

**Melhorias no setor das bancadas**  
**Simoldes Aços**

*José Alexandre da Silveira Veiga de Macedo*

**Relatório do Projeto Final**

Orientador na Simoldes Aços: Engenheiro António Pinho

Orientador na FEUP: Prof. António Monteiro Baptista



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Janeiro 2012







*"O mais sábio é aquele que sabe que não sabe."*

*Sócrates*



## Resumo

A Simoldes Aços é uma empresa que fabrica moldes para injeção de peças plásticas. Os clientes, maioritariamente do setor automóvel, impõem prazos de entrega curtos e altos padrões de qualidade. Estas crescentes exigências por parte dos clientes fazem com que o Grupo Simoldes esteja em constante melhoria para reforçar a posição de líder de mercado neste setor de negócios.

Esta dissertação foca-se na apresentação de melhorias no setor das bancadas, que representa cerca de 36% do tempo total de produção do molde. No momento presente, as bancadas não possuem nenhum sistema de informação eficiente que dê resposta as necessidades crescentes que a empresa está sujeita. Esta escassez de informação útil sobre o estado de cada molde, torna necessária a implementação de um sistema de informação adaptado às necessidades da empresa que permita servir de elemento de decisão no planeamento da produção.

Para estudar a implementação do sistema de informação foi necessário fazer-se um estudo exaustivo neste setor. Para isso estabeleceu-se uma metodologia de trabalho com o desígnio de determinar e caracterizar todas as operações efetuadas. O grande número de operações realizadas bem como a falta de equidade de procedimentos usados pelos diferentes operadores apresentavam-se como grandes adversidades para a implementação do sistema de informação.

Após o trabalho de campo, no qual houve um registo pormenorizado da sequência das operações, procedeu-se a um tratamento da informação recolhida bem como um cruzamento com informação disponível na Simoldes Aços. Reuniu-se os intervenientes no processo e em conjunto arquitetou-se uma estratégia para determinar os pontos críticos alvos de melhorias.

Para que seja implementado com sucesso o sistema de informação, é de extrema importância proceder a uma normalização das metodologias das operações, agrupar as etapas em macro etapas e dar formação aos intervenientes no processo.

Arquitetou-se uma proposta de melhoria no setor das bancadas com enfoque no sistema de informação no apoio à decisão do planeamento da produção.

De salientar a implementação da automatização de fabrico de placas que permitiu uma redução de tempo de produção de 64,2% e conseqüentemente a libertação de recursos no setor da bancada.

Em simultâneo foi projetada uma cabine de limpeza e pintura de moldes, um sistema que permite a viragem de moldes de forma mais segura e rápida e ainda um sistema de alimentação que prevê-se que reduza em cerca de 80% o tempo de fabrico de placas de ajustamento e placas de pressão. Foi projetado e implementado um apoio de laser que permitiu aumentar 4% da capacidade total de uma fresadora.

## **Abstract**

Simoldes Aços is a company that manufactures injection molds for plastic parts. The customers, mostly in the automotive industry, require short delivery times and high quality standards. These increasing demands from customers oblige Simoldes group to continuously improve their production to strengthen its position of market leader in this business sector.

This dissertation focuses on the presentation of improvements in the sector of the assembly line, which represents about 36% of the total production time of the mold. Currently, the assembly line has no efficient information system that meets the growing needs of the company. This missing of useful information about the status of each mold, makes it necessary to implement an information system tailored to the needs of the company to serve as a decision making element in the production planning.

To study the implementation of the information system an exhaustive study of this sector was necessary. For this purpose we established a methodology for the work design to determine and characterize all operations. The large number of operations and the lack of equity of procedures used by different operators has been identified as great adversity to implement the information system.

After the fieldwork, in which there was a detailed record of the sequence of operations, we proceeded to an analysis of the collected data and by comparing with the information available at Simoldes Aços. The relevant staff met together and devised a strategy to determine the critical targets for improvement.

To successfully implement the information system is of high relevance to standardize the operation methods, grouping the steps into macro steps and provide training for staff involved in the process.

A proposal for improving the assembly line was presented focused on an information system in order to support decision making in the production planning.

Apart from the point mentioned above, the automation of the plate manufacturing process was also improved during the time at Simoldes Aços, so reducing the production time by 64.2% and consequently optimizing the use of resources.

At the same time a cleaning and painting cabin for molds was designed, as well as a system that allows the turning of molds more safely and quickly. A feed system that is expected to reduce by 80% the setup time has also been developed during the internship period. It was also designed and implemented a laser substructure that has increased 4% of the total capacity of a milling machine.



## **Agradecimentos**

A todas as pessoas da Simoldes que estiveram envolvidas neste projeto, pelo apoio prestado e disponibilidade.

Um agradecimento especial ao Engenheiro António Pinho pela sua disponibilidade e dedicação ao longo do projeto.

Ao Professor António Monteiro Baptista pela orientação ao longo desta dissertação, permitindo uma continua melhoria do mesmo.

Um especial agradecimento aos meus pais e irmãos que ao longo do meu percurso académico sempre me apoiaram.

Um agradecimento à Carlota Amorim, que foi o um pilar fundamental na concretização desta meta académica.



## Índice

1. Introdução .....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Apresentação do Grupo Simoldes .....	1
1.2.1. Simoldes Aços .....	1
1.2.2. Produtos da Simoldes Aços.....	2
1.3. Estado-da-arte da indústria dos moldes.....	3
1.4. Nomenclatura de moldes na injeção de plástico .....	6
1.5. Objetivos .....	8
1.6. Metodologia.....	8
1.7. Estrutura do relatório.....	8
2. Fundamentos teóricos.....	11
2.1. Melhoria Contínua.....	11
2.2. Planeamento da produção e controlo .....	11
2.3. Processo de produção <i>job shop</i> .....	12
2.3.1. Caracterização do processo de produção <i>job shop</i> .....	12
2.3.2. Planeamento e controlo de operações em <i>job shop</i> .....	13
2.4. Filosofia 5S .....	14
2.5. Normalização de processos .....	16
3. Estado atual da Simoldes Aços .....	17
3.1. Planeamento da produção .....	17
3.2. <i>Layout</i> da empresa .....	18
3.3. Produção.....	20
3.3.1. Matéria-prima.....	21
3.3.2. Transformação CNC.....	22
3.3.3. Ajuste, montagem e acabamento .....	25
3.4. Utilização de processos de produção .....	27
4. Estudo dos moldes no setor das bancadas .....	29
4.1. Introdução .....	29
4.2. Levantamento e caracterização das etapas nas bancadas.....	30
4.2.1 Limpeza .....	30
4.2.2 Quebrar quinas .....	30
4.2.3 Escarear furos .....	31
4.2.4 Afinar roscas – Passar machos .....	31
4.2.5 Afinar furos - Passar mandril .....	32
4.2.6 Tapar águas e óleos .....	32
4.2.7 Marcações .....	34
4.2.8 Inserir casquilhos .....	35
4.2.9 Inserir o escatel no veio .....	36
4.2.10 Ajustamentos .....	37
4.2.11 Afinar veios .....	40
4.2.12 Montar sistema de extração.....	41
4.2.13 Montar sistema de injeção .....	42
4.2.14 Ajustamento na prensa.....	42
4.2.15 Montar componentes standards .....	43

4.2.16	Pintura.....	43
5.	Proposta de melhorias no setor das bancadas .....	45
5.1.	Planeamento .....	45
5.1.1.	Planeamento diário .....	46
5.1.2.	Registo de operações .....	47
5.1.3.	Implementação de macro-etapas.....	49
5.1.4.	Sistema de informação .....	52
5.1.5.	Interface entre operador e sistema de informação.....	52
5.1.6.	Normalização de metodologias.....	54
5.2.	Medidas de melhoria 5S.....	54
5.2.1.	Cabine de limpeza e pintura .....	56
5.2.2.	Viragem de moldes .....	57
5.2.3.	Carrinhos Deslizantes.....	58
5.2.4.	Combinador de marcadores.....	59
5.2.5.	Produção em série de placas de pressão e ajustamento.....	60
5.2.6.	Sistema de alimentação para a produção em série de placas de pressão e ajustamento .....	61
5.3.	Análise de custos .....	63
5.3.1.	Implementação do sistema de código de barras.....	63
6.	Implementação .....	65
6.1.	Implementação dos 5S.....	65
7.	Conclusões .....	69
8.	Referências e Bibliografia.....	71
9.	ANEXO A: Ficha técnica do molde.....	73
10.	ANEXO B: Molde 7551 .....	75
11.	ANEXO C: Análise de Custos .....	77
12.	ANEXO D: Elementos do sistema de informação .....	79
13.	ANEXO E: Lista de Software ERP .....	81
14.	ANEXO F: Mudança de posição de apoio de laser.....	83

## Índice de Figuras

Figura 1 - Logótipo da Divisão Moldes e Divisão Plásticos (Página Web do grupo Simoldes)	1
Figura 2 - Simoldes Aços (Página Web do grupo Simoldes)	2
Figura 3 - Exemplos de moldes (Imagem da Simoldes Aço)	2
Figura 4 – Alguns dos clientes da Simoles Aços	2
Figura 5 - Moldes produzidos na Simoldes Aços permitem a produção em série destes componentes plásticos	3
Figura 6 – Constituição simplificada de um molde (Reinert, 2004)	7
Figura 7 - Desenho esquemático pormenorizado de um molde de duas placas (Reinert, 2004)	7
Figura 8 - O ciclo de melhoria de Deming e a Melhoria Contínua (Pinto, 2006)	11
Figura 9 - Esquema de um <i>layout</i> tipo "Job-Shop" – Simoldes Aços	13
Figura 10 – Etapas da filosofia 5S	15
Figura 11 – Síndrome do lead time (Zapler e Missbauer, 1993)	17
Figura 12 – <i>Layout</i> da Simoldes Aços antes da reestruturação	18
Figura 13 – <i>Layout</i> em período de reestruturação da Simoldes Aços	19
Figura 14 – Desenho Preliminar	20
Figura 15 – Exemplo de um plano de produção de um molde	21
Figura 16 - Posto de <i>software</i> CAM	22
Figura 17 – Croquis técnicos e Ficha de Tempos junto ao posto de trabalho	23
Figura 18 – Identificação dos componentes	24
Figura 19 - Ficha de tempos preenchida manualmente na produção	24
Figura 20 – Gavetas de arrumação de componentes	26
Figura 21 – Macho (esquerda) e Cavidade (direita)	29
Figura 22 – Exemplo de peça final	29
Figura 23 – Limpeza de moldes	30
Figura 24 – Quebrar quinas	31
Figura 25 – Escareamento de furos	31
Figura 26 – Passar machos nos furos roscados	32
Figura 27 – Mandrilagem de um furo para ajustamento de um veio	32
Figura 28 – Marcação das águas	33
Figura 29 – Instrumento que possibilita a inserção de tacos	33
Figura 30 – Palheta de refrigeração	33
Figura 31 – Orientação e numeração da palheta de refrigeração	34
Figura 32 – Aplicação de bujões no circuito de águas	34

Figura 33 – Marcação das placas .....	34
Figura 34 – Marcação das palhetas de refrigeração .....	35
Figura 35 – Casquilhos .....	35
Figura 36 – Espaçadores .....	35
Figura 37 – Veio posicionado e pintado com uma tinta marcadora.....	36
Figura 38 – Riscador utilizado para a marcação dos veios .....	36
Figura 39 – Veios com alojamento para chaveta (escatel).....	36
Figura 40 – Altura de Cristas .....	37
Figura 41 – Exemplo de ajustamento de levantadores.....	37
Figura 42 – Fluxograma da operação de ajustamento.....	39
Figura 43 – Ajustamentos no caso geral .....	40
Figura 44 – Placas de extração.....	41
Figura 45 – Instalação de sistema de injeção .....	42
Figura 46 – Molde posicionado na prensa .....	42
Figura 47 – Ajustamento na prensa.....	43
Figura 48 – Exemplos de <i>Standards</i> .....	43
Figura 49 – Pintura de molde.....	44
Figura 50 – Problemas do excesso de inventário .....	45
Figura 51 – Procedimento de registo de operações atualmente .....	47
Figura 52 – Peça após o ensaio .....	48
Figura 53 – Proposta de implementação de macro-etapas.....	50
Figura 54 – Proposta de sequência de macro-etapas realizadas na bancada.....	51
Figura 55 – Proposta de sequência de trabalho.....	52
Figura 56 – Proposta de sequência de registo de operações .....	53
Figura 57 - Proposta de normalização de ajustamentos.....	54
Figura 58 – Desorganização nas mesas de trabalho.....	55
Figura 59 – Estado de mesas de trabalho .....	55
Figura 60 – Piso escorregadio.....	55
Figura 61 – Proposta da mudança do <i>Layout</i> da bancada.....	56
Figura 62 – Zona onde se procede à pintura, atualmente.....	56
Figura 63 – Proposta de cabine de limpeza e pintura .....	57
Figura 64 – Viragem de moldes.....	57
Figura 65 - Zona de viragem de molde atual .....	58
Figura 66 – Proposta de solução para a viragem de moldes .....	58

Figura 67 – Carrinhos deslizantes .....	59
Figura 68 – Proposta de mudança do carrinho segundo – Poka-yoke.....	59
Figura 69 – Proposta de combinador de marcadores.....	60
Figura 70 – Placa de ajustamento .....	60
Figura 71 – Proposta de criação de paletes para alojar placas.....	61
Figura 72 – Estudo do Sistema de alimentação .....	61
Figura 73 – Proposta final do sistema de alimentação .....	62
Figura 74 - Altura dos postos de trabalho por tipo de tarefa em pé (Manual de Boas Práticas, 2007).....	63
Figura 75 – Maquete da versão final do sistema de alimentação .....	63
Figura 76 – Material não usado enviado para a sucata.....	65
Figura 77 – Agrupamento de componentes .....	65
Figura 78 – Arrumação dos componentes .....	66
Figura 79 – Limpeza geral.....	66
Figura 80 – Pintura de mesas de trabalho.....	67

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Volume de negócios do setor de componentes para automóveis (AFIA, 2009).....	5
Gráfico 2 - Subsetores de atividade em percentagem do VN (AFIA, 2009).....	6
Gráfico 3 - Utilização dos processos de produção (Ann, 2010).....	27

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Principais indústrias servidas (Cefamol, 2010) .....	4
Tabela 2 - Principais indicadores do setor de componentes para automóveis (AFIA, 2009).....	4
Tabela 3 - Evolução do setor de componentes automóveis (1 000 000 contos) (AFIA,2000)...	5
Tabela 4 - Aços usados na Simoldes Aços (Caderno técnico Simoldes Aços).....	21
Tabela 5 - Ligas de cobre e cobre usados (Caderno técnico Simoldes Aços).....	21
Tabela 6 – Proposta de planeamento diário.....	46
Tabela 7 – Proposta da ficha de registo de operações até o 1º Ensaio .....	48
Tabela 8 - Proposta da ficha de registo de operações pós-ensaio.....	49
Tabela 9 - Comparativo entre soluções de inserção de dados no sistema .....	53
Tabela 10 – Orçamento da implementação do sistema de código de barras .....	64
Tabela 11 – Orçamento do sistema de alimentação .....	64





## **Lista de abreviaturas**

AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel

Blocking – Bloqueio na produção

Bottlenecks - Estrangulamento da produção

CAD – Projeto assistido por computador (Computer-aided design)

CAM – Produção assistida por computador (Computer-aided Manufacturing)

CEFAMOL – Associação Nacional da Indústria de Moldes

CNC – Comando numérico computadorizado

ERP – Sistema integrado de gestão empresarial (Enterprise Resource Planning)

Lead time – Tempo entre o momento de entrada do material até à sua saída do inventário

OA – Alteração de orçamento

PIB – Produto interno bruto

PPC – Production Planning and Control

SA – Simoldes Aços

SP – Simoldes Plásticos

VN – Volume de negócio



## 1. Introdução

### 1.1. Motivação

Esta dissertação enquadra-se no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na opção de Produção, Desenvolvimento e Engenharia Automóvel. O projeto foi submetido pela empresa Simoldes Aços que pertence ao Grupo Simoldes e consiste na melhoria do setor das bancadas.

