto. No entanto, esta última solução tem uma vantagem sobre as outras a nível ergonómico, já que está a poupar movimentos, reduzindo o tempo de operação e, principalmente, o esforço dos operadores na carga de peças de grandes dimensões e peso.

4.2.3 Propostas de Adaptação

Após as considerações feitas na análise de *layout*, pode-se iniciar a elaboração das propostas de adaptação. Encontraram-se duas boas soluções, apesar de a primeira ser considerada a melhor, devido às grandes alterações e investimentos que implica, decidiu-se apresentar uma segunda opção menos dispendiosa. A grande diferença entre elas é a substituição ou não da ponte rolante, desenvolvendo-se a restante proposta a partir desse pressuposto inicial.

Devido ao grande investimento inicial implicado na compra de uma nova ponte rolante de tão elevada capacidade, sugere-se que este não seja efetuado logo no arranque de projeto. Uma vez que as cadências previstas são relativamente baixas, o facto do *setup* poder ser mais demorado ou ter de se produzir só as portas em *single*, por exemplo, não

é tão preocupante. No entanto, esta cadência aumentará gradualmente e, uma vez que o objetivo da adaptação da linha é o aumento da flexibilidade desta, podem até ser moldados outros produtos nesta prensa. Uma prensa com uma capacidade tão elevada irá ser utilizada para moldes grandes, em dimensões e em peso, não só para libertar as outras prensas maiores, como pelo facto de que moldes menores não suportam a pressão aplicada pela prensa, podendo ser danificados.

De forma que, se não a curto prazo, essa medida terá que, eventualmente, ser aplicada. Assim, considera-se como primeira proposta a mais imediata, a curto prazo, e a segunda indicada como algo a ser feito quer no imediato, caso haja possibilidade de investimento, quer a médio-longo prazo, para um maior aproveitamento da capacidade da prensa/linha.

Para além das alterações propostas neste capítulo, partindo de fatores já verificados no primeiro caso de estudo, sugere-se, para as duas propostas, a utilização do carro de *setup* mencionado na implementação da ferramenta SMED. Apesar deste poder não causar muito impacto na mudança de ferramentas entre peças de LFT, neste cenário, como os operadores trabalham no interior da linha, será essencial a aquisição deste equipamento, por uma questão de segurança e também de facilidade no momento da mudança de ferramentas.

4.2.3.1 Proposta 1

Não havendo alteração da ponte, pode-se optar por moldar ou não as peças POD interior e exterior, podendo evitar, caso não se molde, a retirada do carro sobre carris alocado à linha e a introdução do outro carro para *setup*. Porém, ficou estabelecido que o estudo de *layout* seria feito para a entrada de todas as peças do projeto.

Assim, como referido no capítulo “Análise de *Layout*”, o carro porta-moldes da linha terá de ser removido da mesma, e os carris sobre os quais se desloca cobertos para o solo ficar nivelado, sem riscos para os operadores ou de problemas com o deslocamento do outro carro. Uma vez que os moldes atualmente residentes na lateral exterior da linha deixarão de estar nesse local, apenas os de BVH2, estes últimos podem ser colocados mais próximos da linha para facilitar o manobramento do carro que virá com os moldes de SMC diretamente da serralharia.

Estando definida a parte do *layout* referente à entrada e saída de moldes da prensa, pode-se passar à colocação das bancas.

A banca de corte de SMC será colocada como definido na alínea 2.a) da análise de *layout*, ou seja, na parte da frente da prensa. Decidiu-se esse lado, uma vez que a movimentação de contentores de saída de peças é mais frequente do que a movimentação para troca de rolos de SMC. Ou seja, assim coloca-se a banca de corte de

fibra do lado da extrusora e a banca de rebarbagem no local onde se encontra atualmente o *robot 2*, que tem um acesso mais fácil para se executar a troca de contentores. Para além de que tem de haver sempre dois contentores junto à prensa, para que não pare a produção após o preenchimento do primeiro contentor e se aguarda a chegada do novo.

Para a colocação da banca de rebarbagem terá de se colocar um sistema de deslocamento no *robot 2* como mencionado previamente, e os conformadores colocados no interior da vedação são retirados, ficando na periferia da linha, como acontece atualmente com os equipamentos da linha.

O carril para a deslocação deste deverá ser como o do *robot 1*, por questões de segurança.

Isto permite adaptabilidade a qualquer tipo de projeto que possa ser moldado na linha, porém o ideal será a colocação de *grippers* para estas peças devido aos seus pesos e dimensões que dificultam a movimentação das mesmas pelos operadores.

Concluindo, o *layout* final obtido com a aplicação desta proposta será semelhante ao apresentado na Figura 35, em que os novos equipamentos, bancas e contentores estão evidenciados com cor verde.

