



# **AVALIAÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA METALOMECÂNICA**

**RICARDO JORGE TEIXEIRA DE SOUSA**

Outubro de 2017

# **AVALIAÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA METALOMECÂNICA**

Ricardo Jorge Teixeira de Sousa  
**2017**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

## **AVALIAÇÃO E MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA METALOMECÂNICA**

Ricardo Jorge Teixeira de Sousa  
1030665

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 Doutor Francisco José Gomes da Silva e pelo Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira, Professores Adjuntos do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

**2017**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# JÚRI

## **Presidente**

Rui Pedro Cardoso da Silva Martinho

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutora Maria Leonilde Rocha Varela

Professora Auxiliar, Escola de Engenharia da Universidade do Minho



À Andreia.



## AGRADECIMENTOS

No decorrer da presente dissertação, foi imprescindível a participação de diversas pessoas que, de uma forma mais directa ou indirecta, contribuíram para o trabalho realizado.

Agradeço, à empresa Carvalhos & Ferreira, Lda., pela possibilidade de realização deste trabalho, e por sempre me receberem com a maior simpatia e apreço.

Ao Eng.º Francisco Silva, pela sua ajuda, apoio e enorme disponibilidade que sempre demonstrou em todas as fases de elaboração do presente trabalho, tornando assim possível a sua conclusão.

Ao Eng.º Luís Pinto Ferreira, por toda a ajuda e disponibilidade demonstrada.

Aos meus amigos, António Abreu, Hélder Leira e Paulo Ramalho, pelo apoio e companheirismo, demonstrados ao longo da nossa amizade, e em especial nesta etapa académica.

Aos meus Pais, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida académica.

Resta-me ainda agradecer, à minha Esposa, Andreia Silva, por estar sempre presente, pela compreensão, apoio e motivação demonstrados no decorrer deste trabalho, e em todos os momentos da minha vida.

A todos, o meu muito Obrigado!



## **PALAVRAS-CHAVE**

Melhoria do setor produtivo; *Layout*; *Lean*; Identificação de desperdícios; Eliminação de desperdícios; Otimização de processos de fabrico.

## **RESUMO**

As empresas estão voltadas para um mercado cada vez mais competitivo, onde a procura pela eliminação de desperdícios no processo produtivo é uma constante. Poupar tempo e recursos, significa ser mais eficaz e competitivo do que os seus concorrentes, o que significa igualmente gerar maior valor acrescentado, ou ter uma maior certeza da sua competitividade perante as outras empresas capazes de produzir os mesmos produtos. Nesta base, o foco deve estar colocado nos processos produtivos e na sua interligação (logística interna), tentando igualmente racionalizar o consumo de matérias-primas e reduzir o número de unidades em curso de fabrico.

Este trabalho teve por base a necessidade de uma indústria tradicional portuguesa melhorar o seu processo produtivo, fazendo uma análise crítica à forma como a produção se realiza e identificar desperdícios, sugerindo soluções para que a produção se realize de forma mais eficiente e o produto se torne mais competitivo. Para tal, foram usadas algumas das ferramentas de gestão industrial recentemente desenvolvidas, no sentido de mostrar a sua utilidade e eficácia na identificação e resolução de alguns problemas de desperdício de recursos. Algumas das soluções foram já implementadas, sendo os resultados muito positivos, enquanto outras aguardam ainda a sua implementação, a qual está a ser realizada de forma faseada, atendendo aos custos da sua implementação e à necessidade de proceder à formação dos operadores para essas mesmas mudanças.



## KEYWORDS

*Production improvement; Layout; Lean; Wastes identification; Wastes elimination; Manufacturing processes optimization.*

## ABSTRACT

*Companies are facing an increasingly competitive market, where demand for the elimination of wastes in the production process is permanent. Save time and resources means to be more effective and competitive than its competitors, which means also generate greater added value or have a greater certainty of their competitiveness comparatively to other companies capable of producing the same products. On this basis, the focus should be placed in production processes and in their interconnection (internal logistics), trying also to rationalize the raw materials consumption and reduce the amount of work in progress in the manufacture process.*

*This work was based on the need of a traditional Portuguese industry improve your production process, doing a critical analysis of the way the production takes place and identify wastes, suggesting solutions to make production more efficient and the product to become more competitive. To this end, some industrial management tools recently developed were used in order to show their usefulness and effectiveness in identifying and solving some industrial problems related to shop floor waste of resources. Some of the solutions have already been implemented, with very positive results, while others still await their implementation, which is being held in a phased manner, taking into account the costs of their implementation and the operators training need regarding the necessary changes.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

<i>5S</i>	5 Palavras japonesas: <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsum Shitsuke</i>
CCQ	Círculos de Controlo de Qualidade
C&F	Carvalhos & Ferreira, Lda.
<i>JIT</i>	<i>Just-In-Time</i>
MP	Matéria-prima
<i>PDCA</i>	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
<i>SMED</i>	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
<i>SWOT</i>	<i>Strengths - Forças, Weaknesses - Fraquezas, Opportunities - Oportunidades e Threats - Ameaças</i>
<i>TPS</i>	<i>Toyota Production System</i>
<i>TPM</i>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<i>TQM</i>	<i>Total Quality Management</i>
<i>UNI</i>	Unidades
<i>VSM</i>	<i>Value Stream Mapping</i>
<i>WIP</i>	<i>Work In Progress</i>

### Lista de Unidades

h	Hora
min	Minuto
s	Segundo
€	Euro

### Lista de Símbolos

$\Sigma$	Somatório
%	Porcentagem
→	Sentido do fluxo



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

<i>Kaizen</i>	<i>Kaizen</i> resulta da aglutinação de duas palavras japonesas: <i>Kai</i> , que significa mudança, e <i>Zen</i> , que significa para melhor, originando melhoria contínua.
<i>Kit</i>	Conjunto de peças.
<i>Layout</i>	Na área empresarial, o <i>layout</i> representa a forma como está organizada a empresa. Pode ser apresentado como uma planta das instalações, onde são representados os equipamentos, localização de produtos e matérias-primas, entre outros. Resumidamente, identifica a localização dos meios de produção e armazenamento de semiprodutos e produtos dentro da empresa.
<i>MIG</i>	Trata-se de um processo de soldadura em que <i>MIG</i> são as iniciais de <i>Metal Inert Gas</i> (gás de proteção inerte). É um processo de soldadura por arco elétrico entre a peça e o consumível (arame), sendo que este último funciona como eléctrodo não revestido. O gás serve para proteger o metal de adição e a poça de fusão da atmosfera.
<i>Payback</i>	É o período de tempo necessário para obter o retorno do investimento realizado num projeto.
<i>Poka yoke</i>	<i>Poka Yoke</i> , ou sistema anti-erro, é uma das ferramentas que previne ou deteta a ocorrência dos erros mais comuns que dão origem a defeitos
<i>Setup</i>	É a mudança de ferramentas, produtos ou ajustes feitos no decorrer do processo de produção, quando se muda de um produto para outro.
<i>Stakeholder</i>	Em inglês, a palavra <i>stakeholder</i> significa parte interessada ou interveniente. Palavra constituída através da junção de duas palavras: <i>stake</i> , que significa interesse, participação, risco, e <i>Holder</i> , que significa aquele que possui.
<i>Modus Operandi</i>	Expressão proveniente do Latim, que significa modo de operação. É utilizada para definir a forma de agir, operar ou realizar uma actividade, sempre com o mesmo procedimento, ou muito semelhante.

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOGÓTIPO DA EMPRESA CARVALHOS & FERREIRA, LDA. (CARVALHOSEFERREIRA.PT – 08/07/2017)	3
FIGURA 2 - O <i>TOYOTA PRODUCTION SYSTEM</i> (ADAPTADO DE LIKER, 2005)	12
FIGURA 3 - TERMO <i>KAIZEN</i> (PT.KAIZEN.COM – 30/07/2017)	13
FIGURA 4 - GUARDA-CHUVA <i>KAIZEN</i> . (ADAPTADO DE IMAI, 1986)	13
FIGURA 5 - DEFINIÇÃO 5S.	14
FIGURA 6 - CICLO <i>PDCA</i> .	16
FIGURA 7 - ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO VSM.	17
FIGURA 8 - EXEMPLO DE DIAGRAMA VSM. (GESTAOINDUSTRIAL.COM – 30/07/2017)	18
FIGURA 9 - SISTEMA DE GESTÃO ORIENTADO PARA O TQM. (ADAPTADO DE ULRIKE HELLSTEN, 2000)	19
FIGURA 10 - BENEFÍCIOS DIRECTOS E INDIRECTOS DO TPM.	20
FIGURA 11 - OS OITO PILARES DO TPM. (RESEARCHGATE.NET, CONSULTADO A 08/10/2017)	21
FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA. (GOOGLE.PT/MAPS – 30/08/2017)	25
FIGURA 13 - CARRINHO DE MÃO C60 DESMONTÁVEL (CARVALHOSEFERREIRA.PT - 08/07/2017).	27
FIGURA 14 – VISTA EXPLODIDA DO CARRINHO DE MÃO.	27
FIGURA 15 - ÁRVORE DO PRODUTO.	28
FIGURA 16 – DIAGRAMA DE PROCESSO DE FABRICO DO CARRINHO DE MÃO.	29
FIGURA 17 – (A) FERRAMENTA PARA EMBUTIR A MACEIRA. (B) FERRAMENTA PARA CORTE DO EXCESSO DE MATERIAL E QUINAGEM.	33
FIGURA 19 – (A) FERRAMENTA PARA CORTE E FURAÇÃO. (B) FERRAMENTA DE QUINAGEM E CANELAMENTO.	33
FIGURA 18 - FERRAMENTA PARA FURAÇÃO.	33
FIGURA 22 – (A) FERRAMENTA PARA FURAR CHAPA. (B) FERRAMENTA PARA CANELAR CHAPA.	34
FIGURA 20 - FERRAMENTA PARA FURAÇÃO.	34
FIGURA 21 - FERRAMENTA PARA QUINAR REFORÇO.	34
FIGURA 23 - FERRAMENTA PARA CONFORMAÇÃO DO PÉ.	35
FIGURA 24 - FERRAMENTA PARA FURAR E CANELAR REFORÇO.	35
FIGURA 25 - FERRAMENTA PARA FURAR CHUMACEIRA.	35
FIGURA 26 - (A) FERRAMENTA PARA FURAR CHUMACEIRA FÊMEA. (B) FERRAMENTA PARA CONFORMAR CHUMACEIRA FÊMEA.	36
FIGURA 27 – GABARITO DE SOLDADURA DO CHASSIS.	36
FIGURA 28 - SUPORTES UTILIZADOS NA PINTURA.	36
FIGURA 29 - LAYOUT DA EMPRESA.	37
FIGURA 30 - FERRAMENTA PARA ESTAMPAGEM DA MACEIRA.	38
FIGURA 31 - SOBRA RESULTANTE DO CORTE DA MACEIRA.	39
FIGURA 32 - MACEIRA CANELADA, CORTADA E DOBRADA.	39
FIGURA 33 – (A) MACEIRA REBORDADA. (B) PORMENOR DA MÁQUINA DE REBORDEAR.	40

FIGURA 35 – (A) FERRAMENTA PARA FURAÇÃO DA MACEIRA. (B) MACEIRA FURADA.	40
FIGURA 34 - OPERAÇÃO DE ESTAMPAGEM DO SÍMBOLO	40
FIGURA 36 – VSM DO PROCESSO DA MACEIRA ANTES DAS MELHORIAS.	41
FIGURA 38 – (A) EXEMPLO DE SUPORTE PARA PINTURA. (B) MACEIRAS PENDURADAS NA LINHA DE PINTURA.	44
FIGURA 37 - GABARITO DE SOLDADURA MANUAL.	44
FIGURA 39 - LAYOUT DA EMPRESA COM LINHAS FLUXO ANTES DAS MELHORIAS.	46
FIGURA 40 – ((A) E (B)) FERRAMENTEIROS.	48
FIGURA 41 - ((A) E (B)) BANCADAS DE APOIO ÀS MÁQUINAS.	48
FIGURA 42 – DIAGRAMA RESULTANTE DA TEMPESTADE DE IDEIAS.	49
FIGURA 43 – (A) NOVA FERRAMENTA. (B) MACEIRA COM AS TRÊS OPERAÇÕES REALIZADAS.	51
FIGURA 44 - VSM PROCESSO MACEIRA APÓS IMPLEMENTAÇÃO MELHORIA.	53
FIGURA 45 - GRÁFICO COMPARATIVO DO TEMPO DE SETUP.	55
FIGURA 46 - GRÁFICO COMPARATIVO TEMPO DE CICLO.	55
FIGURA 47 - GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DE TEMPO DE PRODUÇÃO E DE TRABALHO.	56
FIGURA 48 - GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DAS DISTÂNCIAS.	56
FIGURA 49 - ROBÔ DE SOLDADURA.	57
FIGURA 50 - A – GABARIT PARA SOLDADURA DOS CHASSIS NO ROBOT. B - ROBOT DE SOLDADURA EM FUNCIONAMENTO.	58
FIGURA 51 - CHASSIS COM COMPONENTES PENDURADOS.	59
FIGURA 52 - MESA DE CARREGAMENTO DOS SUPORTES.	60
FIGURA 53 - ESTRUTURA PARA COLOCAR SUPORTES PREENCHIDOS PARA PINTURA	60
FIGURA 54 - COMPARAÇÃO DA PREPARAÇÃO PARA O EMBALAMENTO.	61
FIGURA 55 - SUGESTÃO ALTERAÇÃO PARA O LAYOUT.	63
FIGURA 56 - EXEMPLO DE MARCAÇÃO HORIZONTAL. (ROADSIGNSAUST.COM.AU – 28/09-2017)	64
FIGURA 57 - EXEMPLO DE ORGANIZAÇÃO DE UM QUADRO DE FERRAMENTA DE BANCADA. (CHIPTRONIC.COM.BR – 23/09/2017)	65
FIGURA 58 - EXEMPLO DE ARMAZÉM DE FERRAMENTAS. (FXTURBOCHARGERS.COM – 23/09/2017)	65
FIGURA 59 - ANÁLISE SWOT.	66
FIGURA 60 - RESUMO DE GANHOS OBTIDOS.	72
FIGURA 61 – PAYBACK RELATIVO A CADA GRUPO DE MELHORIAS PROPOSTO.	75

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - LISTA DE COMPONENTES - COMPRADO VS FABRICADO.	28
TABELA 2 - DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA DE PROCESSO.	31
TABELA 3 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS POR COMPONENTE.	32
TABELA 4 - TEMPOS DE OPERAÇÃO PARA PRODUÇÃO DA MACEIRA.	43
TABELA 5 - TEMPOS DE PREPARAÇÃO DAS MÁQUINAS ( <i>SETUP</i> ).	43
TABELA 6 - TEMPO DE SOLDADURA.	44
TABELA 7 - CAPACIDADE DA LINHA DE PINTURA.	45
TABELA 8 - LEGENDA DE CORES DO <i>LAYOUT</i> .	45
TABELA 9 - LEGENDA DAS LINHAS DE FLUXO.	47
TABELA 10 - TEMPOS DE OPERAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DA MACEIRA COM A NOVA FERRAMENTA.	52
TABELA 11 - NOVOS TEMPOS DE <i>SETUP</i> .	52
TABELA 12 - TEMPO DE SOLDADURA APÓS ALTERAÇÕES.	58
TABELA 13 - LEGENDA DE CORES DO <i>LAYOUT</i> .	61
TABELA 14 - LEGENDA DAS LINHAS DE FLUXO.	62
TABELA 15 - REGRAS PARA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS.	65
TABELA 16 - CUSTOS DE APLICAÇÃO DAS MELHORIAS RELATIVAS AO PROCESSO DE FABRICO DA MACEIRA.	67
TABELA 17 - CUSTOS DE APLICAÇÃO DAS MELHORIAS NO PROCESSO SOLDADURA.	68
TABELA 18 - CUSTOS DE APLICAÇÃO DAS MELHORIAS NO PROCESSO DE PINTURA.	68
TABELA 19 - CUSTOS DE APLICAÇÃO DAS MELHORIAS NA ALTERAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> E ORGANIZAÇÃO DOS ESPAÇOS.	69
TABELA 20 – RESUMO DOS CUSTOS DE APLICAÇÃO DAS MELHORIAS NA REORGANIZAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> .	69
TABELA 21 – CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA COM A MACEIRA "ANTES VS DEPOIS", POR ATIVIDADE.	70
TABELA 22 – CUSTO DA MACEIRA "ANTES VS DEPOIS" DA APLICAÇÃO DAS MELHORIAS.	70
TABELA 23 – CUSTO DA SOLDADURA "ANTES VS DEPOIS" DA INTRODUÇÃO DE MELHORIAS.	71
TABELA 24 - CUSTO DA PINTURA "ANTES VS DEPOIS" DA INTRODUÇÃO DE MELHORIAS.	71
TABELA 25 - CUSTO DE REORGANIZAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> E MELHORIA DA ORGANIZAÇÃO, "ANTES VS DEPOIS" DAS MELHORIAS.	72
TABELA 26 - CALCULO DO <i>PAYBACK</i> , MELHORIA SOLDADURA.	73
TABELA 27 - CALCULO DO <i>PAYBACK</i> RELATIVO ÀS MELHORIAS REALIZADAS NA SOLDADURA.	73
TABELA 28 - CALCULO DO <i>PAYBACK</i> RELATIVO ÀS MELHORIAS REALIZADAS NA PINTURA.	74
TABELA 29 - CALCULO DO <i>PAYBACK</i> RELATIVO ÀS MELHORIAS DO <i>LAYOUT</i> E DE ORGANIZAÇÃO.	74



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>Metodologia utilizada na dissertação</b>	<b>2</b>
<b>1.4</b>	<b>Temas abordados e estrutura da dissertação</b>	<b>3</b>
<b>1.5</b>	<b>Breve apresentação da empresa Carvalhos &amp; Ferreira, Lda.</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>História do <i>Toyota Production System (TPS)</i></b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Princípios fundamentais do <i>Lean Manufacturing</i></b>	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Tipos de desperdícios</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i></b>	<b>12</b>
2.4.1	<i>Kaizen</i>	13
2.4.2	Metodologia 5s	14
2.4.3	<i>Just-in-Time</i>	15
2.4.4	Gestão visual	15
2.4.5	<i>Poka-Yoke</i>	16
2.4.6	Ciclo PDCA	16
2.4.7	<i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	17
2.4.8	<i>Total Quality Management (TQM)</i>	18
2.4.9	<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	19
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Apresentação da empresa</b>	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização da situação inicial</b>	<b>26</b>
3.2.1	Apresentação do produto	26
3.1.2	Descrição do processo produtivo inicial	29
3.2.2	<i>Layout</i>	37
<b>3.3</b>	<b>Identificação de problemas</b>	<b>38</b>

---

<b>3.4</b>	<b>Tempestade de ideias</b>	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>Seleção de ideias a aplicar</b>	<b>49</b>
<b>3.6</b>	<b>Metodologia de aplicação das ideias</b>	<b>50</b>
<b>3.7</b>	<b>Aplicação/Concretização</b>	<b>51</b>
3.7.1	Alteração do processo de produção da maceira	51
3.7.2	Alteração do processo de soldadura	55
3.7.3	Alteração do processo de pintura	59
3.7.4	Alteração do <i>Layout</i>	60
3.7.5	Aplicação da metodologia 5S	64
3.7.6	Gestão da informação - Fichas de equipamentos	66
<b>3.8</b>	<b>Análise <i>SWOT</i></b>	<b>66</b>
<b>3.9</b>	<b>Análise económica</b>	<b>67</b>
3.9.1	Quanto custa melhorar	67
3.9.2	Reais benefícios da implementação	70
3.9.3	<i>Payback</i>	73
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>79</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusões</b>	<b>79</b>
<b>4.2</b>	<b>Proposta de trabalhos futuros</b>	<b>80</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO</b>	<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>LIVROS</b>	<b>85</b>
<b>5.2</b>	<b>WEB SITES</b>	<b>86</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>
<b>6.1</b>	<b>ANEXO 1 - Simbologia mais utilizada no <i>VSM</i></b>	<b>91</b>
<b>6.2</b>	<b>ANEXO 2 - Desenhos técnicos dos componentes.</b>	<b>94</b>
<b>6.3</b>	<b>ANEXO 3 - Folha de procedimento.</b>	<b>97</b>
<b>6.4</b>	<b>ANEXO 4 - Modelo ficha técnica de equipamento.</b>	<b>99</b>
<b>6.5</b>	<b>ANEXO 5 - Folhas de Calculo para custos de produção e <i>payback</i>.</b>	<b>101</b>

# INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA UTILIZADA NA DISSERTAÇÃO

1.4 TEMAS ABORDADOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA CARVALHOS & FERREIRA, LDA.



# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho, tem como objetivo avaliar e apresentar propostas de melhoria para o sistema produtivo de uma empresa metalomecânica, tendo como pilares principais a implementação de ferramentas *lean manufacturing*. Ao longo deste capítulo, será feito um enquadramento ao estudo desenvolvido na empresa Carvalhos & Ferreira, Lda. e, paralelamente, será realizada uma breve apresentação desta empresa. No decorrer deste capítulo, serão ainda apresentados os objetivos da dissertação, a metodologia de abordagem, os temas abordados e a estrutura da mesma.

## 1.1 Enquadramento

Atualmente, as empresas estão inseridas numa economia cada vez mais globalizada, o que implica uma grande capacidade de adaptação e constante orientação para a melhoria contínua. Esta adaptação só é possível se existir um conhecimento profundo sobre todos os processos, ferramentas disponíveis e necessárias para a obtenção do produto final, permitindo desta forma traçar um plano com vista à otimização e melhoria das atividades.

Portugal tem um mercado em crescente competitividade e com a crise económica dos últimos anos ainda a fazer-se refletir, é cada vez mais imperativo no sistema de produção de uma empresa a redução dos custos com a produção dos seus artigos, através da otimização de recursos, conseguindo-se assim produzir de uma forma mais rápida, eficaz e eficiente.

Este projeto foi realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado, da especialização em Gestão Industrial do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Foi realizado em ambiente industrial, consistindo na Avaliação e Melhoria do Sector de Produção da empresa Carvalhos & Ferreira, Lda. Dos vários produtos produzidos por esta empresa, este projeto foca-se em como melhorar o sistema de produção do “Carrinho de Mão C60 desmontável”.

## 1.2 Objetivos

O objetivo global da presente tese, passa pela análise e estudo de melhorias no sector de produção do modelo de carrinho de mão C60 da empresa Carvalhos & Ferreira, Lda., com recurso à aplicação de ferramentas integradas na filosofia *Lean Manufacturing*. Os objetivos específicos deste trabalho passam por:

- Aumentar a produtividade;
- Simplificar o *layout* do sector de produção;
- Reduzir o tempo de troca de ferramentas;
- Reduzir desperdícios nas operações;
- Rentabilizar espaços e meios;
- Apresentar propostas concretas de melhoria;
- Acompanhar a sua implementação parcial;
- Analisar os benefícios gerados por essa implementação.

No fundo, a finalidade última é a apresentação de melhorias ao sistema existente, com recurso a ferramentas como o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), VSM (*Value Stream Mapping*), 5S, entre outras, e proceder à implementação e avaliação de algumas dessas sugestões.

### 1.3 Metodologia utilizada na dissertação

Para a elaboração da presente tese foi seguida a metodologia que se descreve seguidamente:

- Estudo do estado da arte referente à matéria necessária para a elaboração da dissertação, nomeadamente, técnicas de mapeamento de processos;
- Estudo e análise dos processos produtivos implementados, para que seja possível perceber e ter consciência do estado real dos processos e respetivos problemas;
- Enumeração das atividades correspondentes e fluxos de material para cada componente, com a finalidade de conseguir um maior conhecimento dos problemas existentes;
- Cronometrar o tempo despendido por atividade;
- Estudo das limitações de cada processo, com vista a ter conhecimento das mesmas, e ultrapassá-las;
- Elaboração do diagrama VSM para o atual estado da produção;
- Encontrar sugestões de melhoria a efetuar nos diversos pontos do processo produtivo;
- Análise e seleção das sugestões de melhoria encontradas, apresentando as vantagens e desvantagens de cada solução;
- Estudo e implementação das melhorias selecionadas;
- Realização do diagrama VSM depois da aplicação das melhorias;
- Acompanhamento da implementação e medição dos novos tempos, após colocar em prática as medidas de melhoria apresentadas;
- Análise SWOT;
- Análise económica, verificação dos custos de implementação e *payback*;
- Reais benefícios das implementações;
- Redação da presente Dissertação.

## 1.4 Temas abordados e estrutura da dissertação

A Dissertação está dividida em quatro capítulos, incluindo o atual. De seguida será realizada uma breve descrição do conteúdo dos mesmos.

**Capítulo 1:** Consiste no enquadramento ao tema, definição dos objetivos e referência aos temas abordados.

**Capítulo 2:** Debruça-se na revisão bibliográfica e tem por finalidade a explicação de alguns conceitos teóricos relativos ao *Lean Manufacturing*. Para tal, é feita uma contextualização histórica do *Toyota Production System* e apresentadas as ferramentas que lhe estão associadas.

**Capítulo 3:** Apresentação da empresa e do produto fabricado, onde se realizou o presente estudo. Neste capítulo também será feita uma abordagem ao diagnóstico do estado inicial do processo produtivo. Posteriormente, serão listadas e estudadas todas as possibilidades de melhoria e metodologia de aplicação. Por último, será realizada uma análise *SWOT* e económica, assim como serão avaliados os reais benefícios das aplicações.

**Capítulo 4:** Resume as conclusões alcançadas no decorrer desta dissertação, bem como outros aspetos a serem melhorados em trabalhos futuros.

## 1.5 Breve apresentação da empresa Carvalhos & Ferreira, Lda.

A empresa Carvalhos & Ferreira, Lda., na qual se desenvolveu o estudo aqui apresentado, foi criada na década de 60 e está situada em Santa Maria da Feira. Desenvolve atividade na área de produção e comércio de artigos para a construção civil, nomeadamente carrinhos de mão, escadas, escadotes e ferramentas.



Figura 1 - Logótipo da empresa Carvalhos & Ferreira, Lda. (carvalhoseferreira.pt – 08/07/2017)



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 HISTÓRIA DO TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)
- 2.2 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO LEAN MANUFACTURING
  - 2.3 TIPOS DE DESPERDÍCIOS
  - 2.4 FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico, irão ser introduzidos os conceitos teóricos mais relevantes para a resolução dos problemas identificados no decorrer da presente dissertação. Com isto, pretende traçar-se a linha orientadora do projeto, que se prende com a melhoria contínua do processo produtivo e a obtenção da qualidade máxima em todos os meios de produção e produtos fabricados.

### 2.1 História do *Toyota Production System (TPS)*

O Sistema de Produção Enxuta ou *Toyota Production System (TPS)*, segundo Liker (2005), surgiu na Toyota e transformou as indústrias com a sua cultura, criando técnicas de produção e de procura da melhoria contínua nos processos, com principal foco na qualidade.

O *TPS* apareceu após a segunda guerra mundial, com a finalidade de melhorar o sistema de produção, bem como os produtos, uma vez que a Toyota apresentava baixa qualidade e não conseguia estar ao nível do produzido pelas empresas europeias e norte-americanas, sendo que estas lideravam o setor de mercado e tinham a vantagem de possuir recursos fora do alcance da Toyota. O tipo de indústria adotada por Henry Ford, não permitia uma ampla e diversificada gama de produtos numa linha de montagem, como demonstrado na célebre frase por si referida relativamente ao Ford T, “*O Carro esta disponível em qualquer cor, contando que seja preto.*”. A indústria automóvel na época tinha por base uma linha de montagem contínua que permitia o fabrico em massa, conseguindo-se deste modo a produção de um elevado número de veículos com um baixo custo, mas sem diversidade para apresentar ao comprador. Uma outra desvantagem é a falta de flexibilidade dos processos de fabrico, que não permitem rápidas modificações na linha de montagem. Tais alterações no setor de produção eram bastante morosas e dispendiosas, causando assim graves entraves à empresa para se adaptar às necessidades do mercado.

O aparecimento destas técnicas surge devido à necessidade da Toyota competir com os grandes líderes mundiais do sector. Com o Japão a sair da segunda guerra derrotado, o país encontrava-se totalmente devastado, e grande parte das fábricas estavam destruídas e sem poder de compra. A Toyota não estava imune a toda esta crise, e a necessidade de melhorar os seus processos era iminente. O método de produção em massa não era a estratégia mais lógica e eficaz para a altura, uma vez que o mercado Japonês não tinha capacidade para dar resposta e escoar tal produção em massa, tendo por isso de pensar/criar outras alternativas, capazes de fazer face à falta de recursos e capital para investir.