### 1.2. Apresentação do Grupo Simoldes

O grupo Simoldes teve início em 1959, com a criação da Simoldes Aços, Figura 1. Atualmente, o grupo Simoldes está dividido em dois subgrupos, *Tool Division*, em que a principal função é a criação de moldes para injeção de plásticos, e o *Plastic Division*, que opera na criação de componentes de plástico por injeção.



**Figura 1 - Logótipo da Divisão Moldes e Divisão Plásticos (Página Web do grupo Simoldes)**

A *Tool Division* é constituída pelas seguintes empresas: MDA (Moldes de Azeméis), IMA (Industria de moldes de Azeméis), Simoldes Aços, Mecamolde, IGM (Industria Global de Moldes), Ulmolde, ACS Alemanha, ACS França, ACS Argentina, Simoldes Aços Brasil, sendo que as últimas 4 se localizam fora de Portugal. Quanto a *Plastic Division*, esta é constituída pela Simoldes Plásticos, Inplás, Plastaze, isto em Portugal, a SP Polónia, SP França, SPB Curitiba e SPB S.Paulo já se localizam no estrangeiro.

#### 1.2.1. Simoldes Aços

A empresa Simoldes Aços foi a primeira empresa do grupo criada com o objetivo da produção de moldes para brinquedos de plástico. A Simoldes Aços possui uma área total de 15.725 m<sup>2</sup> de terreno, com uma área coberta de 12.200 m<sup>2</sup>, da qual 7.500 m<sup>2</sup> estão destinados ao setor de produção.



**Figura 2 - Simoldes Aços (Página Web do grupo Simoldes)**

Na atualidade a principal área de negócio é, a produção de moldes de injeção de componentes em plástico para o setor automóvel, como por exemplo, painéis de portas, porta-luvas e grelhas, figura 3. Ao longo dos anos a Simoldes Aços marcou uma posição de liderança no mercado e agora afirma-se como líder mundial. Os moldes de maior dimensão produzidos na Simoldes Aços têm um peso aproximado das vinte e cinco toneladas.



**Figura 3 - Exemplos de moldes (Imagem da Simoldes Aço)**

O volume de negócios da Simoldes Aços foi de cerca de 20 milhões de euros em 2010, sendo que aproximadamente 86% deste valor se destinou às exportações. Os principais países para os quais a Simoldes exporta são países pertencentes à União Europeia, como é o caso da Espanha, França, Alemanha, Suécia, Reino Unido, mas a empresa também exporta para países fora da União Europeia como é o caso dos Estados Unidos da América, Brasil e Argentina.



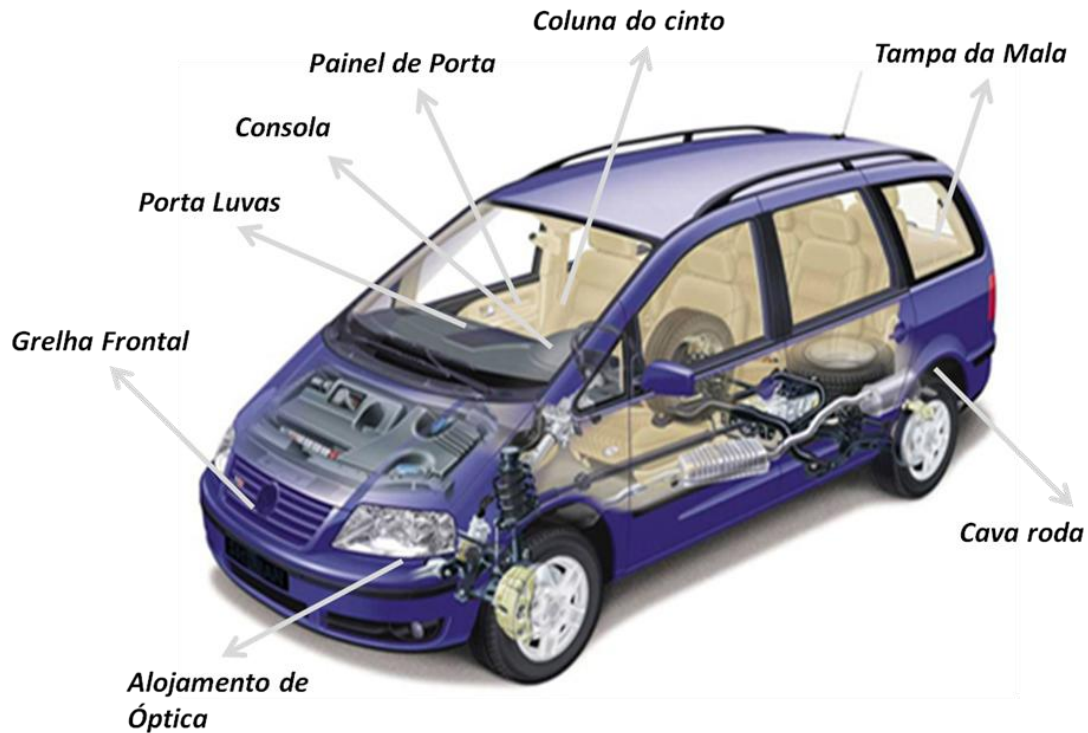
**Figura 4 – Alguns dos clientes da Simoles Aços**

### **1.2.2. Produtos da Simoldes Aços**

A Simoldes Aços dedica-se à fabricação de moldes metálicos para a injeção de plástico. Estes moldes metálicos são encomendados á Simoldes com especificações de fabrico que têm que

ser respeitadas. É com base nas especificações do cliente que os engenheiros responsáveis pelo desenvolvimento concebem o molde. Uma ficha técnica de molde com as especificações do molde apresenta-se, a título de exemplo, no anexo A.

A Simoldes Aços produz na maioria moldes para injeção de plásticos para a indústria automóvel. Na figura 5, estão representadas as peças que são produzidas com moldes fabricados na Simoldes Aços.



**Figura 5 - Moldes produzidos na Simoldes Aços permitem a produção em série destes componentes plásticos**

### 1.3. Estado-da-arte da indústria dos moldes

O setor dos moldes português é caracterizado por ser muito dinâmico, desde do seu início, possuindo um elevado nível técnico e tecnológico. Caracteriza-se pela elevada fiabilidade, e precisão dos seus produtos e por ter um carácter extremamente exportador.

Nos últimos anos, a pressão do mercado ao nível da concorrência, das condições de pagamento e da redução dos prazos de entrega, obrigou muitas empresas do fabrico de moldes a procurar novos mercados estratégicos de produtos com maior valor acrescentado e a alargar a sua cadeia de produção. (Baptista, 2011)

As informações mais recentes remontam a 2008, confirmam que existe uma evolução verificada nos períodos anteriores ou seja, a enorme concentração no setor automóvel que representa 72% do mercado e a diminuição da importância de todos os outros setores uma vez que o segundo mercado (eletrodomésticos) representa apenas 6% das vendas.

A grande dependência de um único setor não deixa de ser uma fragilidade estratégica a ter presente. Algum esforço de diversificação tem vindo a ter lugar nos últimos anos, no sentido de se ganhar quota de mercado em setores de maior valor acrescentado como sejam as tecnologias da saúde e na aeronáutica. Contudo, tal esforço ainda não se materializou em volume de negócios relevantes. (Cefamol, 2010)

**Tabela 1 – Principais indústrias servidas (Cefamol, 2010)**

	1984	1991	1994	2001	2008
Tecnologias da saúde	-	-	-	-	1%
Brinquedos	28%	8%	8%	2%	-
Electrodomésticos	9%	34%	32%	7%	6%
Ind. Automóvel	1%	14%	20%	27%	72%
Embalagem	13%	7%	9%	18%	5%
Elect./Telecom.	21%	9%	9%	12%	3%
Utilidades Domésticas	14%	-	-	7%	5%
Mat. Eléctrico	-	13%	10%	6%	-
Outros	14%	15%	12%	21%	8%

Fonte: Cefamol

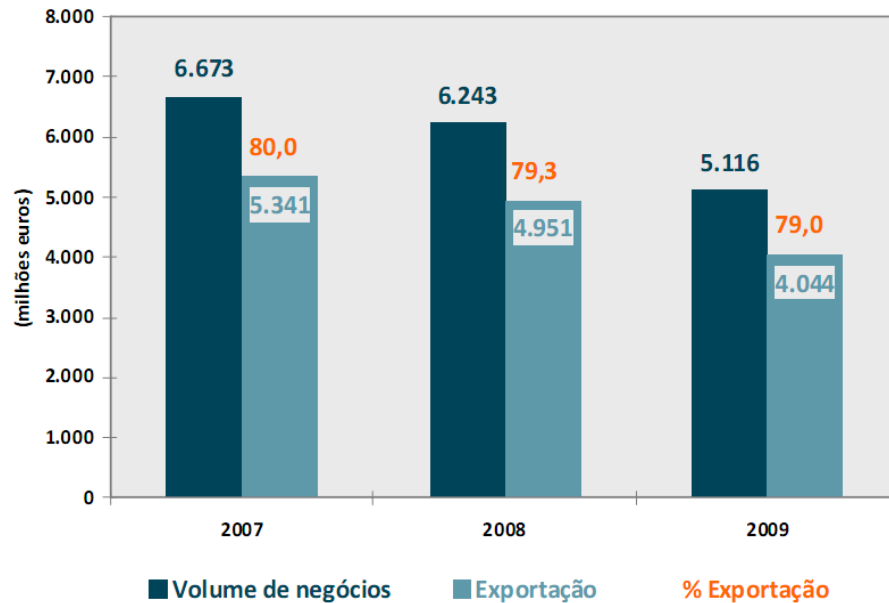
A indústria automóvel tem um peso muito significativo na economia portuguesa e quer ao nível da produção de veículos, quer de componentes, caracteriza-se pela sua transversalidade e tem vindo a desempenhar um papel cada vez mais reconhecido na indústria portuguesa assumindo um grande peso na balança comercial. (Santos, 2000)

Segundo os indicadores disponibilizados pela AFIA, em 2009 a indústria de componentes para automóveis representou 3% do PIB.

**Tabela 2 - Principais indicadores do setor de componentes para automóveis (AFIA, 2009)**

Nº de empresas	180
Volume de negócios (M EUR)	5.116
Exportação (% VN)	79,0
Volume de emprego (nº)	39.600
Volume de Negócios em % PIB (% VN/PIB)	3,0
Peso nas Exportações de Bens e Serviços (%)	8,6
Peso no Emprego (%)	4,7
Custo do trabalho (EUR/Hora)	13,72

Os indicadores mostram que esta indústria é altamente exportadora, cerca de 80% do VN.



**Gráfico 1 - Volume de negócios do setor de componentes para automóveis (AFIA, 2009)**

O tecido empresarial tem vindo a reagir positivamente aos novos desafios postos pela internacionalização e globalização. Sendo esta indústria oligopolista, uma vez que é dominada por um pequeno número de grandes empresas fornecedoras, os desafios da globalização determinam a alteração do papel dos fornecedores na cadeia de produção com implicações na área de investimento produtivo. Funcionando como recetor, promotor e transmissor de inovações, num contexto de ligação entre tecnologias, produtos e atividades, a indústria automóvel justifica uma nova perspetiva e necessita de uma estratégia coerente com a participação e envolvimento dos diversos intervenientes que a compõem. (Almeida, 2007)

O aumento do número de veículos produzidos teve impacto direto na expansão do setor de componentes, que viu a sua dimensão triplicar ao longo da década de 90, a par de um aumento considerável das exportações, para o que contribuiu a instalação da unidade de montagem AutoEuropa.

**Tabela 3 - Evolução do setor de componentes automóveis (1 000 000 contos) (AFIA,2000)**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Facturação	226	284	350	410	445	484	629	710	736	766
Mercado Interno	66	68	75	85	87	100	215	250	271	285
Exportação	160	216	275	325	358	384	414	460	465	481

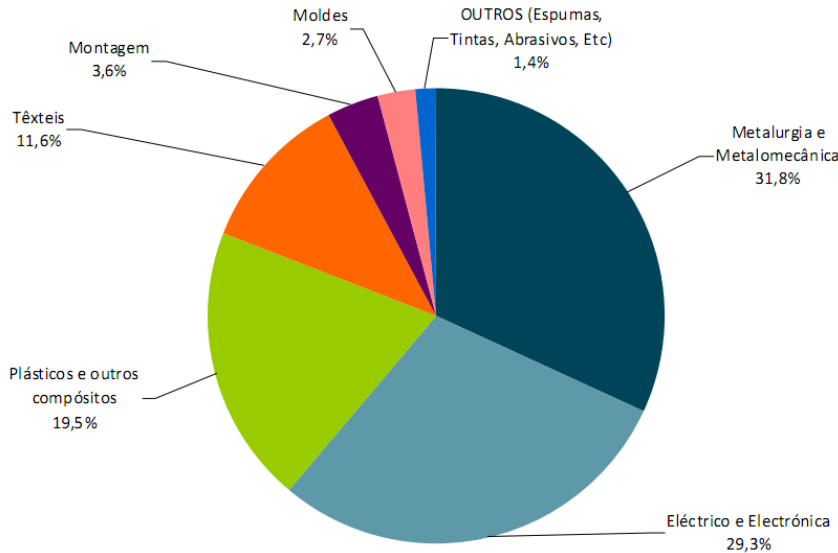
As cerca de 180 empresas contabilizadas no ramo representam atividades distribuídas por um conjunto de setores e diferentes níveis de responsabilidade na cadeia de valor.

Existe uma clara predominância de empresas com volumes de negócio até 25 milhões de euros (cerca de 70 % do total) sendo também relevante a importância das empresas com faturação até 5 milhões de euros que representam perto de 1/3 do total.