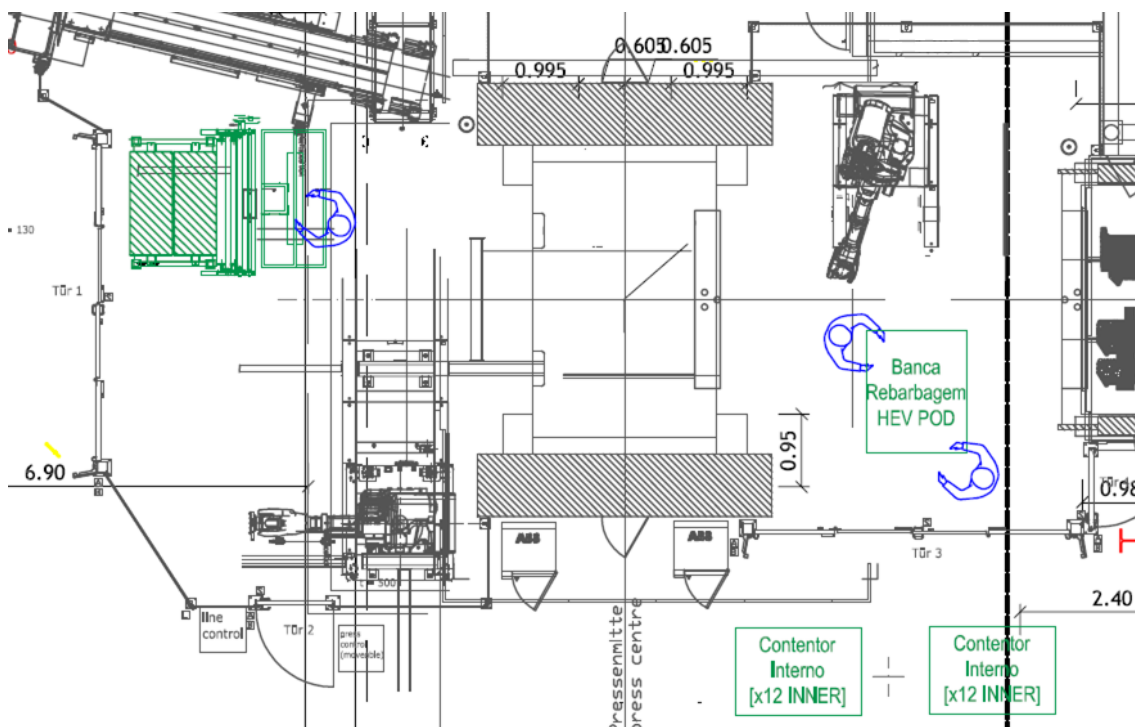


Figura 35 - Layout - Proposta 1

4.2.3.2 Proposta 2

Para esta segunda proposta, considera-se a substituição da ponte rolante por uma com maior capacidade, 50 ton para ficar em conformidade com o carro porta-moldes, que nesta situação poderá ser mantido para *setup* da linha. Com as vantagens já demonstradas, como redução de tempo de *setup*, principalmente devido ao sistema de posicionamento dos moldes BVH2, mas também por não ter que se executar tantas manobras quanto as que seriam necessárias para a entrada do outro carro na prensa.

A colocação da banca de corte de SMC e de rebarbagem das peças moldadas seguem as mesmas considerações feitas na Proposta 1. A tarefa de troca dos rolos de matéria-prima é feita por empilhadores e, mesmo que o carro porta-moldes seja levado até à distância máxima da prensa permitida pelo carril, o espaço deixado entre o carro e a entrada da vedação não é suficiente para permitir a passagem deste.

Para resolver este problema, sugere-se o prolongamento dos carris, permitindo assim a passagem dos materiais e sem comprometer o funcionamento da área de fabrico adjacente.

Na situação prevista nesta proposta, os moldes poderiam ficar residentes na linha, tal como acontecia com os moldes de LFT, no entanto os moldes de SMC, ao contrário dos primeiros, ao trabalhar a quente necessitam de pré-aquecimento, feito na área da manutenção. Esta etapa é feita exteriormente ao *setup* por ter uma duração elevada, para um molde das dimensões dos analisados pode demorar cerca de 3 horas. Caso a ponte seja instalada no início do projeto, uma vez que as cadências são baixas, pode-se fazer o aquecimento do molde diretamente na prensa, caso isto não aconteça, terão que ser armazenados junto com os restantes moldes e transportado para a prensa já pré-aquecido, pronto a moldar.

Em alternativa, é possível instalar um posto de pré-aquecimento contíguo à área da linha, permitindo a residência dos moldes e, porventura a facilitação de outros *setups*, ao possibilitar o aquecimento de mais um molde, auxiliando o posto já existente.

Aplicando-se as considerações feitas ao longo desta proposta, obtém-se um *layout* idêntico ao apresentado na Figura 36, onde se encontram destacados a cor verde os equipamentos a adicionar à linha, bancas e contentores, e a azul o empilhador que demonstra a razão pela qual foi necessário prolongar os carris para permitir a sua movimentação para troca de matéria-prima.