Foi então que Eiji Toyoda viajou até aos Estados Unidos, para visitar empresas de referência, como era o caso da Ford e da General Motors, com a finalidade de estudar

o funcionamento dos seus sistemas de produção. A árdua tarefa de colocar o sistema de produção ao nível dos visitados foi atribuída a Taiichi Ohono, que iniciou o desenvolvimento de um sistema para a Toyota com base nos conhecimentos que tinha sobre o funcionamento do sistema de produção da Ford, denominando-o de *Toyota Production System* (TPS) (Liker, 2004).

As técnicas do *TPS* podem ser aplicadas a todas as organizações devido à sua grande amplitude de aplicabilidade, mas, estão essencialmente direcionadas para o setor produtivo. Um dos grandes princípios é o de eliminar atividades que não geram valor para o produto, conhecido como *muda* ou *non-value adding activities*. Segundo Fujimoto (1999), o princípio de *muda* e a redução de *stocks* é muito referido em livros sobre o tema. No entanto, um outro ponto importante dentro da metodologia TPS é o de eliminar desperdícios, sendo que os mais encontrados no sistema de produção da Toyota eram: desperdício por produção excessiva, tempos de espera, transporte, *stock* e fabrico de produtos com defeito. O desperdício *stock* tem como origem o excesso de produção, isto é, produzir mais do que as necessidades do mercado (Rother e Shook, 1998).

Recentemente, a Toyota reviu o significado das siglas *TPS*, passando a designar-se *Thinking People System* (Pinto, 2009). Tal alteração não se fez sentir nos pilares em que assenta a filosofia do *Toyota Production System*, mantendo-se assim os catorze princípios chave, conforme se passa a apresentar (Liker 2005):

1. Ter como base a tomada de decisões numa filosofia a longo prazo, mesmo que o resultado financeiro a curto prazo não seja melhor;
2. Criar os fluxos/processos contínuos, para que os problemas sejam evidentes;
3. Uso do sistema *Pull, de forma a* evitar excessos de produção;
4. Nivelamento da carga de trabalho;
5. Criar uma cultura de obtenção de qualidade à primeira, mesmo que seja necessário interromper intencionalmente processos para resolver problemas;
6. Uniformizar atividades com a finalidade de promover uma melhoria contínua;
7. Usar controlos visuais para que os problemas sejam visíveis;
8. Utilizar tecnologia fiável e testada, para que suporte pessoas e processos;
9. Criar líderes conhecedores do trabalho, que vivam a filosofia e que ensinem os outros (*sensei*);
10. Desenvolver/instruir pessoas e equipas excecionais, seguidoras da filosofia da empresa;
11. Respeitar estes pontos e alargar à rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar continuamente;
12. “Vá, por si e perceba verdadeiramente a situação” (*genchi genbutsu*);
13. Tomar as decisões de forma consensual, ponderando todas as opiniões e implementar as mesmas o mais rapidamente possível;
14. Fomentar uma reflexão permanente (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

Resumidamente, o *TPS* fornece um conjunto de ferramentas e soluções para que as pessoas e processos consigam melhorar continuamente (Liker, 2005).

## 2.2 Princípios fundamentais do *Lean Manufacturing*

Economicamente, para as empresas só é possível subsistirem se as mesmas obtiverem margens de lucro que o permitam. No entanto, com a conjuntura atual, não é de todo viável para as empresas aumentar os preços de venda para a obtenção de lucros superiores, uma vez que a concorrência é cada vez mais aguerrida. Assim, resta apenas a solução de economizar ao nível dos custos, sem que seja colocado de lado o nível de qualidade final que o cliente deseja do produto. A filosofia *Lean Manufacturing*, tem como linha orientadora a seguinte questão: é possível produzir de acordo com as expectativas dos consumidores, com baixo custo e qualidade elevada? Existe, sim, dois pilares que estão no âmago do conceito *Lean* (Courtois, 2007):

1. Eliminação da totalidade de desperdícios ao longo dos processos e da cadeia logística da empresa.
2. Utilizar todas as capacidades das pessoas intervenientes, colocando-as no centro dos processos, em todas as estruturas e níveis.

A filosofia *Lean*, também conhecida por “gestão à justa” ou “produção magra”, utiliza a melhoria contínua como forma de eliminar os desperdícios, utilizando todos os recursos disponíveis de forma a maximizar o serviço e reduzir o desperdício.

Numa filosofia em que todos os excessos são evitados, incluindo os de produção, torna-se natural a redução de custos de produção, otimizando e garantindo um retorno de todo o dinheiro investido. Com o mercado a exigir cada vez mais produtos de elevada qualidade, é necessário garantir que o processo produtivo está em constante evolução e inovação e focado na melhoria da qualidade. A forma de manter uma forte e fiel carteira de clientes, é através da elevada qualidade dos produtos e serviços, aliada à inovação. Para tal, os princípios da filosofia *Lean* dão origem a equipas capazes de criar produtos de elevado valor, exigindo eficiência de todos. Consequentemente, origina colaboradores mais motivados e orientados para as atividades que realizam, tornando-se assim a mão-de-obra num recurso fulcral da atividade desenvolvida (Nicholas, 1998).

Introduzido primeiramente por *Womark et al. (1996)*, o conceito de *Lean* foi criado para descrever a filosofia de trabalho do sistema Toyota, denominado por *TPS*. A melhoria contínua dos processos e o foco nos meios e métodos para atingir a qualidade máxima ao custo mais reduzido, eram as linhas orientadoras desta filosofia, podendo assim afirmar que o principal objetivo é a eliminação de desperdícios, ficando com as etapas que na realidade acrescentam valor ao produto. Anos mais tarde, em 1996, foi formalizada uma forma mais extensa, dando origem a cinco princípios-chave:

1. Identificar o valor. O valor é definido segundo a visão do cliente;
2. Identificar a cadeia de valor. Pode ser dividida em três grandes categorias: as que acrescentam valor, as que não acrescentam e as que não acrescentam, mas são imprescindíveis;

3. Estabelecer o fluxo contínuo. Definir o fluxo de produção contínuo, sem paragens e inventários;
4. Produção *pull*. Produzir apenas o que o cliente necessita;
5. Obter a perfeição. Focar todos os esforços em busca da perfeição.

A introdução do pensamento *Lean* nas indústrias, tem por base a identificação e eliminação dos desperdícios. Simultaneamente, aplicam-se várias ferramentas como o *Kaizen*, *Single Minute Exchange of Die (SMED)*, os 5S, *Value Stream Mapping (VSM)*, entre outras.

### 2.3 Tipos de desperdícios

Atualmente, num mercado com uma concorrência cada vez mais competitiva e feroz, é premente utilizar ferramentas que permitam a eliminação de desperdícios. Esta necessidade surge porque é fundamental definir preços capazes de competir com a concorrência. Esta redução de preços não deve visar alternativas que comprometam a qualidade dos produtos ou serviços, mas, pelo contrário, deve procurar afirmar-se no mercado e aumentar os seus lucros por meio da redução de desperdícios.

Desperdícios, de acordo com Ohno (1988), são todas aquelas atividades que utilizam recursos, mas não contribuem para acrescentar valor ao produto final. Os desperdícios estão presentes em qualquer organização e, mesmo não valorizando o produto, fazem com que o consumidor vá pagar mais na aquisição do mesmo (Carreira, 2005).

Segundo Pinto (2009), mais de 95% do tempo de trabalho numa organização é utilizado em atividades que não acrescentam valor ao produto, podendo estas ser divididas em duas categorias:

- **Puro desperdício** – este tipo de desperdício são as atividades que não acrescentam valor, e não são necessárias. Podem chegar a 65% e podem ser identificadas como avarias, deslocações, reuniões não produtivas, entre outras;
- **Desperdício necessário** – é o oposto das anteriores, não acrescentam valor ao produto, mas são necessárias para a produção. Este tipo de *muda* não pode ser eliminado, mas devem ser reunidos esforços para que sejam reduzidos ao máximo, como realização de *setups*, inspeção dos materiais, serviços internos, etc..

Conforme escreveram Liker e Meier no livro *Toyota Way* (2006), Toyota identificou os sete maiores tipos de desperdício, sendo eles:

1. **Produção em excesso.** Produzir mais quantidade do que as necessidades dos consumidores. Reflete-se em gastos como, *stock* desnecessário, excesso de mão-de-obra e matéria-prima, e falta de espaço para armazenamento. O objetivo é produzir o que é pedido, e quando é solicitado;

2. **Tempo de espera.** Esporadicamente, os tempos de espera superam os tempos de processamento, originando o aumento do *lead-time*, ou seja, o tempo de espera entre o pedido do cliente e a entrega. Existem várias causas, entre elas o mau planeamento, a falta de matéria-prima, *setups* mal conseguidos, avarias, etc. Os períodos de espera devem ser aproveitados para realizar manutenções e limpezas;
  3. **Transporte de material.** As movimentações do *work-in-process (WIP)* devem ser pequenas. Mesmo assim, os materiais, produtos acabados, entre outros, implicam um gasto de tempo que não acrescenta valor ao produto final. Contudo, parte destes transportes são necessários, devendo então, minimizar-se as distâncias entre processos, reduzir as quantidades de lotes e fazer um bom planeamento do *layout*;
  4. **Processamento excessivo ou incorreto.** Estamos a falar de processos com etapas desnecessárias, ou extremamente complexas, ou ainda a ferramentas desadequadas que podem direta ou indiretamente traduzir-se em defeitos. Este tipo de desperdício aparece quando se aplica mais qualidade do que a necessária;
  5. **Inventário extra.** Grandes inventários de matéria-prima, de produto acabado e em transformação, originam um aumento substancial dos locais de armazenamento. Previsivelmente, também serão aumentados os custos adicionais com o transporte e armazenamento, assim como, o aumento do *lead time*. Este problema pode ainda encobrir os atrasos dos fornecedores, defeitos, tempos de *setup* elevados e problemas de balanceamento da produção;
  6. **Movimentos desnecessários.** Dizem respeito às movimentações efetuadas por um operador ou robô/máquina, que diminuem a produtividade sem que acrescentem valor;
  7. **Defeitos.** A produção de componentes defeituosos ou o refazer dos mesmos, causa desaproveitamento imediato de recursos. Não estar atento, poderá englobar grandes quantidades de desperdício;
- 7+1. **Desprezar a criatividade dos trabalhadores.** Desaproveitar oportunidades de melhoria, ideias, capacidades intrínsecas de cada pessoa e tempo, deve-se, múltiplas vezes, ao simples facto de não se prestar atenção/escutar os trabalhadores. É muito importante manter todos os *stakeholders* da empresa devidamente informados das dificuldades existentes, por forma a facilitar a troca de ideias e a formação de grupos *kaizen*, com vista à melhoria contínua (Dennis, 2007).

## 2.4 Ferramentas do *Lean Manufacturing*

Para que se revele eficaz, a *Lean Management*, tem de estar dotada de dois geradores de progresso: melhoria contínua e melhoria por avanço (Courtis, 2007).

Segundo o livro *Toyota Way* (Liker, 2005), estes catorze princípios são divididos em quatro categorias, sendo designadas por “4 P” – *Philosophy, Process, People/Partners and Problem Solving*. A Figura 2 representa o diagrama “*TPS house*”, que é um símbolo na produção moderna, conseguindo englobar todos os conceitos fundamentais.

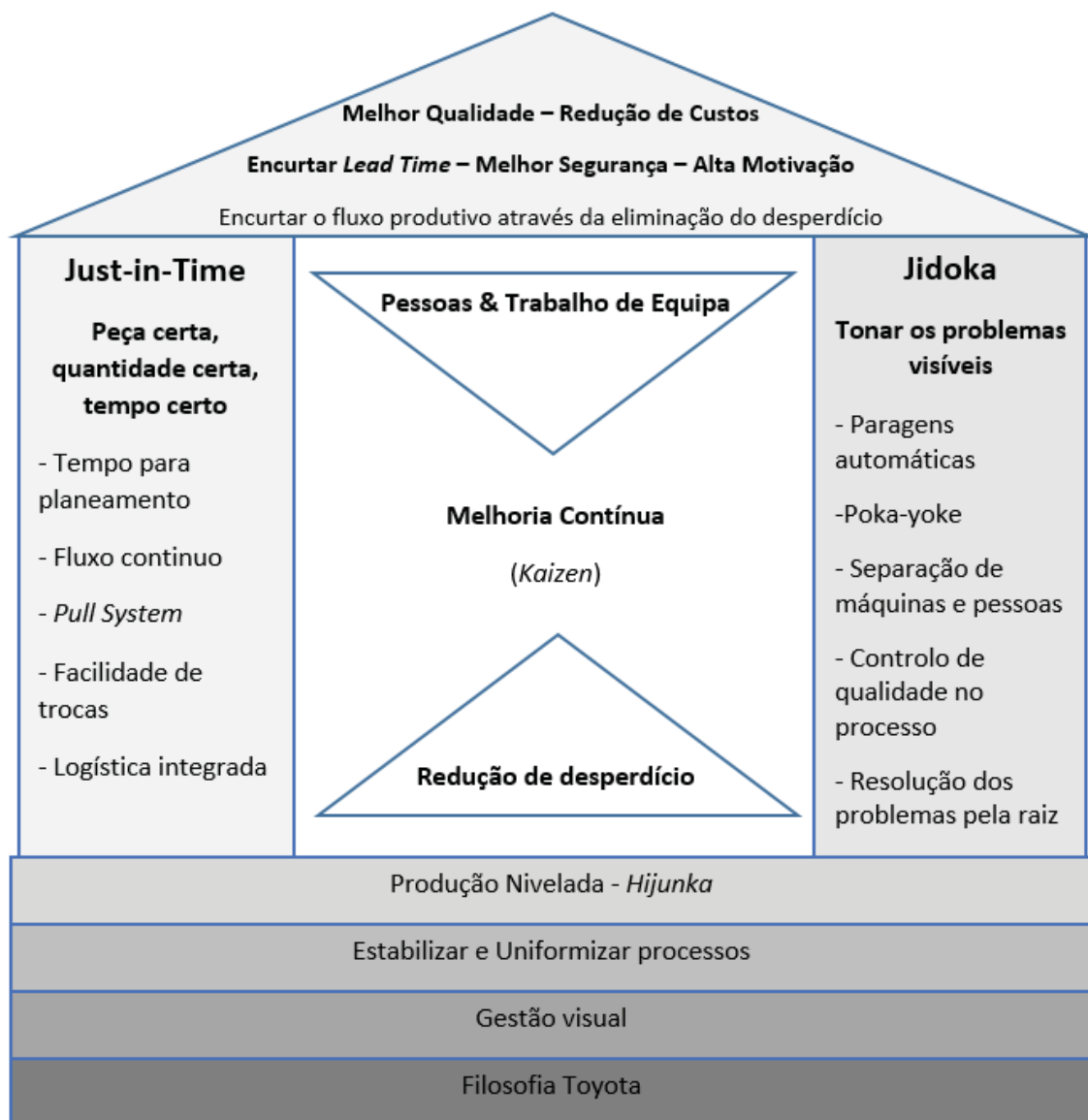


Figura 2 - O *Toyota Production System* (Adaptado de Liker, 2005)

### 2.4.1 Kaizen

*Kaizen* é uma palavra de origem japonesa, formada através das palavras *Kai* – mudar, e *Zen*, que significa melhor, conforme ilustra a Figura 3. Usada para transmitir a noção de melhoria contínua nos mais variados contextos. O *kaizen* apresenta um lema muito próprio, que afirma ainda mais a ideia de melhoria contínua e diária: “Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje (Instituto Kaizen, 2012).



Figura 3 - Termo *Kaizen* (pt.kaizen.com – 30/07/2017)

A metodologia *Kaizen*, tem como objetivo eliminar desperdícios de forma contínua, podendo assim baixar os custos com o propósito de melhorar e aumentar a produtividade, obtendo-se assim a perfeição. Para que esta ferramenta funcione na sua plenitude é necessária a colaboração e implicação de todos os colaboradores da organização. Esta não é uma técnica *Lean* que funciona em separado das outras, mas sim, em consonância com todas as técnicas de melhoria, fazendo a ligação entre elas.

Uma forma de a interpretar, é através da Figura 4, conforme Imai (1986) refere: “*Kaizen* é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, unindo-as de maneira harmoniosa, para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece”.



Figura 4 - Guarda-chuva *Kaizen*. (adaptado de Imai, 1986)

### 2.4.2 Metodologia 5S

Este é o programa que garante um ambiente de qualidade na organização. As palavras japonesas *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *shitsuke*, são as iniciais da metodologia 5S, Figura 5.

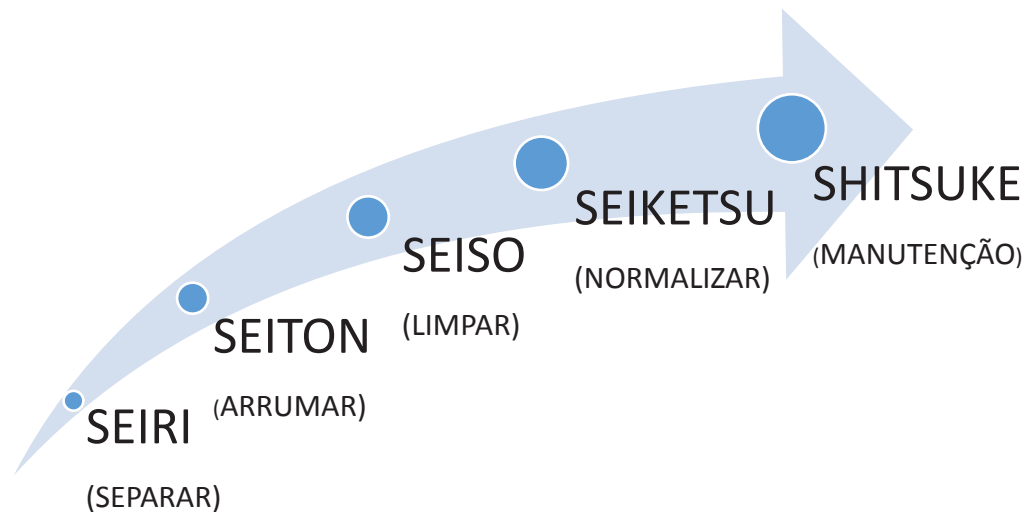


Figura 5 - Definição 5S.

Esta metodologia tem como objetivo mobilizar, motivar e consciencializar toda a Organização para a Qualidade Total, através da organização e da disciplina no local de trabalho (Instituto Kaizen, 2012).

Cada palavra, representa uma etapa da metodologia que é composta por cinco atividades, resumidamente descritas de seguida, para melhor compreensão:

- **Seiri (separar):** Primeiramente é necessário analisar/triar o que é importante para a realização das atividades, de tudo o que não é necessário para a realização do trabalho, e retirar todo este material do posto de trabalho.
- **Seiton (arrumar):** De seguida, deve-se proceder à organização de todos os materiais necessários no nosso posto de trabalho, passando pela sua identificação e criação de locais específicos, para que seja rápido o acesso aos mesmos.
- **Seison (limpar):** Esta operação ajuda a manter o posto de trabalho limpo, e um ambiente aprazível para os colaboradores.
- **Seiketsu (normalizar):** Com este “S”, pretende-se a normalização das etapas até agora referidas, uniformizando-se toda a organização, para que seja possível manter as alterações aplicadas.
- **Shitsuke (manutenção):** Este ponto foca-se na verificação da aplicação dos pontos anteriores. Sendo esta uma das etapas mais difíceis de aplicar, devido à resistência dos operadores à mudança, deve-se realizar auditorias periódicas.

Resumidamente, a metodologia 5S, é uma “atitude” que tem como ideologia a melhoria das condições de trabalho, aliada a uma redução de desperdícios e riscos para os colaboradores.

### 2.4.3 *Just-in-Time*

A gestão *Just-in-Time* foi, durante muitos anos, utilizada apenas pela Toyota e pelos seus principais fornecedores, e assim se manteve até final dos anos 70. Embora se tenha desenvolvido depois da II Guerra Mundial, e aplicado apenas pela *Toyota*, após 1976, passou a ser adotado por algumas empresas japonesas. A forma de encarar as melhorias revelavam as diferenças entre os Estados Unidos da América e o Japão, uma vez que, para os Japoneses, era de maior valor o capital humano e as melhorias nos processos, e para os americanos apenas interessava a automação e tecnologia.

Atualmente, este é um conceito fundamental quando se fala em *Lean*. *Just-in-time (JIT)* é um dos pilares fundamentais do *Toyota Production System (TPS)* e um dos elementos de gestão industrial mais estudados na era moderna (Ghinato, 1996). Resumidamente, pode-se dizer que *JIT* significa disponibilizar o produto certo, no lugar, quantidade e hora certa. Esta abordagem é precisamente o oposto ao tradicionalmente aplicado, produzir o mesmo sem necessidade (*just-in-case*). As principais particularidades do *JIT* são o trabalho com base no *pull system* (produção puxada), com recurso ao *Kamban* e ao nivelamento da produção. Isto quer dizer que, o material só é solicitado quando é necessário para utilizar (Pinto, 2009). Esta é uma técnica que elimina diversas formas de desperdícios, conseguindo-se ganhos ao nível da qualidade, flexibilidade, produtividade, área disponível de produção e redução de *stocks* (Liker, 2005).

### 2.4.4 Gestão visual

A gestão visual, sendo um excelente meio de interlocução, vem colmatar a falta de comunicação existente no normal funcionamento das empresas, bem como tornar os postos de trabalho mais intuitivos. Considerado um sistema de planeamento e controlo do sistema produtivo, ajuda na tomada de decisões com vista ao aumento da eficácia e eficiência das operações. Os sinais podem estar presentes das mais variadas formas, como por exemplo: marcas no pavimento, sinalização, cartões *kanban*, fichas de informação ou sinalética de segurança, entre outros (Pinto, 2009). Segundo Wolbert (2007), o controlo visual deverá ser o mais transparente possível, ou seja, o quadro deve ser perceptível para todos os colaboradores, sem que cause dúvidas ou gere confusões. Uma vez que existe um controlo mais apertado dos processos, consegue-se identificar e eliminar os desperdícios de uma forma mais célere, e também, dar conhecimento do desenvolvimento dos trabalhos a todas as partes intervenientes.

### 2.4.5 Poka-Yoke

O *Poka-yoke* tem como finalidade prevenir os erros e defeitos que provêm dos processos de produção. Com o *poka-yoke*, consegue-se colmatar os defeitos na fonte do problema, podendo-se assim economizar recursos. Esta técnica foi desenvolvida por *Shiego Shingo*, engenheiro industrial japonês, que na década de 60 trabalhava para a Toyota, desenvolvendo sistemas de produção com foco em atingir os zero erros, tentando assim eliminar os erros mais comuns que dão origem a defeitos. Os erros e os defeitos têm uma relação de causa e efeito, no entanto, os erros não se transformarão em defeitos se forem detetados prematuramente, e se as ações de correção forem realizadas ainda na fase de erro (Shingo, 1986).

### 2.4.6 Ciclo PDCA

O *PDCA – Plan – Do – Check – Action* foi desenvolvido na década de 30 pelo americano Shewhart, mas foi Deming, reconhecido por aplicar os conceitos de qualidade no Japão, o seu maior divulgador (Imai, 1996). Este método tem por base o controlo dos processos, permitindo escolher a alternativa mais adequada para atingir os objectivos, mesmo quando deparados com situações não planeadas. Para o Imai (1996), o ciclo de melhoria *PDCA* é um dos conceitos mais importantes do *Kaizen*. Este ciclo é composto por quatro fases, cujas iniciais dão nome ao método, sendo descritas de seguida e ilustradas na Figura 6.

**P = Plan** - planejar, estabelecer metas, definir os planos de ação que permitirão atingir as metas propostas e resolver problemas;

**D = Do** - executar as tarefas planeadas na etapa anterior;

**C = Check** - verificar os resultados obtidos nas etapas anteriores e comparar com o esperado;

**A = Action** - atuar corretivamente sobre o plano realizado e aperfeiçoar, caso se verifique necessidade (Imai, 1996).

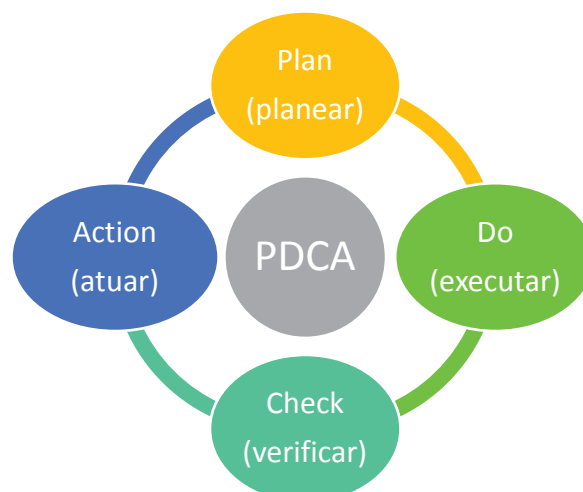


Figura 6 - Ciclo PDCA.

Resumidamente o ciclo *PDCA* tem como grande objetivo atingir a perfeição e impedir a interrupção dos processos.

#### 2.4.7 Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping (VSM)* é um dos métodos mais utilizados em aplicações do *Lean Thinking* nas empresas. É um método que permite identificar e diferenciar as atividades que acrescentam valor, das que não acrescentam, mas são necessárias. Consegue-se também identificar todas as atividades desnecessárias, e assim minimizar os desperdícios. Esta metodologia permite detetar e desenhar fluxos de informação dos processos e materiais. Segundo Liker (2005), o primeiro passo para a implementação da filosofia *Lean*, deve de ser a criação de um mapeamento de fluxo de valor.

Os grandes objetivos do *VSM* são: ajudar na identificação e eliminação dos desperdícios e suas fontes, identificar melhorias na produção e permitir a visualização do fluxo dos materiais (portal-gestao.com – 08/02/2017). O *VSM* pode envolver dois grupos do *Kaizen*: fluxo e processo. No primeiro caso, o foco é o fluxo de material e informação, enquanto o segundo está orientado para a eliminação dos sete tipos de *muda*. Ambos estão relacionados e são mutuamente necessários, uma vez que a melhoria de um implica a do outro (Rother e Harris, 2001).

Para Rother (2003), deve seguir-se quatro etapas para aplicar o *VSM*, conforme explicado na Figura 7.

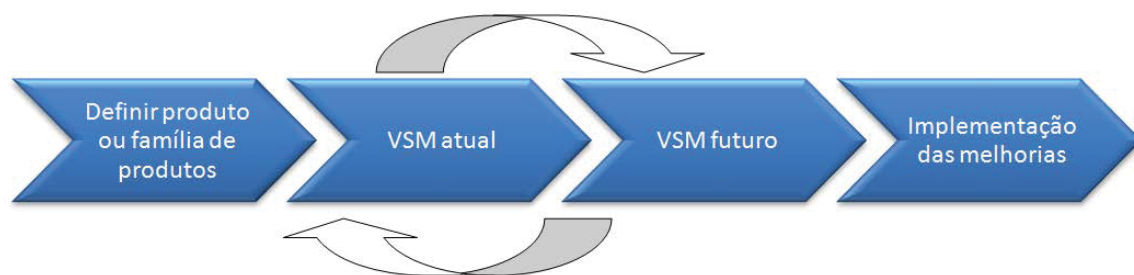


Figura 7 - Etapas para elaboração do VSM.

O diagrama que se segue, Figura 8, ilustra um exemplo de aplicação do *VSM*. Consegue-se verificar o antes vs depois, observando-se o fluxo de informação e materiais, desde o fornecedor até ao cliente.