Uma análise por subsector revela um peso nas indústrias de processamento de metais, nos subsectores da metalomecânica e da metalurgia, que representam cerca de 31,2 % do volume de

negócios total. A produção de componentes plásticos ocupa cerca de 19,5 % do volume de negócios.

Destaque para a produção de equipamentos elétricos e eletrónicos que representando aproximadamente um terço do VN.



**Gráfico 2 - Subsetores de atividade em percentagem do VN (AFIA, 2009)**

Em termos do fabrico de componentes, era a seguinte a distribuição da importância dos principais mercados de exportação no ano de 2009.

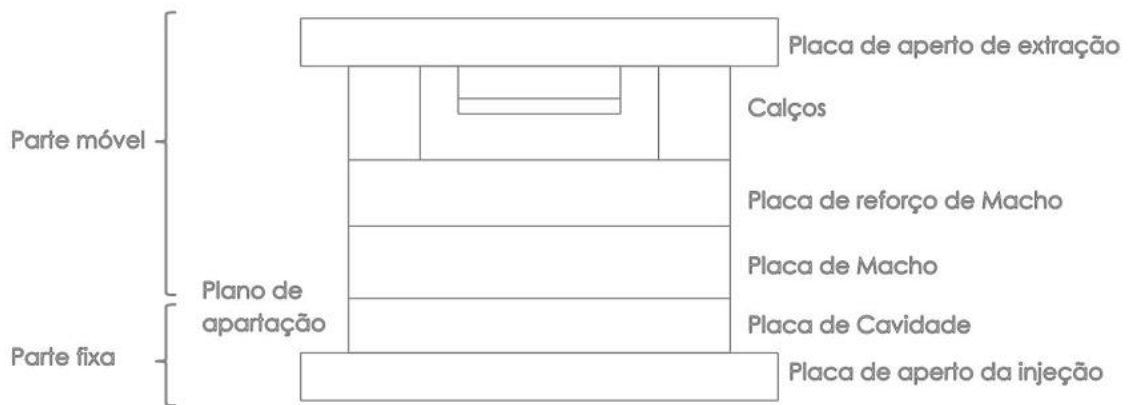
#### **1.4. Nomenclatura de moldes na injeção de plástico**

Um molde de injeção pode ser entendido como um conjunto de sistemas funcionais que permitem, no espaço em que a peça vai ser materializada, que este seja preenchido com plástico fundido em condições controladas.

No fabrico de peças por injeção de plástico na indústria automóvel, o molde têm uma elevada importância pois é ele que dá a forma à peça. Um molde deve produzir peças de alta qualidade, num tempo de ciclo mais curto possível, possuir o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço, assegurando a reprodutibilidade dimensional ao longo do seu tempo de vida. A constituição dos moldes é, assim, determinada pela necessidade de realizar adequadamente as funções associadas à execução do ciclo de Moldes. (Fuh, 2004)

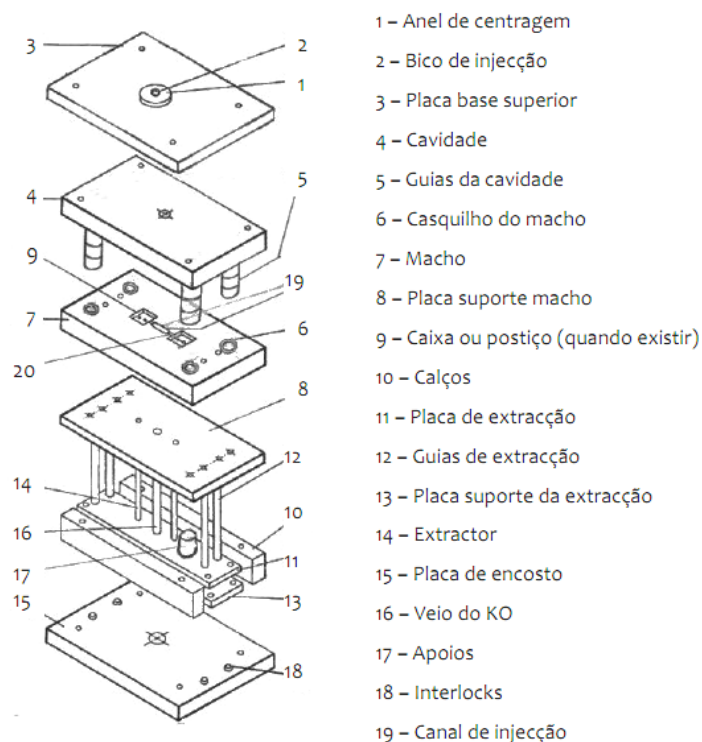
A estrutura de um molde é constituída por um conjunto de placas e calços, cujo número depende do tipo de molde. A estrutura típica de um molde simples é constituída por uma parte fixa e uma parte móvel. A parte fixa é constituída pelas placas de aperto da injeção e cavidade do molde, a parte móvel inclui o macho, placa de reforço de macho, calços e placa de aperto da extração. A figura seguinte ilustra como é constituído um molde simples, numa vista lateral.





**Figura 6 – Constituição simplificada de um molde (Reinert, 2004)**

Na figura seguinte caracteriza pormenorizadamente os vários constituintes de um molde de duas placas. Com o molde aberto é possível observar com melhor precisão todos os seus componentes.



**Figura 7 - Desenho esquemático pormenorizado de um molde de duas placas (Reinert, 2004)**

Os moldes de injeção são constituídos por vários sistemas funcionais:

- A estrutura que assegura a solidez do molde;
- O guiamento que mantém o perfeito alinhamento da cavidade com a macho;
- A alimentação (gito, canais de alimentação e ataques), que permitem o percurso do fundido, desde o bico da máquina de injeção até à impressão;

- O controlo de temperatura que assegura que nas superfícies moldantes a temperatura seja tão uniforme quanto possível e que o arrefecimento se faça de forma rápida;
- A extração que faz com que as peças sejam retiradas do molde. (Pontes, 2003)

### **1.5. Objetivos**

Este projeto de “Melhoria no setor das bancadas”, desenvolvido na Simoldes Aços, teve como principal objetivo, reduzir as perdas de tempo associadas em processos realizados no setor da bancada. Para identificar as perdas de tempo é necessário identifica e caracterizar em primeiro lugar todas as etapas que são efetuadas na bancada e a ligação das bancadas com os outros setores da fábrica.

Identificar pontos críticos e desenvolver uma proposta de melhoria é o mote desta dissertação.

### **1.6. Metodologia**

A metodologia de trabalho consiste numa análise detalhada sobre a situação atual da empresa mais concretamente no setor das bancadas, sendo posteriormente criada uma proposta para implementar no sentido de melhorar o setor das bancadas. Para reunir a informação que permitisse criar o projeto mais adequado à empresa, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Proceder ao levantamento de dados da empresa, através da consulta de bases de dados, apresentações de parceiros da Simoldes, visitas a outras empresas do grupo;
- Efetuar uma revisão bibliográfica sobre os conceitos base da gestão da produção;
- Fazer enquadramento do setor das bancadas dentro da empresa;
- Proceder ao levantamento de todas as operações efetuadas na bancada;
- Caracterizar as operações de forma exaustiva;
- Identificar possíveis pontos de melhoria;
- Criar uma proposta de melhoria do setor das bancadas.

As empresas visitadas foram:

- MDA – Moldes de Azeméis
- SP – Simoldes Plásticos.

As apresentações foram das seguintes empresa:

- Industeel;
- DME;
- Safety Kleen.

As formações que foram realizadas foram:

- Formação de integração na empresa;
  - Sistema de gestão da qualidade;
  - Prevenção de acidentes de trabalho.

### **1.7. Estrutura do relatório**

A presente dissertação está dividida em 7 partes.

O Capítulo 1 destina-se ao enquadramento do projeto de dissertação com a empresa Simoldes Aços. Neste capítulo é feita a contextualização do setor dos moldes na economia portuguesa.

O Capítulo 2 é dedicado aos fundamentos teóricos que serviram de pilar à dissertação.

No Capítulo 3 caracteriza-se o estado atual da Simoldes Aços. Este capítulo faz um principal enfoque na área das bancadas onde esta dissertação se desenrola.

O Capítulo 4 apresenta as práticas comuns levadas a cabo na realização de um molde-tipo. São detalhadas operações descrevendo possíveis variações de métodos de operar na mesma operação.

No Capítulo 5 é constituída uma proposta de melhoria do setor das bancadas. São apresentadas soluções possíveis para problemas intrínsecos ao funcionamento da produção. No final deste capítulo apresenta-se uma análise de custos das propostas apresentadas.

O Capítulo 6 destina-se á apresentação dos projetos que foram consumados até o término da dissertação.

No Capítulo 7 são apresentados as conclusões do trabalho efetuado, bem como sugestões para possíveis trabalhos futuros.



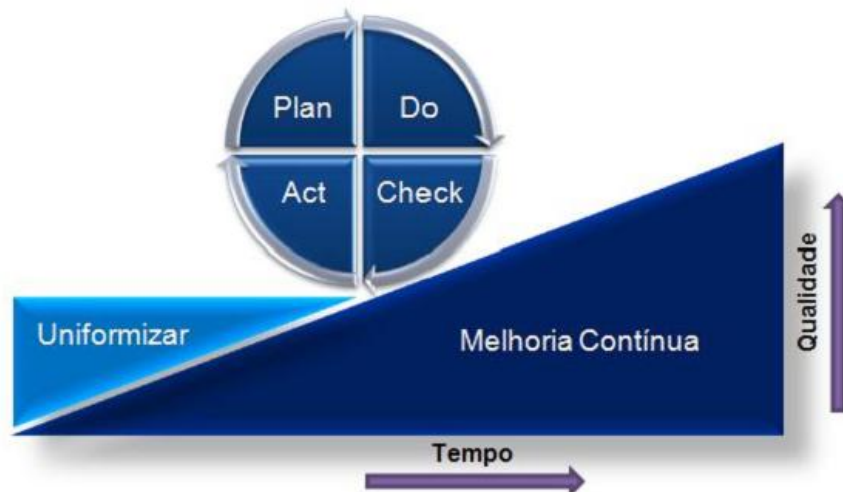
## 2. Fundamentos teóricos

Atualmente, qualquer empresa que pretende ser competitiva no mercado tem que ter práticas de boa gestão, tanto ao nível de planeamento como ao nível da gestão dos recursos.

### 2.1. Melhoria Contínua

O ciclo da melhoria denominado por PDCA (plan, do, check, act) é uma ferramenta simples e poderosa e está no centro da filosofia da melhoria contínua. Esta ferramenta foi introduzida no Japão, em 1950, por W. Edwards Deming, é uma ferramenta de gestão e de tomada de decisões para garantir que os objetivos necessários à sobrevivência de uma organização são atingidos. Esta filosofia é composta pelas seguintes etapas:

- Planear (PLAN) – Definir objetivos a serem atingidos;
- Executar (DO) - Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planeamento;
- Verificar (CHECK) – Verificação dos resultados e medição dos desvios;
- Agir (ACTION) – Análise e redução dos desvios.



**Figura 8 - O ciclo de melhoria de Deming e a Melhoria Contínua (Pinto, 2006)**

### 2.2. Planeamento da produção e controlo

O planeamento e controlo da produção é determinante no desempenho de um sistema produtivo. É evidente que um bom sistema de planeamento e controlo da produção pode não ultrapassar as deficiências do projeto e organização mas dita em muitos casos a sua sobrevivência ou não no mercado. Em sistemas produtivos cuja complexidade vai crescendo com o aumento da procura, compra de novos equipamentos e aumento da variedade dos

produtos, é comum que o sistema de PPC não consiga acompanhar a evolução, reduzindo o seu desempenho para níveis abaixo do sustentável, podendo muitas vezes por em causa a viabilidade da empresa.

Basicamente um sistema de planeamento e controlo de produção fornece informação por forma a gerir eficientemente os fluxos de materiais, a utilizar eficazmente pessoas e equipamentos, coordenar as atividades internas com as dos fornecedores e comunicar com os clientes sobre as necessidades do mercado. A chave nesta definição é a necessidade da gestão em usar a informação por forma a tomar decisões inteligentes. O sistema de PPC não toma decisões ou gere as operações. O sistema fornece o suporte para que eles o façam com sensatez.

As linhas gerais do planeamento e controlo da produção são fornecidas pela gestão de topo da empresa ligando e coordenando os vários departamentos. A gestão de topo deve manter sempre consistentes os planos estratégicos, os orçamentos departamentais, e as próprias capacidades da empresa.

### **2.3. Processo de produção *job shop***

#### **2.3.1. Caracterização do processo de produção *job shop***

A produção por encomenda é dos tipos de processo produtivo mais comum entre as empresas que constituem o tecido empresarial. Podemos nela incluir uma variedade de indústrias e de empresas prestadoras de serviços. O termo *job shop* é utilizado para indicar este tipo de processo de produção.

As empresas de produção por encomenda caracterizam-se por fabricarem uma grande variedade de produtos em pequenos lotes e, como consequência, terem sequências de processamento muito variadas. Este facto resulta em vários problemas para a gestão, nomeadamente no que diz respeito à previsão da procura e consequente dificuldade de antecipação das necessidades dos clientes (Vollmann, 1992) e à existência de zonas de estrangulamento da produção (bottlenecks). Como consequência da variedade de artigos que o *job shop* produz, o processo produtivo e os equipamentos utilizados devem ser flexíveis. No entanto, a mão-de-obra utilizada possui, normalmente, elevada especialização em termos de aptidões requeridas para executar as tarefas (implicando custos de mão de obra elevados).

As características de um processo produtivo deste tipo podem ser sintetizadas aos seguintes aspetos:

- Variedade dos itens produzidos e dos processos produtivos;
- Produção em lotes de pequena dimensão;
- Complexidade no planeamento da capacidade produtiva (consequência da natureza dinâmica da procura);
- Incerteza nas condições externas (alterações frequentes nas especificações do produto, quantidades, *due dates*, atraso nas entregas por parte dos fornecedores) e internas (avaria de equipamento, absentismo dos trabalhadores);
- Dificuldade no planeamento da produção (a informação disponível é insuficiente devido ao carácter dinâmico das ordens, possibilidade de alterações nos pedidos, multiplicidade de processos produtivos).

### 2.3.2. Planeamento e controlo de operações em *job shop*

O termo *job shop* é utilizado para designar o tipo de processo onde é produzido um número elevado de artigos diferentes, normalmente em pequenas quantidades e frequentemente de acordo com determinadas especificações do cliente. É também normal que os fluxos dos produtos possam ser muito variados, assim como os tempos de processamento nas diversas fases de produção. Mesmo conhecendo-se com exatidão o percurso que os trabalhos (ordens de produção) seguem e os tempos de processamento em cada seção, é praticamente impossível prever o estado de ocupação e do *shop floor* em geral, sendo esta uma das maiores dificuldades do problema de planeamento e controlo de operações em *job shop*.