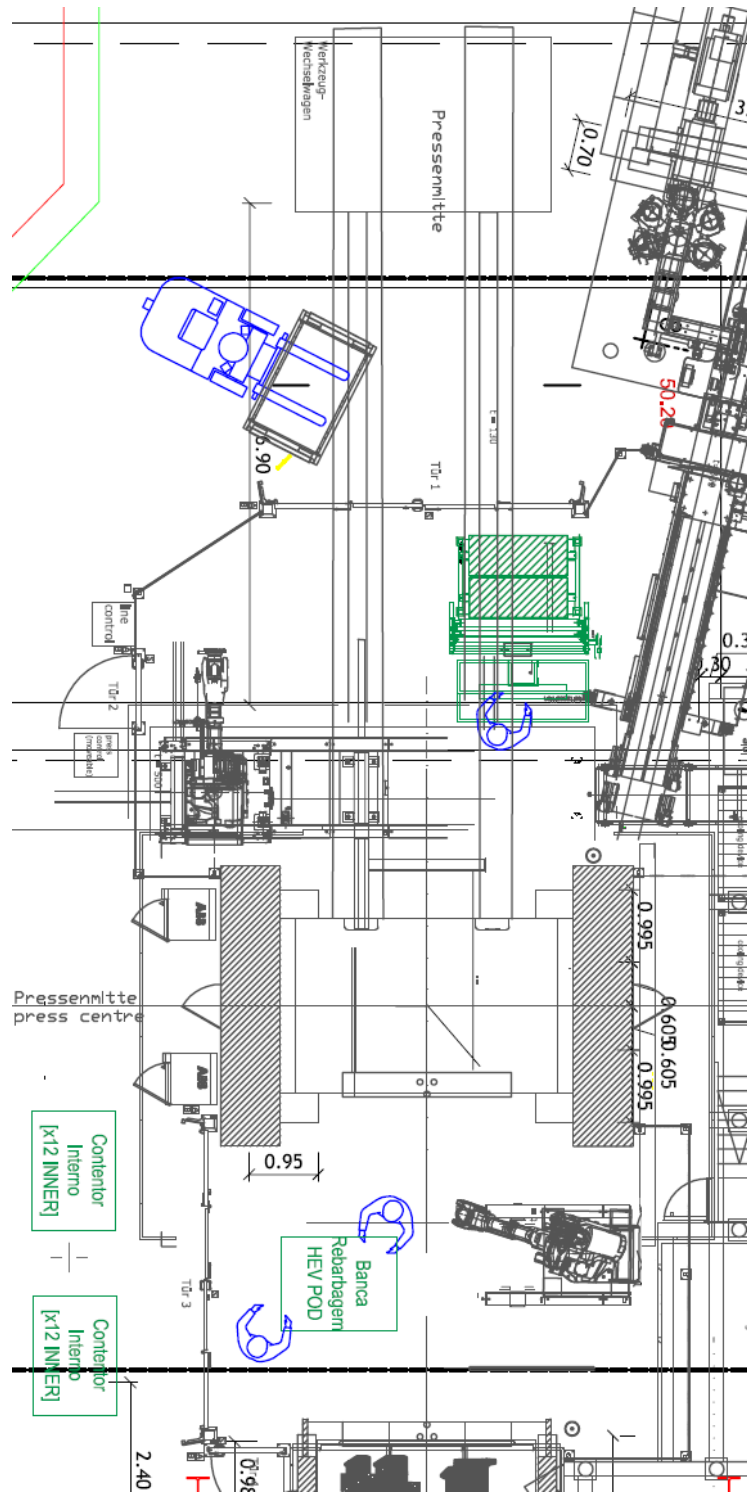


Figura 36 - Layout - Proposta 2

CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES

5.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

A aplicação da metodologia 6S permitiu a transformação da área de produção de peças em LFT, em estudo, num local mais limpo e, conseqüentemente, mais visual e prático para trabalhar. Para garantir a continuidade da utilização destas técnicas, para além da formação inicial para consciencialização das pessoas envolvidas, foram criadas ferramentas como a matriz de limpeza e o quadro de comunicação, onde os objetivos e os resultados do trabalho são apresentados. Os proveitos e melhorias desta implementação são comprovados pela diferença entre a auditoria realizada no início do projeto e no final, os resultados melhoraram de 58,8% para 70,8%.

No segmento das melhorias aplicadas pelo uso da ferramenta SMED, nem todas foram executadas e concluídas, no entanto, caso tudo fosse implementado, espera-se uma redução de 25% em relação ao tempo médio de *setup*, referente ao período anterior à sua aplicação. Isto representa um ganho significativo para a produtividade da linha.

Analisou-se também um segundo caso de estudo com o objetivo de melhorar a flexibilidade/adaptabilidade da linha de forma a trabalhar também com SMC e não só em LFT. Para tal, após se verificar a capacidade da máquina para albergar o novo projeto, procedeu-se às considerações necessárias para a execução de uma alteração de *layout*. Chegou-se à conclusão que o grande entrave no projeto é a capacidade da ponte rolante que auxilia a troca de moldes na linha, demasiado reduzida para projetos de grandes peças. Porém, há uma necessidade, devido ao tamanho da prensa, desta ser utilizada para a produção de peças de grande dimensão. Tendo este obstáculo em consideração, elaboraram-se duas propostas, sendo que a segunda é a desejável, já que é a que permite maior flexibilidade apesar do maior investimento inicial.

5.2 Propostas de Trabalhos Futuros

Face aos ganhos esperados com as propostas feitas ao longo deste trabalho que ajudarão a melhorar a qualidade de trabalho dos operadores da empresa e obter maiores ganhos de produtividade.

Após estas serem simuladas e validadas, o objetivo é implementar estas metodologias às diferentes secções da fábrica. Esta é uma técnica que não deverá ficar confinada a apenas uma área, todas as pessoas e processos na empresa podem beneficiar da aplicação destas ferramentas.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Anvari, A., Zulkifli, N., & Mohd Yusuff, R. (2011a) Evaluation of Approaches to Safety in Lean Manufacturing and Safety Management Systems and Clarification of the Relationship Between Them *World Applied Sciences Journal*, 15(1), 19–26.
- [2] Carravilla, M. A. (1998b) *Layouts Balanceamento de Linhas*.
- [3] Carreira, A. O. (2016c) *Implementação de Ferramentas Lean Manufacturing na Otimização do Processo de Formulação de Termoplásticos*. Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- [4] Cavaco, I., & Ávila, P. (2015d) *Tipologia dos Sistemas de Produção*. ISEP.
- [5] European Alliance for SMC/BMC (2016e) *Design for Success: A Design & Technology Manual for SMC/BMC*.
- [6] Ferreira, C. (n.d.-f) A Segurança na Metodologia 6S.
- [7] FRP Machining (n.d.-g) HOW ARE FRP/GRP SMC MACHINE WORKING? Retrieved April 2, 2018, from <http://www.frpmachining.com/faqs/how-are-frpgrp-smc-machine-working>
- [8] Hirano, H. (1995h) *5 pillars of the visual workplace*. CRC Press.
- [9] Imai, M. (1997i) *Gemba kaizen : a commonsense low-cost approach to management*. McGraw-Hill.
- [10] Koch, R. (2008j) *The 80/20 principle : the secret of achieving more with less*. Doubleday.
- [11] Malnati, P. (2007k, January) Reinforced Thermoplastics: LFRT vs. GMT *Composites World*.
- [12] Matos, E., & Barbosa, J. (2015l) *Manual de SMC*.
- [13] Molded Fiber Glass Companies (n.d.-m) Direct Long Fiber Thermoplastic Molding (D-LFT). Retrieved March 21, 2018, from <https://www.moldedfiberglass.com/processes/processes/closed-molding-processes/direct-long-fiber-thermoplastic-molding>
- [14] Morais, A. B. de, Magalhães, A. G. de, & Moura, M. F. de S. F. (2005n) *Materiais Compósitos - Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico*. Publindústria.
- [15] Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014o) A Lean & Green Model for a production cell *Journal of Cleaner Production*, 85, 19–30.

- [16] Pereira, S. P. dos S. (2014p) *Implementação da Metodologia SMED no Setor das Prensas de Corte de Chapa*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- [17] Plasticomp (n.d.-q) Benefits of Long Fiber Reinforced Thermoplastic Composites. Retrieved March 21, 2018, from <http://www.plasticomp.com/long-fiber-benefits/>
- [18] Shingō, S. (1989r) *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. The Press.
- [19] Shingo, S., & P. Dillon, A. (1985s) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press.
- [20] Silva, L. M. R. A. da (2012t) *Alteração do Layout e Implementação de Células de Produção na Indústria de Embalagens na XC Consultores*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [21] Singh Rajput, H., & Jayaswal, P. (n.d.-u) A Total Productive Maintenance (TPM) Approach To Improve Overall Equipment Efficiency *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) Www.Ijmer.Com*, 2(6), 4383–4386.
- [22] Vijayakumar, S. R., & Gajendran, S. (n.d.-v) *IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) IN INJECTION MOULDING PROCESS INDUSTRY IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*.