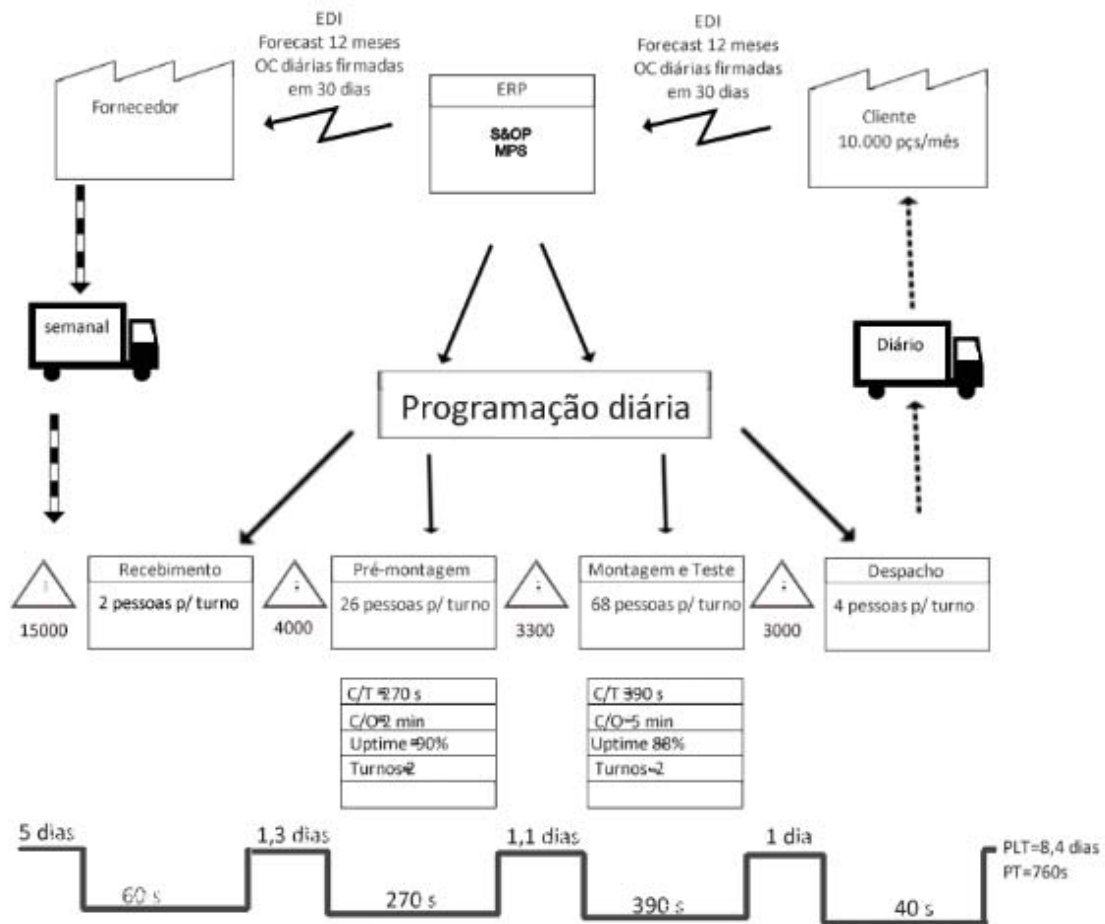


Figura 8 - Exemplo de diagrama VSM. (gestaoindustrial.com – 30/07/2017)

O significado dos símbolos necessários para a elaboração dos VSM, estão apresentados detalhadamente no ANEXO 1.

Em suma, o VSM deverá ser determinante na comunicação, planeamento e na mudança, conseguindo-se compreender a totalidade do processo, auxiliando na tomada de decisões sobre o fluxo (Shook, 1999).

#### 2.4.8 Total Quality Management (TQM)

O conceito de gestão da qualidade total ou *Total Quality Management (TQM)* desenvolveu-se na década de 50 por teóricos Norte Americanos como Deming, Juran e Feigenbaum. Contudo é no início da década de 1980 que o conceito se torna mais popular, tal facto está associado à elevada capacidade de competitividade que as indústrias japonesas tinham, fazendo chegar ao mercado ocidental produtos de qualidade a um preço relativamente baixo. Os mercados Norte-americano e Europeu não tiveram outra alternativa a não ser procurar perceber a origem do sucesso do

mercado Japonês, dando-se a partir desse momento um grande impulso para aplicação da *TQM*, quer nas indústrias quer nos serviços (Revista FAE, 2004).

Os autores Deming, Juran e Feigenbaum, eram defensores da aplicação das técnicas de gestão na qualidade como a focalização no cliente, melhoria contínua e o envolvimento de todos no processo de melhoria da qualidade. A aplicação destas técnicas apenas foi aceite pelas empresas devido a estas não conseguirem ser competitivas com as técnicas até então aplicadas (Ng, 2012).

Dos numerosos pontos fortes da aplicação do *TQM*, o que revela mais importância é o envolvimento da gestão de topo. Esta implicação é de extrema importância, porque a falta de uma gestão forte é a causa para o fracasso da aplicação do *TQM* (Ulrike Hellsten, 2000).

A figura 9, ajuda a compreender o sistema de gestão orientado para o *TQM*. Para que seja possível atingir o objetivo de aumentar a satisfação do cliente, é necessário percorrer todo um processo dividido em três etapas: conceitos, técnicas e ferramentas.



Figura 9 - Sistema de gestão orientado para o *TQM*. (adaptado de Ulrike Hellsten, 2000)

O *TQM* procura a criação e promoção da qualidade através pessoas que fazem parte do processo, ou seja, todos os funcionários têm de ter como objetivo atingir o máximo de qualidade nos produtos que realizam.

#### 2.4.9 Total Productive Maintenance (TPM)

A Manutenção Produtiva Total ou Total *Productive Maintenance (TPM)*, segundo Venkatesh (2007), pode ser considerada a ciência médica das máquinas, e tem como

objectivo o aumento da produção e, simultaneamente, o aumento da satisfação dos trabalhadores. A manutenção não pode ser vista como um custo para a empresa, mas sim como forma de conseguir aumentar o lucro, através da otimização dos equipamentos. O tempo de paragem para as manutenções tem que ser programado, para que seja parte integrante de um dia normal de trabalho, e em alguns casos, fazer parte integrante do processo de fabrico. Com isto, consegue-se reduzir a manutenção de emergência (curativa) ao mínimo.

O TPM tem como grandes objectivos os cinco pontos seguintes (Venkatesh, 2007):

- Evitar o desperdício;
- Produzir sem reduzir a qualidade;
- Reduzir custos;
- Produzir lotes pequenos, no menor tempo possível;
- Não enviar produtos defeituosos para o cliente.

Para Venkatesh (2007), os benefícios obtidos pelas empresas com a aplicação da TPM, pode ser dividido em dois grupos, conforme a Figura 10 apresenta:

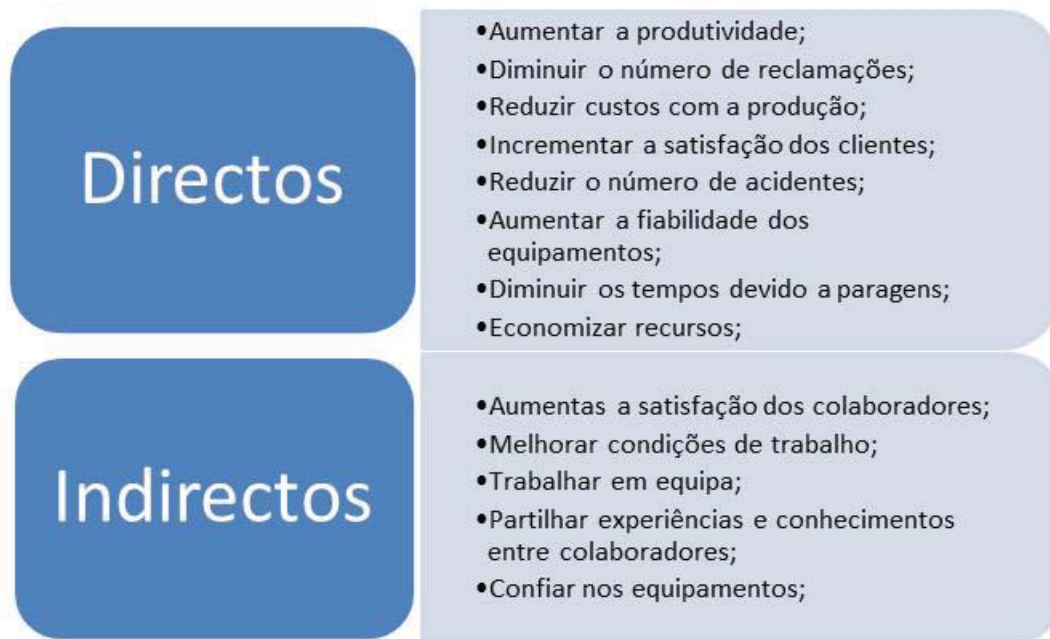


Figura 10 - Benefícios directos e indirectos do TPM.

O processo de *TPM* assenta em oito pilares fundamentais, os quais são apresentados na Figura 11.

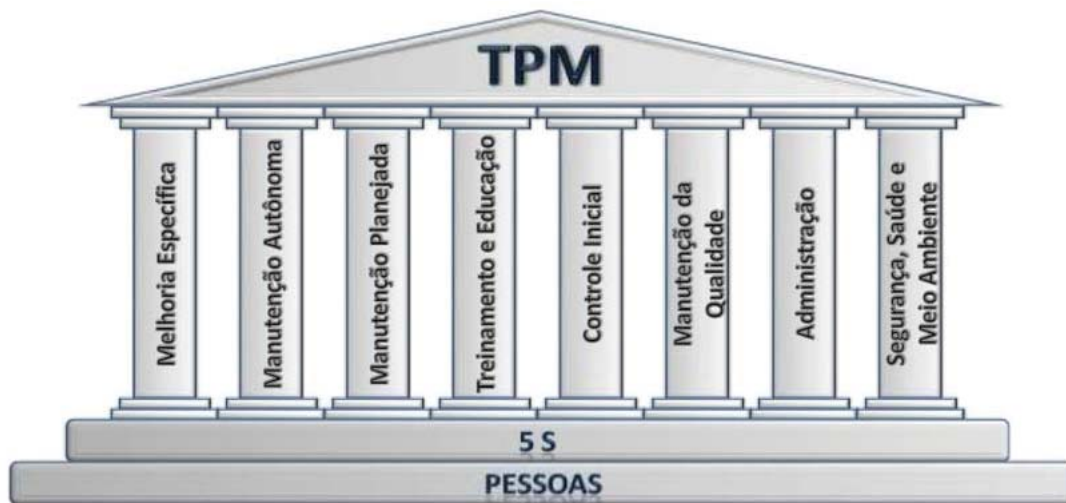


Figura 11 - Os oito pilares do TPM. (researchgate.net, consultado a 08/10/2017)

Numa rápida análise da figura anterior é possível verificar que os oito pilares do *TPM* têm por base a metodologia 5S e as pessoas. Alguns autores defendem que os pilares não funcionam sem a metodologia 5S. A limpeza e organização do posto de trabalho é uma mais-valia para a melhoria, enquanto forma de tornar muitos dos problemas visíveis (Venkatesh, 2007).

A implementação e desenvolvimento do *TPM* são baseados em doze passos e em quatro etapas (Venkatesh, 2007):

1. Preparação;
2. Planeamento da implementação;
3. Implementação do *TPM*;
4. Estabilização.

Por outras palavras, esta técnica pressupõe a manutenção preventiva de todos os equipamentos, através de uma correta planificação das intervenções, contabilizando as paragens para reparações e manutenções, bem como o tempo de funcionamento. Para tal, conta com a implicação de todos os colaboradores da organização, sendo este o fator-chave no sucesso de qualquer ferramenta *Lean*.



# DESENVOLVIMENTO

- 3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA
- 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL
- 3.3 IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS
- 3.4 TEMPESTADE DE IDEIAS
- 3.5 SELEÇÃO DE IDEIAS A APLICAR
- 3.6 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DAS IDEIAS
- 3.7 APLICAÇÃO/CONCRETIZAÇÃO
- 3.8 ANÁLISE SWOT
- 3.9 ANÁLISE ECONÓMICA



### 3 DESENVOLVIMENTO

No presente capítulo, será feita a apresentação da empresa Carvalhos & Ferreira, assim como, o processo produtivo do carrinho de mão 60L, os problemas encontrados e as melhorias aplicadas ao seu fabrico. Pelo facto de ser uma empresa já com bastantes anos de laboração, deste e doutros tipos de artigos, os processos tendem a ficar viciados e obsoletos, sendo necessária a sua atualização e aplicação de técnicas que permitam reduzir custos e melhorar a qualidade do produto, tornando-a assim mais competitiva face à concorrência.

#### 3.1 Apresentação da empresa

A empresa Carvalhos & Ferreira, Lda., é uma pequena empresa tradicional, que se dedica ao fabrico de vários modelos de carrinho de mão para a construção civil, bem como escadas e escadotes em alumínio. Iniciou a sua atividade na década de 60, com o Sr. Camilo, o seu Irmão e o seu Cunhado, como fundadores. O projeto inicial foi a criação de uma oficina para fabricação de carros de mão. A primeira localização da empresa foi em Esmoriz. Na década de 70, mudou-se para Rio Meão, Figura 12, onde ampliaram a zona de fabrico, que possibilitou a modernização dos equipamentos. Em 1990 criou-se um novo setor de produção, com o lançamento da linha de escadas e escadotes em alumínio.



Figura 12 - Localização da empresa. (google.pt/maps – 30/08/2017)

Nos dias de hoje, a *Carvalhos & Ferreira, Lda.* atua em três áreas principais de negócio, designadamente, carros de mão, escadas em alumínio e ferramentas para a construção civil. Está presente no mercado nacional e internacional (Europeu e Angolano) (carvalhoseferreira.pt - 08/07/2017).

## 3.2 Caracterização da situação inicial

A empresa Carvalhos & Ferreira, Lda., conforme já referido, é uma empresa da década de 60, que ao longo de todos estes anos tem vindo a acompanhar as necessidades do mercado e, o seu setor de produção não é exceção. Nos anos 2000, adquiriu um robô de soldadura, com a finalidade de modernizar e aumentar a sua produtividade no processo de soldadura. Um outro investimento que tem vindo a ser feito, é nas ferramentas para a conformação das peças que compõem os produtos produzidos pela empresa.

Com o passar dos anos, todas estas ferramentas e processos têm tendência a tornarem-se obsoletos e desatualizados, bem como subaproveitada a totalidade das capacidades dos equipamentos que detém.

Neste trabalho, apenas serão abordados e analisados alguns dos processos e *layout* de produção que passo a descrever:

- A produção da maceira encontrava-se dividida em cinco operações, sendo elas: conformação da maceira e corte de excesso de material / quinagem do rebordo, furação e canelamento do reforço da maceira, rebordeamento da maceira e marcação do símbolo. Este é um dos processos mais críticos do sector produtivo, uma vez que envolve várias operações distintas, que se subdividem em cinco equipamentos. Existe aqui um grande desperdício de tempos de *Setup*, movimentações de produto inacabado e mão-de-obra.
- O processo de soldadura dos chassis é realizado manualmente, por um colaborador, com recurso a um gabarito de uma posição e soldadura a eléctrodo revestido. Esta atividade está subaproveitada, visto que a empresa dispõe de um robô de soldadura, que não está a trabalhar na totalidade do tempo.
- A empresa dispõe de uma linha de pintura, que utiliza para pintar os componentes do carrinho individualmente, causando assim um desperdício de tinta, isto porque, estamos a falar de pintura de componentes pequenos e tubo, onde a nuvem de pó existente na envolvente dos mesmos não é aproveitada, e obriga a um reaproveitamento do pó da pintura, o que implica mais mão-de-obra.
- A Carvalhos & Ferreira, Lda. tem duas naves industriais que abrigam a produção e a sua organização foi realizada ao longo do tempo. O método de trabalho, de momento, pode não ser o mais indicado, dada a falta de cuidado na organização e arrumação de bancadas e ferramentas.

### 3.2.1 Apresentação do produto

A empresa Carvalhos & Ferreira, Lda. tem vários modelos de carro de mão disponíveis, no entanto o estudo debruça-se sobre a produção do modelo C60 (Figura 13). Este é

um modelo de 60 litros em aço, desmontável, com jante de aço e pneu de borracha, com câmara-de-ar. Permite a substituição dos seus componentes ao longo da sua utilização, conta ainda com uma chumaceira toda em aço e veio da roda maciço. Tem como cor base o verde, mas caso exista necessidade por parte do cliente, pode ser personalizado com outras cores.



Figura 13 - Carrinho de mão C60 desmontável (carvalhoseferreira.pt - 08/07/2017).

O modelo C60 é constituído por várias peças, conforme apresentado na vista explodida da Figura 14 e da Tabela 1, onde se identificam os componentes fabricados e os que são adquiridos no mercado. Todos os desenhos técnicos de pormenor de cada componente estão apresentados no Anexo B.

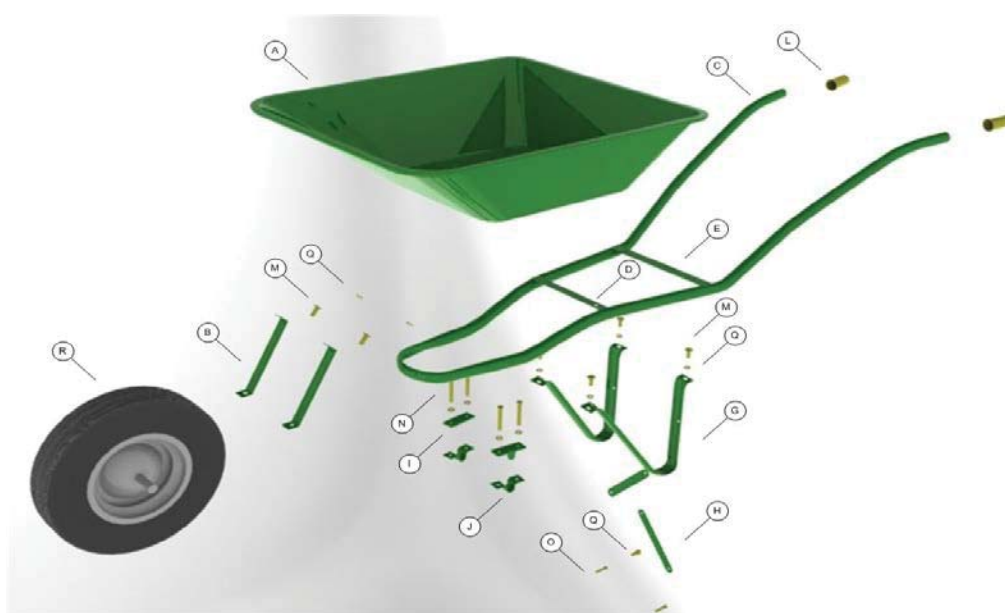


Figura 14 – Vista explodida do carrinho de mão.

Tabela 1 - Lista de componentes - Comprado vs Fabricado.

Legenda	Componente	Quantidade	Observações
A	Maceira	1	Fabricado
B	Reforço da Maceira	2	Fabricado
F	Chassis completo	1	Fabricado
C	Chassis	1	Fabricado
D	Reforço - barra	1	Fabricado
E	Reforço - cantoneira	1	Fabricado
G	Pé	2	Fabricado
H	Reforço - pés	2	Fabricado
I	Chumaceira - macho	2	Fabricado
J	Chumaceira - fêmea	2	Fabricado
R	Roda	1	Comprado
L	Punhos	2	Comprado
M	Parafusos cabeça boleada - M8x20	6	Comprado
N	Parafusos cabeça sextavada - M8x60	4	Comprado
O	Parafusos cabeça sextavada - M8x25	3	Comprado
Q	Fêmeas M8	13	Comprado

Para melhor compreensão dos componentes é apresentada a árvore de produto, onde se consegue visualizar todos as peças do produto final, bem como o material que os constituem e a quantidade necessária para montar o carrinho.



Figura 15 - Árvore do produto.

3.1.2 Descrição do processo produtivo inicial

O processo produtivo do carrinho de mão está dividido em várias atividades. Para uma melhor compreensão, a Figura 16 apresenta o diagrama do processo, que resume o fabrico do carrinho de mão, especificando os procedimentos utilizados e as gamas operatórias. Através da observação deste diagrama, em conjunto com o *layout* da empresa, com a Tabela 2 e 3 e a Figura 15, consegue-se entender a circulação de todos os componentes ao longo do processo produtivo.

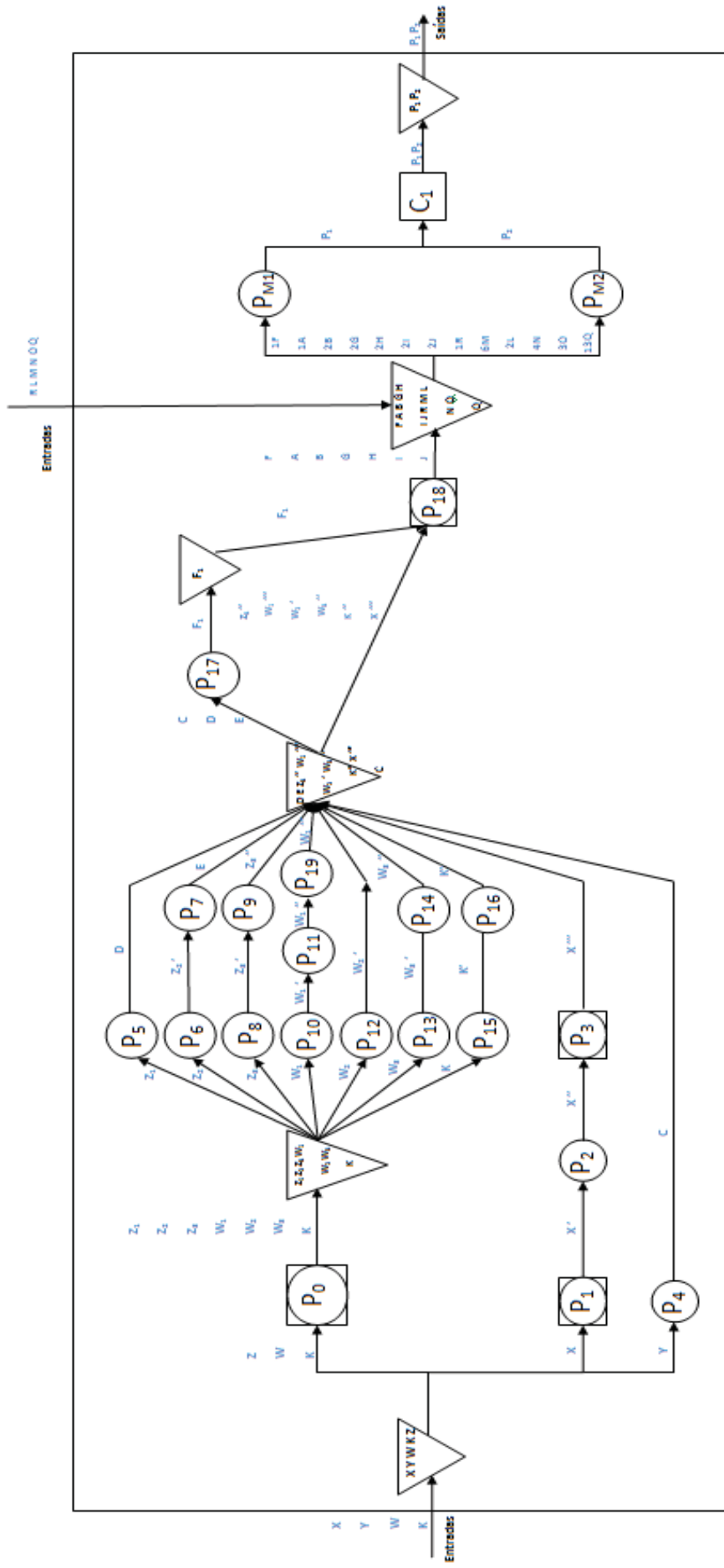


Figura 16 – Diagrama de processo de fabrico do carrinho de mão.



Tabela 2 - Descrição do diagrama de processo.

<b>Posto</b>	<b>Desenvolvimento da atividade</b>
P0	Preparação do material - Corte das chapas para os reforços, pés e chumaceira Controlo dimensional da matéria-prima preparada
P1	Conformação da maceira e corte de excesso de material / quinagem do rebordo Controlo visual da maceira - verificação de defeitos de conformação
P2	Furação e canelamento do reforço da maceira
P3	Rebordeamento da maceira Controlo visual da maceira - verificação que está conforme os desenhos de produção
P4	Conformação do chassis Controlo visual do chassis - verificação que está conforme os desenhos de produção
P5	Furação da chapa - barra de reforço do chassis
P6	Furação e quinagem da chapa - cantoneira de reforço do chassis
P7	Quinagem da chapa - cantoneira de reforço do chassis
P8	Furação e estampagem da chapa - reforço da maceira
P9	Canelamento e quinagem da chapa - reforço da maceira
P10	Furação da chapa - pé
P11	Conformação da chapa - pé
P18	Conformação - pé
P12	Furação e canelamento da chapa - reforço dos pés
P13	Furação - chumaceira fêmea
P14	Conformação da chapa - chumaceira fêmea
P15	Furação - chumaceira macho
P16	Conformação da chapa - chumaceira macho
P17	Soldar reforços ao chassis
	Pintura dos componentes
P18	Controlo visual dos componentes pintados - verificação se estes estão corretamente pintados
PM1	Posto de montagem - Carro de mão
PM2	Posto de montagem - <i>kit</i> Carro de mão (desmontado)
C1	Controlo final do produto - verificação geral

Para o fabrico do carrinho de mão, são utilizados os equipamentos apresentados na Tabela 3. Nesta mesma tabela, é possível verificar quais os componentes fabricados por cada equipamento, bem como as ferramentas auxiliares utilizadas, como moldes, por exemplo.

Tabela 3 - Descrição dos equipamentos utilizados por componente.

<b>Componente</b>	<b>Processo</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Controlo Qualidade</b>
Maceira - A	Estampagem e Corte do excesso material	Prensa	Ferramenta	Visual
	Furação / Estampagem			
	Rebordear	Maquina Rebordear	Matriz	
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Reforço Maceira - B	Corte de matéria-prima	Guilhotina	-	Dimensional
	Estampagem / Furação	Prensa	Ferramenta	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Chassis - C	Conformação / Furação	Prensa	Ferramenta	Visual
Reforço barra - D	Corte da chapa	Guilhotina	-	Dimensional
	Furação do reforço	Prensa	Ferramenta	Visual
Reforço cantoneira - E	Corte da chapa	Guilhotina	-	Dimensional
	Furação e quinagem do reforço	Prensa	Ferramenta	Visual
Chassis completo - F	Soldar os reforços (1 e 2) no chassis	Maquina soldar	Gabarito	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Pé - G	Corte da chapa	Guilhotina		Dimensional
	Furação e Estampagem	Prensa	Ferramenta	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Reforço dos pés - H	Corte de matéria-prima	Guilhotina		Dimensional
	Estampagem e Furação	Prensa	Ferramenta	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Chumaceira macho - I	Corte de matéria-prima	Guilhotina		Dimensional
	Estampagem e Furação	Prensa	Ferramenta	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	
Chumaceira fêmea - J	Corte de matéria-prima	Guilhotina		Dimensional
	Estampagem e Furação	Prensa	Ferramenta	Visual
	Pintura	Linha de pintura	Suportes	

Para a execução dos diversos componentes, é necessário utilizar várias ferramentas, que serão apresentadas de seguida.

## Maceira – A

As Figuras 17 e 18 ilustram as ferramentas utilizadas para o fabrico da maceira. Este é um processo crítico, com várias operações e ferramentas, que vai ser alvo de melhoria.

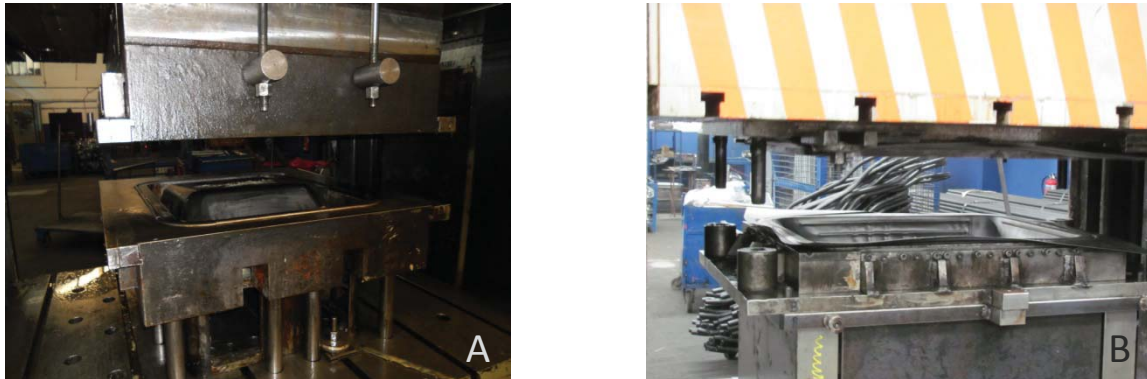


Figura 17 – (a) Ferramenta para embutir a maceira. (b) Ferramenta para corte do excesso de material e quinagem.



Figura 18 - Ferramenta para Furação.

## Reforço Maceira – B

Seguidamente, a Figura 19 representa as ferramentas utilizadas no fabrico dos reforços da maceira.