Num *layout* tipo *job shop* os equipamentos e processos são organizados em secções. Este tipo de configuração é o mais clássico e o mais frequente nas organizações e empresas. Trata-se de um *layout* muito flexível mas de difícil gestão. O arranjo dos equipamentos e processos origina muitos transportes e tempos não produtivos. Se a empresa pretende fabricar vários produtos em quantidades variáveis este é o *layout* mais adequado. (Jacob, 2008)

Cada secção executa funções específicas; os materiais e produtos viajam de secção em secção até estarem concluídos.

Na Figura que se segue pode ser visto um exemplo de um *layout* desse género.

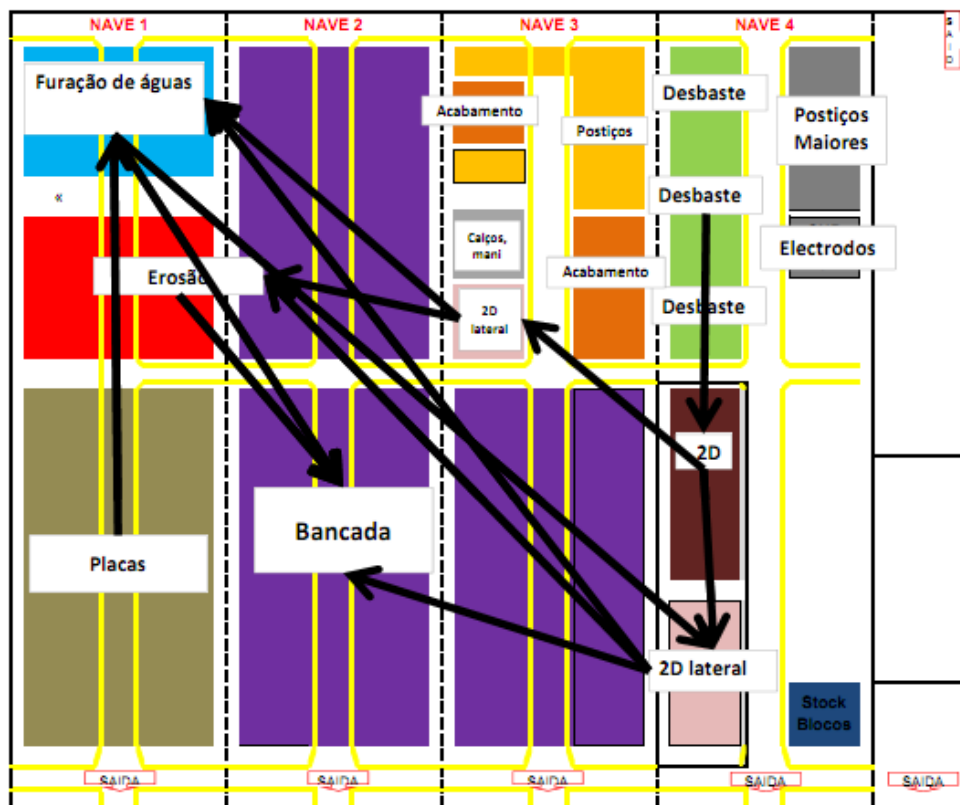


Figura 9 - Esquema de um *layout* tipo "Job-Shop" – Simoldes Aços

O planeamento e controlo da produção envolve decisões relacionadas com a aquisição, utilização e afetação de recursos produtivos de forma a satisfazer os pedidos dos clientes da forma mais eficiente e económica. O problema do planeamento existe porque os recursos de produção são limitados e não podem ser "guardados" para utilização futura. Daí ser necessário efetuar escolhas sobre que recursos incluir, como os afetar pelos diferentes trabalhos, quando os ajustar, por exemplo.

As principais funções de um sistema de planeamento e controlo da produção podem ser resumidas aos seguintes pontos:

- Determinar quanto é necessário de cada um dos produtos finais (com base nas ordens dos clientes e/ou previsões da procura - o chamado plano geral de produção ou necessidades primárias);
- Planear as necessidades dos materiais (necessidades secundárias - determinação das necessidades de matérias primas e do conjunto de componentes ao longo do tempo);
- Programar e sequenciar os trabalhos;
- Planear e balancear as capacidades;
- Determinar os trabalhos a serem lançados e em que data;
- Controlar a prossecução dos objetivos definidos (em termos de desempenho) e tomar medidas se ocorrerem desvios.

#### **2.4. Filosofia 5S**

A filosofia 5S surgiu no Japão no início dos anos 50, provavelmente inspirada na necessidade que havia de colocar em ordem a grande confusão, resultado da derrota do país para as forças aliadas. Esta filosofia demonstrou ser tão eficaz enquanto reorganizadora das empresas e da própria economia japonesa que é considerada o principal instrumento de gestão da qualidade e produtividade utilizado naquele país.

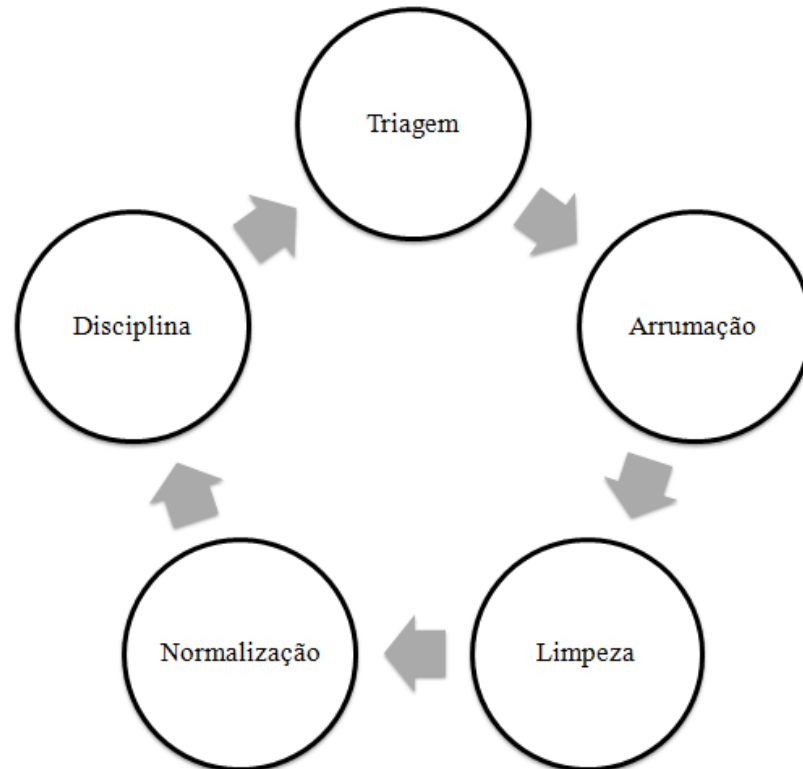
O objetivo da filosofia 5S é promover a alteração do comportamento das pessoas visando a total organização da empresa através da eliminação de materiais obsoletos, execução constante da limpeza no local de trabalho, construção de um ambiente que proporcione bem-estar, redução de desperdícios e aumento da produtividade.

Os objetivos da implementação desta ferramenta são:

- Melhorar a qualidade dos produtos/serviços;
- Melhorar o ambiente de trabalho;
- Melhorar o relacionamento humano;
- Desenvolver o trabalho em equipa;
- Reduzir custos;
- Promover a melhoria contínua dos processos – eliminar desperdícios;
- Dar ênfase à segurança;
- Estimular a motivação dos colaboradores.

O sistema 5S tem a sua origem em cinco palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, que traduzidas para português significam: Triagem, Arrumação, Limpeza, Normalização e Disciplina.





**Figura 10 – Etapas da filosofia 5S**

#### Triagem (Seiri)

O primeiro S centra a sua atenção na eliminação dos itens desnecessários. Nesta fase as principais tarefas e questões a responder são basicamente duas: procurar e identificar itens desnecessários e deslocá-los para uma área temporária e deixar apenas o essencial.

#### Arrumação (Seiton)

Depois da triagem e com a retirada de tudo o que é dispensável para a realização das tarefas procede-se à criação de uma nova metodologia de organização dos postos de trabalho. As principais questões que os intervenientes nas tarefas devem colocar são: o que é que eu necessito para a minha tarefa? Onde devo colocar os itens necessários? Qual a quantidade desses itens que necessito?

#### Limpeza (Seiso)

A limpeza deve ser feita por todos, ou seja, cada um é responsável pela sua área de trabalho. Através de um ambiente de trabalho limpo evitam-se problemas, descobrem-se eventuais anomalias, além do facto de ser muito mais agradável trabalhar num ambiente limpo.

#### Normalização (Seikutsu)

A quarta fase dos 5S, vai centrar -se na definição de uma metodologia que permita manter e controlar os 3 primeiros S's. Como forma de exemplo é necessário definir por escrito os aspetos a controlar, de maneira a se poderem atingir os objetivos traçados, sendo eles,

definição de níveis de *stocks* mínimos, períodos de tempo para limpar os postos de trabalho, datas para a identificação dos destino a dar aos itens desnecessários, entre outros.

#### Disciplina (Shitsuke)

A última fase dos 5 S consiste na necessidade de um trabalho contínuo, para que tudo o que foi implementado seja mantido e cada vez com mais e melhores resultados. Nesta última fase, as principais preocupações são: assegurar a manutenção da aderência da metodologia dos 5 S através de comunicação, formação e autodisciplina e assegurar que os 5 S se tornem um hábito de toda a empresa. (Imai Masaaki, 1997)

### **2.5. Normalização de processos**

A normalização de processos significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas. Este processo passa pela documentação dos modos operatórios garantido que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações. As maiores vantagens de uniformizar o processo são:

- Aumento da previsibilidade dos processos
- Redução dos desvios
- Menores custos

Ao tornar o processo de fabrico ou montagem uniformizado, a empresa estará a contribuir para a redução dos desvios (variação ou oscilação dos processos) e a garantir a consistência das operações, produtos e serviços. A consistência é atualmente, uma das características de qualidade mais apreciadas. (Liker e Meier, 2005)

### 3. Estado atual da Simoldes Aços

Neste capítulo pretende-se caracterizar o estado atual da Simoldes Aços identificando pontos que possam ser alvo de melhoria.

#### 3.1. Planeamento da produção

O planeamento da produção é realizado com base na experiência do responsável de produção que atribui a cada etapa do processo uma estimativa de tempo. O planeamento vai sendo atualizado e ajustado à medida que o molde avança no processo produtivo. A recolha de informação é feita pessoalmente, consultando os chefes das diferentes áreas (Maquinação, erosão, bancada, etc..) e posteriormente atualizado no *software* Microsoft Project.

No estudo do processo produtivo determinou-se que o planeamento de produção é feito com grandes margens de derrapagem o que provoca o síndrome do *lead time*.

O estudo pioneiro deste fenómeno foi levado a cabo por Wight (1970) que constatou que muitos dos problemas existentes nas empresas de produção por encomenda (*stocks* de produtos em curso de fabrico elevados, incumprimento nas datas de entrega prometidas, falta de espaço, ...) podem ser resolvidos utilizando um sistema de planeamento e controlo eficiente. Zäpfel e Missbauer (1993) referem este fenómeno nos seus estudos e representam-no esquematicamente de forma análoga à figura que se segue.

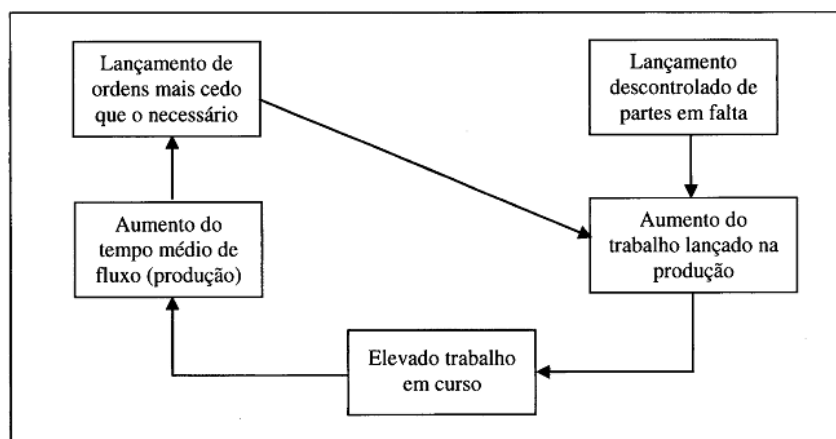


Figura 11 – Síndrome do lead time (Zapler e Missbauer,1993)

A explicação existente para a ocorrência daquele síndrome é que, para evitar incumprimentos e em face de tempos de fluxo longos e incertos, são planeados *lead times* mais alargados que resultam em maiores quantidades de trabalho (lançamento das ordens na fabrica muito mais

cedo do que o necessário), em *stocks* de produtos em curso mais elevados, em menor capacidade de controlo e, por isso, em *lead times* ainda maiores. A reação do decisor é aumentar os tempos de fluxo planeados, o que tende a agravar cada vez mais a situação. As três maiores causas de longas filas de trabalhos e de grandes quantidades de trabalho acumulado são: *lead times* planeados inflacionados, lançamento errado de trabalhos e incapacidade de planear e controlar eficazmente.

### 3.2. Layout da empresa

As máquinas estão agrupadas por grupos, o que permite uma maior flexibilidade ao planeamento de produção. (Chase, 2006)

O processo produtivo da Simoldes Aços é classificado como *job shop*. Esta terminologia *job shop* é utilizada para designar o tipo de processo onde é produzido um número elevado de artigos diferentes, normalmente em pequenas quantidades e frequentemente de acordo com determinadas especificações do cliente.

Atualmente, a empresa está a sofrer um processo de reestruturação ao nível do *layout*. A ideia é agrupar máquinas com o intuito de criar uma célula produtiva de componentes. A título de exemplo, segue-se o *layout* da empresa antes da reestruturação e mais á frente é apresentado o *layout* em período de reestruturação.