ANEXOS

- 7.1 ANEXO 1: AUDITORIA 6S – LFT - INICIAL
- 7.2 ANEXO 2: DADOS DA ANÁLISE DE PARETO
 - 7.3 ANEXO 3: MATRIZ 6S
- 7.4 ANEXO 4: AUDITORIA 6S – LFT - FINAL
- 7.5 ANEXO 5: ORÇAMENTO KIT DE LIMPEZA
- 7.6 ANEXO 6: RELATÓRIO LUMINOTÉCNICO – LINHA LFT
 - 7.7 ANEXO 7: ANÁLISE DE SETUP
- 7.8 ANEXO 8: CÁLCULO DE PAYBACK – SISTEMA DE APERTO RÁPIDO
- 7.9 ANEXO 9: CAPACIDADE DA LINHA – CÁLCULO DE IMPRODUTIVIDADES

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1: Auditoria 6S – LFT - Inicial

6S Nº		Critérios de avaliação		Escala	Média																																																																																																																													
Auditoria 6S- Produção - LFT																																																																																																																																		
				Data: 06/11/2017 14:00																																																																																																																														
Area auditada: Linha LFT				Audidores: Joana Soares, Cláudia Maia, António F. Teixeira																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Definição da Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Escala</th> <th>Quantidade de Problemas</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>5 ou mais problemas</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4 problemas</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3 problemas</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2 problemas</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1 problema</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0 problemas</td> </tr> </tbody> </table>						Definição da Escala		Escala	Quantidade de Problemas	0	5 ou mais problemas	1	4 problemas	2	3 problemas	3	2 problemas	4	1 problema	5	0 problemas																																																																																																													
Definição da Escala																																																																																																																																		
Escala	Quantidade de Problemas																																																																																																																																	
0	5 ou mais problemas																																																																																																																																	
1	4 problemas																																																																																																																																	
2	3 problemas																																																																																																																																	
3	2 problemas																																																																																																																																	
4	1 problema																																																																																																																																	
5	0 problemas																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Definição de Marcações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Cor</th> <th>Designação</th> </tr> <tr> <td>Vermelho</td> <td>Materiais não conformes</td> </tr> <tr> <td>Amarelo</td> <td>Passagens/Corredores</td> </tr> <tr> <td>Amarelo / Preto</td> <td>Zonas de Perigo</td> </tr> <tr> <td>Azul</td> <td>Equipamentos/Estruturas</td> </tr> </tbody> </table>						Definição de Marcações		Cor	Designação	Vermelho	Materiais não conformes	Amarelo	Passagens/Corredores	Amarelo / Preto	Zonas de Perigo	Azul	Equipamentos/Estruturas																																																																																																																	
Definição de Marcações																																																																																																																																		
Cor	Designação																																																																																																																																	
Vermelho	Materiais não conformes																																																																																																																																	
Amarelo	Passagens/Corredores																																																																																																																																	
Amarelo / Preto	Zonas de Perigo																																																																																																																																	
Azul	Equipamentos/Estruturas																																																																																																																																	
Gráfico 6S Linha LFT																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>6S Nº</th> <th>Critérios de avaliação</th> <th>Escala</th> <th>Média</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Não existem, no chão, objectos não previstos?</td> <td>3</td> <td rowspan="4">2,50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Não existe stock de componentes não úteis na área?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Não existem no posto de trabalho objectos ou documentos que não servem para nada?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Não existe lixo acumulado no posto de trabalho e área circundante?</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Existem, caixas vermelhas para as peças não conformes e/ou sucata?</td> <td>5</td> <td rowspan="4">3,14</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Depois do uso, os equipamentos e as ferramentas são arrumados nos sítios apropriados?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>As bancadas e estruturas do posto de trabalho estão limpas, arrumadas e devidamente identificadas?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>As zonas de passagem e locais de trabalho estão claramente identificadas?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Os objectos pessoais não estão no posto de trabalho e estão correctamente arrumados?</td> <td>4</td> <td rowspan="4">2,83</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Todas as máquinas e zonas de trabalho estão devidamente identificadas?</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>As estantes estão arrumadas e devidamente organizadas?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Existem recipientes para o lixo e são despejados frequentemente?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Existem kits de limpeza, com descrição do material, limpo e arrumado?</td> <td>1</td> <td rowspan="4">2,00</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>As máquinas e as estruturas dos postos de trabalho limpa estão limpas?</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>As ferramentas estão limpas e bem arrumadas?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>O chão encontra-se limpo?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>A sucata está isolado e a sua recolha é efectuada sistematicamente?</td> <td>5</td> <td rowspan="4">3,25</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Existe um programa definido para a execução das tarefas diárias de limpeza?</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Existe um programa definido para a validação das tarefas da chefia?</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>As instruções de Qualidade e de trabalho estão de acordo com o produto a ser montado?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Existe um quadro de indicadores actualizado?</td> <td>2</td> <td rowspan="4">3,91</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Não existem paletes ou outros objectos fora dos locais identificados?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Os uniformes dos trabalhadores e do supervisor estão conforme os standards?</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>As marcações delineadas estão a ser seguidas e respeitadas por todos?</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Os equipamentos de protecção individuais estão a ser utilizados?</td> <td>4</td> <td rowspan="4">58,8%</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>As instalações eléctricas e pneumáticas estão em bom estado?</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Os quadros eléctricos estão fechados, acessíveis e sinalizados?</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>As máquinas estão em bom estado e a funcionar correctamente?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>As máquinas de trabalho estão devidamente protegidas? As protecções estão a ser utilizadas?</td> <td>5</td> <td rowspan="4">2,94</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>As máquinas têm sinalética de perigo / risco, instruções de segurança e procedimentos de segurança?</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Os comandos das máquinas e equipamentos de trabalho estão devidamente identificados?</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Os postos de trabalho são ergonómicos? (luminosidade, ruído, pó, cargas)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>Existe informação do equipamento de protecção necessário?</td> <td>4</td> <td rowspan="4">58,8%</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>Os equipamentos necessários para combater o fogo estão disponíveis, acessíveis, visíveis e sinalizados?</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>Não existem situações que possam causar tropeço (como cabos eléctricos, caixas, paletes etc...)?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>Os produtos químicos estão devidamente armazenados e rotulados?</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">AValiação TOTAL</td> <td>2,94</td> <td>58,8%</td> </tr> </tbody> </table>						6S Nº	Critérios de avaliação	Escala	Média	1	Não existem, no chão, objectos não previstos?	3	2,50	2	Não existe stock de componentes não úteis na área?	2	3	Não existem no posto de trabalho objectos ou documentos que não servem para nada?	2	4	Não existe lixo acumulado no posto de trabalho e área circundante?	3	5	Existem, caixas vermelhas para as peças não conformes e/ou sucata?	