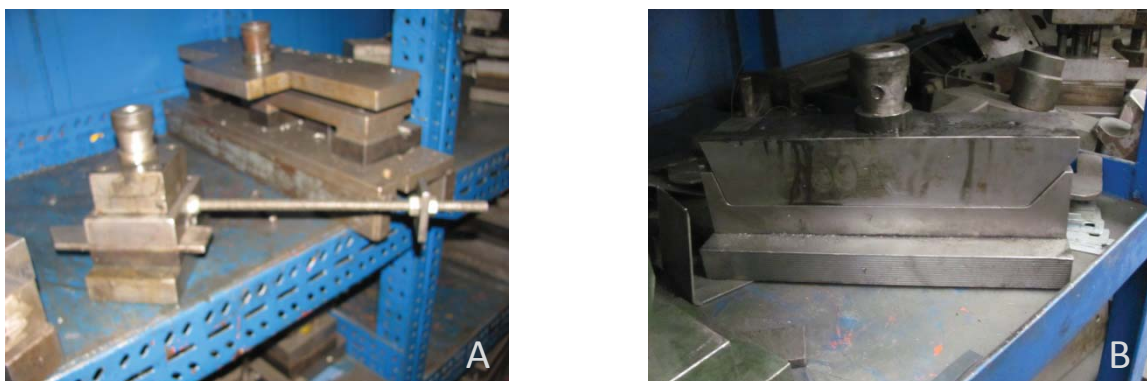


Figura 19 – (a) Ferramenta para corte e furação. (b) Ferramenta de quinagem e canelamento.

### Barra de reforço – D

A Figura 20, representa o molde para efetuar a barra de reforço do chassis.



Figura 20 - Ferramenta para Furação.

### Cantoneira de reforço – E

Para a realização da Cantoneira de reforço, é necessário utilizar a ferramenta da Figura 21.



Figura 21 - Ferramenta para quinar reforço.

### Pé – G

O pé do carrinho de mão é fabricado em três etapas: furar, canelar e conformar (dobrar) o pé, ilustradas respetivamente nas Figuras 22 ((a) e (b)) e 23.



Figura 22 – (a) Ferramenta para furar chapa. (b) Ferramenta para canelar chapa.



Figura 23 - Ferramenta para conformação do pé.

### Reforço dos pés – H

A Figura 24 apresenta a ferramenta para a produção do reforço dos pés.

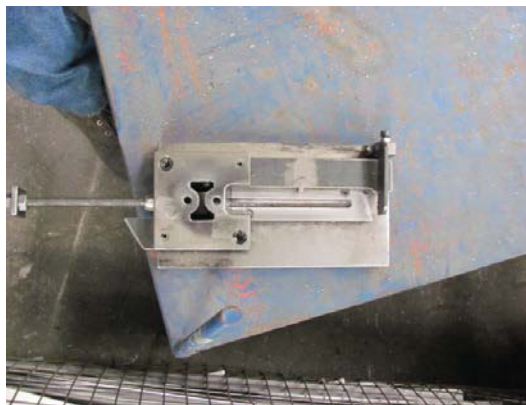


Figura 24 - Ferramenta para furar e canelar reforço.

### Chumaceira macho – I

A ferramenta da Figura 25, apresenta a ferramenta para furar e cortar a chumaceira macho.



Figura 25 - Ferramenta para furar chumaceira.

## Chumaceira Fêmea – J

A Figura 26 mostra as ferramentas para produzir as chumaceiras fêmeas.

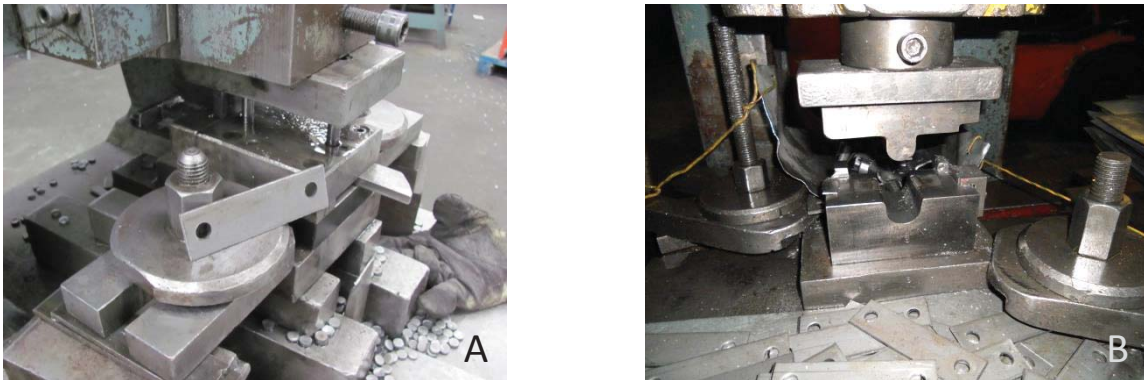


Figura 26 - (a) Ferramenta para furar chumaceira fêmea. (b) Ferramenta para conformar chumaceira fêmea.

## Soldadura chassis

A Figura 27 ilustra o gabarito para soldar os reforços ao chassis.



Figura 27 – Gabarito de soldadura do chassis.

## Pintura

A Figura 28 mostra os suportes utilizados na pintura dos componentes.



Figura 28 - Suportes utilizados na pintura.

### 3.2.2 Layout

O *layout* exposto na Figura 29, apresenta a disposição dos equipamentos e materiais na empresa. Esta disposição foi criada, ao longo do tempo, de acordo com as necessidades. A C&F, conforme já referido, tem outros produtos para além dos carrinhos de mão. A produção das escadas e dos escadotes partilham algumas dos equipamentos, como é o caso das prensas (prensa hidráulica e prensas mecânicas).

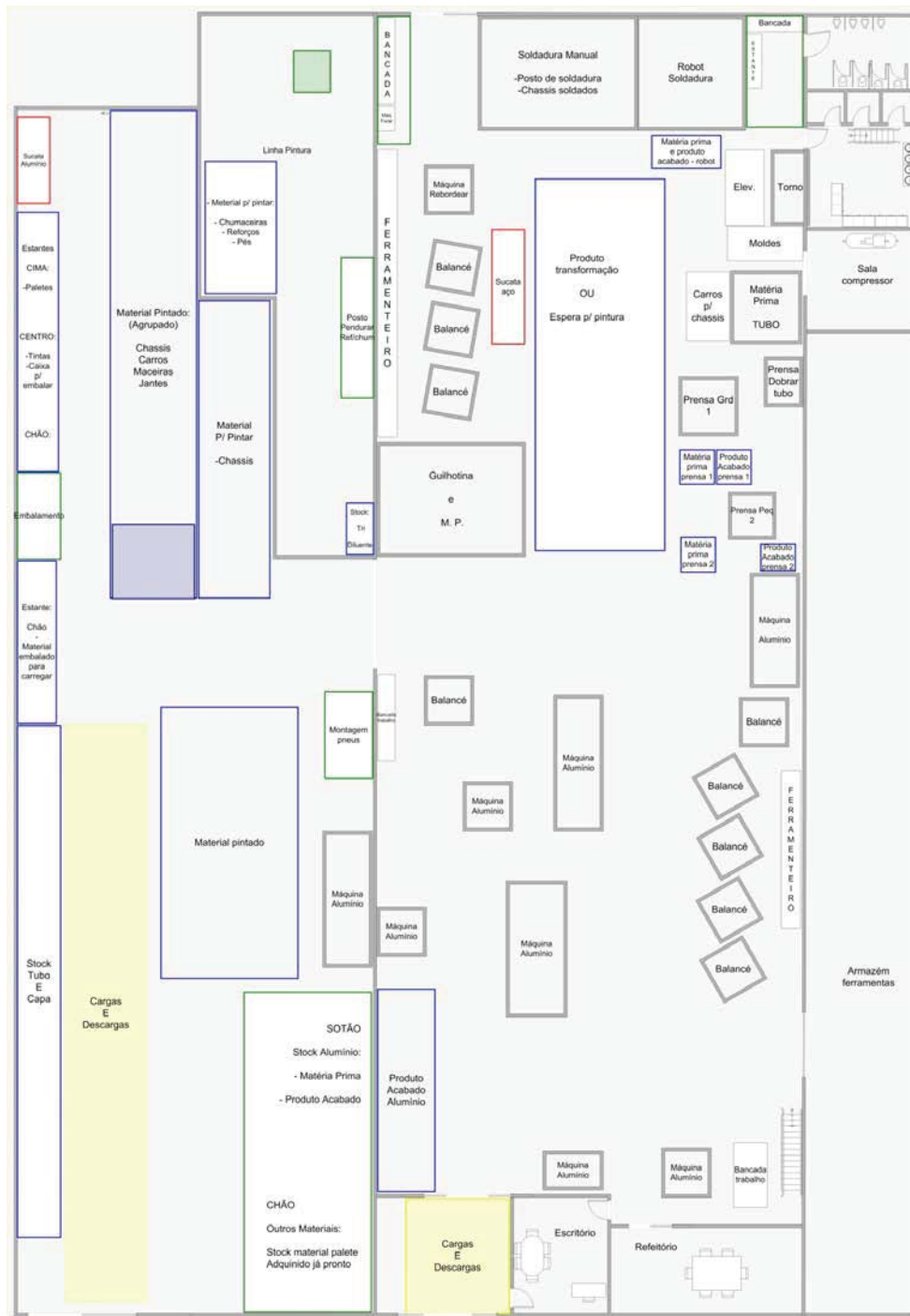


Figura 29 - Layout da empresa.

### 3.3 Identificação de problemas

Conforme já referido anteriormente, esta dissertação irá apenas focar-se em quatro atividades da produção do carrinho de mão. Estas são as atividades em que se torna mais evidente e urgente a melhoria, uma vez que são causadoras de desperdícios, têm tempos de *setup* elevados e existe um subaproveitamento de mão-de-obra e de equipamentos.

#### Produção da Maceira

O processo produtivo da maceira é o mais complexo e o mais demorado da produção do carro de mão. Esta é também a atividade responsável pela criação do componente mais caro do conjunto. A complexidade do processo advém da embutidura profunda a que a chapa é sujeita. Esta atividade requer uma cuidada afinação e parametrização da prensa, de acordo com as propriedades do lote da matéria-prima, para que o componente fique corretamente conformado, sem que surja o aparecimento de enrugamento e fissuração da chapa. De forma a evitar tais problemas, o colaborador também deverá ter em atenção a colocação da chapa no sentido da laminação na prensa, de forma a evitar maiores esforços e tensões. Um outro fator gerador de dificuldades e do incremento do custo do componente, são as diversas operações necessárias: embutidura, corte do excesso de chapa, quinagem da aba, furação, canelamento, rebordear, marcação do símbolo e pintura. Para a realização de todas estas actividades, é necessário recorrer a cinco equipamentos e cinco ferramentas diferentes, conforme podemos verificar na folha de procedimento (*routing sheet*) no Anexo 3. O processo inicia-se com a receção e armazenamento da matéria-prima, onde permanece, que é puxado pela ordem de fabrico. Por norma, a produção é realizada em lotes de quatrocentos e setenta e cinco carrinhos de mão. A prensa utilizada na estampagem da maceira é a mesma para o corte e quinagem da aba, o que limita o processo na criação dos lotes de peças. De forma a evitar tempos de *setup* acrescidos, a estampagem da maceira é sempre realizada na quantidade total da encomenda a produzir. O tempo de *setup* da prensa para a estampagem é de cerca uma hora, e cada peça demora cerca de trinta segundos a ser estampada. A Figura 30 apresenta a ferramenta utilizada para a operação de estampagem.



Figura 30 - Ferramenta para estampagem da maceira.

A partir desta operação, a encomenda será separada por lotes, o que irá permitir uma maior flexibilidade na produção. O tempo de *setup* da prensa para o corte / quinagem é também de cerca de uma hora, e a operação demora cerca de dezassete segundos. Este processo consiste em cortar o excedente de chapa proveniente da estampagem e quinagem da aba, conforme podemos observar na Figura 31.



Figura 31 - Sobra resultante do corte da maceira.

Após atingir uma quantidade de vinte unidades, o lote passa para a prensa seguinte, de forma a executar o canelamento (mais quinze segundos, por maceira), tal como demonstra a Figura 32. O tempo de *setup* é de trinta minutos, neste caso, e será executado no decorrer da operação anterior, de modo a que a produção não pare. O operador deve ter atenção ao colocar a maceira, para evitar possíveis deformações.



Figura 32 - Maceira canelada, cortada e dobrada.

O lote passa de seguida para o posto de rebordamento (vinte e cinco segundos por cada maceira). Esta operação consiste em executar um rebordo na aba proveniente da quinagem. Esta é uma operação manual, em que o operador roda a maceira na máquina, o que faz com que o rebordo não fique uniforme em toda a maceira. Outro defeito que ocorre nesta atividade é o rebordo não ficar totalmente fechado (Figura 33), não apresentando assim um grau de acabamento satisfatório. Esta situação ocorre devido à chapa ser demasiado curta, possuindo apenas as dimensões necessárias à estampagem, o que se reflete em falta de material na rebordagem.

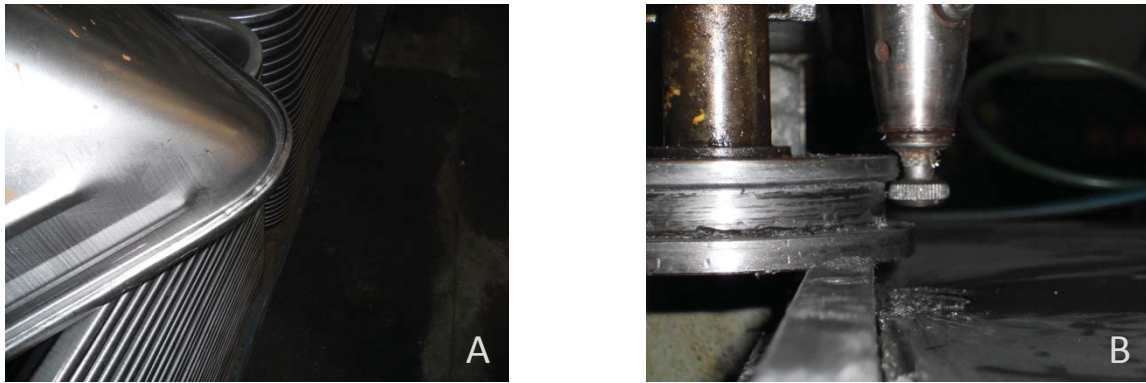


Figura 33 – (a) Maceira rebordada. (b) Pormenor da máquina de rebordear.

De seguida, o lote passa para um balancé onde será executado o símbolo (seis segundos, por maceira), conforme a Figura 34. Trata-se de uma operação relativamente simples, em que o único cuidado a ter é centrar bem o macho e a fêmea do símbolo. O tempo de *setup* da máquina é de cerca de quinze minutos, mas este é executado no decorrer das outras operações, de modo a não parar a produção.



Figura 34 - Operação de estampagem do símbolo

Seguidamente, o lote irá passar à prensa dois, para executar a furação (onze segundos, por maceira), Figura 35. Esta operação é precedida de um *setup* de trinta minutos e começará imediatamente, ou não, dependendo da produção dos processos anteriores.



Figura 35 – (a) Ferramenta para furação da maceira. (b) Maceira furada.

Por último, quando as maceiras estão prontas para a pintura, esta apenas é iniciada quando a totalidade do lote a fabricar estiver concluída. O fluxo de valor até agora descrito é ilustrado pela Figura 36, onde é realizado um mapeamento do componente. Assim, é possível verificar todos os tempos despendidos para a produção do produto, bem como as distâncias que o mesmo percorre dentro da fábrica.

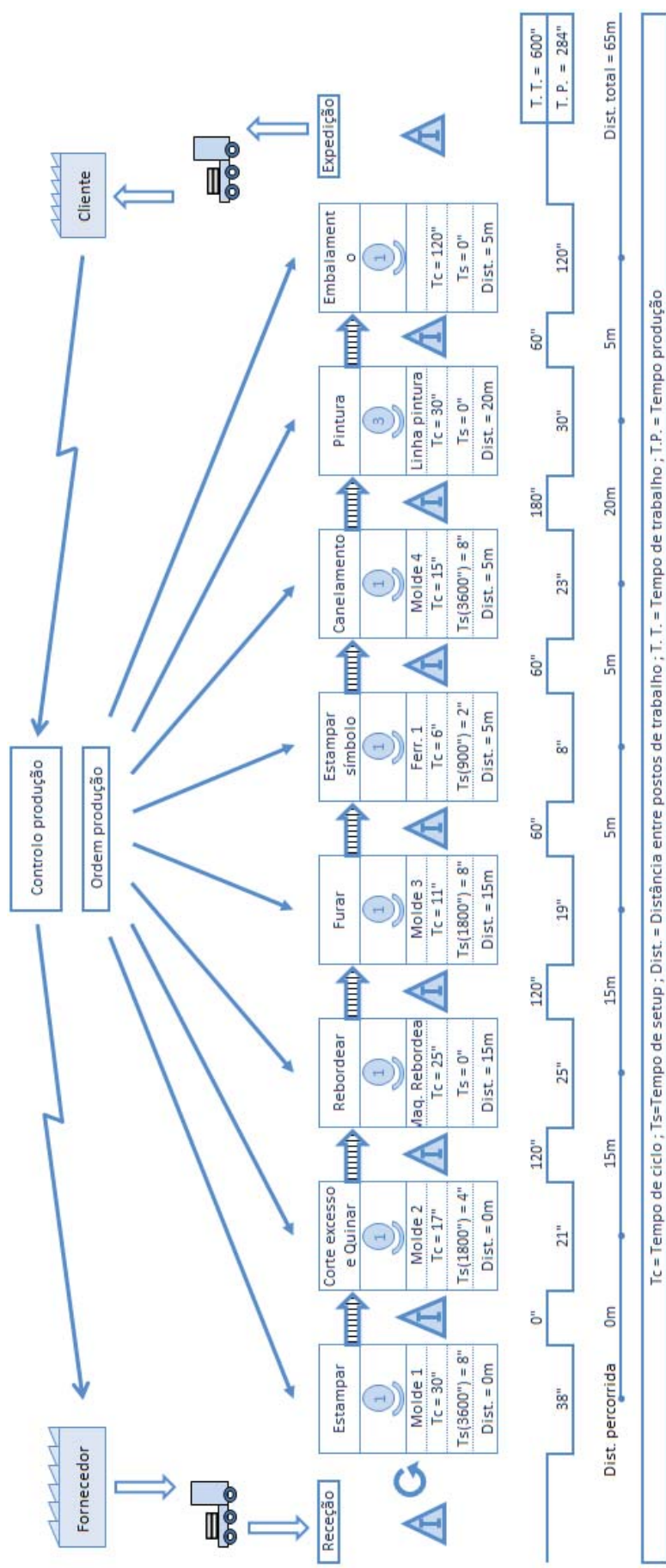


Figura 36 – VSM do processo da maceira antes das melhorias.



Em suma, a Tabela 4 apresenta os tempos necessários para o fabrico da maceira. Na Tabela 5, encontram-se os tempos de *setup* necessários para preparação das máquinas.

Tabela 4 - Tempos de operação para produção da maceira.

Operações	Máquina	Ferramentas	Tempo [s]	Operadores
Estampar	Prensa grd.	1	30	1
Corte de excesso e quinagem	Prensa grd.	1	17	1
Canelamento	Prensa peq.	1	15	1
Rebordear	Maq. Rebordear	1	25	1
Símbolo	Balancé	1	6	1
Furar	Prensa peq.	1	11	1
Pintar	Linha pintura	1	30	3
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>134</b>	<b>9</b>

Tabela 5 - Tempos de preparação das máquinas (*setup*).

Operações	Máquina	Ferramentas	Tempo [s]	Operadores
Montar molde estampar	Prensa grd.	1	3600	2
Montar molde canelamento	Prensa peq.	1	3600	2
Montar molde corte e quinagem	Prensa grd.	1	1800	2
Montar molde de furar	Prensa peq.	1	1800	2
Montar ferramenta símbolo	Balancé	1	900	1
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>11700</b>	<b>9</b>

Por tudo isto, os problemas encontrados neste processo prendem-se com o elevado número de equipamentos e ferramentas necessários à produção do componente. Isto leva a desperdícios de tempo com as trocas de ferramentas, necessidade de mais equipamento e mão-de-obra, assim como ao aumento do custo de manutenção com os equipamentos e ferramentas.

### Soldadura

O processo de soldadura do carro de mão é efetuado de forma manual, com o auxílio de um gabarito, Figura 37, e um aparelho de soldar a eléctrodo revestido. Este passo inicia-se com o colaborador a posicionar os reforços (frente e trás) no gabarito e, de seguida, coloca o tubo do chassis por cima do suporte. Com o auxílio de uma alavanca, é aplicada uma força no tubo e assim são fixados todos os componentes ao gabarito. Esta operação também garante o correto posicionamento dos componentes, permitindo que o operador solde os mesmos. Após soldar o chassis do lado inferior, o funcionário retira-o e volta a colocá-lo em cima do gabarito. Com o chassis agora voltado para cima, procede-se à soldadura dos reforços pela parte superior.



Figura 37 - Gabarito de soldadura manual.

Para todo este processo de soldadura manual, o operador necessita de 60 segundos, conforme apresentado na Tabela 6, e não é necessário qualquer tempo de preparação para realização da operação.

Tabela 6 - Tempo de soldadura.

Operação	Máquina	Ferramentas	Faces a soldar	Tempo para um chassis [s]	Chassis/h	N.º operadores
Soldar	Aparelho soldar a eléctrodo	1	2	60	60	1

Findo este processo, verificou-se que o tempo despendido para a operação e a mão-de-obra utilizada são limitações à atividade produtiva.

### Pintura

A pintura dos diversos componentes do carro de mão é efetuada separadamente, e através da utilização de suportes idênticos aos apresentados na Figura 35(a). Neste processo, o operador tem de carregar os suportes com os componentes e, de seguida, pendura-os na linha de pintura, figura 38(b).



Figura 38 – (a) Exemplo de suporte para pintura. (b) Maceiras penduradas na linha de pintura.

Trata-se de um processo repetido para todos os componentes, e é sempre iniciado quando se tem a totalidade do lote a pintar concluído. Na Tabela 7, apresenta-se a capacidade da linha de pintura por componente.

Tabela 7 - Capacidade da linha de pintura.

Componente	Quantidade/hora	Nº de operadores
Chassis	170	2
Chumaceira fêmea	2500	4
Chumaceira macho	2500	4
Reforço dos pés	2500	4
Reforço da maceira	2500	4
Pés	800	4
Maceira	80	4

Após a observação do funcionamento da linha de pintura, foi possível detetar que neste processo existe um enorme desperdício de tinta e falta de aproveitamento do espaço disponível na linha. Por sua vez, também está subaproveitada na parte do embalamento, visto que os componentes são embalados separadamente, mas a operação de embalagem apenas é realizada posteriormente. O processo de pintura das jantes e das maceiras encontra-se a funcionar sem quaisquer anomalias, não sendo por isso detetados problemas.

### Layout / Organização

Na Figura 39, pode-se observar a planta da fábrica, a disposição dos equipamentos utilizados. No *layout* estão representadas as linhas de fluxo, e é possível verificar através do encadeamento das atividades a forma como os componentes se movem, dentro do processo de fabrico, antes de qualquer estudo de melhoria.

As Tabelas 8 e 9 servem de legenda para o *Layout* apresentado:

Tabela 8 - Legenda de cores do *layout*.

Cor	Descrição
Verde	Matéria-prima para transformação
Vermelho	Deslocamento de componentes entre postos de transformação
Azul	Deslocamento de componentes para armazenamento
Amarelo	Saída de produto acabado



Tabela 9 - Legenda das linhas de fluxo.

Código linha	Descrição	Materiais em fluxo
A	Entrada de MP para o armazenamento	X;Y;W;K
B	Saída de MP para posto de conformação do chassis	Y
C	Saída de MP para posto de conformação da maceira e jantes	X
D	Saída de MP para posto de preparação/corte de chapa	Z;W;K
E	Saída de MP de posto de preparação para o posto conformação	Z1;Z2;Z3;W1;W2;W3;K
F	Saída de componentes para o posto "material para pintura"	Z3";W1";W2";W3';K'
G	Armazenamento temporário entre conformação e soldadura	D;E;KK;L;M
H	Armazenamento temporário entre operações de conformação da maceira	X'
I	Armazenamento temporário entre a conformação da maceira e a operação de reborderar	X''
J	Saída da maceira para o posto "material para pintura"	X'''
K	Armazenamento temporário entre a conformação de chassis e posto de soldadura	C
L	Saída de material soldado para o posto "material para pintura"	F1;O
N	Saída de componentes pintados para o armazenamento de material para montagem e embalamento	A;B;F;G;H;I;J;O
O	Entrada de MP para montagem	L;M;N;O;Q;R
P	Saída de componentes para o posto de montagem do carro completo ou posto de montagem em <i>kit</i>	A;B;F;G;H;I;J;L;M;N;O;Q
Q	Saída de componentes para o posto de armazenamento do carro completo	P1
R	Saída de componentes para o posto de armazenamento do <i>kit</i>	P2
S	Expedição de produto acabado	P1;P2

Uma das limitações do *layout* da empresa está associada à forma como este foi concebido, visto que o seu planeamento foi sendo realizado de acordo com as necessidades de produção e da aquisição dos equipamentos. Este tipo de gestão origina o desaproveitamento de espaço e favorece a desorganização no fluxo produtivo. Pode-se constatar, nesta planta, que a disposição dos equipamentos origina desperdícios de recursos, não permitindo uma sequência lógica das tarefas a realizar.

Um outro ponto que necessita de melhoria é a organização dos ferramenteiros, uma vez que todas as ferramentas são guardadas indiscriminadamente nas diversas prateleiras existentes, Figura 40. Este facto, causa perdas de tempo, uma vez que é necessário procurar pela ferramenta para a poder utilizar.



Figura 40 – ((a) e (b)) Ferramenteiros.

Esta falta de organização também se verifica nas bancadas de trabalho e de apoio às máquinas. Todas elas se encontram desorganizadas, sem locais específicos para as diversas ferramentas, conforme se pode verificar na Figura 41.

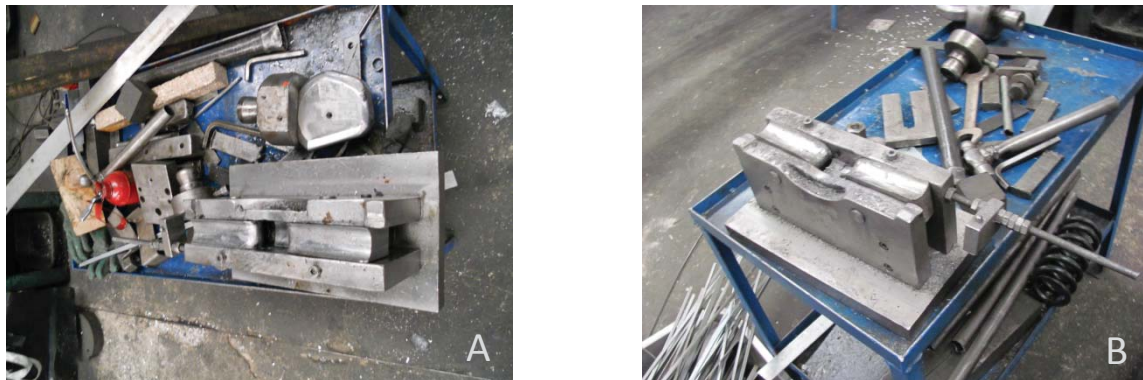


Figura 41 - ((a) e (b)) Bancadas de apoio às máquinas.

### 3.4 Tempestade de ideias

O processo de mudança e melhoria é algo complexo e contínuo, que exige uma profunda análise e reflexão para as soluções encontradas, a fim de se selecionar as que apresentam reais mais-valias à organização. Deste modo, é importante que se faça um apanhado dos caminhos que podem ser tomados, para uma rápida resolução dos problemas e melhoria do setor de produção. De forma sucinta e esquemática, são apresentadas na Figura 42 as ideias abandonadas (a cor vermelha) e as ideias aceites (a verde).