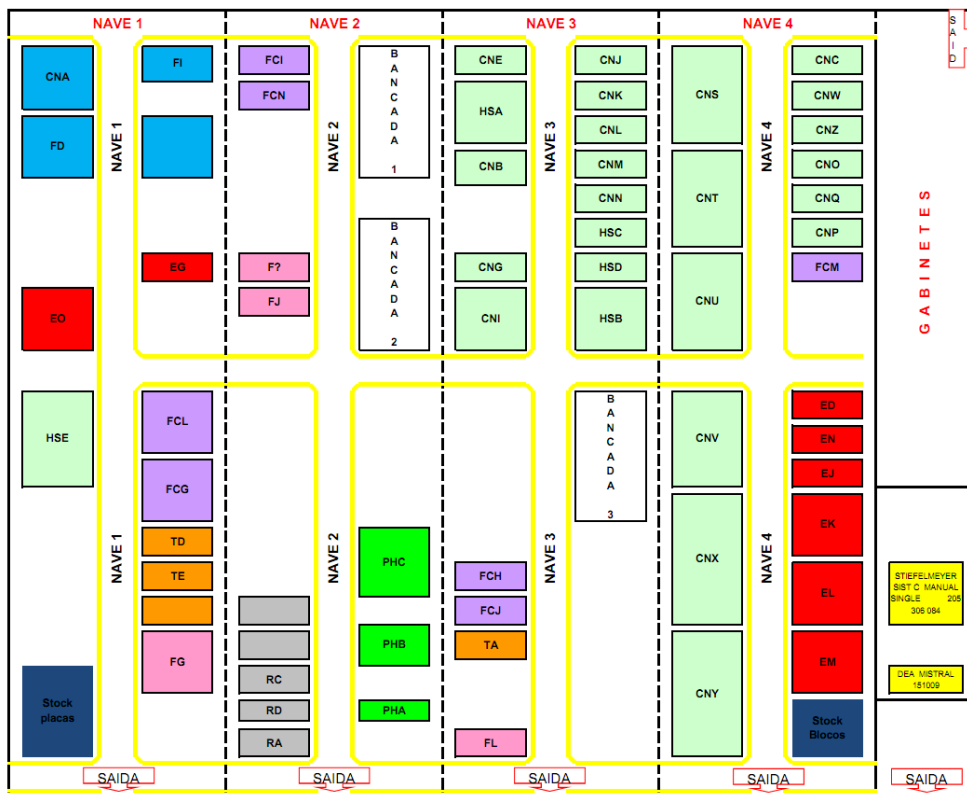


Figura 12 –Layout da Simoldes Aços antes da reestruturação

As máquinas estão classificadas internamente da seguinte forma:

- Desbaste – fresadoras CNC de maior porte e mais antigas, onde não é necessário elevada precisão;
- Acabamentos e reduções – fresadoras CNC mais recentes com maior precisão que as anteriores;

- Erosões – electroerosoras;
- Postiços e eléctrodos – um grupo de fresadoras cuja função é produção de eléctrodos e postiços em cobre;
- Furação – operações de furação de profundidade;
- Bancadas – onde se desenrola a montagem e acabamentos do molde final;
- Maquinagem de placas de estrutura.

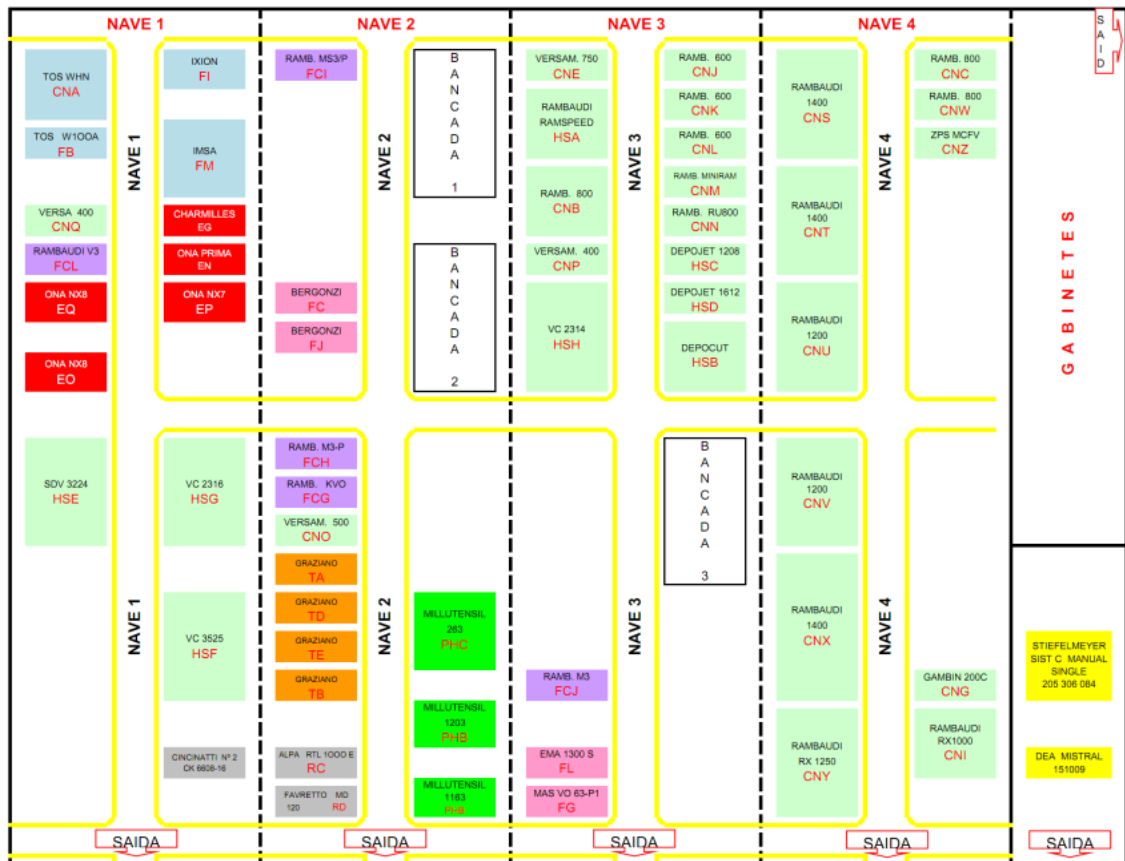


Figura 13 – Layout em período de reestruturação da Simoldes Aços

Legenda:

Verde-claro – Máquinas CNC

Vermelho - Electroerosoras

Violeta – Fresadoras convencionais

Azul – Furadoras e mandriladoras CNC

Laranja – tornos

Cinzeno – Rectificadoras

Verde – Prensas

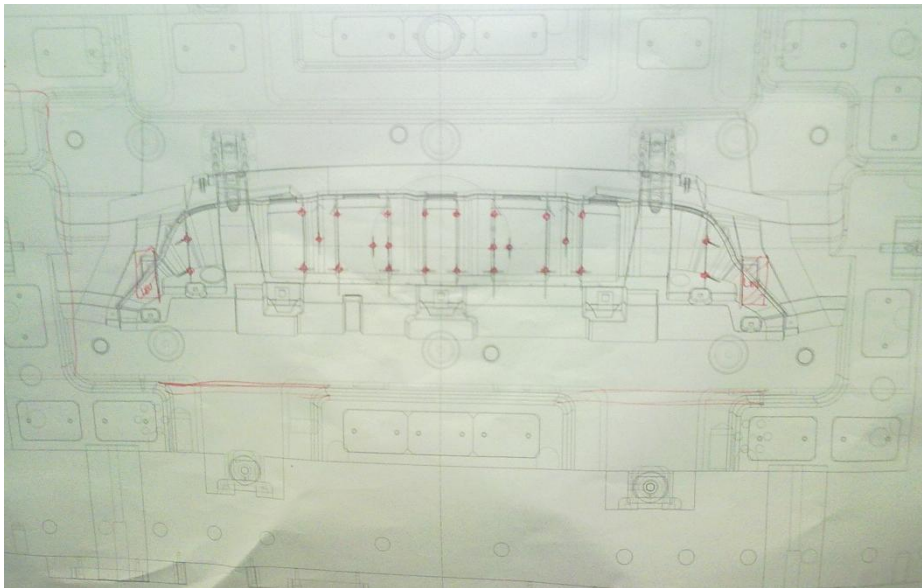
De forma a simplificar a terminologia interna na empresa, a cada máquina corresponde um código. As referências específicas de cada máquina estão a preceder o código interno como por exemplo uma fresadora da marca Trimill modelo vc 3525, possui um código interno de HSF.

### 3.3. Produção

O plano de produção é um processo dinâmico dependendo exclusivamente das datas de entrega do molde ao cliente. O departamento comercial quando entra em contacto com o cliente estabelece uma data do primeiro ensaio, no entanto esta data pode ser modificada o que faz com que as prioridades na produção estejam em constante mudança. Durante a fabricação de moldes existe a necessidade de mudar o planeamento devido a vários motivos, entre eles:

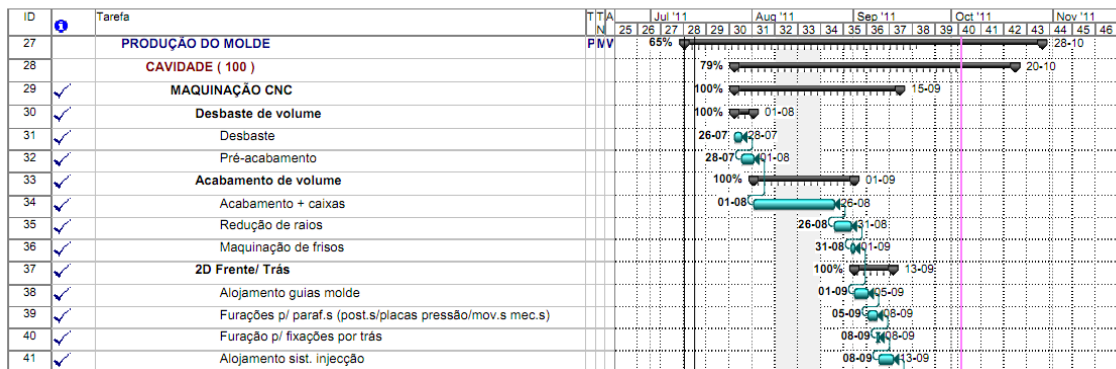
- Alterações do projeto durante o processo produtivo, propostas pelo cliente, OA;
- Alterações internas provenientes do departamento técnico para simplificação ou acréscimo de valor ao projeto;
- Antecipação de visitas do cliente para acompanhamento do desenvolvimento do projeto;
- Erros denominados de não conformidades.

O “Desenho Preliminar” irá ser a base do planeamento da produção. Uma análise cuidada por parte do diretor da produção irá originar a definição do conjunto de operações necessárias para a execução do mesmo, assim como o tempo destinado a cada uma. A sua experiência profissional permite-lhe fazer esta previsão com bastante rigor, sem recurso a outro tipo de informação. A calendarização do conjunto de operações é realizada no *software* Microsoft Project, as operações são sequenciadas por precedências tentando minimizar o caminho crítico.



**Figura 14 – Desenho Preliminar**

A atualização do plano de produção está sempre condicionada com entrada de novos moldes em fabrico, como por fatores já mencionados anteriormente. Diariamente, o responsável de produção percorre a fábrica para executar o levantamento do estado dos moldes.



**Figura 15 – Exemplo de um plano de produção de um molde**

### 3.3.1. Matéria-prima

A Simoldes Aços utiliza fundamentalmente o aço com principal matéria-prima. O aço é fornecido em blocos ou em placas com medidas adaptadas ao projeto em que vai ser usado. Com este método consegue-se reduzir o tempo de desbaste do aço.

**Tabela 4 - Aços usados na Simoldes Aços (Caderno técnico Simoldes Aços)**

Referência interna	Norma AISI	Componente do molde
2738	P20 + Ni	Cavidade
2738HH	P20 + Ni	Macho
2311	P20	Placas
2312	P20 + S	
1730	1045	Placas e Apoios
5752	3415	Guias
2738	P20 + Ni	Perfil

**Tabela 5 - Ligas de cobre e cobre usados (Caderno técnico Simoldes Aços)**

Referência interna	Fornecedor	Referência do fornecedor	Componente do molde
LC 18	Anpco	Anpco 18	Postiços e movimentos
LC 83	Anpco	Anpco 83	à extração
Cobre	Não é necessário especificar fornecedor, porque este material é muito vulgar.		Casquilhos e placas de deslize

Quando estes blocos e placas de aço chegam é necessário proceder a uma inspeção das dimensões. Em seguida o bloco é transportado por uma ponte rolante para uma fresadora com comando numérico que procede à etapa de desbaste. Nesta etapa são maquinados os contornos brutos

### 3.3.2. Transformação CNC

A transformação CNC é fundamental para qualquer componente de moldes. Esta etapa encontra-se subdividida em várias subetapas:

- Maquinação tridimensional (3D) – esta etapa antecede as outras abaixo mencionadas, é constituída por quatro operações de fresagem, pela seguinte ordem: desbaste, redesbaste, pré-acabamento e acabamento;
- Maquinação bidimensional (2D) – engloba operações de furação, mandrilagem e maquinação dos componentes não-moldantes, componentes que não influenciarão diretamente a forma final da peça termoplástica;
- Electroerosão – gravação de geometrias impossíveis de realizar pelas operações de fresagem ou de superfícies que necessitam de melhor acabamento.

Na Simoldes Aços o processo de maquinação é planeado e controlado pelo responsável da secção de maquinação que atribui os trabalhos que devem ser efetuados às respetivas máquinas munindo os operários de documentos necessários do componente a realizar, nomeadamente croquis de acompanhamento/execução, com ilustrações de como vai ficar o componente, a referência do molde e do componente, material e tratamentos térmicos, dimensões, designação do ficheiro que contém o modelo tridimensional; desenhos do molde, desenhos tridimensionais da peça final; e outros ficheiros relevantes. Paralelamente é feita a exportação dos ficheiros no formato PRT e IGES para as pastas existentes para o efeito, para posterior consulta na produção.

Com esta coletânea de informação o operador poderá iniciar o cálculo do programa de maquinação realizado com o *software* CAM *PowerMILL*, localizado num posto de trabalho comum a várias máquinas. De forma a otimizar o processo, o operador é instruído para que no tempo em que a máquina está a trabalhar, ele realize todas as etapas que podem ser feitas em simultâneo, como por exemplo, preparar o programa de maquinação da peça que vem à posteriori.



**Figura 16 - Posto de *software* CAM**

Usando o *Software* CAM o operador acede ao ficheiro do modelo tridimensional mencionado no croqui do componente, fornecido pelo departamento técnico, e analisa-o escolhendo a



estratégia de maquinação e a ferramenta mais apropriada à operação, enviando o ficheiro com o percurso de ferramenta calculado para a máquina que irá realizar o trabalho. O *software* converte esse ficheiro na linguagem da máquina, que irá conter informações relativas à identificação do molde, das ferramentas, da estratégia de maquinação e das linhas de código correspondentes aos vários percursos da ferramenta.



**Figura 17 – Croquis técnicos e Ficha de Tempos junto ao posto de trabalho**

Quando há autorização para se iniciar a maquinação, o operário irá transportar a peça desde a zona de armazenamento até à mesa da máquina, caso esteja livre para tal. Esta operação de transporte é geralmente executada com uma ponte-grua ou manualmente consoante o tamanho da peça. No caso do transporte por ponte-grua, as peças tem de estar munidas de olhais ou com auxílio de uma base de transporte.

Em seguida procede-se à verificação de dimensões, especificações e referências do componente, e em caso de algum defeito será necessário parar o trabalho e comunicar ao responsável. Inicia-se então o aperto e centragem da peça que é efetuada como o auxílio de um comparador. O colaborador acede no posto de trabalho ao programa CNC no *software* CAM, certificando-se que o programa em trabalho é o correto.

Seleciona-se a ferramenta que vai ser utilizada, procede-se ao aperto e referenciação da mesma e determinam-se as coordenadas do ponto de referência do início do programa CNC, coordenadas registadas diretamente no programa da máquina.