5	3,14	6	Depois do uso, os equipamentos e as ferramentas são arrumados nos sítios apropriados?	4	7	As bancadas e estruturas do posto de trabalho estão limpas, arrumadas e devidamente identificadas?	4	8	As zonas de passagem e locais de trabalho estão claramente identificadas?	2	9	Os objectos pessoais não estão no posto de trabalho e estão correctamente arrumados?	4	2,83	10	Todas as máquinas e zonas de trabalho estão devidamente identificadas?	1	11	As estantes estão arrumadas e devidamente organizadas?	2	12	Existem recipientes para o lixo e são despejados frequentemente?	4	13	Existem kits de limpeza, com descrição do material, limpo e arrumado?	1	2,00	14	As máquinas e as estruturas dos postos de trabalho limpa estão limpas?	3	15	As ferramentas estão limpas e bem arrumadas?	2	16	O chão encontra-se limpo?	2	17	A sucata está isolado e a sua recolha é efectuada sistematicamente?	5	3,25	18	Existe um programa definido para a execução das tarefas diárias de limpeza?	1	19	Existe um programa definido para a validação das tarefas da chefia?	1	20	As instruções de Qualidade e de trabalho estão de acordo com o produto a ser montado?	4	21	Existe um quadro de indicadores actualizado?	2	3,91	22	Não existem paletes ou outros objectos fora dos locais identificados?	2	23	Os uniformes dos trabalhadores e do supervisor estão conforme os standards?	5	24	As marcações delineadas estão a ser seguidas e respeitadas por todos?	2	25	Os equipamentos de protecção individuais estão a ser utilizados?	4	58,8%	26	As instalações eléctricas e pneumáticas estão em bom estado?	5	27	Os quadros eléctricos estão fechados, acessíveis e sinalizados?	3	28	As máquinas estão em bom estado e a funcionar correctamente?	4	29	As máquinas de trabalho estão devidamente protegidas? As protecções estão a ser utilizadas?	5	2,94	30	As máquinas têm sinalética de perigo / risco, instruções de segurança e procedimentos de segurança?	5	31	Os comandos das máquinas e equipamentos de trabalho estão devidamente identificados?	3	32	Os postos de trabalho são ergonómicos? (luminosidade, ruído, pó, cargas)	3	33	Existe informação do equipamento de protecção necessário?	4	58,8%	34	Os equipamentos necessários para combater o fogo estão disponíveis, acessíveis, visíveis e sinalizados?	3	35	Não existem situações que possam causar tropeço (como cabos eléctricos, caixas, paletes etc...)?	4	36	Os produtos químicos estão devidamente armazenados e rotulados?	4	AValiação TOTAL		2,94	58,8%
6S Nº	Critérios de avaliação	Escala	Média																																																																																																																															
1	Não existem, no chão, objectos não previstos?	3	2,50																																																																																																																															
2	Não existe stock de componentes não úteis na área?	2																																																																																																																																
3	Não existem no posto de trabalho objectos ou documentos que não servem para nada?	2																																																																																																																																
4	Não existe lixo acumulado no posto de trabalho e área circundante?	3																																																																																																																																
5	Existem, caixas vermelhas para as peças não conformes e/ou sucata?	5	3,14																																																																																																																															
6	Depois do uso, os equipamentos e as ferramentas são arrumados nos sítios apropriados?	4																																																																																																																																
7	As bancadas e estruturas do posto de trabalho estão limpas, arrumadas e devidamente identificadas?	4																																																																																																																																
8	As zonas de passagem e locais de trabalho estão claramente identificadas?	2																																																																																																																																
9	Os objectos pessoais não estão no posto de trabalho e estão correctamente arrumados?	4	2,83																																																																																																																															
10	Todas as máquinas e zonas de trabalho estão devidamente identificadas?	1																																																																																																																																
11	As estantes estão arrumadas e devidamente organizadas?	2																																																																																																																																
12	Existem recipientes para o lixo e são despejados frequentemente?	4																																																																																																																																
13	Existem kits de limpeza, com descrição do material, limpo e arrumado?	1	2,00																																																																																																																															
14	As máquinas e as estruturas dos postos de trabalho limpa estão limpas?	3																																																																																																																																
15	As ferramentas estão limpas e bem arrumadas?	2																																																																																																																																
16	O chão encontra-se limpo?	2																																																																																																																																
17	A sucata está isolado e a sua recolha é efectuada sistematicamente?	5	3,25																																																																																																																															
18	Existe um programa definido para a execução das tarefas diárias de limpeza?	1																																																																																																																																
19	Existe um programa definido para a validação das tarefas da chefia?	1																																																																																																																																
20	As instruções de Qualidade e de trabalho estão de acordo com o produto a ser montado?	4																																																																																																																																
21	Existe um quadro de indicadores actualizado?	2	3,91																																																																																																																															
22	Não existem paletes ou outros objectos fora dos locais identificados?	2																																																																																																																																
23	Os uniformes dos trabalhadores e do supervisor estão conforme os standards?	5																																																																																																																																
24	As marcações delineadas estão a ser seguidas e respeitadas por todos?	2																																																																																																																																
25	Os equipamentos de protecção individuais estão a ser utilizados?	4	58,8%																																																																																																																															
26	As instalações eléctricas e pneumáticas estão em bom estado?	5																																																																																																																																
27	Os quadros eléctricos estão fechados, acessíveis e sinalizados?	3																																																																																																																																
28	As máquinas estão em bom estado e a funcionar correctamente?	4																																																																																																																																
29	As máquinas de trabalho estão devidamente protegidas? As protecções estão a ser utilizadas?	5	2,94																																																																																																																															
30	As máquinas têm sinalética de perigo / risco, instruções de segurança e procedimentos de segurança?	5																																																																																																																																
31	Os comandos das máquinas e equipamentos de trabalho estão devidamente identificados?	3																																																																																																																																
32	Os postos de trabalho são ergonómicos? (luminosidade, ruído, pó, cargas)	3																																																																																																																																
33	Existe informação do equipamento de protecção necessário?	4	58,8%																																																																																																																															
34	Os equipamentos necessários para combater o fogo estão disponíveis, acessíveis, visíveis e sinalizados?	3																																																																																																																																
35	Não existem situações que possam causar tropeço (como cabos eléctricos, caixas, paletes etc...)?	4																																																																																																																																
36	Os produtos químicos estão devidamente armazenados e rotulados?	4																																																																																																																																
AValiação TOTAL		2,94	58,8%																																																																																																																															