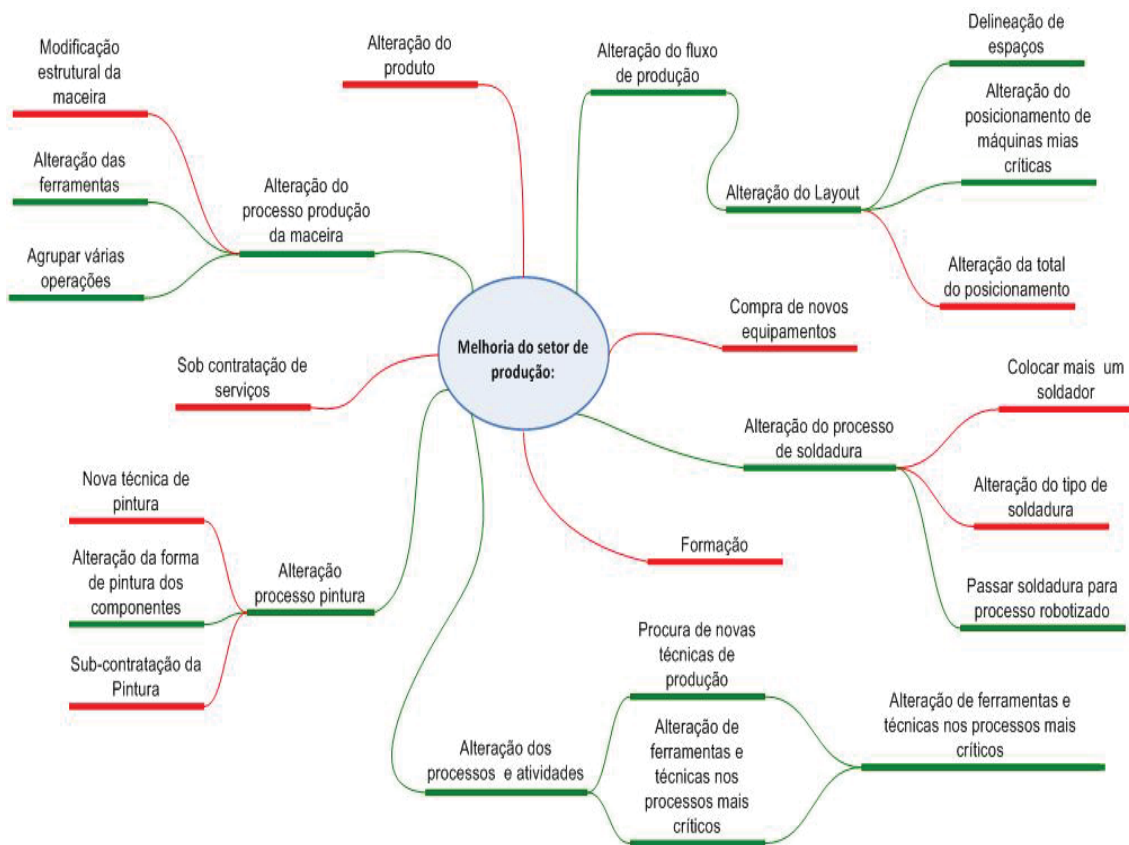


Figura 42 – Diagrama resultante da tempestade de ideias.

### 3.5 Seleção de ideias a aplicar

Após analisar e estudar a viabilidade de cada um dos pontos da tempestade de ideias, eliminaram-se os seguintes itens: compra de novos equipamentos, formação dos colaboradores, subcontratação de serviços e alteração das características do produto. A ideia de compra de novos equipamentos foi afastada, porque verificou-se que para o nível de produção existente, não seria necessário alargar o número de equipamentos. Constatou-se ainda que seria possível rentabilizar os existentes, mesmo que estes já apresentem alguns anos de utilização. Após um levantamento das necessidades formativas, percebeu-se que os colaboradores da empresa têm uma vasta experiência nas funções desempenhadas, e são conhecedores de todos os processos. Deste modo, esta ideia de melhoria foi também abandonada. A possibilidade de subcontratação de serviços poderia ser aceitável, caso existisse um esporádico aumento do volume de encomendas, que não fosse possível satisfazer internamente. Porém a razão do afastamento da ideia deve-se ao facto de a maior parte dos componentes produzidos implicarem o uso de ferramentas específicas para esse fim. Consequentemente, não se justifica o investimento na aquisição de novas ferramentas para a subcontratação. Uma outra solução excluída foi a de alterar as características do produto, para que este se tornasse mais fácil de produzir. Mas, como o C60 está no mercado há já bastantes

anos e tem provas dadas da sua qualidade e fiabilidade, esta solução representaria um risco demasiado elevado.

Analisadas as hipóteses e eliminadas as que não seriam exequíveis na organização, restam apenas as que apresentam viabilidade:

- Alteração de processos e atividades – A procura de novos métodos e técnicas, bem como a remodelação e aquisição de ferramentas, será a linha orientadora de todas as ideias e alterações do processo produtivo.
- Transformação do fluxo produtivo – Para a alteração do fluxo de produção, foi prevista a alteração do *layout*. Para tal, será proposta a alteração do posicionamento de algumas máquinas, assim como a mudança dos locais de montagem e armazenamento. Também se desenvolverá a ideia de delineação de espaços e mudança da organização nos mesmos. A proposta de modificação total do *layout* seria ótima, contudo não seria de fácil execução, visto que implicava uma grande logística e a paragem completa da produção.
- Alteração do processo de soldadura – Neste ponto, foi inicialmente idealizada a alteração do processo e a alocação de mais mão-de-obra. Contudo, esta ideia rapidamente foi colocada de parte, face à possibilidade de se automatizar este processo, aproveitando-se assim o robô de soldadura existente.
- Modificação do processo de pintura – Para maior rentabilização deste processo, foi proposta a reestruturação do método utilizado para a pintura dos componentes. A subcontratação e a aplicação de novas técnicas de pintura foram rapidamente colocados de lado, visto que o processo mostra ainda elevadas capacidades de resposta e forma de ser rentabilizado.
- Mudança do processo de produção da maceira – Relativamente à alteração deste processo, foram adotadas como medidas a alteração das ferramentas, aliada ao agrupamento de operações, por forma a diminuir tempos de *setup*, e de transporte entre máquinas/atividades.

### 3.6 Metodologia de aplicação das ideias

Para a aplicação prática das ideias selecionadas, foi seguida a metodologia que se passa a descrever:

Fase I – Estudo do estado atual do processo ou atividade;

Fase II – Estudo das alterações possíveis;

Fase III – Seleção das hipóteses;

Fase IV – Sugestão/Aplicação das mesmas;

Fase V – Análise das melhorias implementadas.

### 3.7 Aplicação/Concretização

Esta dissertação tem como principal objetivo a otimização do sistema de produção, mais concretamente em algumas atividades. Este capítulo pretende, assim, explicar as ideias selecionadas.

#### 3.7.1 Alteração do processo de produção da maceira

O processo em análise, conforme foi referido anteriormente, é o responsável pelo fabrico da peça mais cara do conjunto. Em grande parte, este facto deve-se à diversidade de atividades necessárias para a sua execução. Após a análise do processo, foram delineados os seguintes objetivos para a intervenção:

- Reduzir tempos de setup;
- Agrupar processos;
- Melhorar a qualidade final do rebordeamento.

A alteração que se decidiu aplicar nesta atividade foi agregar três ferramentas numa nova, em virtude de ser possível corrigir todos os problemas encontrados. Com a implementação desta alteração, Figura 43, é possível realizar três operações em simultâneo, que anteriormente eram realizadas com recurso a três ferramentas e três máquinas diferentes. Atualmente, é possível realizar a operação de furar, rebordear e estampar o símbolo de uma só vez, conseguindo-se reduzir os custos com mão-de-obra e os tempos de *setup* existentes na troca das ferramentas, assim como de transporte entre atividades. Uma outra vantagem desta aplicação é a melhoria significativa da qualidade do rebordado, conseguindo-se deste modo uma aba mais uniforme em todo o rebordo da maceira.

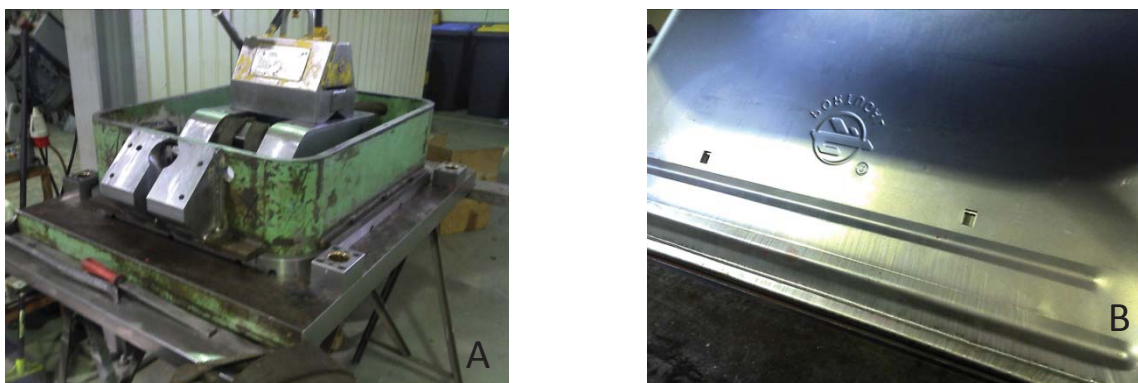


Figura 43 – (a) Nova ferramenta. (b) Maceira com as três operações realizadas.

Após esta alteração, foram novamente contabilizados os tempos das atividades. Conforme podemos verificar nos tempos apresentados nas Tabelas 10 e 11, consegue-se reduzir o tempo de produção, através da supressão de duas atividades, em vinte e dois segundos por maceira. O tempo de preparação dos equipamentos foi também reduzido em dois mil e setecentos segundos, uma vez que já não é necessária a aplicação de duas ferramentas. Conseguiu-se ainda suprimir outros tempos/custos que associados ao transporte de produtos entre postos de trabalho.

Tabela 10 - Tempos de operação para a produção da maceira com a nova ferramenta.

Operações	Máquina	Ferramentas	Tempo [s]	Operadores
Estampar	Prensa grd.	1	30	1
Corte de excesso e quinagem	Prensa grd.	1	17	1
Canelamento	Prensa peq.	1	15	1
Rebordear	Maq. Rebordear	0	0	0
Símbolo	Balancé	0	0	0
Furar	Prensa peq.	0	0	0
Rebordear / Furar / Símbolo	Prensa peq.	1	20	1
Pintar	Linha pintura	1	30	3
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>112</b>	<b>7</b>

Tabela 11 - Novos tempos de setup.

Operações	Máquina	Ferramentas	Tempo [s]	Operadores
Montar molde estampar	Prensa grd.	1	3600	2
Montar molde canelamento	Prensa peq.	1	3600	2
Montar molde corte e quinagem	Prensa grd.	1	1800	2
Montar molde de furar	Prensa peq.	0	0	0
Montar ferramenta símbolo	Balancé	0	0	0
Montar molde rebordear, furar e símbolo	Prensa peq.	1	1800	2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>10800</b>	<b>6</b>

O mapeamento da Figura 44 representa sob a forma de, os tempos apresentados nas tabelas anteriores e descreve o processo da maceira já com as alterações implementadas. Comparativamente ao anteriormente apresentado, foi possível reduzir para metade o tempo despendido no transporte entre postos, tal como os tempos de *setup* e de ciclo.

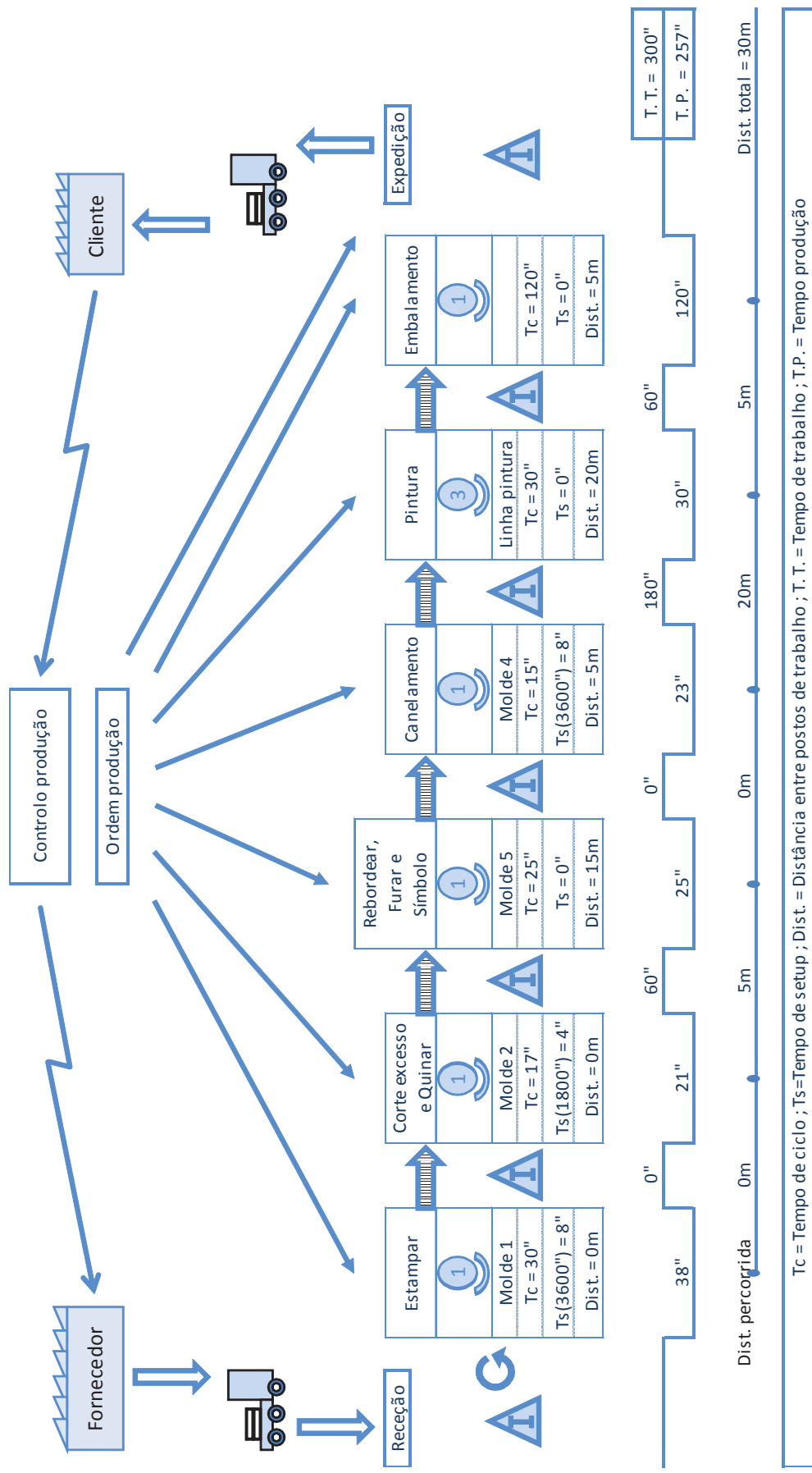


Figura 44 - VSM processo maceira após implementação melhoria.



Conforme é possível observar nos gráficos das Figuras 45 e 46, os tempos de setup e de ciclo para o processo de produção da maceira, em que foi aplicada a melhoria, foram reduzidos em 900 e 22 segundos respetivamente.

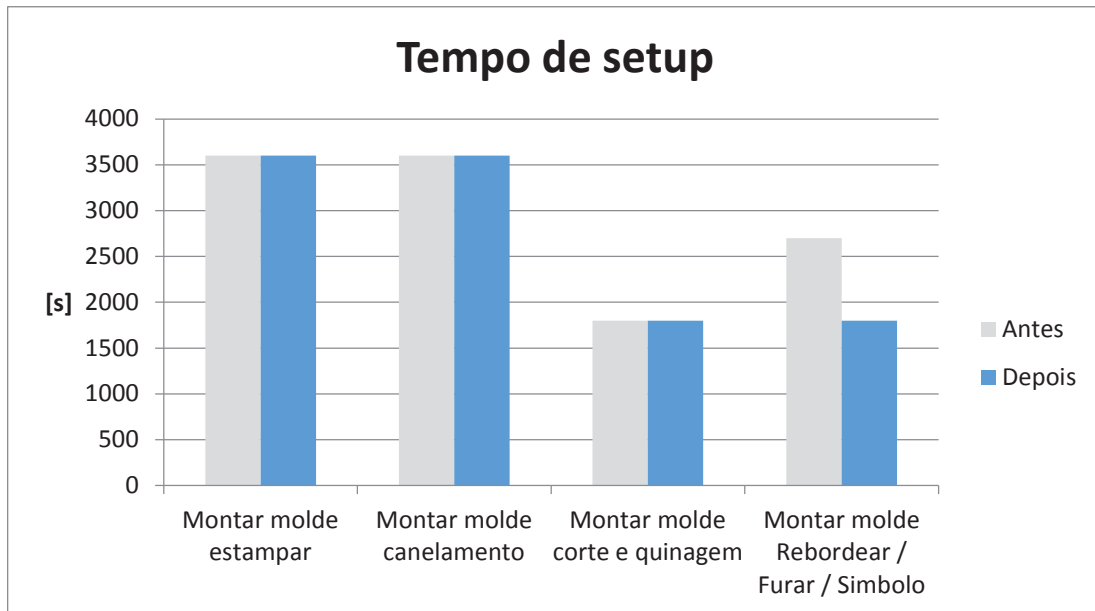


Figura 45 - Gráfico comparativo do tempo de setup.

Os gráficos seguintes apresentam os resultados obtidos para a poupança de tempo e distância que o diagrama *VSM* demonstra. No primeiro consegue-se ver o tempo de produção e de trabalho poupados, sendo que no caso do tempo de trabalho foi possível reduzir para metade.

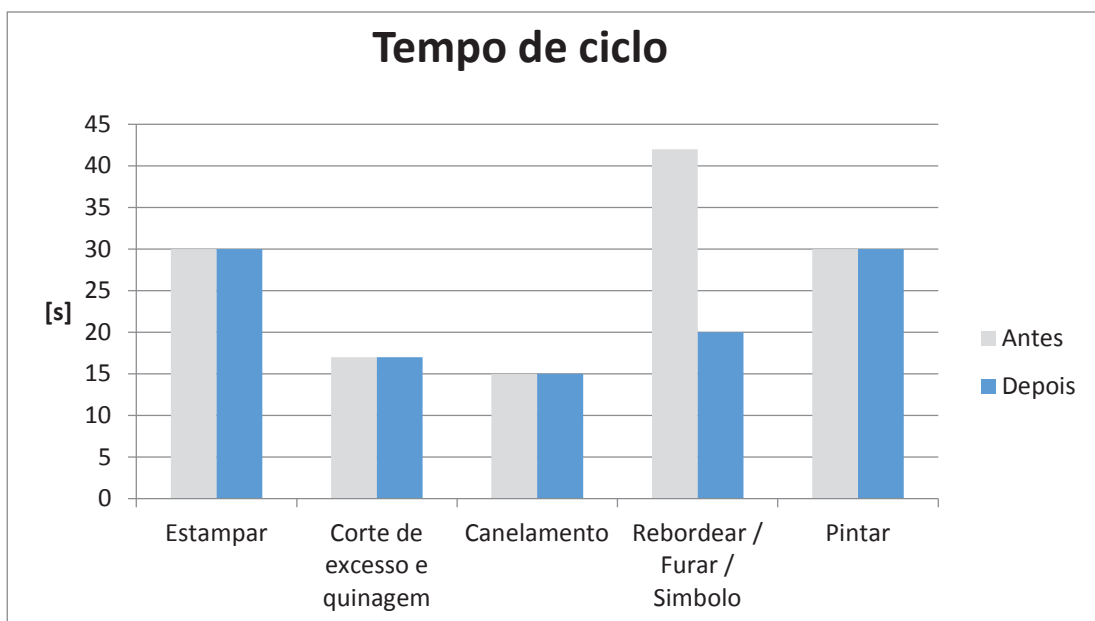


Figura 46 - Gráfico comparativo tempo de ciclo.

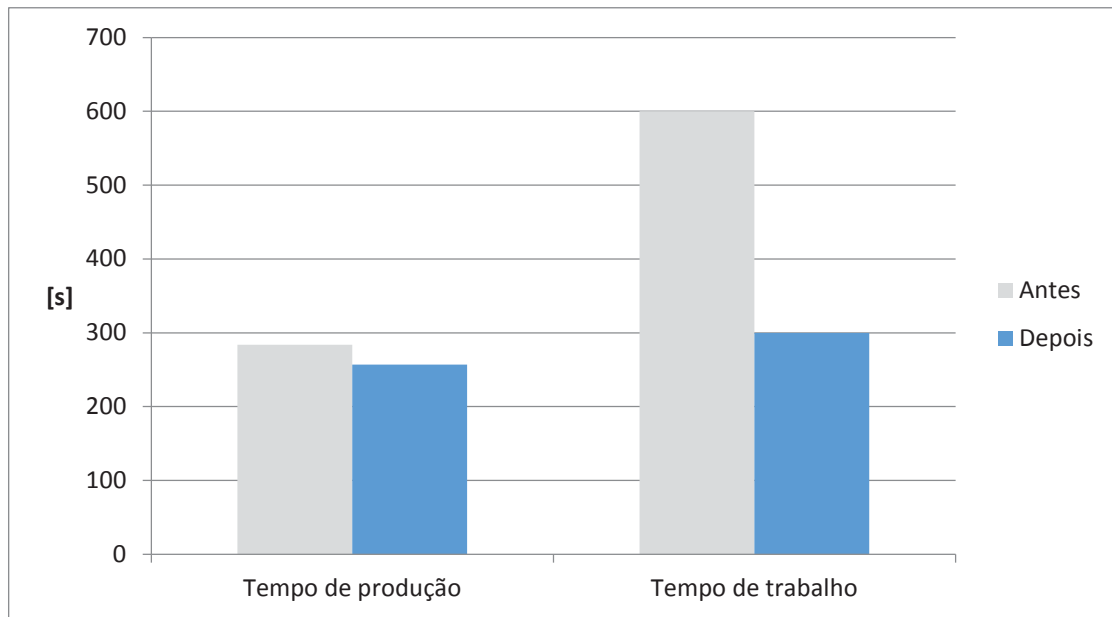


Figura 47 - Gráfico de comparação de tempo de produção e de trabalho.

O gráfico da Figura 48, ilustra as distâncias que conseguiram ser suprimidas com a alteração de produção da maceira. Ao agrupar várias tarefas, conseguiu-se obter uma redução para cerca de metade no transporte das mesmas.

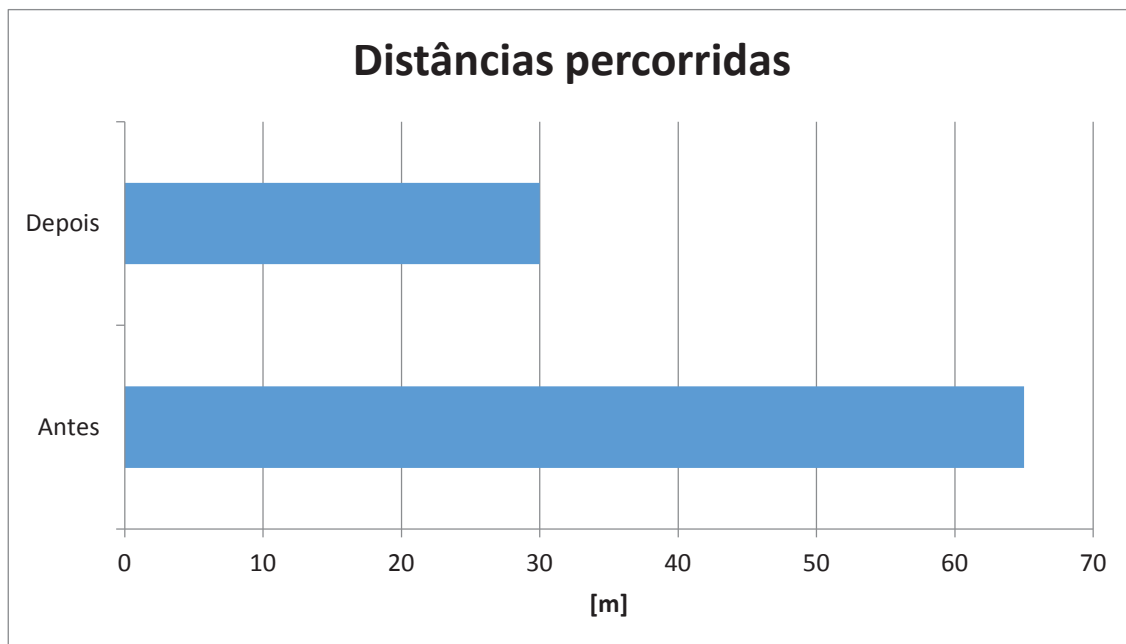


Figura 48 - Gráfico de comparação das distâncias.

### 3.7.2 Alteração do processo de soldadura

O processo de soldadura é um processo manual onde se realiza a montagem do chassi do carrinho de mão e são soldados os reforços do chassi ao tubo do mesmo. Para a melhoria dos problemas encontrados, definiram-se os seguintes objetivos:

- Redução dos tempos de soldadura;
- Melhoria do processo de soldadura utilizado;
- Rentabilização dos equipamentos e recursos;
- Melhoria da qualidade final do produto.

A empresa *Carvalhos & Ferreira, Lda.* dispõe de um robô de soldadura, Figura 49, que apenas é utilizado para a soldadura das jantes. Uma vez que este aparelho não tem ocupação para a totalidade do horário laboral, existe aqui uma oportunidade de conseguir rentabilizar o equipamento e, conseqüentemente, melhorar o processo de soldadura.



Figura 49 - Robô de soldadura.

Para a implementação desta melhoria, foi necessário construir dois gabaritos, Figura 50, visto que a mesa do robô é rotativa. Este tipo de mesa tem uma grande vantagem, uma vez que a preparação para a soldadura é realizada enquanto o robô está a soldar.

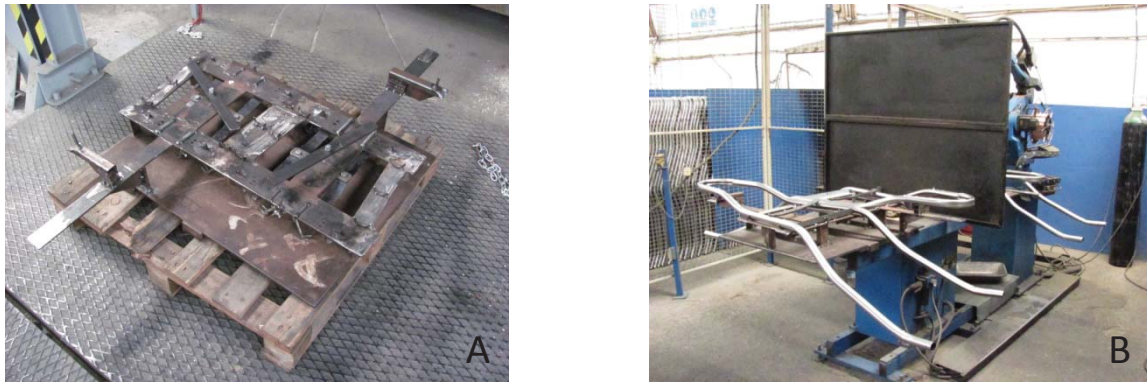


Figura 50 - A – Gabarito para soldadura dos chassis no robot. B - Robot de soldadura em funcionamento.

O gabarito desenvolvido tem capacidade para dois chassis, e tem como função principal garantir o correto posicionamento do tubo conformado e dos reforços. Esta é uma ferramenta de grande importância no processo, uma vez que, caso os componentes não estejam colocados na posição correta, pode dar origem a um produto não conforme. Tal fenómeno deve-se ao facto de o robô ser uma máquina “cega”, que se limita a seguir o que está programado, não conseguindo medir a distância entre a tocha e o material a soldar. Tal facto pode assim originar furos no tubo.

Com esta alteração, o processo de soldadura do chassis passou a ser efetuado através de soldadura *MIG* e apenas pelo lado inferior do chassis.

Feita a programação do robô e realizados os ajustes necessários na máquina e na ferramenta, foi efetuado um período de testes, de forma a garantir que o processo estava a funcionar corretamente. Terminada esta experiência, foram medidos os tempos de soldadura dos chassis, e registados na Tabela 12.

Tabela 12 - Tempo de soldadura após alterações.

Operação	Máquina	Ferramentas	Faces soldadura	Tempo para 2 chassis [s]	Chassis /h	N.º operadores
Soldar	Aparelho soldar a eléctrodo	1	1	105	69	1

Esta adaptação permitiu apenas poupar cinco segundos na atividade de soldar mas, apesar do diferencial de tempo parecer pouco, na verdade consegue-se fabricar mais nove chassis por hora do que com o processo manual.

### 3.7.3 Alteração do processo de pintura

O processo de pintura é responsável pelo acabamento superficial do produto. O sistema de pintura é do tipo eletrostático. O objetivo global para este processo passa por otimizar a pintura dos componentes.

Até à data, a pintura era feita por componente. Após o estudo efetuado, foi possível verificar que na pintura dos chassis existia desperdício de tinta, uma vez que, por se tratar de tubo de pequenas dimensões, o fumo de pó dispersa-se, existindo assim uma grande quantidade de pó não aproveitada. Por consequência, constatou-se que seria possível agrupar vários componentes para serem pintados de uma só vez. A alteração consistiu na mudança do modo de colocar os chassis na linha de pintura, associado ainda à criação de suportes que permitem a junção dos componentes que constituem um carrinho de mão, com a exceção da maceira e da jante. Posteriormente, os suportes são pendurados no reforço do chassis, permitindo assim rentabilizar a pintura e evitar o desperdício da tinta, conforme ilustra a Figura 51.



Figura 51 - Chassis com componentes pendurados.

Para auxiliar este processo, foi criada uma bancada para efetuar o carregamento dos suportes e assegurar a existência de suportes carregados durante o funcionamento da linha de pintura, Figura 52. Esta atividade pode anteceder o início do ciclo de pintura, conseguindo-se assim começar já com a totalidade dos suportes prontos para utilizar, Figura 53.