O tempo que antecede a maquinação, ou seja, o aperto e a referenciação, são designados por tempo de *Setup*. O rigor e exigência desta operação determinarão se o processo se vai desenrolar com normalidade ou não. Esta precisão vai influenciar a etapa final do molde realizada na zona da bancada, no sentido da redução de tempo despendido no ajuste e assemblagem das peças.

Finalizado o primeiro programa de maquinação CNC da operação de desbaste, designado como primeiro aperto, verifica-se se será necessário maquinar outra face do bloco, ou seja, se será necessário outro aperto. Caso seja necessário, repetir-se-á o procedimento a partir da fase de comparação do bloco até a verificação de um novo aperto.

Após a conclusão do primeiro aperto da operação de desbaste é efetuada a gravação definitiva do componente. Nas peças de grandes dimensões é criada uma zona circular rebaixada, destinada à gravação da identificação e à criação da referência. A referência criada é

apelidada de “Pínula de Referência”, contem o código alfanumérico do molde, assim como as coordenadas da referência. Nas peças pequenas é definida uma área de gravação do código.



**Figura 18 – Identificação dos componentes**

No setor da electroerosão procede-se à remoção de material através da erosão provocada por descargas elétricas sobre a peça. A peça e o eléctrodo são mergulhados num líquido dielétrico que ao início não é condutor e quando a distancia entre a peça e o eléctrodo diminui, esse líquido torna-se subitamente condutor e surge uma descarga elétrica que percorre o espaço existente entre ambos. A energia térmica libertada é usada para a fusão e remoção do material. As aproximações e afastamentos consecutivos do eléctrodo permitem uma sucessão de descargas elétricas e a erosão da peça.

Os operários no final de cada operação procedem ao registo da atividade num formulário em papel criado pela empresa, a “Ficha de Tempos”.

SIMOLDES AÇOS		FICHA DE TEMPOS			
NOME:		N.º	MÁQ/BANCADA:		
DATA	MOLDE Nº	COMPONENTE	CÓDIGO OPERAÇÃO OU PARAGEM	TEMPO NORMAL Horas- Minutos	TEMPO EXTRA Horas- Minutos
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-

**Figura 19 - Ficha de tempos preenchida manualmente na produção**

Nesta ficha preenche-se os campos relativos à data, número de molde e componente, máquina em que se realizou, código da operação ou paragem e regista-se a hora de início e fim da atividade. No final de cada turno as fichas são recolhidas e os dados são inseridos

manualmente numa base de dados apelidada Gcustos. Findas as operações de maquinação, os componentes serão transportados até a bancada.

Durante o processo de produção de moldes podem ocorrer vários erros, denominados de não conformidades. Estas não conformidades derivam de erros de maquinação, fratura de ferramentas, erros de conceção, erros derivados da zona de bancada, encontrando-se classificados da seguinte forma:

- Alojamentos incorretos dimensionalmente;
- Alojamentos mal posicionados;
- Anomalias na soldadura;
- Anomalias no fecho do molde;
- Componentes danificados;
- Duplicação de pedido de material incorporável no molde;
- Elementos incorretos dimensionalmente;
- Empenos por maquinação;
- Falta aço para ajustamento;
- Falta de elementos;
- Falta gravações;
- Fugas de água / óleo;
- Furação incorreta;
- Gravações incorretas dimensionalmente;
- Incumprimento de *standards*;
- Lanhadas;
- Materiais incorretos;
- Mau funcionamento de sistemas;
- Passo de rosca incorreto;
- Rebarbas.

O departamento de metrologia está responsável por anotar estas não conformidades, classifica-las e anota-las num ficheiro de Excel, bem como as horas despendidas na correção.

### **3.3.3. Ajuste, montagem e acabamento**

O planeamento vai sendo atualizado à medida que o processo de produção do molde vai evoluindo. A previsão do tempo de execução de cada molde é ditada pela data do primeiro ensaio e pela data de entrega do molde finalizado.

Na zona das bancadas, onde se irão realizar várias operações de ajuste, montagem, e acabamento os fatores determinantes são: a data do primeiro ensaio e a data limite de execução do molde.

Esta etapa é a mais rigorosa e morosa por diversos fatores:

- Com o desgaste das máquinas de CNC a precisão vai diminuindo e como grande parte das máquinas da empresa é antiga, algumas peças não são maquinadas com o acabamento desejado. Assim sendo, é necessário despende mais tempo que o previsto no ajuste de componentes, atrasando outras operações na bancada;
- Sendo este trabalho manual, é um trabalho que exige que o operador seja bastante minucioso e dedicado. Todos os componentes necessitam de estar conforme o projeto para impedir problemas na injeção do termoplástico;

- Os componentes não se encontram disponíveis na bancada todos ao mesmo tempo. Durante o processo de maquinação há componentes em *blocking*, peças retidas em zonas de armazenamento entre processos a aguardar pela disponibilidade da máquina;
- Quando se procede á montagem é comum verificar-se que existem erros na cinemática de alguns componentes o que faz com que estes sejam remodelados tridimensionalmente e maquinados de novo;
- Os atrasos de processos que antecedem o setor das bancadas criam uma necessidade de acelerar todo o processo, traduzindo-se em horas extraordinárias, o que acarreta custos e também uma maior pressão sobre os colaboradores.

A informação é distribuída nas bancadas pelo responsável da produção e pelo departamento técnico sob a forma de planos de moldes, desenhos, croquis de execução, relatórios de alterações do cliente e instruções de produção verbais.

Os componentes que chegam às bancadas são agrupados num lugar próprio identificado pelo número do molde, normalmente uma parte de uma gaveta. Com o plano do molde determina-se as ordens de trabalho a executar. Será necessário avaliar o estado dos componentes de forma a definir estratégias de execução e alocar os recursos necessários à execução das operações. Esta avaliação é da competência dos responsáveis de cada setor.



**Figura 20 – Gavetas de arrumação de componentes**

As fichas de tempos usadas na maquinação também são usadas nas zonas das bancadas para o registo das operações. Atualmente, as operações que se realizam nas bancadas encontram-se designadas pelos seguintes códigos:

- Polimento;
- Ajustamento;
- Furações;
- Montagem/desmontagem;
- Apoio;
- Traçagem/tapar/experimentar águas;
- Operações conjuntas/diversos;
- Marcações/Rebarbar.

Os funcionários não registam as operações com muito rigor pois as designações são bastante vagas, sendo a maior parte das codificações “Operações conjuntas/diversos”. Sendo assim o tratamento dessa informação torna-se pouco útil.

Os elementos mais importantes são aqueles que serão responsáveis pela gravação da peça termoplástica, componentes moldantes, pois necessitam de ser ajustados e quando finalizada a operação, regressam á maquinação para “maquinar o volume”. Esta operação é responsável por retirar o excesso de material existente nos componentes ajustados de forma a criar uma superfície uniforme e reproduzir peças plásticas com bom acabamento.

Com o aproximar do prazo final do molde, o molde será submetido a testes, ensaios para se verificar se o molde é funcional em termos de ajustamento, mecânica geral, temperatura de refrigeração, injeção, extração, registando os resultados no plano de inspeção. É feita uma avaliação sobre o aspeto da peça ao nível de defeitos, rechupes, verificação das linhas de união, entre outros. Havendo necessidade de aperfeiçoamento, o projeto do molde regressará ao departamento técnico e/ou o molde regressará à produção de forma a corrigir eventuais defeitos.

Na data acordada para o primeiro ensaio o molde será testado na presença dos clientes e serão criadas e avaliadas as peças termoplástica. Após este ensaio e as correções que dele advierem o molde é aprovado pelo cliente, dando-se início ao processo de finalização de *standards*, pintura, entre outros.

Findo este processo, o departamento de logística prepara todos os documentos e realizará os procedimentos necessários à expedição do molde.

### 3.4. Utilização de processos de produção

Na Simoldes Aços existem três bancadas de moldes que se destinam à montagem, ao ajuste e ao acabamento do molde. Cada bancada tem um chefe de bancada que está encarregue de servir de elo entre o diretor de produção e os operários.

Atualmente, as bancadas representam cerca de 36% do tempo despendido na produção de moldes, segundo os documentos internos da empresa. Este tempo é traduzido diretamente em horas de trabalho de funcionários pois todo o processo de montagem envolve a intervenção humana. (Ann, 2010)

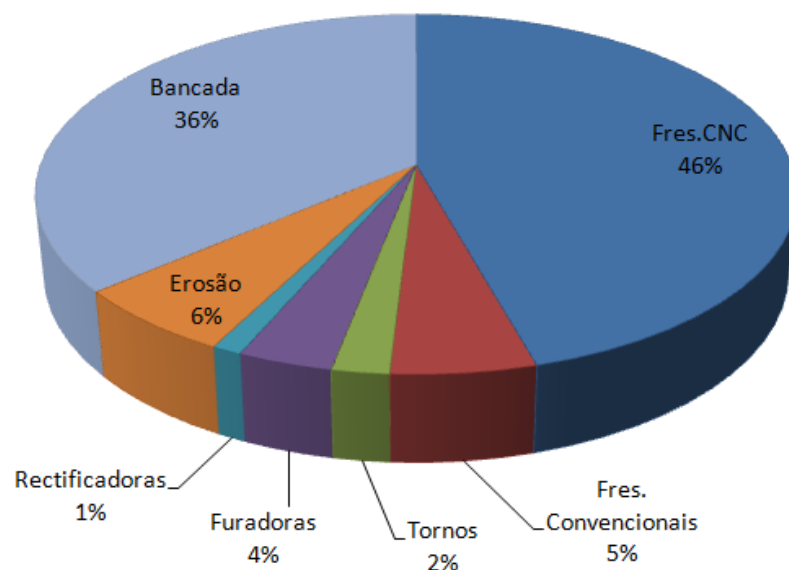


Gráfico 3 - Utilização dos processos de produção (Ann, 2010)



## 4. Estudo dos moldes no setor das bancadas

Neste Capítulo apresentam-se as práticas comuns levadas a cabo na realização de um molde. Para isso foi levado a cabo um trabalho de proximidade na bancada onde se desempenhou as funções de um operário.

### 4.1. Introdução

Na zona das bancadas é onde se procede a várias operações de ajuste, montagem e acabamentos. É neste setor que se deteta grande parte dos erros de maquinação, bem como erros provenientes do projeto.

Os dois principais componentes do molde são o macho e a cavidade. A cavidade corresponde à parte visível da peça enquanto o macho corresponde à parte técnica que em geral aloja os encaixes da peça final.



**Figura 21 – Macho (esquerda) e Cavidade (direita)**

O planeamento em vigor na Simolde Aços é executado com base nestes dois elementos tendo em conta a data de primeiro ensaio. Após o primeiro ensaio o planeamento é substituído por relatórios de ensaio onde vigora uma listagem de erros e possíveis melhorias.

No final do processo o molde tem que ser capaz de produzir centenas de milhares de peças segundo as especificações do cliente.



**Figura 22 – Exemplo de peça final**



## 4.2. Levantamento e caracterização das etapas nas bancadas

### 4.2.1 Limpeza

Os moldes quando entram no setor das bancadas vêm com limalhas á superfície e também limalhas nas cavidades. O óleo usado na maquinação faz com que a remoção das limalhas se torne difícil apenas por sopro de ar comprimido.

Geralmente segue-se este procedimento:

- Com o carrinho disponível e com as pontes móveis, transporta-se o molde para a bancada;
- Aciona-se o ar comprimido por todo o molde de forma a remover grande parte das limalhas;
- Usando uma ponta que alonga a pistola de ar comprimido, introduz-se a essa alonga em todas as cavidades fazendo com que as limalhas sejam forçadas a sair;
- Munindo a pistola de ar comprimido com um depósito, adiciona-se um desengordurante com a referência (Kluthe haku E 5079) ao ar comprimido;
- Para finalizar o processo embebe-se um pouco de desperdício em acetona e procede-se à limpeza de todo o molde.



**Figura 23 – Limpeza de moldes**

A limpeza dos moldes nas bancadas é feita com o molde pendurado na ponte-móvel no meio dos corredores de circulação.

### 4.2.2 Quebrar quinas

Os moldes quando saem da maquinação possuem bastantes arestas vivas e rebarbas que facilmente se podem tornar num perigo. Estas arestas fazem com que o acoplamento de peças seja bastante dificultado, por estes motivos quebram-se as quinas.





**Figura 24 – Quebrar quinas**

A maquinaria que é utilizada nesta etapa é a retificadora elétrica com duas cabeças diferentes (cónica e esférica) e uma rebarbadora.

Esta etapa pode ser em grande parte dos casos feita nas maquinadoras CNC's.

#### **4.2.3 Escarear furos**

Escareamento é um processo de maquinação destinado a fazer um alargamento, cónico ou cilíndrico, na entrada de um furo.



**Figura 25 – Escareamento de furos**

Este processo de escarear furos pode ser realizado nas fresadoras CNC com bastante facilidade e rapidez.

Se o programador e/ou operador CNC decidir maquinar uma linha sobre os furos pode obter o mesmo efeito que se obtém na bancada libertando tempo à bancada.

#### **4.2.4 Afinar roscas – Passar machos**

Os furos roscados provenientes da maquinação, nem sempre estão em condições para roscar. De forma a evitar paragens numa fase posterior de ajustamento ou montagem, procede-se á afinação de roscas.

Nesta etapa utiliza-se machos com o diâmetro pedido para realizar a verificação de todos os roscados. Verifica-se se a profundidade do furo está correta.

No procedimento, utiliza-se apenas o macho número 3.



**Figura 26 – Passar machos nos furos roscados**

#### **4.2.5 Afinar furos - Passar mandril**

As caixas que armazenam os veios vêm por vezes com um acabamento da maquinação que não permite o acoplamento dos veios. Por defeito na bancada, os furos são todos verificados com a ajuda de um mandril.

Esta operação pode ser facilmente integrada nas CNC de forma a libertar recursos na bancada.



**Figura 27 – Mandrilagem de um furo para ajustamento de um veio**

#### **4.2.6 Tapar águas e óleos**

Em primeiro lugar imprime-se um esquema tridimensional com as furações do molde. Com base neste documento traça-se sobre uma superfície do componente a localização da circulação das águas.



**Figura 28 – Marcação das águas**

Depois aplicam-se os tacos que vão determinar em que sentido e por onde as águas vão circular.

Os tacos são obstruções propositadas na circulação de águas para forçar as águas a seguir um circuito estabelecido no projeto. Para isso é necessário recorrer a uma ferramenta específica que possibilita a inserção de tacos.



**Figura 29 – Instrumento que possibilita a inserção de tacos**

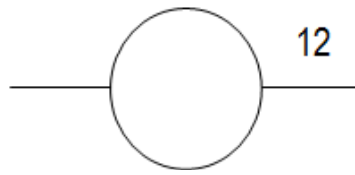
As palhetas de refrigeração têm como função forçar o fluido de refrigeração a percorrer a totalidade da profundidade dos canais de refrigeração.