7.2 ANEXO 2: Dados da Análise de Pareto

Paragens 2017					
Nº FALHA	Descritivo	Média	%	% Acumulada	Frequência
17	Setup da linha	109,9	17%	17%	132
18	Intervenção de manutenção	66,4	10%	27%	21
19	Falta de contentores	48,5	7%	34%	15
8	Moldes Ecran	42,5	7%	41%	8
22	Outras paragens	37,0	6%	47%	149
16	Outras avarias da linha	31,2	5%	51%	18
7	Molde FF Diant.	30,8	5%	56%	52
21	Intervalo	30,1	5%	61%	485
23	Molde BVH2	22,2	3%	64%	5
1	Arranque série / Final produção	22,0	3%	68%	94
9	Robô 2 / Gripper 2	20,6	3%	71%	153
20	Falta de matéria prima	19,7	3%	74%	3
2	Abastecimento	17,3	3%	76%	71
10	Mesas de refrigeração	17,0	3%	79%	9
24	Ferramenta BVH2	16,7	3%	82%	31
5	Prensa 3600	16,3	3%	84%	316
6	Molde FF Tras.	16,2	2%	87%	13
3	Extrusora ZSE / ZSG / PAZ	14,7	2%	89%	76
14	Ferramentas Ecran	14,5	2%	91%	16
15	Robô 3 / Gripper 3	13,4	2%	93%	82
11	Prensa PO100	12,3	2%	95%	58
4	Robô 1 / Gripper 1	11,8	2%	97%	49
12	Ferramenta FF Diant.	10,6	2%	98%	45
13	Ferramenta FF Tras.	10,2	2%	100%	305
	TOTAL	651,9			

7.4 ANEXO 4: Auditoria 6S – LFT - Final

6S Nº		Critérios de avaliação		Escala	Média
SELECÇÃO	1	Não existem, no chão, objectos não previstos?	4	3,75	
	2	Não existe stock de componentes não úteis na área?	4		
	3	Não existem no posto de trabalho objectos ou documentos que não servem para nada?	3		
	4	Não existe lixo acumulado no posto de trabalho e área circundante?	4		
ORGANIZAR	5	Existem, caixas vermelhas para as peças não conformes e/ou sucata?	5	3,43	
	6	Depois do uso, os equipamentos e as ferramentas são arrumados nos sítios apropriados?	4		
	7	As bancadas e estruturas do postos de trabalho estão limpas, arrumadas e devidamente identificadas?	4		
	8	As zonas de passagem e locais de trabalho estão claramente identificadas?	3		
	9	Os objectos pessoais não estão no posto de trabalho e estão correctamente arrumados?	4		
	10	Todas as máquinas e zonas de trabalho estão devidamente identificadas?	2		
LIMPAR	11	As estantes estão arrumadas e devidamente organizadas?	2	3,00	
	12	Existem recipientes para o lixo e são despejados frequentemente?	4		
	13	Existem kits de limpeza, com descrição do material, limpo e arrumado?	1		
	14	As máquinas e as estruturas dos postos de trabalho limpa estão limpas?	3		
	15	As ferramentas estão limpas e bem arrumadas?	2		
	16	O chão encontra-se limpo?	3		
NORMALIZAR	17	A sucata está isolado e a sua recolha é efectuada sistematicamente?	5	3,25	
	18	Existe um programa definido para a execução das tarefas diárias de limpeza?	4		
	19	Existe um programa definido para a validação das tarefas da chefia?	3		
	20	As instruções de Qualidade e de trabalho estão de acordo com o produto a ser montado?	4		
DISCIPLINAR	21	Existe um quadro de indicadores actualizado?	2	3,75	
	22	Não existem paletes ou outros objectos fora dos locais identificados?	3		
	23	Os uniformes dos trabalhadores e do supervisor estão conforme os standards?	5		
	24	As marcações delineadas estão a ser seguidas e respeitadas por todos?	3		
SEGURANÇA	25	Os equipamentos de protecção individuais estão a ser utilizados?	4	4,09	
	26	As instalações eléctricas e pneumáticas estão em bom estado?	5		
	27	Os quadros eléctricos estão fechados, acessíveis e sinalizados?	4		
	28	As máquinas estão em bom estado e a funcionar correctamente?	4		
	29	As máquinas de trabalho estão devidamente protegidas? As protecções estão a ser utilizadas?	5		
	30	As máquinas têm sinalética de perigo / risco, instruções de segurança e procedimentos de segurança?	5		
	31	Os comandos das máquinas e equipamentos de trabalho estão devidamente identificados?	3		
	32	Os postos de trabalho são ergonómicos? (luminosidade, ruído, pó, cargas)	3		
	33	Existe informação do equipamento de protecção necessário?	4		
	34	Os equipamentos necessários para combater o fogo estão disponíveis, acessíveis, visíveis e sinalizados?	4		
	35	Não existem situações que possam causar tropeço (como cabos eléctricos, caixas, paletes etc...)?	4		
	36	Os produtos químicos estão devidamente armazenados e rotulados?	4		
AValiação TOTAL				3,54	70,9%

Data: 14/09/2018 14:00

Área auditada: Linha LFT
Auditores: Joana Soares, António F. Teixeira

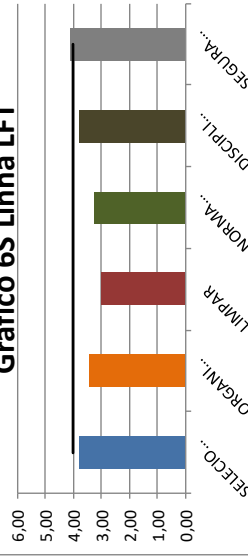
Definição da Escala

Escala	Quantidade de Problemas
0	5 ou mais problemas
1	4 problemas
2	3 problemas
3	2 problemas
4	1 problema
5	0 problemas

Definição de Marcações

Cor	Designação
Vermelho	Materiais não conformes
Amarelo	Passagens/Corredores
Amarelo / Preto	Zonas de Perigo
Azul	Equipamentos/Estruturas

Gráfico 6S Linha LFT



7.5 ANEXO 5: Orçamento Kit de Limpeza



Mopa para vassoura Kentucky, Material: Algodão, Tipo: Franjas, Material fibra: Algodão, Cores: Branco

Referência: A017083

1	4,59 €	1	4,59 €
---	--------	---	---------------

Unidade



Carro móvel com 2 baldes de 15 L, Capacidade: 30 L, Material: Plástico, Cores: Vermelho, Altura: 88 cm