Figura 52 - Mesa de carregamento dos suportes.



Figura 53 - Estrutura para colocar suportes preenchidos para pintura

Esta alteração na linha permitiu acrescentar mais componentes do que o normal no ciclo de pintura dos chassis, implicando o aumento de colaboradores na linha. Desta forma, verificou-se que seria um desperdício de tempo descarregar os componentes para contentores, em vez de os colocar diretamente em caixas prontas para embalagem, Figura 54. Para esta operação, foi construída uma bancada de apoio, onde são colocadas as caixas para os diversos componentes. A contagem é feita mediante o número de lotes de dez chassis separados, sabendo-se desta forma quando a caixa está completa. Esta alteração foi uma grande mais-valia, na medida em que a produção do carro em *kit* representa 93% da produção anual do carrinho de mão.

#### 3.7.4 Alteração do *Layout*

A criação do *layout* ao longo dos anos, mediante as necessidades produtivas, nem sempre origina o melhor aproveitamento do espaço reservado para a produção. Face a isto, o ideal seria alterar a disposição dos equipamentos e postos de trabalho por completo. Mas como tal não é possível, apenas se propôs a alteração da localização de alguns postos de trabalho e equipamentos. Com esta alteração, é possível ganhar algum tempo de transporte entre atividades, assim como clarificar a sequência lógica das operações. A máquina de conformação do tubo deveria ser recolocada junto do posto da soldadura, de acordo com a filosofia dos oito desperdícios *do Lean Thinking*, reduzindo os desperdícios relacionados com o transporte entre postos de trabalho.



Figura 54 - Comparação da preparação para o embalamento.

Embora a máquina de rebordear já não seja necessária para a produção das maceiras, é importante que seja mantida no *layout* como alternativa, em caso de avaria da ferramenta agora aplicada. Por conseguinte, deve ser colocada junto das prensas de conformação da maceira, já que todas as atividades inerentes à produção das mesmas estão nessa mesma zona. Uma outra mudança passaria pela criação de zonas definidas para as diversas operações, tais como: produto em transformação, embalamento, material pintado, montagem, produto pronto para expedição e reformulação do espaço para armazenamento de matéria-prima.

As Tabelas 13 e 14, em conjunto com a Figura 45, retratam esta organização por zonas.

Tabela 13 - Legenda de cores do *Layout*.

Cor	Descrição
Verde	Matéria-prima para transformação
Vermelho	Deslocamento de componentes entre postos de transformação
Azul	Deslocamento de componentes para armazenamento
Amarelo	Saída de produto acabado

Tabela 14 - Legenda das linhas de fluxo.

<b>Código linha</b>	<b>Descrição</b>	<b>Materiais em fluxo</b>
A	Entrada de MP para o armazenamento	X;Y;W;K
B	Saída de MP para posto de conformação do chassis	Y
C	Saída de MP para posto de conformação da maceira e jantes	X
D	Saída de MP para posto de preparação / corte chapa	Z;W;K
E	Saída de MP de posto de preparação para o posto conformação	Z1;Z2;Z3;W1;W2;W3;K
F	Saída de componentes para o posto "material para pintura"	Z3";W1";W2";W3';K'
G	Armazenamento temporário entre conformação e soldadura	D;E;KK;L;M
I	Armazenamento temporário entre a conformação das jantes e a operação de soldar	X''
J	Saída da maceira para o posto "material para pintura"	X'''
K	Saída de chassis e posto de soldadura	C
L	Saída de material soldado para o posto "material para pintura"	F1;O
N	Saída de componentes pintados para o armazenamento de material para montagem e embalagem	A;B;F;G;H;I;J;O
O	Entrada de MP para montagem	L;M;N;O;Q;R
P	Saída de componentes para o posto de montagem do carro completo ou posto de montagem em <i>kit</i>	A;B;F;G;H;I;J;L;M;N;O;Q
Q	Saída de componentes para o posto de armazenamento do carro completo	P1
R	Saída de componentes para o posto de armazenamento do <i>kit</i>	P2
S	Expedição de produto acabado	P1;P2

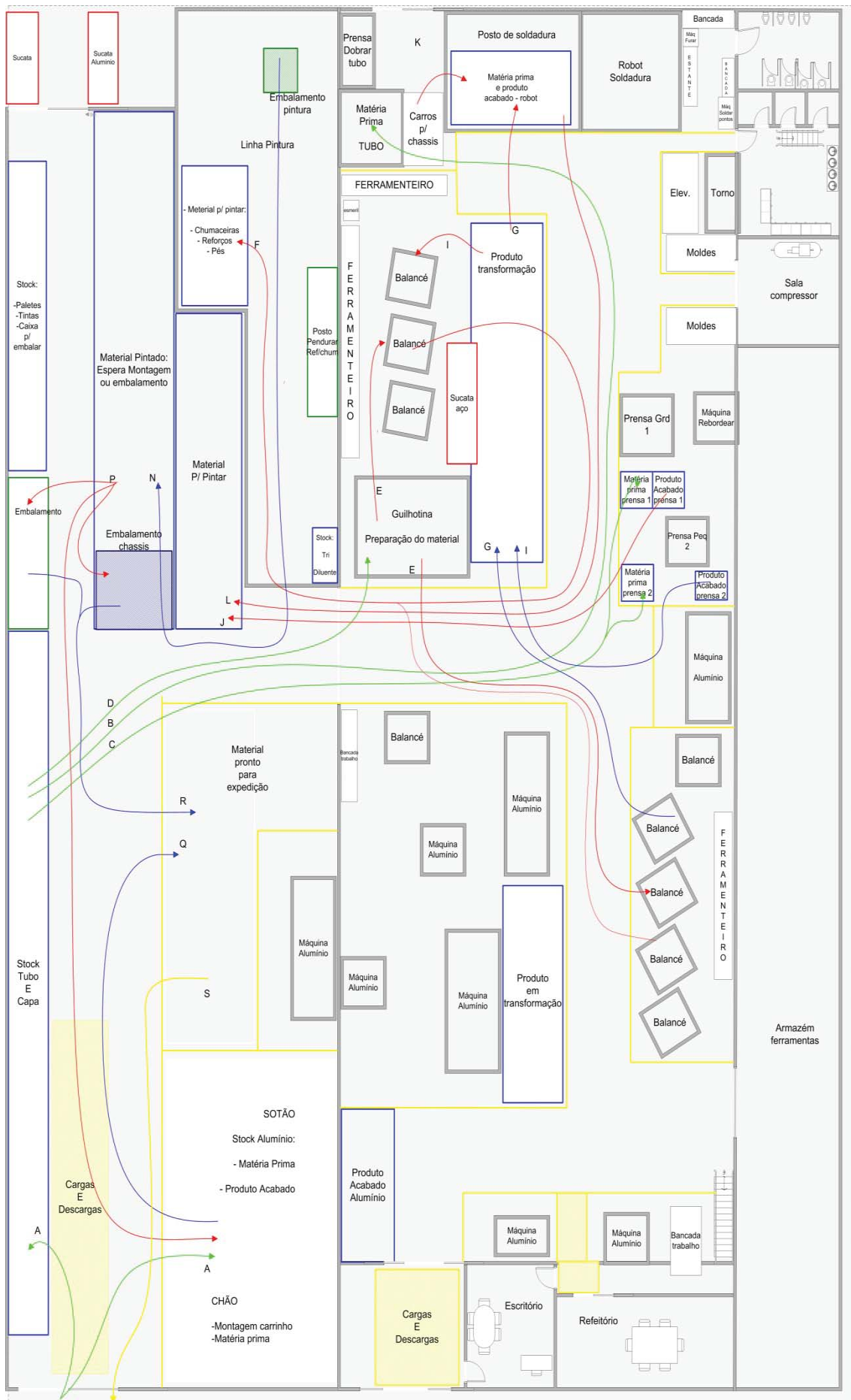


Figura 55 - Sugestão alteração para o Layout.

Uma outra alteração no *layout* passa pela delimitação dos espaços, conforme a Figura 48 apresenta. Neste sentido, devem ser respeitadas as cores para marcar os espaços destinados à produção e os de armazenagem, conforme a legislação em vigor. Os espaços em amarelo zebrado são destinados às zonas de passagem, cargas e descargas, nunca devendo estar ocupados. A Figura 56 ilustra um exemplo de marcação horizontal.



Figura 56 - Exemplo de marcação horizontal. (roadsignsaust.com.au – 28/09-2017)

### 3.7.5 Aplicação da metodologia 5S

A Carvalhos & Ferreira, Lda. é uma organização com muitos anos de actividade, e com colaboradores vinculados desde longa data. Embora a empresa tenha a melhoria contínua como foco, a organização dos ferramenteiros, bancadas de apoio às máquinas e as bancadas de ferramentas, apresentam problemas de organização. Consequentemente, a melhoria terá obrigatoriamente que incidir também sobre a organização destes espaços de trabalho que auxiliam todo o processo produtivo. Para tal, implementar-se-á a metodologia 5S, percorrendo-se as seguintes etapas: (1) separar os materiais necessários dos desnecessários existentes no local; (2) definir o local onde deverão ser colocados os materiais necessários; (3) limpar o local de trabalho; (4) formar os colaboradores para que mantenham os postos limpos e organizados e, por último, (5) controlar a aplicação das regras estabelecidas.

- **Classificar:** Em primeiro lugar, devem ser seleccionados os materiais que realmente são utilizados, entre todos aqueles que estão no local de trabalho. No caso das bancadas de apoio às máquinas, apenas devem estar nas mesmas as ferramentas necessárias ao funcionamento da máquina. No que diz respeito aos ferramenteiros, local onde são guardadas as ferramentas que não estão a ser necessárias na produção, estes devem conter as ferramentas que são imprescindíveis, sendo as obsoletas retiradas para o armazém.
- **Organizar:** Após a seleção entre o útil e o inútil, é imprescindível definir o local para cada tipo de ferramenta. Relativamente às bancadas de trabalho, estas devem estar limpas e com todos os locais devidamente identificados, de forma a permitir a fácil e rápida localização. A Figura 57 ilustra um exemplo do tipo de intervenção que deve ser realizado.

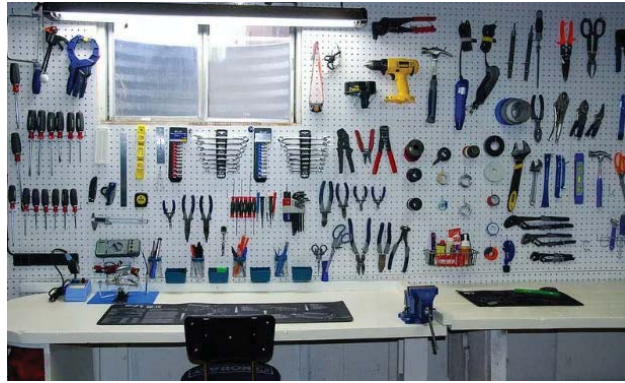


Figura 57 - Exemplo de organização de um quadro de ferramenta de bancada. (chiptronic.com.br – 23/09/2017)

O método de organização dos ferramenteiros deverá ser também ser aplicado às bancadas, nas quais se deve definir os espaços para guardar as ferramentas, permitindo deste modo que as mesmas estejam acessíveis a todos os colaboradores, conforme exemplo ilustrado na Figura 58.



Figura 58 - Exemplo de armazém de ferramentas. (fxturbochargers.com – 23/09/2017)

- **Limpar:** É importante que, após delinear os espaços para as ferramentas, estes sejam respeitados por quem utilize as mesmas. Para que isto se verifique, devem ser criadas regras de utilização, garantindo assim que esteja sempre tudo limpo e arrumado. A Tabela 15 indica as regras de utilização, que devem estar visíveis junto aos locais de trabalho.

Tabela 15 - Regras para utilização das ferramentas.

---

### REGRAS PARA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS

---

O responsável da manutenção deve garantir a organização e inspeção do estado das ferramentas, bem como manter o local devidamente organizado.

Após utilizar as ferramentas, devem voltar a ser colocada/s no local correto, devidamente limpas.

Caso alguma ferramenta se danifique, o responsável da manutenção deve ser informado.

Não colocar ferramentas que não estejam estipuladas para este local, sem autorização do responsável.

---

- **Normalizar:** Depois de estarem as regras estipuladas, é necessário garantir que todos os colaboradores as conhecem. Para tal, deve-se realizar uma formação para explicar o funcionamento das novas regras e forma de trabalho.
- **Manutenção:** Na fase da manutenção, é fundamental garantir que as regras anteriormente delineadas estão a ser cumpridas. Para tal, deve-se controlar a forma de utilização e certificar que as regras estão a ser respeitadas.

### 3.7.6 Gestão da informação - Fichas de equipamentos

A informação relativa aos equipamentos instalados na empresa, não está devidamente documentada. Desta forma, foram elaboradas fichas para os equipamentos, onde constam todas as características, bem como a informação sobre avarias e gastos inerentes às reparações preventivas e corretivas. Com o intuito de reduzir custos com a manutenção e paragens não programadas dos equipamentos, foi também aplicado o TPM, aplicando manutenções preventivas aos equipamentos que necessitam das mesmas. Deste modo, nas fichas de equipamento deve ser assinalada a periodicidade, bem como o tipo de manutenção a realizar, conseguindo-se assim obter o máximo rendimento dos equipamentos. O modelo de ficha encontra-se no Anexo 4.

### 3.8 Análise SWOT

No presente ponto é apresentada uma análise *SWOT*, Figura 52, relativa ao setor da produção, com o intuito de encontrar os pontos fortes e fracos da empresa, assim como as oportunidades e ameaças existentes no mercado. Neste tipo de análise, é muito importante estabelecer o objetivo a alcançar, uma vez que, dependendo do contexto em que estamos inseridos, um ponto forte pode-se tornar num ponto fraco. O objetivo traçado para esta análise, é melhorar o sistema de produção.

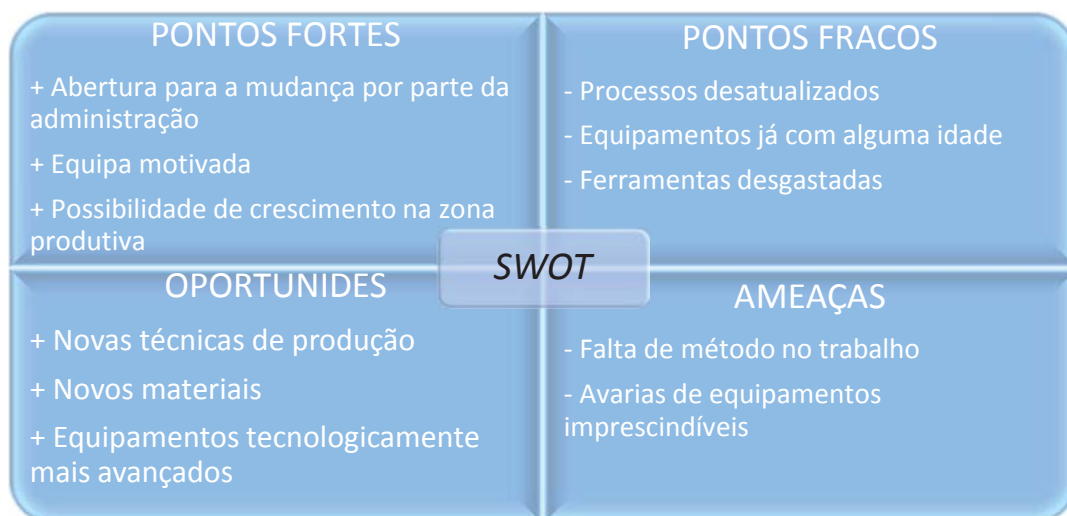


Figura 59 - Análise SWOT.

### 3.9 Análise económica

O presente capítulo apresenta a análise económica do investimento realizado/previsto. Para melhor entendimento, foi dividido em dois subcapítulos, onde estão apresentados os custos inerentes às alterações para cada melhoria, bem como o *payback* para cada uma delas. No anexo 5 encontram-se as tabelas utilizadas para realizar os cálculos apresentados.

#### 3.9.1 Quanto custa melhorar

A empresa C&F, durante todos estes anos de atividade, já sofreu várias alterações ao nível da produção. Tal facto cria a existência de materiais que podem ser reaproveitados para a produção das ferramentas necessárias à implementação das sugestões de melhoria. No entanto, existem outros produtos em que houve a necessidade de consultar o mercado. A seleção da proposta mais vantajosa teve por base a ponderação entre a satisfação das necessidades, a qualidade e o preço. Por último, são apresentadas as “necessidades vs custo” por cada ponto de melhoria anteriormente descrito.

#### Produção da maceira

Para a alteração do processo de produção da maceira, foi necessário apenas a aquisição de uma ferramenta. O estudo e execução da mesma foram realizados por uma empresa especializada na área de moldes e ferramentas, de acordo com as necessidades especificadas pela C&F. Os custos inerentes a esta alteração estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Custos de aplicação das melhorias relativas ao processo de fabrico da maceira.

<b>Necessidade</b>	<b>Recursos necessários</b>	<b>Custo</b>
Ferramenta para maceira	Empresa especializada na área	7 500,00 €
	<b>Total</b>	<b>7 500,00 €</b>

#### Processo soldadura

Na implementação das melhorias do processo de soldadura, foi necessário construir dois gabaritos para colocar no robô de soldadura. Um outro investimento necessário foi a programação do equipamento. Para realizar estas duas operações, não foi preciso recorrer a serviços externos à empresa, conforme se comprova na Tabela 17.

Tabela 17 - Custos de aplicação das melhorias no processo soldadura.

<b>Necessidade</b>	<b>Recursos necessários</b>	<b>Custo</b>	<b>Observações</b>
Gabarito	Matéria-prima	0,00 €	Material existente nas instalações e reaproveitado de outras aplicações.
	Mão-de-obra	404,96 €	2 colaboradores x 5 dias x 8 horas (Idealização + Concretização)
Programação do robô de soldadura	Mão-de-obra - Programador	40,50 €	1 colaborador x 1 dia x 8 horas
Outros materiais	Consumíveis de serralharia e eletricidade.	20,00 €	
<b>Total</b>		<b>465,45 €</b>	

Para a realização desta ferramenta, recorreu-se a mão-de-obra interna na parte da serralharia. Quanto à matéria-prima, foram reaproveitadas ferramentas inutilizadas e protótipos utilizados em outras experiências. Esta alteração teve um custo com um valor aproximado de quatrocentos e sessenta e cinco euros.

## Pintura

Tal como na alteração do processo de soldadura, neste caso, também foi necessário criar acessórios que permitissem pendurar os componentes no chassis. Para desenvolver este suporte, foram construídos vários modelos e selecionado o mais adequado para a melhoria em questão. Embora a linha de pintura completa apenas permita pendurar cento e trinta e quatro chassis, foram produzidas duzentas unidades como forma de reserva, e também para que existam sempre suportes disponíveis para carregar. Com isto, é possível garantir que este não seja um fator de estrangulamento da linha. Por sua vez, as bancadas de apoio para carregar e embalar a estrutura para pendurar os suportes, foram igualmente realizadas através do aproveitamento de materiais existentes no armazém. A tabela 18, apresenta os valores gastos com estas alterações.

Tabela 18 - Custos de aplicação das melhorias no processo de pintura.

<b>Necessidade</b>	<b>Recursos</b>	<b>Custo</b>	<b>Observações</b>
Suportes para componentes	Matéria-prima	0,00 €	Material existente nas instalações, reaproveitamento.
	Mão-de-obra	202,48 €	1 colaborador x 5 dias x 8 horas (Idealização + Concretização)
Bancadas de apoio	Matéria-prima	0,00 €	Material existente nas instalações, reaproveitamento.

	Mão-de-obra	121,49 €	1 colaborador x 3 dias x 8 horas (Idealização + Concretização)
Outros materiais	Consumíveis de serralharia e eletricidade.	30,00 €	
<b>Total</b>		<b>353,97 €</b>	

### Alteração de *Layout* / Organização

Para estas sugestões de melhoria, foram estimados os valores apresentados na tabela 19.

Tabela 19 - Custos de aplicação das melhorias na alteração do *layout* e organização dos espaços.

Necessidade	Recursos	Custo	Observações
Alteração de localização dos equipamentos e postos de trabalho	Mão-de-obra	242,98 €	1 colaborador x 1 dia x 8 horas
Delineação de espaços	Mão-de-obra	161,98 €	2 colaboradores x 2 dias x 8 horas
Reorganização de bancadas de trabalho	Mão-de-obra	80,99 €	1 colaborador x 2 dia x 8 horas
Reorganização dos ferramenteiros	Mão-de-obra	323,97 €	2 colaboradores x 4 dias x 8 horas
Fichas dos equipamentos	Mão-de-obra	364,46 €	1 colaborador x 3 dia x 8 horas
Outros materiais	Materiais de fixação, etiquetagem, tintas de marcação.	100,00 €	
<b>Total</b>		<b>1 274,38 €</b>	

Para a alteração do *layout/organização*, o valor de investimento necessário recai essencialmente sobre mão-de-obra, visto que se trata de uma reestruturação do *layout* atualmente implementado, que passa pela organização dos equipamentos e das ferramentas existentes. Em forma de resumo, a Tabela 20 apresenta o somatório dos valores investidos e estimados para as alterações propostas na presente dissertação.

Tabela 20 – Resumo dos custos de aplicação das melhorias na reorganização do *layout*.

Processo	Custo
Maceira	7 500,00 €
Soldadura	465,45 €
Pintura	353,97 €
<i>Layout</i> / Organização	1 274,38 €
<b>Total</b>	<b>9 593,80 €</b>

### 3.9.2 Reais benefícios da implementação

As principais razões para a C&F investir na área de produção foram a possibilidade de reduzir desperdícios, otimizar a linha de produção e minimizar os custos associados à produção, sem comprometer a qualidade do produto. Após implementar as alterações, fizeram-se novamente medições de tempos de produção, confrontando-os com os já apresentados anteriormente, a fim de verificar os reais ganhos obtidos. A compilação destes valores, em paralelo com a informação fornecida pela C&F relativas aos gastos inerentes à produção, permite-nos apresentar neste tópico os reais benefícios das alterações realizadas no sistema produtivo.

#### Produção maceira

Depois de analisados os custos com a produção da maceira e conforme apresentado na tabela 21, é possível constatar que no que diz respeito à mão de obra necessária para a realização deste componente, consegue-se uma redução de 0,65 min, o que equivale a uma poupança de 0,05 euros no valor de gastos com a mão-de-obra para a produção da maceira.

Tabela 21 – Custos de mão-de-obra com a maceira "antes vs depois", por atividade.

Atividade	Antes		Depois		Diferença	
	Tempo / Maceira [min]	Custo / Maceira	Tempo / Maceira [min]	Custo / Maceira	Tempo / Maceira [min]	Custo / Maceira
Produção	2,23	0,15 €	1,87	0,12 €	0,37	0,03 €
Setup	0,41	0,07 €	0,38	0,06 €	0,03	0,00 €
Transportes	0,50	0,04 €	0,25	0,02 €	0,25	0,02 €
<b>Total</b>	<b>3,14</b>	<b>0,26 €</b>	<b>2,50</b>	<b>0,20 €</b>	<b>0,65</b>	<b>0,05 €</b>

Relativamente ao ganho total com esta melhoria, onde são contabilizados os valores ganhos com a matéria-prima, operação de pintura, eletricidade e mão-de-obra, consegue-se uma poupança de 0,06 euros por maceira, conforme se pode verificar na Tabela 22.

Tabela 22 – Custo da maceira "antes vs depois" da aplicação das melhorias.

Custo	Antes	Depois	Diferença %
Chapa	5,09 €	5,09 €	0 %
Pintura	0,65 €	0,65 €	0 %
Eletricidade	0,03 €	0,02 €	36 %
Mão-de-obra	0,26 €	0,20 €	21 %

## Processo soldadura

No processo de soldadura, o valor de poupança com maior impacto verifica-se nos consumíveis, uma vez que, relativamente à mão-de-obra vs número de chassis produzidos, não existe uma diferença significativa. Tal como é possível observar na Tabela 23, consegue-se poupar 0,03 euros por chassis.

Tabela 23 – Custo da soldadura "antes vs depois" da introdução de melhorias.

	Antes	Depois	Diferença
Consumíveis	0,03 €	0,01 €	59 %
Eletricidade	0,02 €	0,02 €	0 %
Mão-de-obra	0,08 €	0,07 €	17 %
<b>Total p/ peça</b>	<b>0,13 €</b>	<b>0,10 €</b>	<b>23 %</b>

## Pintura chassis + componentes

As melhorias implementadas na pintura dos chassis e restantes componentes, numa primeira abordagem, não pareciam ser vantajosas. Tal como a Tabela 24 apresenta, o custo com a mão-de-obra para pintar e embalar os componentes depois das melhorias, é superior em 38% ao anterior, devendo-se ao facto de ser necessário mais colaboradores para manter a linha de pintura em funcionamento sem interrupções. Contudo, e tendo em conta a análise dos restantes valores necessários para o seu funcionamento, constatou-se que esta alteração é lucrativa, porque consegue-se reduzir ao tempo de funcionamento da linha de pintura, originando uma poupança no consumo de gás.

Tabela 24 - Custo da pintura "antes vs depois" da introdução de melhorias.

	Antes	Depois	Diferença
Mão-de-obra Pintura	0,151 €	0,208 €	- 38 %
Mão-de-obra Embalamento	0,11 €	0,08 €	25 %
Tinta	0,35 €	0,35 €	0 %
Eletricidade	0,00 €	0,00 €	0 %
Gás	0,20 €	0,13 €	34 %
<b>Total por Conjunto</b>	<b>0,81 €</b>	<b>0,77 €</b>	<b>5 %</b>

## Alteração de *Layout* / Organização

Para a reestruturação da planta da produção e organização, foi concebida uma previsão da implementação. Esta suposição é necessária, uma vez que, as alterações propostas ainda não foram implementadas, e consequentemente não existe

informação que permita a realização do estudo com dados reais. Foi então suposto que, em média, com o atual *layout* e organização, o somatório do tempo desperdiçado pelos nove colaboradores a procurar e organizar ferramenta para utilizar, bem como os tempos de transporte desnecessários, é de vinte minutos por dia de trabalho. Foi ainda idealizado que, com a implementação das alterações sugeridas, os mesmos trabalhadores apenas necessitariam de metade do tempo anteriormente despendido. Com os dados apresentados na Tabela 25, foi possível concluir que, anualmente, são desperdiçadas oitenta e uma horas. Após implementação das sugestões de melhoria, prevê-se uma diminuição de quarenta das horas desperdiçadas, reduzindo-se o custo com este tipo de desperdício em cerca de duzentos euros por ano. É de salientar que este benefício não é apenas financeiro, mas é também uma forma de transformar a zona de produção numa área mais apresentável e cómoda para os clientes e trabalhadores.

Tabela 25 - Custo de reorganização do *layout* e melhoria da organização, "antes vs depois" das melhorias.

	Antes	Depois	Diferença
Custo colaborador / Hora	5,06	5,06	0,00 €
N.º horas trabalho / Ano	1856	1856	0,00 €
Investimento	0,00 €	1 274,38 €	-1 274,38 €
Tempo desperdiçado	0,33	0,17	-0,17
Horas desperdiçadas / Ano	81	40	40
<b>Custo desperdício / Ano</b>	<b>408,33 €</b>	<b>204,17 €</b>	<b>-204,17 €</b>

Com a análise do gráfico da figura 53, é possível perceber o resumo dos ganhos obtidos com a implementação das melhorias propostas em termos percentuais. Com isto, verifica-se que em todas as melhorias foi possível reduzir o custo de produção, podendo-se assim afirmar que todas elas foram bem-sucedidas.

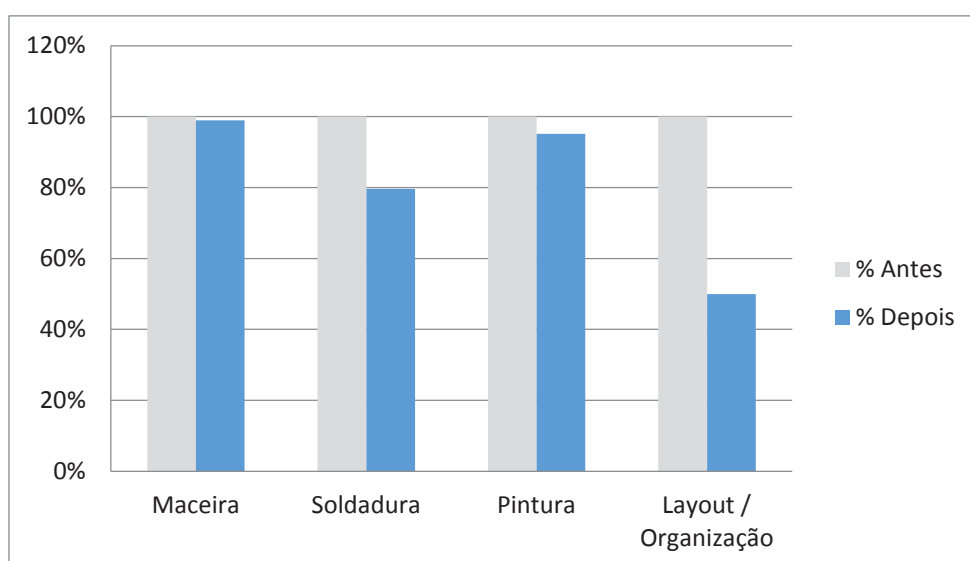


Figura 60 - Resumo de ganhos obtidos.