**Figura 30 – Palheta de refrigeração**



As palhetas são encomendadas á medida a um fornecedor e são instaladas no molde seguindo a marcação previamente feita. As palhetas possuem um traço que informa até onde se deve apertar. Também possuem o número identificativo para facilitar a montagem.



**Figura 31 – Orientação e numeração da palheta de refrigeração**

Depois de inserir os tacos e as palhetas, aplicam-se os bujões. Os bujões são usados para evitar o contacto do circuito de água com o exterior.



**Figura 32 – Aplicação de bujões no circuito de águas**

#### **4.2.7 Marcações**

Nas bancadas procede-se à marcação de placas e de palhetas. As marcações das caixas e das respectivas placas de pressão ou placas de ajustamento são fundamentais para não existir confusão no momento da montagem.



**Figura 33 – Marcação das placas**



**Figura 34 – Marcação das palhetas de refrigeração**

#### **4.2.8 Inserir casquilhos**

Os casquilhos são elementos mecânicos que se utilizam para guiar os veios metálicos.



**Figura 35 – Casquilhos**

Estes elementos são colocados nas caixas respetivas e posicionados com o auxílio de um bronze para batimento.

Em simultâneo, o torneiro destacado torneia os espaçadores feitos á medida para cada furo.



**Figura 36 – Espaçadores**

De seguida verifica-se se o veio entra e saí facilmente com a força motora humana. Se nesta verificação se revelar que o veio tem dificuldades em movimentar, é necessário proceder à passagem de mandril.

#### 4.2.9 Inserir o escatel no veio

Os veios quando chegam á bancada não possuem uma reentrância para alojar o escatel que o une ao componente.

Para isso, pinta-se a ponta do veio, coloca-se o veio na posição de funcionamento e marca-se com o auxílio de um riscador a área a ser removida.



**Figura 37 – Veio posicionado e pintado com uma tinta marcadora**

O riscador é uma ferramenta bastante simples que serve para marcar a zona a ser removida na fresadora que apoia a bancada.



**Figura 38 – Riscador utilizado para a marcação dos veios**

O operário na bancada indica ao fresador a altura necessária de desbaste.

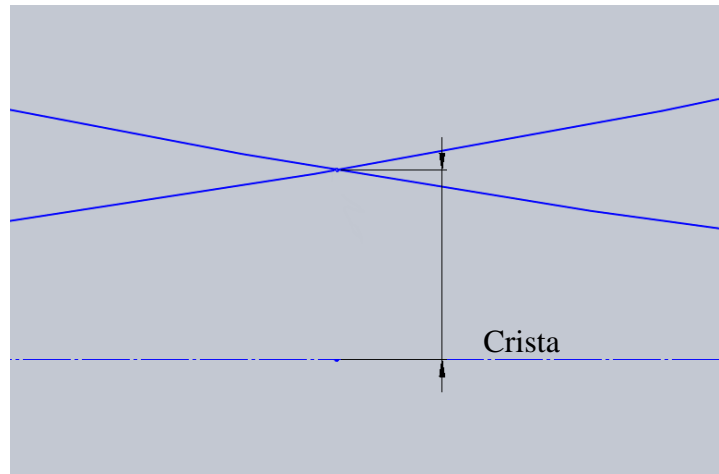


**Figura 39 – Veios com alojamento para chaveta (escatel)**

O alojamento dos veios possui uma inclinação para forçar a superfície do veio a ficar coincidente com a do componente.

#### 4.2.10 Ajustamentos

Em 70% dos casos o acabamento final (maquinação CNC) é realizado com uma fresa com diâmetro de 12 mm tendo um avanço de cerca de 0,020 milímetros.



**Figura 40 – Altura de Cristas**

A altura de cristas é de cerca de 0,001 milímetros, estando abaixo do exigido pelo cliente final. Apesar de teoricamente a altura de crista ser reduzida, é necessário proceder ao ajustamento.



**Figura 41 – Exemplo de ajustamento de levantadores**

O ajustamento é um processo extremamente meticuloso no qual é necessário que haja um operário extremamente qualificado. Existem três tipos de ajustamentos na bancada:

- Ajustamento de posições, sendo os posições peças estáticas do molde. Os posições têm como principal função criar formas que sem eles seriam de bastante difícil execução ou mesmo impossível;
- Ajustamento de extratores, tendo os extratores como função extrair a peça do molde. Os extratores são ortogonais com o molde, ou seja, não possuem inclinação em relação ao molde;

- Ajustamento de movimentos, no qual os movimentos são caracterizados por possuírem uma inclinação em relação ao molde permitindo criar contra saídas nas peças executadas.

Apesar das funcionalidades dos componentes a ajustar serem distintas, a metodologia é semelhante.

A descrição pormenorizada deste processo segue na figura abaixo em forma de fluxograma.



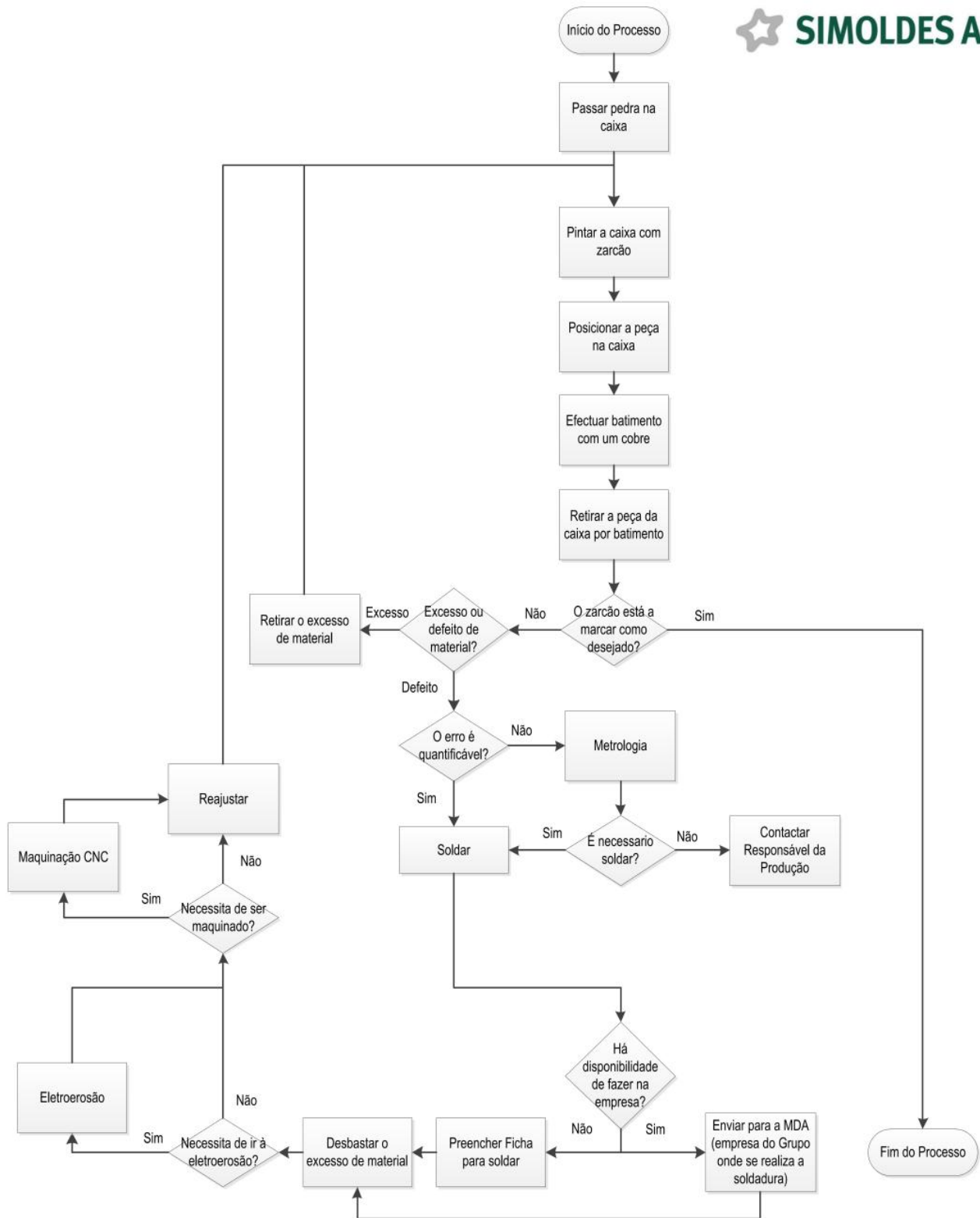
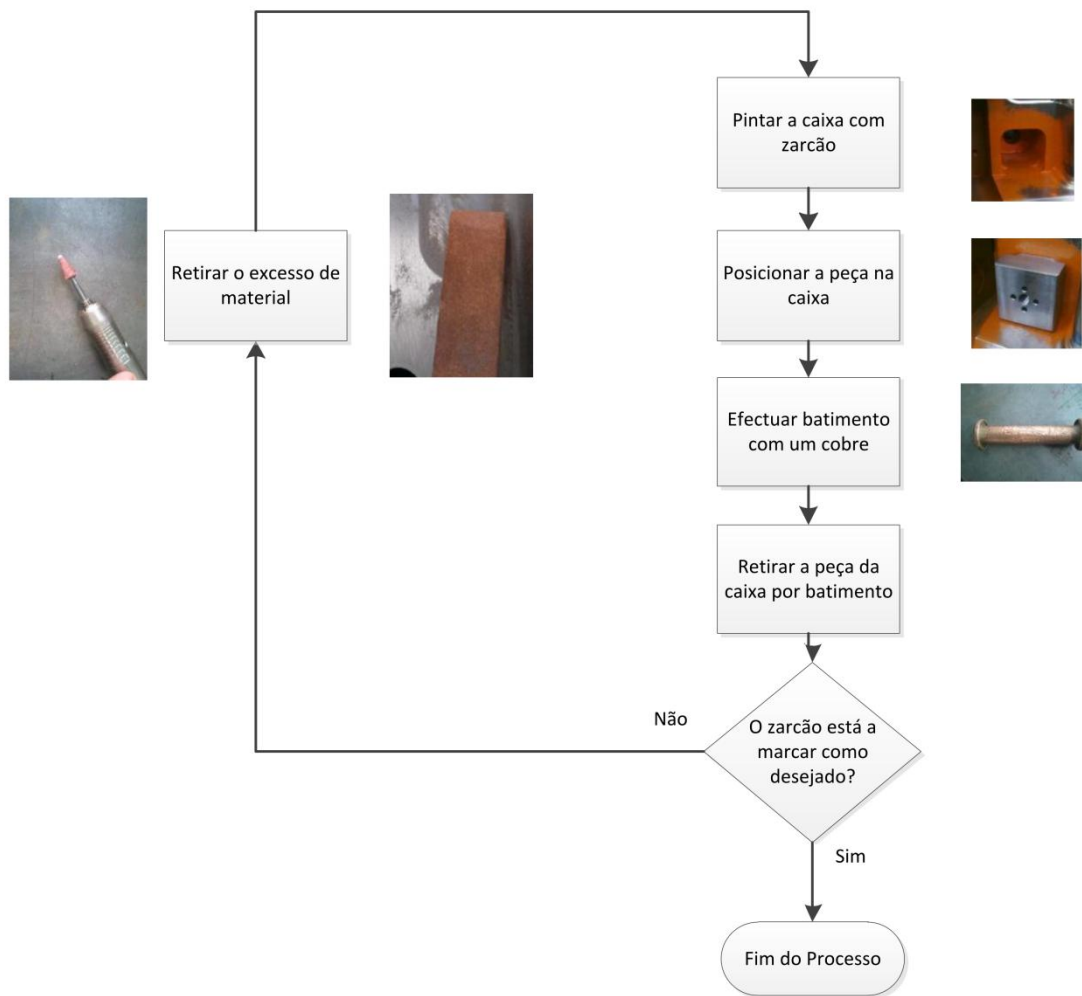


Figura 42 – Fluxograma da operação de ajustamento

Interpretando o fluxograma, relata-se que o início da operação dá-se a primeira preocupação é verificar se nas caixas já se passou pedra. Quando se verifica que a pedra não foi passada procede-se á passagem de pedras na caixa. É bastante usual voltar a passar-se pedra nas caixas por esquecimento nesta etapa. A limpeza da caixa é realizada de seguida através de sopro de ar comprimido.

A etapa que se segue é a pintura da caixa onde se vai desenrolar o ajustamento. Posiciona-se o componente a ajustar e efetua-se um série de batimentos com um cobre. Tanto as caixas como os componentes são maquinados à cota mas devido ao desgaste das ferramentas e às folgas das máquinas, estas apresentam-se com um excesso de material na ordem de um décimo de milímetro.



**Figura 43 – Ajustamentos no caso geral**

O final do processo dá-se quando a marcação de zarcão no elemento a ajustar está distribuído uniformemente nas faces de ajuste.

#### 4.2.11 Afinar veios

No caso dos ajustamentos de elementos que possuam veios, como por exemplo movimentos e levantadores, é necessário no final do ajustamento proceder á afinação do comprimento dos veios.

Para afinar veios é necessário que a ponta do veio e o elemento estejam a marcar simultaneamente. Para isso pinta-se a caixa onde vai ajustar o elemento e a ponta do veio.

Introduz-se o elemento na caixa, aperta-se o veio ao molde e efetuam-se uns batimentos com o cobre no elemento.

Desaperta-se o veio, e desmonta-se o conjunto veio e elemento.

#### **4.2.12 Montar sistema de extração**

Antes da montagem propriamente dita é necessário garantir que as placas de extração têm todos os componentes montados e com a orientação pretendida fazendo referência aos carrinhos deslizantes que são muitas vezes sujeitos a erros de montagem.

Após esta verificação procede-se á montagem dos seguintes componentes;

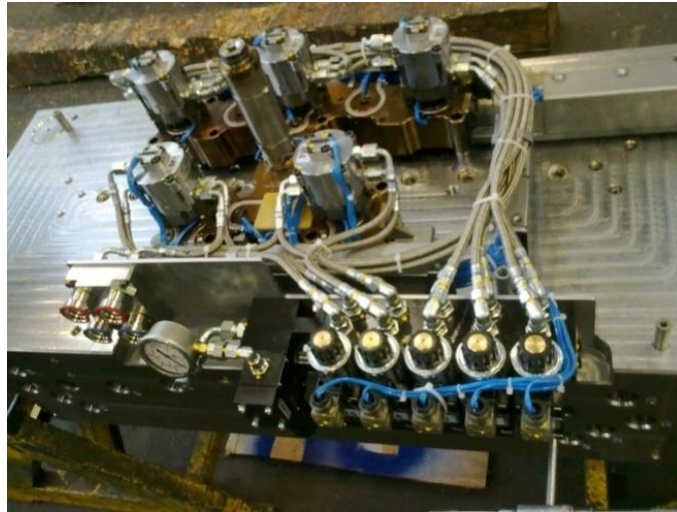
- Placas de extração, que através do movimento mecânico da extração do molde ou através da actuação de actuadores hidráulicos movimentam os extratores;
- Extratores, que estão em contacto direto com a peça a extrair sendo actuados através do movimento das placas de extração;
- Guias de retorno, que no caso de existirem possibilitam dupla extracção.