Referência: A017090

1	142,00 €	1	142,00 €
---	----------	---	-----------------

Unidade



Conjunto Vassoura e pá, Tipo: Combinado, Material fibra: Plástico, Modelo: Vassoura / pá

Referência: A017119

1	23,75 €	1	23,75 €
---	---------	---	----------------

Unidade



Cabo em alumínio, Tipo de encaixe: Encastrável, Tipo: Cabo, Material: Alumínio, Comp.: 140 cm

Referência: A017084

1	7,25 €	1	7,25 €
---	--------	---	---------------

Unidade



Pinça para mopa de franjas, Material: Plástico, Tipo: Pinça para mopa, Cores: Azul, Largura: 18.5 cm

Referência: A017082

1	5,09 €	1	5,09 €
---	--------	---	---------------

Subtotal:

182,68 €

Total s/IVA

182,68 €

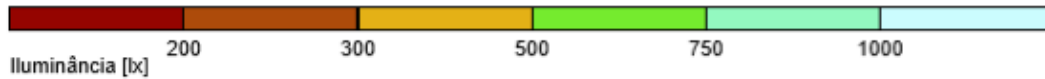
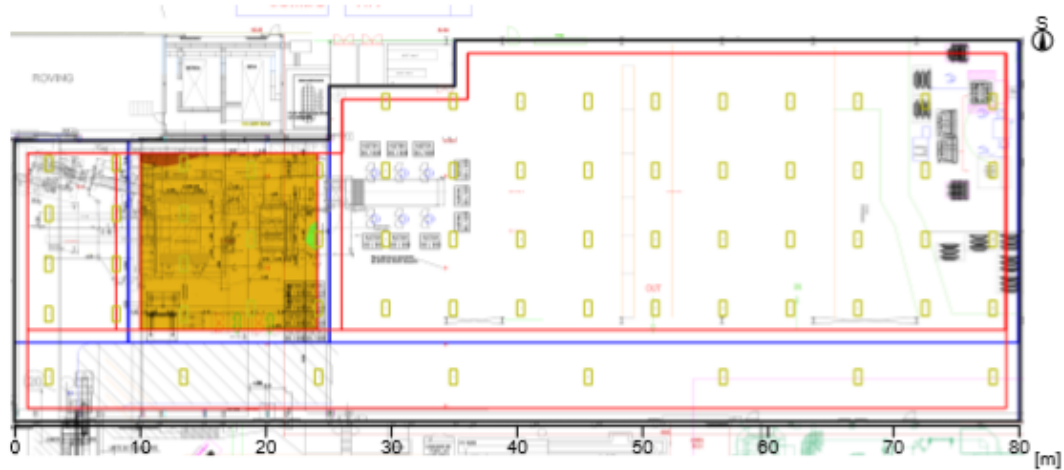
IVA: 42,02 €

Total com IVA: 224,70 €

7.6 ANEXO 6: Relatório Luminotécnico – Linha LFT

3.2 Resumo, LFT, Acabamento e Injecção C

3.2.4 Resumo dos resultados, Zona de avaliação 4



Geral

Algoritmo utilizado

Factor de manutenção

Componente indirecta média

0.80

Fluxo luminoso total de todas as lâmpadas

Potência total

Potência total por área (259.16 m²)

184600 lm

1690.0 W

6.52 W/m² (1.62 W/m²/100lx)

Zona de avaliação 4

Plano de referência 4.1

horizontal

Em 354 lx

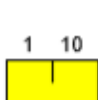
Emín 293 lx

Emín/Em (U₀) 0.83

Emín/Emáx (U_d) 0.58

Posição 1.10 m

Tipo Qnt. Modelo



ENERDOMINIO, LDA

Nº de artigo : EN401 146W LED 5.4ft TR 22000/840

Nome/designação : 146W,LED,industrial,steel sheet body,tempered glass

Equipado com : 1 x LEDLine 146 W / 18460 lm

7.7 ANEXO 7: Análise de Setup

7.7.1 Setup da Prensa de Moldação: Sai BVH2 *single* > Entra Ecran B9 duplo

	Operação1	Tempo	Tarefa	Operação2	Tempo	Tarefa
Fase 1 - Remoção do molde 1	M	00:02:40	Desapertar os 8 parafusos de fixação à prensa (inferior)	M	00:02:25	Desconectar robot 1
	L	00:00:15	Remover parafusos da zona da prensa			
	M	00:00:18	Desconectar fichas e tubos da parte inferior			
	O	00:00:20	Deslocação até ao comando da prensa para a baixar			
	T	00:00:32	Baixar prensa			
	M	00:02:40	Desconectar fichas e tubos da parte superior e apertar as 4 barras de segurança/fixação			
	T	00:01:09	Subir prensa+Deslocar o carro porta moldes até ficar debaixo do molde+baixar prensa até ao carro			
	O	00:00:37	Confirmação da posição do molde/carro e recolher a chave para desapertar os parafusos			
	M	00:01:06	Desapertar os 8 parafusos de fixação à prensa (superior)			
	L	00:00:13	Arrumação			
Fase 2 - Transporte de moldes	T	00:04:44	Deslocar moldes da prensa até ao local de armazenamento			
	T	00:01:13	Mover ponte até ao molde a entrar e prender ganchos aos olhais			
	O	00:00:13	Descer do molde			
	O	00:00:10	Deslocações			
	T	00:02:15	Subir molde e deslocá-lo até ao carro			
	O	00:00:14	Pousar os comandos da ponte e carro, e deslocar-se até ao carro			
	T	00:05:41	Recolha e transporte do 2º molde a entrar até ao carro			
Fase 3 - Colocação do molde 2	T	00:00:15	Deslocar a ponte para ficar sobre os moldes do lado de fora da linha			
	O	00:01:45	Guardar olhais e ir buscar o guincho para a colocação dos cilindros			
	A	00:11:07	Colocação dos cilindros de "paralelismo"			
	O	00:00:53	Verificação de o parâmetros			
	T	00:01:13	Deslocar carro até à prensa e baixar prensa até ao carro			
	A	00:01:27	Verificar localização correta dos moldes em relação à prensa			
	M	00:03:40	Fixar parte superior à prensa			
	M	00:01:32	Ligar tubos e cabos			
	O	00:00:11	Deslocar até ao controlo da prensa			
	T	00:00:47	Subir prensa e deslocar carro para fora da prensa			
	M	00:01:10	Desapertar barras de fecho			
	L	00:00:23	Recolher os parafusos do chão			
	M	00:03:07	Apertar parafusos de fixação inferiores			
	T	00:01:23	Deslocação do robot 1			
	M	00:03:39	Desapertar barras de fecho e colocar chapas nos batentes	M	00:03:50	Conectar robot 1
	O	00:00:54	Verificar parâmetros e procurar chapas das calhas			
	A	00:02:00	Verificar guiamento	M	00:02:00	Fechar calhas robot 1
A	00:04:07	Aperto final dos parafusos de fixação inf. e sup.				