### 3.9.3 Payback

No presente subcapítulo, apresenta-se o *Payback* para cada uma das melhorias implementadas. Este é um ponto de elevada relevância na análise dos investimentos realizados, bem como nos previstos. Com este estudo, consegue-se verificar em quanto tempo temos o retorno do capital investido, sabendo-se assim, a partir de que data conseguimos o aumento da margem de lucro do produto. De seguida, é mostrado o cálculo do *payback* para os diferentes investimentos. No anexo 5 encontram-se as tabelas utilizadas para realizar os cálculos apresentados.

#### Produção maceira

A produção da maceira foi a melhoria que implicou o maior investimento, 7500 euros. A recuperação do capital investido será realizada num período expectável de 45 meses, Tabela 26.

Tabela 26 - Calculo do Payback, melhoria soldadura.

Custo da maceira antes de melhorias	6,02 €
Custo da maceira depois de melhorias	5,96 €
Diferença (Antes/Depois)	-0,06 €
Total de Investimento	7 500,00 €
Nº médio de carros produzidos / ano (uni)	30 926
<b>Payback (Peças)</b>	<b>115002</b>
<b>Payback (Meses)</b>	<b>45</b>

#### Processo soldadura

No processo de soldadura foi investido um total de 465,45 euros. O *payback* relativo a este investimento situa-se nos 7 meses, Tabela 27.

Tabela 27 - Calculo do Payback relativo às melhorias realizadas na soldadura.

Custo Chassis antes	0,13 €
Custo Chassis depois	0,10 €
Diferença (Antes/depois)	-0,03 €
Total de Investimento	465,45 €
Nº médio de carros produzidos / ano (uni)	30 926
<b>Payback (Peças)</b>	<b>15515</b>
<b>Payback (Meses)</b>	<b>7</b>

### Pintura chassis + componentes

O *payback* relativo ao investimento no processo de pintura é de 4 meses. Significa então que é necessário pintar 8849 conjuntos de chassis e componentes do carrinho de mão para que seja possível recuperar o investimento e com isto aumentar a margem de lucro. Tabela 28.

Tabela 28 - Calculo do *Payback* relativo às melhorias realizadas na pintura.

Custo Chassis antes	0,81 €
Custo Chassis depois	0,77 €
Diferença (Antes/depois)	-0,04 €
Total de Investimento	353,97 €
N.º médio carros produzido / ano (uni)	30 926
<b><i>Payback (Peças)</i></b>	<b>8849</b>
<b><i>Payback (Meses)</i></b>	<b>4</b>

### Alteração de *Layout* / Organização

O *payback* estimado para amortizar o investimento nas alterações propostas é de quatro meses, conforme se observa na Tabela 29. Este cálculo é meramente indicativo, embora seja possível verificar que é possível recuperar o capital investido rapidamente, e assim poupar tempo e dinheiro.

Tabela 29 - Calculo do *payback* relativo às melhorias do *layout* e de organização.

Custo antes	408,33 €
Custo depois	204,17 €
Diferença (Antes/depois)	204,17 €
Total de Investimento	1.274,38 €
Horas trabalho / Ano	1.856
<b><i>Payback (Anos)</i></b>	<b>6,2</b>
<b><i>Payback (Meses)</i></b>	<b>75</b>

O Gráfico da figura 54 apresenta, em termo de comparação, os tempos de *payback* encontrados para as melhorias implementadas. É possível verificar que o *payback* mais alto é o relativo à sugestão de reformulação do *Layout*. Isto deve-se ao facto da melhoria não ter sido colocada em prática, e existir assim necessidade de estimar tempos para o cálculo dos ganhos e de *payback*. Por outras palavras, foram estimados tempos desperdiçados relativamente baixos, o que origina um *payback* muito elevado.

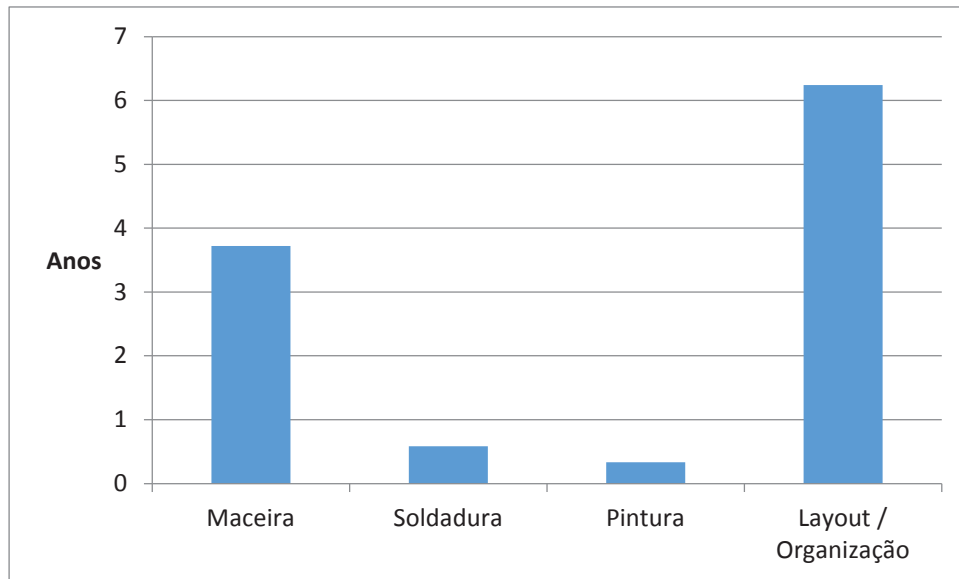


Figura 61 – *Payback* relativo a cada grupo de melhorias proposto.



# CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 4.1 Conclusões

No presente contexto económico mundial, a melhoria contínua é um forte impulsionador da competitividade para todas as organizações. Aliada a este fator, deve estar sempre presente a visão de produzir mais e com melhor qualidade. Para uma eficaz aplicação da filosofia *Lean* numa organização, esta necessita de ser compreendida transversalmente, assim como, é imprescindível a comunicação constante entre todos os níveis da empresa. Só assim existe a possibilidade de, conjuntamente, identificarem as melhorias e desperdícios existentes no normal funcionamento do trabalho, conseguindo-se assim eliminar os mesmos e proporcionar o aumento da capacidade produtiva.

Depois de realizada uma profunda revisão bibliográfica sobre as ferramentas disponíveis para otimização de processos, assim como uma análise ao setor produtivo da empresa C&F, aliada às ferramentas de gestão existentes, foi possível encontrar soluções de melhoria para a redução dos desperdícios encontrados no setor produtivo examinado, bem como formas para as implementar. No decorrer da dissertação foram mencionadas algumas das conclusões obtidas no decorrer da análise e explicação das melhorias sugeridas.

A implementação das medidas de melhoria abordadas nesta dissertação, refletem as conclusões referidas. No processo de produção da maceira, através do mapeamento de valor desde o fornecedor até ao cliente final, é possível verificar os tempos reduzidos e operações eliminadas. Conseguiu-se assim reduzir os tempos de transporte entre operações e as distâncias percorridas para metade bem como aglutinar três operações numa.

No processo de soldadura, foi também possível rentabilizar um equipamento de grande potencial e realizar a soldadura através de um processo mais económico. Este processo conferiu também uma maior qualidade ao chassis. Com esta alteração foi possível também aumentar a produtividade em 13% no posto de soldadura.

No que diz respeito ao processo da pintura, foi possível rentabilizar o processo, conseguindo-se assim pintar de uma só vez o chassis, conjuntamente com todos os componentes do carrinho de mão. O maior ganho desta alteração foi a redução das horas de funcionamento da linha de pintura, que se traduziu numa redução do valor de combustível gasto. Ainda neste processo, foi possível juntar o processo de embalamento do carrinho em *kit*.

Por último, foi proposta a reorganização do setor de produção. Esta reorganização passa pela alteração da localização de equipamento, bem como a organização de bancadas e ferramenteiros. Esta mudança pode revelar um ganho ao nível dos transportes entre processos e tempos desperdiçados por falta de organização nas

células de trabalho. Uma outra vantagem é a apresentação mais cuidada da empresa, o que proporciona um maior conforto a todos os colaboradores.

Com tudo isto, consegue-se reduzir o custo do produto final, e ao mesmo tempo, aumentar a sua qualidade.

## 4.2 Proposta de trabalhos futuros

Todos os processos devem estar sempre em constante avaliação e procura de melhoria. O maior erro que uma empresa pode cometer é considerar que os seus processos não necessitam de melhorias.

No decorrer da análise do setor produtivo da C&F, foram verificados alguns pontos que necessitavam de intervenção, conforme são apresentados de seguida:

- O processo de conformação do chassis é realizado por um equipamento que necessita de intervenção. Após a conformação, verificam-se deformações no tubo do chassis. Estas deformações ocorrem devido ao facto de a máquina estar a realizar uma quinagem do tubo e não uma dobragem. A solução poderia passar pela aquisição de uma nova máquina de dobrar tubo manual ou CNC, conferindo assim uma maior qualidade ao produto final.
- O processo de embalagem dos chassis em Kit é um processo um pouco demorado. Este processo passa por prender grupos de 10 unidades de chassis, através de uns tirantes roscados. Para simplificar esta operação, deveria ser criado um gabarito, de forma a auxiliar o colaborador nesta tarefa.
- Os componentes chumaceira macho e fêmea envolvem várias tarefas distintas. Este componente poderia ser repensado, de forma a ser possível a elaboração de uma ferramenta que permitisse a realização dos dois de uma só vez.
- Uma outra alteração estudada com o intuito de melhorar o tempo de produção, passaria pela execução de uma ferramenta que permitisse compilar as operações de embutidura e canelagem da maceira numa só. Trata-se de um investimento elevado, mas que teria um rápido *payback*, uma vez que seriam poupados tempos de *setup* e tempos de operação. Este novo molde tornaria possível corrigir algumas imperfeições que ocorrem na estampagem.





# BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 LIVROS

5.2 WEB SITES



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

### 5.1 LIVROS

Carreira, B. (2005). *Lean Manufacturing That Works: Powerfull Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*. Oxford University Press. New York.

Cordeiro, J. V. de Mello (2004), Revista FAE V7.N1 JAN/JUN., Curitiba

Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção - Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante*. Lidel. Lisboa.

Dennis, Pascal (2007). *Lean Production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system*. Productivity Press. Cambridge

Fujimoto T. (1999). *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota.:* Oxford University Press. New York.

Ghinato, Paulo. 1996. "Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente *just-in-time*." Caxias do Sul: EDUCS. São Paulo.

Imai, M (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill. New York

Imai, Maasaki (1996). *Gemba Kaizen Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. IMAM. São Paulo.

Instituto Kaizen (2012). *Manual Kaizen Diário*. Lisboa.

John M. Nicholas (1998). *Business & Economics*. McGraw Hill. New York.

Liker, Jeffrey K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's McGraw Hill*. New York.

Liker, Jeffrey K. (2005). *The toyota way: Esensi*. McGraw-Hill. New York.

Ng, Kim-Soon (April, 2012). *Quality Management and Practices*. InTech. Rijeka, Croatia.

Liker, Jeffrey K., and David Meier (2006). *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill. New York.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press. New York.

Pinto, João Paulo (2009). "Pensamento Lean." *A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel. Lisboa.

Rother, Mike & Rick Harris (2001). *Creating continuous flow. The lean enterprise institute. U.K.*.

Rother, Mike & Shook, J. (1998). *Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute U.K.*.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Cambridge.*

Shook, R. &. (1999). *Learning to see, value stream mapping to add value and eliminate. The lean enterprise institute. U.K.*.

Ulrika Hellsten, Bengt Klefsjö (2000). TQM as a management system consisting of values techniques and tools. *The TQM Magazine. Vol. 12 p.238-244.*

Venkatesh, J. (2007). *An introduction to Total Productive Maintenance.*

Wolbert, D. (2007). *Utilization of Visual Metrics to Drive Intended Performance. Institute of Technology. Massachusetts.*

## 5.2 WEB SITES

<http://www.carvalhoseferreira.pt/> - Consultado a 08/07/2017

<https://pt.kaizen.com/home.html> - Consultado a 30/07/2017

<http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing> - Consultado a 30 /07/2017

<https://www.google.pt/maps/place/Carvalhos+%26+Ferreira,+Lda/@40.9533832,-8.5767442,205m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd238751882e9925:0xa08faa539f30081!8m2!3d40.9533018!4d-8.5774198?hl=pt-PT> - Consultado em 30/08/2017

<https://www.portal-gestao.com/artigos/6172-mapeamento-do-fluxo-de-valor-value-stream-mapping.html> - consultada a 02/08/2017

<http://chiptronic.com.br/blog/dicas-para-manter-sua-oficina-mecanica-organizada> - Consultado a 23/09/2017

<http://fxturbochargers.com/company-tour> - Consultado a 23/09/2017

<http://www.roadsignsaust.com.au/factory-line-marking/> - Consultado a 28/09/2017

[https://www.researchgate.net/figure/304001917\\_fig2\\_Figura-2-Os-oito-pilares-da-TPM](https://www.researchgate.net/figure/304001917_fig2_Figura-2-Os-oito-pilares-da-TPM) - Consultado a 08/10/2017





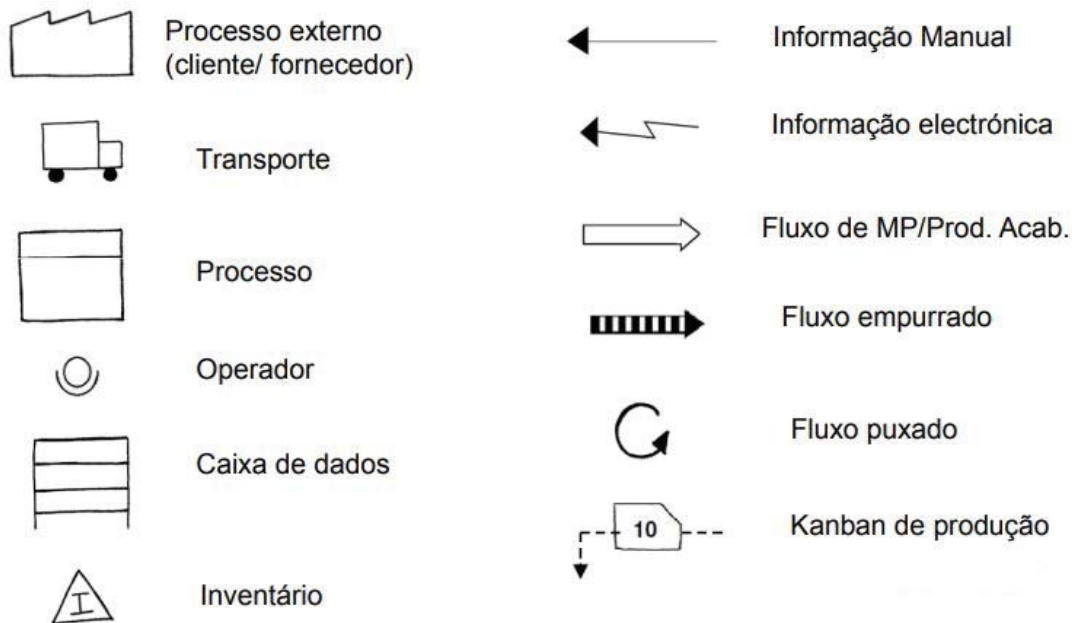
# ANEXOS

- 6.1 ANEXO 1 – SIMBOLOGIA MAIS UTILIZADA NO VSM
- 6.2 ANEXO 2 – DESENHOS TÉCNICOS DOS COMPONENTES.
- 6.3 ANEXO 3 – FOLHA DE PROCEDIMENTO.
- 6.4 ANEXO 4 – MODELO FICHA TÉCNICA DE EQUIPAMENTO.
- 6.5 ANEXO 5 ANEXO 5 – FOLHAS DE CALCULO PARA CUSTOS DE PRODUÇÃO E PAYBACK.



## 6 ANEXOS

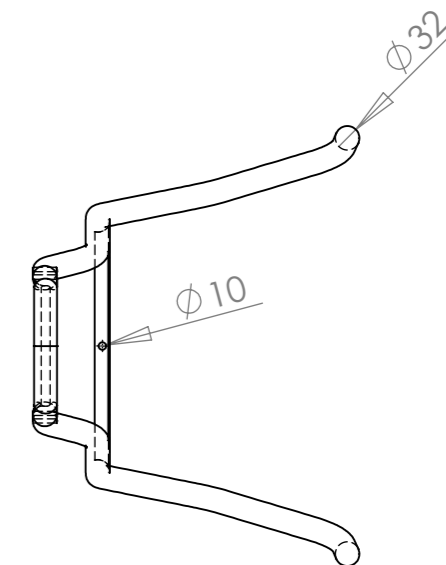
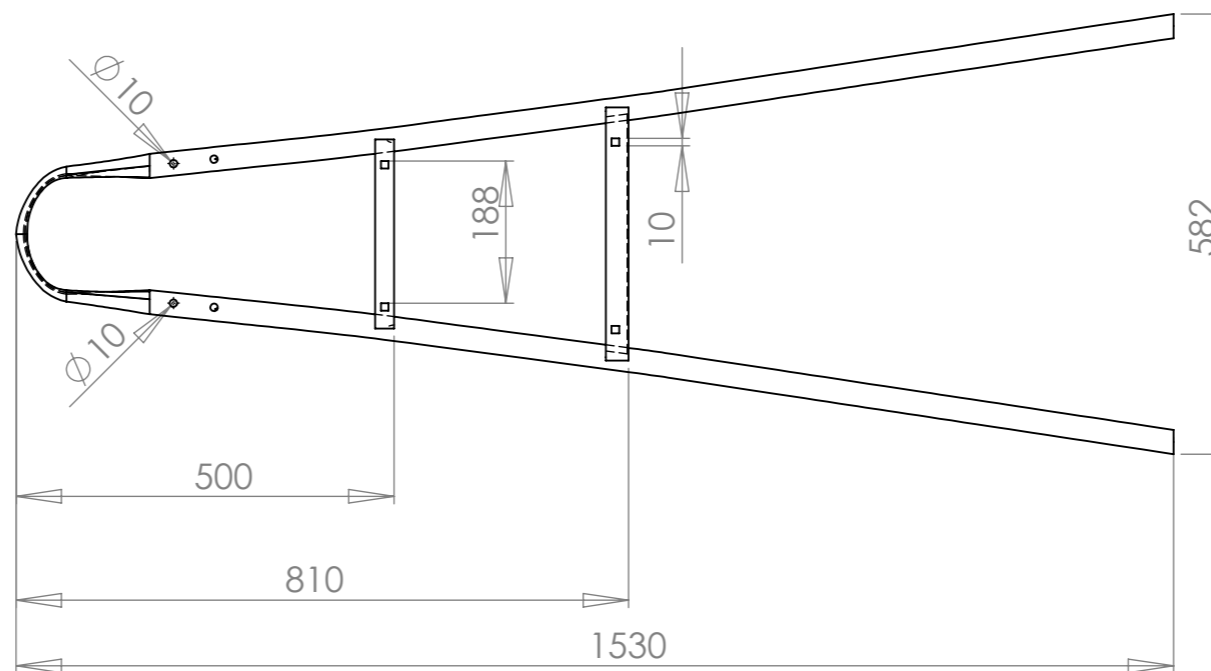
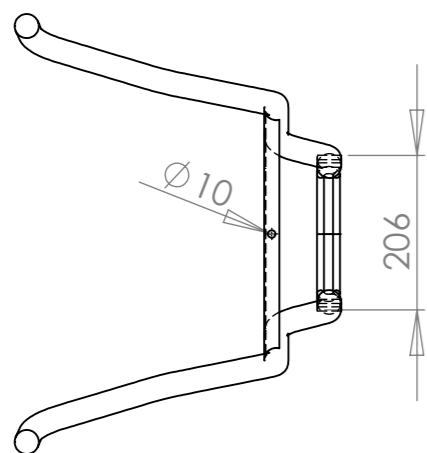
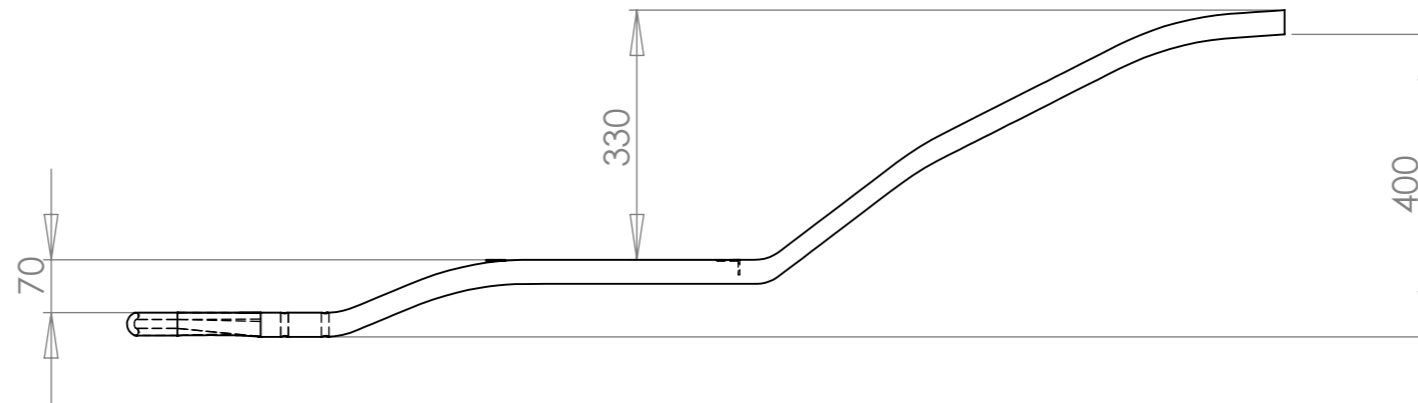
### 6.1 ANEXO 1 - Simbologia mais utilizada no VSM





## 6.2 ANEXO 2 - Desenhos técnicos dos componentes.



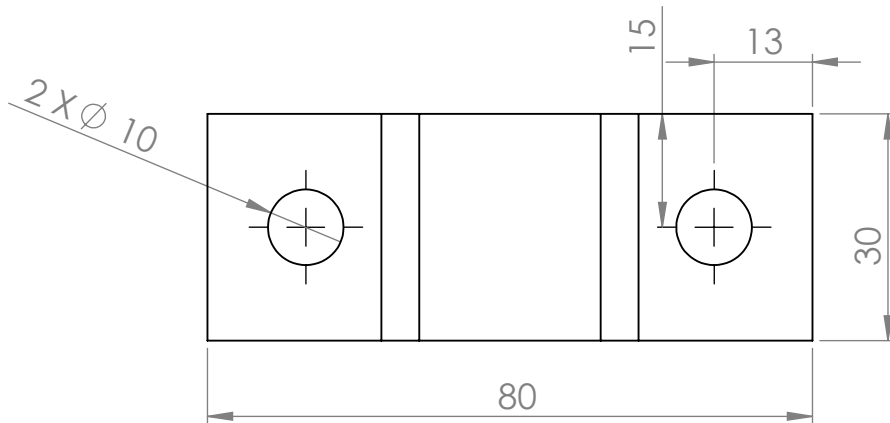
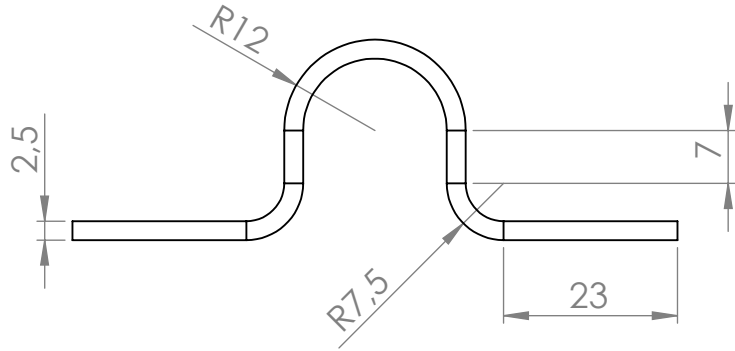


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 1	
DRAWN Ricardo Sousa				SIGNATURE		DATE 2017		TITLE: <b>Chassis completo</b>			
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A						MATERIAL:		DWG NO. <b>F/F1</b>		A3	
						WEIGHT:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	

**SOLIDWORKS Student Edition.  
For Academic Use Only.**







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Ricardo Sousa		2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

CHUMACEIRA FEMEA

DWG NO.

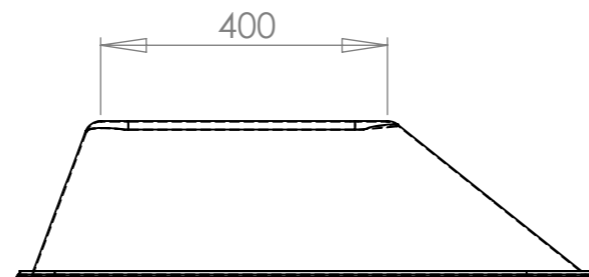
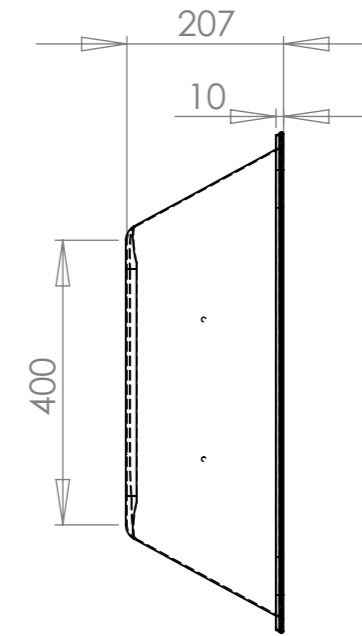
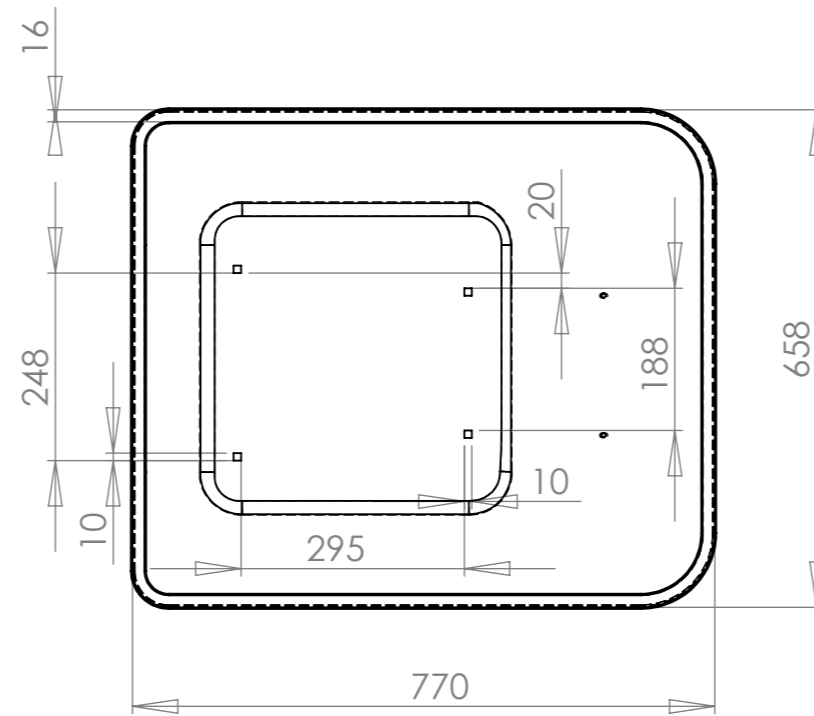
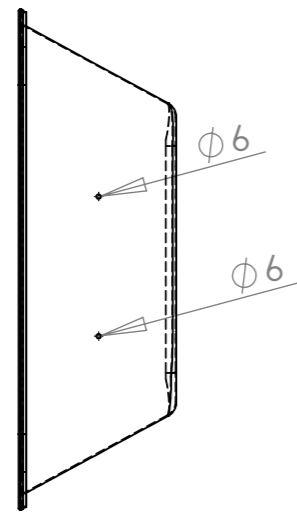
J

A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

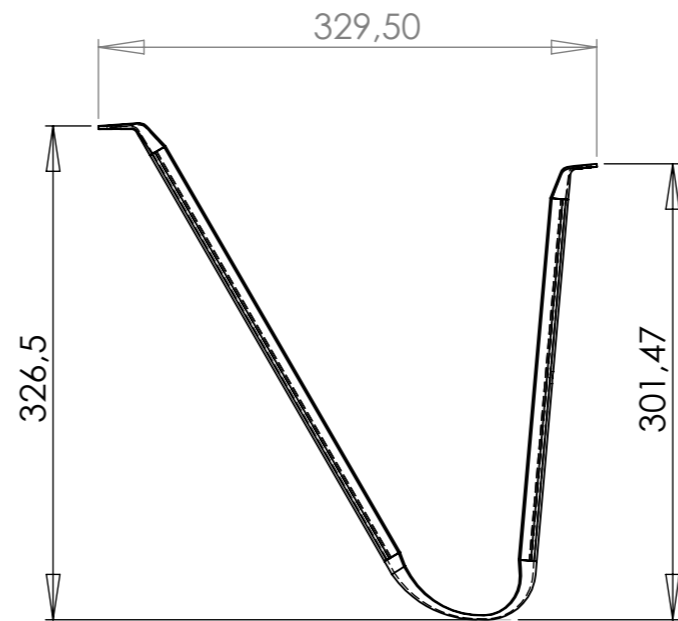
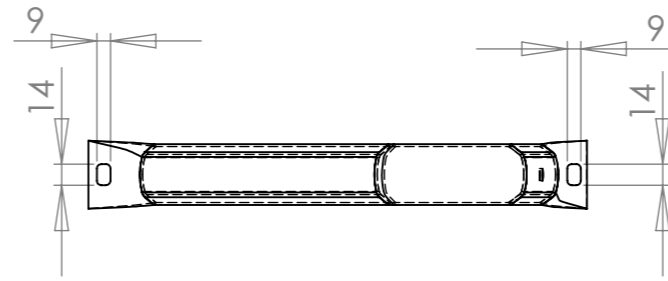
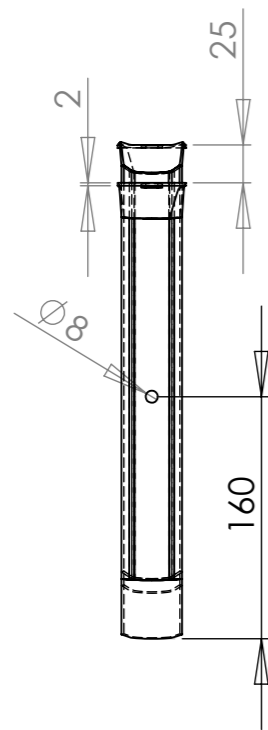




**SOLIDWORKS Student Edition.  
For Academic Use Only.**

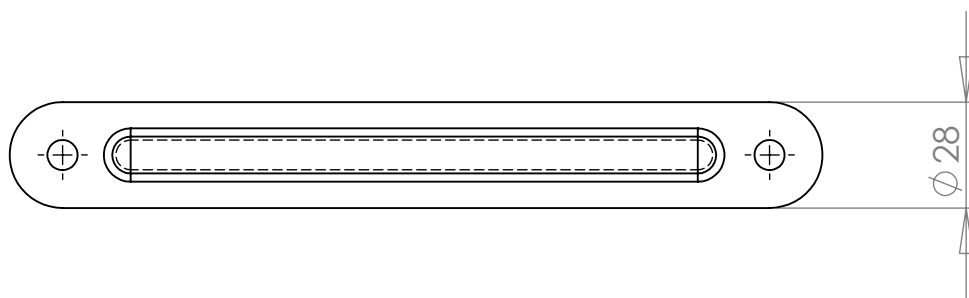
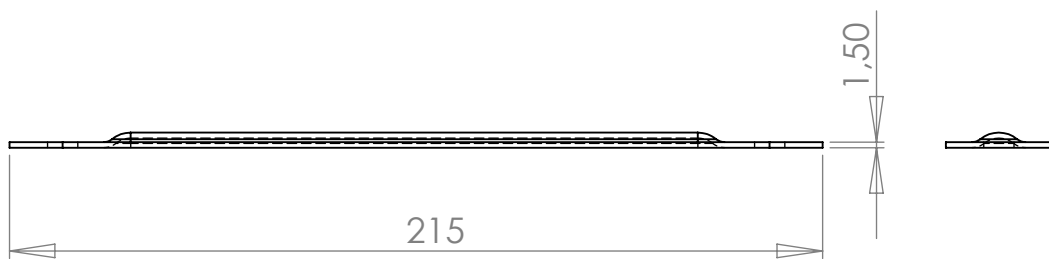
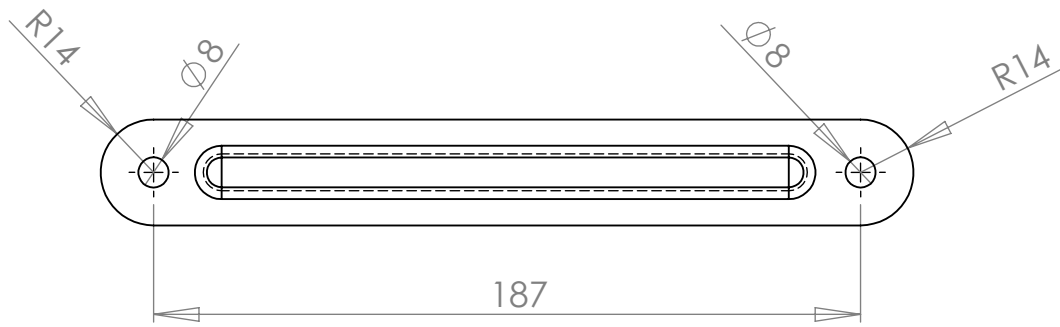
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D				Ricardo Sousa				2017		<h1>Maceira</h1>	
APPV'D											
MFG											
Q.A											
								MATERIAL:		DWG NO. <b>B</b>	
								WEIGHT:		SCALE:1:10	
										SHEET 1 OF 1	
										A3	





**SOLIDWORKS Student Edition.  
For Academic Use Only.**

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D				Ricardo Sousa				2017		Pé	
APPV'D											
MFG											
Q.A											
								MATERIAL:		DWG NO.	
										G	
								WEIGHT:		SCALE:1:5	
										SHEET 1 OF 1	
										A3	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN Ricardo Sousa				SIGNATURE		DATE 2017		TITLE: <h1>Reforço pés</h1>			
CHK'D				SIGNATURE		DATE		DWG NO. <b>H</b>			
APPV'D				SIGNATURE		DATE					
MFG				SIGNATURE		DATE		SHEET 1 OF 1			
Q.A				SIGNATURE		DATE					
WEIGHT:				SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1		A4			

**SOLIDWORKS Student Edition.  
For Academic Use Only.**

## 6.3 ANEXO 3 - Folha de procedimento.

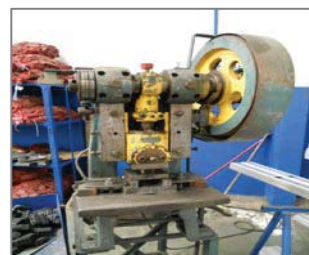
FOLHA DE PROCEDIMENTO			Componente		1	Página de 1 1
			Nome Componente		Maceira	
			N.º produto		1	
			Quantidade		1	
N.º	Nome operação	Equipamento	Tipo de Controlo		Tempo (s)	Observações
			Equipamento de controlo	Ferramenta		
1	Armazenamento de matéria-prima (chapa)	Armazém	-	-	-	-
2	Transporte para o posto de conformação	Carro transporte	-	-	-	-
3	Estampagem / Embutidura	Prensa 1	Controlo visual do componente após a estampagem	-	30	Verificar se existem fissuras na chapa ou outros defeitos da conformação
4	Trocar ferramenta	-	-	-	-	-
5	Corte do excesso de material e quinagem da beira exterior	Prensa 1	-	-	22	-
6	Furar	Prensa 2	-	-	15	-
7	Trocar ferramenta	-	-	-	-	-
8	Canelamento das paredes da maceira	Prensa 2	-	-	15	-
9	Transporte para o posto de reborderar	Carro transporte	-	-	-	-
10	Reborderar	Máquina de reborderar	Controlo visual da maceira	-	21	Verificar se está conforme os desenhos de produção
11	Transporte para o posto de colocar a marca	Carro transporte	-	-	-	-
12	Estampar a marca	Balancé	-	-	10	-
13	Transporte para o posto de pintura	Carro transporte	-	-	-	-
14	Pintura	Linha de pintura	Controlo visual do componente pintado	-	2700	Verificação se esta corretamente pintado
15	Transporte para o armazenamento intermédio	Carro transporte	-	-	-	-
16	Transporte para a montagem	Carro transporte	-	-	-	-
			Planeamento		Data Planeamento	
Alteração n.º	Aprovado	Data	Aprovado		Data aprovação	
			Versão No.		Data da versão	



## 6.4 ANEXO 4 - Modelo ficha técnica de equipamento.

## Ficha técnica de equipamento

**Equipamento:** Balancé  
**N.º Equip.** E1  
**Marca:** Amerantina  
**Modelo:** S/ Modelo  
**Área de implantação:** 500 x 900 x 1650 mm



## Características:

Motor	Máquina
<b>Marca :</b> <u>Zentra</u>	<b>Acionamento:</b> <u>Manual / Mecânico</u>
<b>N.º</b> <u>626917</u>	<b>Curso máximo:</b> _____
<b>Tipo :</b> <u>0151/8</u>	<b>Dimensões da mesa:</b> <u>400 x 250 mm</u>
<b>Potência :</b> <u>0,63 kW</u>	<b>Golpes:</b> _____
<b>Rotações :</b> <u>930rpm</u>	<b>Peso Máquina:</b> _____
<b>Tensão de funcionamento :</b> <u>220/330 V</u>	
<b>Frequência de func. :</b> <u>50 Hz</u>	
<b>Tolerância de tensão :</b> <u>3,5/2,0 A</u>	
<b>cos :</b> <u>0,68</u>	

## Intervenções de Manutenção:

**Equipamento com manutenção preventiva:** Sim  Não   
**Periodicidade:** \_\_\_\_\_  
**Tipo de manutenção:** \_\_\_\_\_

## Registo

Data:	Intervenção:	Descrição:	Custo [€]:
<b>Total:</b>			<b>0,00 €</b>



---

## 6.5 ANEXO 5 - Folhas de Calculo para custos de produção e payback.

Componente:

Quantidade por carro:  Maceiras por lote  Preço / hora colaborador

**Operações, Máquinas, Ferramentas, Tempos e Operadores**

**Tempo de Produção**

Antes						
Operações	Máquina	Ferramentas		Tempo [s]		Operadores
Estampar	Prensa grd.	1		30		1
Corte de excesso e quinagem	Prensa grd.	1		17		1
Canelamento	Prensa peq.	1		15		1
Rebordear	Maq. Rebordear	1		25		1
Símbolo	Balancé	1		6		1
Furar	Prensa peq.	1		11		1
Pintar	Linha pintura	1		30		3
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>7</b>	<b>134</b>		<b>9</b>

Depois						
Operações	Máquina	N.º ferramentas		Tempo [s]	N.º operadores	Observações
Estampar	Prensa grd.	1		30	1	
Corte de excesso e quinagem	Prensa grd.	1		17	1	
Canelamento	Prensa peq.	1		15	1	
Rebordear / Furar / Símbolo	Prensa peq.	1		20	1	
Pintar	Linha pintura	1		30	3	pintar e 1 para colocar e retirar da linha
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>5</b>	<b>112</b>	<b>7</b>	

**Tempo de Setup**

Antes						
Operações	Máquina	Ferramentas		Tempo [s]		Operadores
Montar molde estampar	Prensa grd.	1		3600		2
Montar molde canelamento	Prensa peq.	1		3600		2
Montar molde corte e quinagem	Prensa grd.	1		1800		2
Montar molde de furar	Prensa peq.	1		1800		2
Montar ferramenta símbolo	Balancé	1		900		1
<b>Total</b>		<b>5</b>		<b>11700</b>		<b>9</b>

Depois						
Operações	Máquina	Ferramentas		Tempo [s]		Operadores
Montar molde estampar	Prensa grd.	1		3600		2
Montar molde canelamento	Prensa peq.	1		3600		2
Montar molde corte e quinagem	Prensa grd.	1		1800		2
Montar molde Rebordear / Furar / Símbolo	Prensa peq.	1		1800		2
<b>Total</b>		<b>3</b>		<b>10800</b>		<b>6</b>

**Matérias Primas**

Calculo médio - peso das chapas				
kg/Balote	N.º chapas	kg/Chapa		kg/Chapa médio
3060	420	7,29		
3137	432	7,26		7,27
3050	420	7,26		

Matéria Prima	€/kg	kg/chapa	€/chapa
Chapa 0,9mm	0,70	7,270	5,09 €

Matéria Prima	€/kg	kg/caixa	kg/ n Maceiras	nº maceiras	Kg/ Maceira	€/Maceira
Tinta - "verde"	1,50	25	300	1800	0,17	0,25 €

**Consumo Electrico estimado**

	Ptencia necessária	Custo KW/h	Custo de elect.	Custo p/ maceira	Diferença
Antes	70	0,20 €	14,00 €	0,03 €	
Depois	45	0,20 €	9,00 €	0,02 €	0,01 €

**Pintura**

Operações	N.º de operadores	€/min / colaborador	Maceiras / h	Tempo [min]	Total mão de obra
Pintar	3	0,08	120,00	0,50	0,13
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0,08</b>		<b>0,50</b>	<b>0,13</b>

Consumível	€/Maceira
Gás	0,28 €

Matéria Prima	€/kg	kg/caixa	kg/ n Maceiras	nº maceiras	Kg/ Maceira	€/Maceira
Tinta - "verde"	1,50	25	300	1800	0,17	0,25 €

<b>Custo da pintura</b>	<b>0,65 €</b>
-------------------------	---------------

## Mão de obra

Mão de Obra PRODUÇÃO Antes				
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra
Estampar	1	0,08 €	0,50	0,04 €
Corte de excesso e quinagem	1	0,08 €	0,28	0,02 €
Canelamento	1	0,08 €	0,25	0,02 €
Rebordear	1	0,08 €	0,42	0,04 €
Símbolo	1	0,08 €	0,10	0,01 €
Furar	1	0,08 €	0,18	0,02 €
Pintar	3	0,08 €	0,50	0,00 €
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>0,59 €</b>	<b>2,23</b>	<b>0,15 €</b>

Mão de Obra PRODUÇÃO Depois				
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra
Estampar	1	0,08	0,50	0,04 €
Corte de excesso e quinagem	1	0,08	0,28	0,02 €
Canelamento	1	0,08	0,25	0,02 €
Rebordear / Furar / Símbolo	1	0,08	0,33	0,03 €
Pintar	3	0,08	0,50	0,00 €
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>0,42</b>	<b>1,87</b>	<b>0,12 €</b>

Mão de Obra SETUPS Antes					
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra / Lote	Total mão de obra / Maceira
Montar molde estampar	2	0,08 €	60,00	10,12 €	0,021 €
Montar molde canelamento	2	0,08 €	60,00	10,12 €	0,021 €
Montar molde corte e quinagem	2	0,08 €	30,00	5,06 €	0,011 €
Montar molde de furar	2	0,08 €	30,00	5,06 €	0,011 €
Montar ferramenta símbolo	1	0,08 €	15,00	1,27 €	0,003 €
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>0,42 €</b>	<b>195,00</b>	<b>31,64 €</b>	<b>0,07 €</b>

Mão de Obra SETUPS Depois					
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra / Lote	Total mão de obra / Maceira
Montar molde estampar	2	0,08	60,00	10,12 €	0,021 €
Montar molde canelamento	2	0,08	60,00	10,12 €	0,021 €
Montar molde corte e quinagem	2	0,08	30,00	5,06 €	0,011 €
Montar molde Rebordear / Furar / Símbolo	2	0,08	30,00	5,06 €	0,011 €
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>0,34</b>	<b>180,00</b>	<b>30,37 €</b>	<b>0,064 €</b>

Mão de Obra TRANSPORTES Antes					
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra / lote de 20 maceiras	Total mão de obra / Maceira
Estampar → Corte Excesso Quinar	0	0,08 €	0,00	0,00 €	0,000 €
Corte Excesso Quinar → Rebordear	1	0,08 €	2,00	0,17 €	0,008 €
Rebordear → Furar	1	0,08 €	2,00	0,17 €	0,008 €
Furar → Estampar símbolo	1	0,08 €	1,00	0,08 €	0,004 €
Estampar símbolo → Canelamento	1	0,08 €	1,00	0,08 €	0,004 €
Canelamento → Pintura	1	0,08 €	3,00	0,25 €	0,013 €
Pintura → Embalamento	1	0,08 €	1,00	0,08 €	0,004 €
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>0,59 €</b>	<b>10,00</b>	<b>0,84 €</b>	<b>0,04 €</b>

Mão de Obra TRANSPORTES Depois					
Operações	N.º operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra	Total mão de obra / Maceira
Estampar → Corte Excesso Quinar	1	0,08	0,00	0,00 €	0,000 €
Corte Excesso Quinar → Canelamento	1	0,08	1,00	0,08 €	0,004 €
Canelamento → Rebordear+Furar+Símbolo	1	0,08	0,00	0,00 €	0,000 €
Rebordear+Furar+Símbolo → Pintura	1	0,08	3,00	0,25 €	0,013 €
Pintura → Embalamento	1	0,08	1,00	0,08 €	0,004 €
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>0,42</b>	<b>5,00</b>	<b>0,42 €</b>	<b>0,02 €</b>

Tipo de tempo	Mão de obra RESUMO				Diferença	
	Antes		Depois		Tempo / Mmaceira [min]	Custo / maceira[€]
Produção	2,23	0,15 €	1,87	0,12 €	0,37	0,03 €
Setup	0,41	0,07 €	0,38	0,06 €	0,03	0,00 €
Transportes	0,50	0,04 €	0,25	0,02 €	0,25	0,02 €
<b>Total</b>	<b>3,14</b>	<b>0,26 €</b>	<b>2,50</b>	<b>0,20 €</b>	<b>0,65</b>	<b>0,05 €</b>

## Total de custos

Gasto	Antes	Depois	Diferença
Chapa	5,09 €	5,09 €	0,00 €
Pintura	0,65 €	0,65 €	0,00 €
Electricidade	0,03 €	0,02 €	0,01 €
Mão de obra	0,26 €	0,20 €	0,05 €
<b>Total p/ peça</b>	<b>6,02 €</b>	<b>5,96 €</b>	<b>0,07 €</b>

## Payback

Custo maceira antes	6,02 €
Custo maceira depois	5,96 €
Diferença (Antes/depois)	0,07 €
Total de Investimento	7 500,00 €
N.º médio carros produzido / ano (uni)	30 926
Payback (Peças)	115002
Payback (Meses)	45
Payback (Anos)	3,7

**Tempos pintura**

Componente	SEPARADO			
	Qtd/hora	Qtd/min	Tempo p/ pintar 1 componente em min	Total tempo 1 cjnt em min
Chassis	170	2,83	0,35	0,54
Chum. Fêmea (30*80)	2400	40,00	0,03	
Chum. Macho (30*80)	2400	40,00	0,03	
Reforço pés (30*80)	2400	40,00	0,03	
Reforço maceira (30*80)	2400	40,00	0,03	
Pés (30*20)	720	12,00	0,08	

**Operações distintas**

Número conjuntos lote: 475

Componente	Tempo p/ pintar lote em min	Tempo p/ pintar lote em horas
Chassis	167,6	2,8
Chum. Fêmea (30*80)	11,9	0,2
Chum. Macho (30*80)	11,9	0,2
Reforço pés (30*80)	11,9	0,2
Reforço maceira (30*80)	11,9	0,2
Pés (30*24)	39,6	0,7
<b>Total</b>	<b>254,7</b>	<b>4,2</b>

**Mão obra - pintura**

Valor Colaborador / h 5,06

Número conjuntos lote: 475

Componente	Tempo p/ pintar lote em min	Tempo p/ pintar lote em horas	N.º Colaboradores	Para pintar Lote de 475 carros		Preço /cnjt
				Preço colab./lote	Total colab./hora	
Chassis	167,6	2,8	3	42,43 €	15,19 €	0,09 €
Chum. Fêmea (30*80)	11,9	0,2	4	4,01 €	20,25 €	0,01 €
Chum. Macho (30*80)	11,9	0,2	4	4,01 €	20,25 €	0,01 €
Reforço pés (30*80)	11,9	0,2	4	4,01 €	20,25 €	0,01 €
Reforço maceira (30*80)	11,9	0,2	4	4,01 €	20,25 €	0,01 €
Pés (30*24)	39,6	0,7	4	13,36 €	20,25 €	0,03 €
<b>Total</b>	<b>254,7</b>	<b>4,2</b>		<b>71,82 €</b>		<b>0,151 €</b>

**Mão obra - Embalamento**

**Contagem, separação e fecho caixas**

Componente	Tempo / lote em horas	colab./h	custo embalamento/lote	custo embalamento/carro
Chassis	4		20,25 €	0,04 €
Chum. Fêmea (30*80)	0,75		3,80 €	0,01 €
Chum. Macho (30*80)	0,75	5,06 €	3,80 €	0,01 €
Reforço pés (30*80)	0,75		3,80 €	0,01 €
Reforço maceira (30*80)	0,75		3,80 €	0,01 €
Pés (30*24)	3		15,19 €	0,03 €
<b>Total</b>	<b>10,0</b>		<b>50,62 €</b>	<b>0,11 €</b>

**Matérias Primas**

Matéria Prima	€/kg	kg/caixa	kg/n carros	nº Carros	€/carro
Tinta - "verde"	1,40	25	485	1930	0,35 €

Combustivel	€/Chassis
Gás Antes	0,20 €
Gás depois	0,13 €

**Consumo Electrico estimado**

	Ptencia necessária kW	Custo KW/h	Custo de elect./h	Horas func.	Custo p/ lote	Custo p/ Conjunto	Diferença
							0,00 €
Antes	1,5	0,20 €	0,30 €	4,25	1,27 €	0,00 €	0,00 €
Depois	1,5	0,20 €	0,30 €	0,00	0,00 €	0,00 €	0,00 €

**Payback**

Mão de obra Pintura	Diferença	
	Antes	Depois
Mão de obra Pintura	0,151 €	0,208 €
Mão de obra Embalamento	0,11 €	0,08 €
Tinta	0,35 €	0,35 €
Electricidade	0,00 €	0,00 €
Gás	0,20 €	0,13 €
<b>Total p/ peça</b>	<b>0,81 €</b>	<b>0,77 €</b>

Custo Chassis antes	0,81 €
Custo Chassis depois	0,77 €
Diferença (Antes/depois)	0,04 €
Total de Investimento	353,97 €
N.º médio carros produzid	30 926
Payback (Peças)	8849
Payback (Meses)	4

**CONJUNTOS**

Componente	Qtd/hora	Tempo p/ pintar 1 componente em min	Tempo p/ pintar lote em horas	Total tempo 1 cjnt em min
Chassis	170	0,35	2,8	0,35
Chum. Fêmea (30*80)		0,0	0,0	
Chum. Macho (30*80)		0,0	0,0	
Reforço pés (30*80)		0,0	0,0	
Reforço maceira (30*80)		0,0	0,0	
Pés (30*24)		0,0	0,0	

**Uma operação**

Número conjuntos lote: 475

Componente	Tempo p/ pintar lote em min	Tempo p/ pintar lote em horas
Chassis	167,6	2,8
Chum. Fêmea (30*80)	0,0	0,0
Chum. Macho (30*80)	0,0	0,0
Reforço pés (30*80)	0,0	0,0
Reforço maceira (30*80)	0,0	0,0
Pés (30*24)	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>167,6</b>	<b>2,8</b>

Número conjuntos lote: 475

Componente	Tempo p/ pintar lote em min	Tempo p/ pintar lote em horas	N.º Colaboradores	Para pintar Lote de 475 carros		Preço /cnjt
				Preço colab./lote	Total colab./hora	
Chassis	167,6	2,8	7	99,01 €	35,43 €	0,21 €
Chum. Fêmea (30*80)						
Chum. Macho (30*80)						
Reforço pés (30*80)						
Reforço maceira (30*80)						
Pés (30*24)						
<b>Total</b>	<b>167,6</b>	<b>2,8</b>		<b>99,01 €</b>	<b>35,43 €</b>	<b>0,208 €</b>

**Acondicionar as caixas e fechar com fita**

Componente	Tempo / lote em horas	colab./h	custo embalamento/lote	custo embalamento/carro	
					Tempo p/ pintar lote em min
Chassis	4		20,25 €	0,04 €	
Chum. Fêmea (30*80)	0,25		3,80 €	0,01 €	
Chum. Macho (30*80)	0,25	5,06 €	3,80 €	0,01 €	
Reforço pés (30*80)	0,25		3,80 €	0,01 €	
Reforço maceira (30*80)	0,25		3,80 €	0,01 €	
Pés (30*24)	2,5		12,65 €	0,03 €	
<b>Total</b>	<b>7,5</b>		<b>37,96 €</b>	<b>0,08 €</b>	

## Soldadura chassis

Quantidade por carro:

### Operações, Máquinas, Ferramentas, Tempos e Operadores

Antes					
Operações	Máquina	N.º ferramentas	Tempo 1 chassis[s]	N.º op.	Observações
Soldar	Posto soldadura	1	60	1	
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	

Depois					
Operações	Máquina	N.º ferramentas	Tempo 2 chassis [s]	N.º op.	Observações
Soldar	Posto soldadura	1	100	1	
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	

### Matérias Primas

Antes					
Matéria Prima	€/Caixa	qtd/Caixa	€/Electrodo	1 Electrodo por 3 chassis	€/Chassis
Electrodos	14,25	175,00	0,08	3	0,03 €

Depois					
Matéria Prima	€/Bobina	qtd [kg] /Bobina	€/kg	Fio / Chassis[kg]	€/Chassis
Fio soldadura	22,50	15,00	1,50	0,0075	0,01 €

### Mão de obra

Antes				
Operações	N.º de operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra
Soldar	1	0,08	1,00	0,08
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0,08</b>	<b>1,00</b>	<b>0,08</b>

Depois				
Operações	N.º de operadores	€/min	Tempo [min]	Total mão de obra
Operações	1	0,08	0,83	0,07
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0,08</b>	<b>0,83</b>	<b>0,07</b>

### Consumo Electrico estimado

	Ptencia necessária kW	Custo KW/h	Custo de elect./h	Custo p/ chassis	Diferença
Antes	4,6	0,20 €	0,92 €	0,02 €	0,00 €
Depois	7	0,20 €	1,40 €	0,02 €	

### Total de custos

	Antes	Depois	Diferença
Consumiveis	0,03 €	0,01 €	0,02 €
Electricidade	0,02 €	0,02 €	0,00 €
Mão de obra	0,08 €	0,07 €	0,01 €
<b>Total p/ peça</b>	<b>0,13 €</b>	<b>0,10 €</b>	<b>0,03 €</b>

### Payback

Custo Chassis antes	0,13 €
Custo Chassis depois	0,10 €
Diferença (Antes/depois)	0,03 €
Total de Investimento	465,45 €
N.º médio carros produzido / a	30 926
Payback (Peças)	15515
Payback (Meses)	7

### Sugestões Melhoria

Valor Colaborador / h [€] 5,06

#### Antigo

Contagem, separação e fecho caixas

Tarefa	Tempo [h] / dia	colab./h	custo embalagem/lote
Procurar ferramentas	0,08	5,06 €	0,42 €
Arrumar material para poder trabalhar	0,08		0,42 €
tempo de transporte	0,17		0,84 €
<b>Total</b>	<b>0,33</b>		<b>1,69 €</b>

#### Novo

Acondicionar as caixas e fechar com fita

Tarefa	Tempo [h] / dia	colab./h	custo embalagem/lote
Chassis	0,04		0,21 €
Chum. Fêmea (30*80)	0,04	5,06 €	0,21 €
Chum. Macho (30*80)	0,08		0,42 €
<b>Total</b>	<b>0,17</b>		<b>0,84 €</b>

#### Antes

	Antes	Depois	Diferença
Custo colaborador / Hora	5,06	5,06 €	0,00 €
N.º horas trabalho / Ano	1856,00	1 856,00 €	0,00 €
Investimento	0,00	1 274,38 €	-1 274,38 €
Tempo desperdiçado estimado	0,33	0,17 €	0,17 €
Horas desperdiçadas / Ano	80,67	40,33 €	40,33 €
Custo desperdício	408,33	204,17 €	204,17 €

#### Payback

Custo antes	408,33 €
Custo depois	204,17 €
Diferença (Antes/depois)	204,17 €
Total de Investimento	1 274,38 €
Horas trabalho / Ano	1 856
Payback (Anos)	6,24
Payback (Meses)	75