7.7.2 Setup da Prensa de Moldação: Sai BVH2 duplo

	Operação1	Tempo	Tarefa
Fase 1 - Remoção do molde 1	M	00:03:20	Desapertar os 8 parafusos de fixação à prensa (inferior)
	M	00:02:02	Desconectar fichas e tubos da parte inferior
	T	00:00:35	Baixar prensa
	L	00:00:36	Remover parafusos inferiores
	M	00:05:39	Desconectar fichas e tubos da parte superior e apertar as 4 barras de segurança/fixação
	O	00:00:20	Deslocação para subir prensa
	T	00:01:08	Subir prensa+Deslocar o carro porta moldes até ficar debaixo do molde+baixar prensa até ao carro
	M	00:01:58	Desapertar os 8 parafusos de fixação à prensa (superior)
	L	00:01:13	Remover parafusos superiores
Fase 2 - Transporte de moldes	T	00:15:22	Deslocar moldes da prensa até ao local de armazenamento

7.7.3 Setup da Prensa de Corte: Sai BVH2 *single* > Entra BVH2 duplo

Operação1	Tempo	Tarefa	Operação2	Tempo	Tarefa
M	00:02:05	Adaptar gripper do robot 3			
O	00:00:35	Guardar material e recolher o controlador do R3			
M	00:01:49	Desapertar parafusos de fixação robot 3	M	00:04:20	Desapertar parafusos de fixação à prensa parte inferior
T	00:00:08	Deslocamento do robot 3			
M	00:00:56	Desconectar fichas e tubos parte inf. da ferramenta			
M	00:01:12	Desapertar parafusos de fixação			
M	00:00:30	Desligar fichas e tubos parte sup.			
M	00:01:42	Desapertar parafusos de fixação	M	00:01:07	Prender gancho da ponte na estrutura de deslizamento
T	00:00:28	Subir prensa			
M	00:01:37	Desapertar parafusos de fixação			
T	00:03:49	Retirar molde da prensa			
T	00:01:52	Deslocar o molde para fora da linha			
A	00:10:35	Posicionamento na mesa de acoplamento			
L	00:01:43	Limpar mesa			
T	00:02:31	Recolher e transportar 2º molde até à mesa de acoplamento			
A	00:00:57	Posicionamento			
T	00:06:06	Deslocar moldes até à estrutura de deslizamento e prender guincho de tração			
T	00:00:25	Puxar moldes para dentro da prensa			
L	00:02:46	Arrumar guincho de tração e estrutura de deslizamento			
M	00:08:46	Apertar parafusos de fixação			
M	00:07:10	Ligar tubos/cabos			
M	00:02:50	Apertar parafusos de fixação			
L	00:01:00	Organizar o "interior" da linha			
A	00:06:40	Testar prensa e últimos ajustes			
T	00:02:51	Colocar tapete de resíduos do corte			
T	00:00:07	Deslocar robot 3			
M	00:00:54	Fixar robot 3			

7.7.4 Setup da Prensa de Corte: Sai Fundo Falso Dianteiro *single* > Entra BVH2 duplo

Operação1	Tempo	Tarefa	Operação2	Tempo	Tarefa
L	00:01:13	Limpar resíduos de corte			
O	00:01:08	Procurar apanhador para limpar resíduos de corte			
M	00:01:04	Trocar gripper do robot 3			
L	00:02:26	Limpar área de trabalho	M	00:04:25	Preparar robot 3
M	00:00:29	Desconectar fichas e tubos parte inf. da ferramenta			
L	00:01:49	Limpar área de trabalho			
L	00:00:26	Organizar área de trabalho	M	00:00:26	Desapertar parafusos de fixação do robot 3
T	00:00:25	Deslocar robot 3			
M	00:00:50	Preparar barras de fixação			
M	00:01:00	Desapertar parafusos de fixação parte inferior	L	00:01:00	Limpar
O	00:00:30	Verificar dados			
M	00:00:57	Desapertar parafusos de fixação parte inferior			
T	00:00:11	Baixar prensa			
M	00:05:02	Fixar barras segurança e remover parafusos			
M	00:00:53	Desapertar parafusos de fixação superiores	T	00:01:33	Prender estrutura à ponte rolante
T	00:02:07	Mover estrutura até prensa e retirar a ferramenta da prensa			
T	00:05:27	Mover ferramenta até armazenamento			
T	00:07:58	Recolher e transportar 2ª ferramenta até à estrutura			
T	00:00:20	Puxar ferramenta para dentro da prensa			
L	00:02:15	Arrumar guincho de tração e estrutura de deslizamento			
M	00:04:06	Apertar parafusos de fixação superiores e inferiores			
M	00:10:40	Ligar tubos e fichas			
L	00:02:51	Organizar o "interior" da linha	A	00:02:15	Testar prensa e últimos ajustes

7.8 ANEXO 8: Cálculo de Payback – Sistema de Aperto Rápido

Parâmetro	Valor
Média de <i>setups</i> semana	4
Tempo poupado (min)	10
Semanas	48
<i>Setups</i> /ano	192
Tempo poupado/ano (min)	1920
Taxa horária máquina (min)	2,69 €
Taxa horária mão-de-obra (min)	0,30 €
Mão-de-obra	5
Compra do equipamento	34 123,00 €
Instalação	9 200,00 €
Custo	43 323,00 €
Ganho	8 006,40 €
<i>Payback</i> (anos)	5,4

7.9 ANEXO 9: Capacidade da Linha – Cálculo de Improdutividades

Improdutividades				
Troca de Rolo de SMC				Setup
Quantidade de SMC (kg)				Série
Portas C	Portas L	POD	Rolo	100 un
5,7	6,3	19,5	400	Duração do setup
Tempo de Troca				120 min
10 min				
Improdutividades por Troca de Rolo				Improdutividades por setup
Portas C	Portas L	POD		Portas
4,4%	4,9%	15,2%		POD
				37,3%
				48,0%
Improdutividades por Paragens				
11,5%				
Improdutividades Totais				
	Portas C	Portas L	POD	
	54,2%	54,7%	75,7%	