**Figura 44 – Placas de extração**

#### 4.2.13 Montar sistema de injeção

A montagem do sistema de injeção cinge-se á instalação deste equipamento uma vez que estes componentes não são fabricados pela empresa.



**Figura 45 – Instalação de sistema de injeção**

#### 4.2.14 Ajustamento na prensa

O ajustamento na prensa é também um trabalho desempenhado por funcionários da bancada. Este procedimento implica ter uma mão de obra altamente especializada. O ajustamento é realizado com o macho e a cavidade inseridos na prensa.

O primeiro procedimento a realizar após ter posicionado o macho e cavidade na prensa é pintar de zarcão a zona de ajustamento na parte da cavidade.

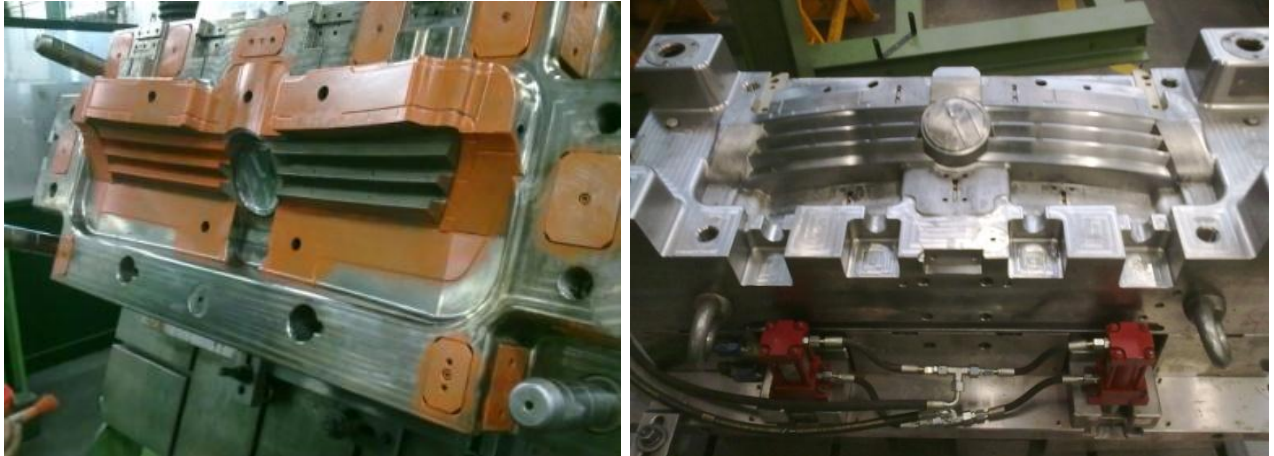


**Figura 46 – Molde posicionado na prensa**

De seguida, fecha-se a prensa respeitando uma força de fecho estipulada. Abre-se de seguida o molde e através da intensidade da marcação, o operário sabe onde tem que fazer certos



rebaixamentos. Este processo é extremamente meticuloso, tratando-se de ajustamentos que têm uma ordem de grandeza de alguns micrómetros

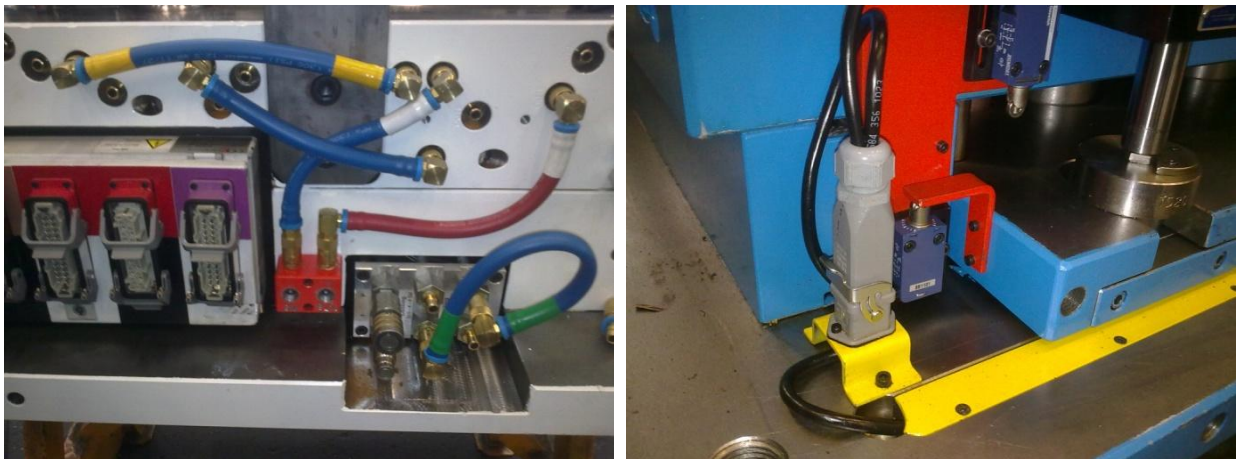


**Figura 47 – Ajustamento na prensa**

#### **4.2.15 Montar componentes standards**

A montagem de *standards* dá-se geralmente quando o molde está finalizado. Os componentes *standards* são por exemplo;

- Mangueiras;
- Fins de curso;
- Atuadores hidráulicos;
- Fichas elétricas;
- Etc...



**Figura 48 – Exemplos de *Standards***

#### **4.2.16 Pintura**

A pintura de moldes e de componentes é realizada na bancada normalmente em cima das mesas de trabalho.



**Figura 49 – Pintura de molde**

Isola-se as áreas limites com uma fita adesiva de papel e procede-se à pintura usando latas de spray.

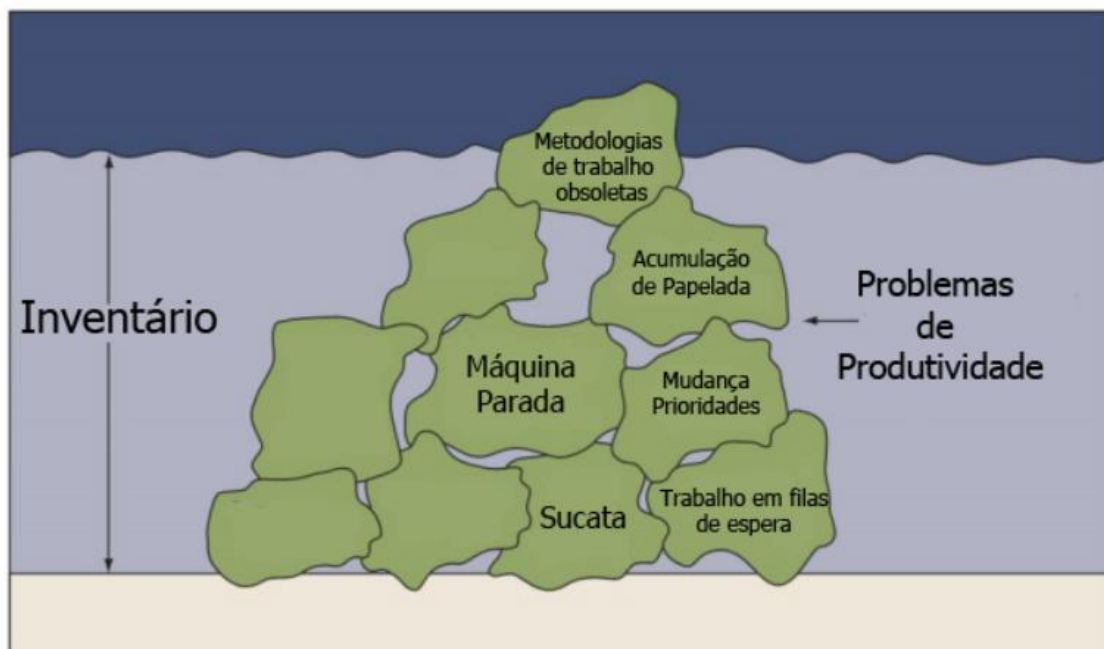
## 5. Proposta de melhorias no setor das bancadas

Neste Capítulo é descrita uma proposta de melhoria do setor das bancadas. São apresentadas soluções possíveis para problemas intrínsecos ao funcionamento da produção. No final deste capítulo apresenta-se uma análise de custos das propostas apresentadas.

### 5.1. Planeamento

A grande margem de derrapagem que é dada no planeamento às operações efetuadas na bancada esconde por completo a ineficácia dos processos e das práticas que estão em vigor. Esta margem excessiva provoca um efeito direto que é um aumento no inventário da fábrica.

O excesso de inventário na fábrica pode esconder vários problemas como se pode ver na figura que se segue.



**Figura 50 – Problemas do excesso de inventário**

Os inventários são um tipo de desperdício especialmente nocivo porque ajudam a esconder um grande número de problemas existentes nos sistemas produtivos (Team, 1998). Os inventários são muito desejados porque deixam as pessoas descansadas, mas são as causas de grandes perdas de produtividade.

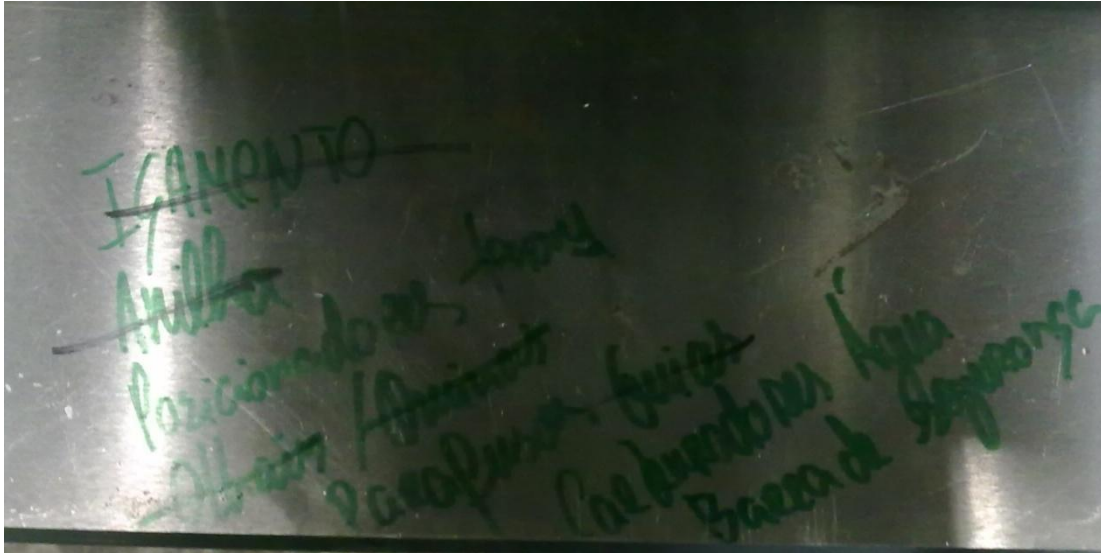




### 5.1.2. Registo de operações

Nas bancadas, os trabalhos decorrem em vários moldes em simultâneo e cada operário pode trabalhar em mais do que um molde por dia. É comum executarem a mesma tarefa várias vezes no mesmo molde, por esquecimento ou falta de comunicação.


A única forma de comunicação entre funcionários é escrever no próprio molde as etapas que faltam e assinalar quando estas são finalizadas.



**Figura 51 – Procedimento de registo de operações atualmente**

Um sistema de informação eficiente entre operários é crucial para que se possa melhorar o funcionamento deste setor. Como solução a este problema, seria necessário munir cada molde com uma ficha de registo de operações.

Para isso é necessário criar duas folhas que correspondem a partes distintas da produção de moldes. A primeira folha de registo de operações refere-se às etapas que se executam até ao primeiro ensaio. Os moldes, até ao primeiro ensaio, seguem um processo que pode ser rastreado.

 <b>SIMOLDES AÇOS</b> Registo de operações - 1º Ensaio		
Molde N° _____	Macho <input type="checkbox"/>	Cavidade <input type="checkbox"/>
Operação	Funcionário	Concluído
Inspeção do macho e da cavidade		<input type="checkbox"/>
Verificar o material		<input type="checkbox"/>
Verificar os furos		<input type="checkbox"/>
Limpeza		<input type="checkbox"/>
Quebrar quinas		<input type="checkbox"/>
Escarear furos		<input type="checkbox"/>
Passar machos		<input type="checkbox"/>
Passar mandril		<input type="checkbox"/>
Tapar águas e óleo (Palhetas+Tacos+Bujões)		<input type="checkbox"/>
Testar as águas		<input type="checkbox"/>
Ajustamento dos postigos		<input type="checkbox"/>
Ajustamento dos movimentos		<input type="checkbox"/>
Ajustamento dos levantadores		<input type="checkbox"/>
Ajustamento dos postigos da injeção		<input type="checkbox"/>
Montar sistema de extração		<input type="checkbox"/>
Montar sistema de injeção		<input type="checkbox"/>
Ajustamento na prensa		<input type="checkbox"/>


**Tabela 7 – Proposta da ficha de registo de operações até o 1º Ensaio**

Após o ensaio o molde volta à bancada para se proceder às correções de alguns problemas verificados. Em cada ensaio é elaborado um relatório com uma listagem das correções a serem realizadas. É comum nesses relatórios existir uma pequena descrição do problema bem como uma sugestão de correção.



**Figura 52 – Peça após o ensaio**

Para se proceder ao registo de operações das correções é necessário criar uma folha de registo diferente da folha de registo até ao primeiro ensaio.

 <b>SIMOLDES AÇOS</b> Registo de operações - Pós-Ensaio		
Molde N° _____		Ensaio N° _____
Correção	Funcionário	Concluído
1		<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>
6		<input type="checkbox"/>

**Tabela 8 - Proposta da ficha de registo de operações pós-ensaio**

### 5.1.3. Implementação de macro-etapas

Neste momento estão em vigor, umas “fichas de tempos” que controlam o número de horas que cada operário despende em cada molde e que operação está a realizar. O nível de detalhe das “fichas de tempos” é bastante baixo e existe um atraso entre o fim da operação e o processamento no sistema informático.

As fichas são preenchidas pelos operários sendo recolhidas no final do dia. Por vezes existem atrasos de uma a duas semanas entre a realização da tarefa e o processamento no sistema informático.

O atraso de informação faz com que o planeamento de produção através do sistema de informação que atualmente vigora, seja uma tarefa complexa de implementar.

Este atraso pode ser resolvido com um sistema de interface entre o operário e sistema de informação eficiente que se vai tratar mais á frente.

De forma a gerar informação útil que pode ser elemento de decisão por parte do responsável pelo planeamento, é necessário proceder à integração de macro-etapas no setor das bancadas.

As macro-etapas podem agrupar as seguintes operações:

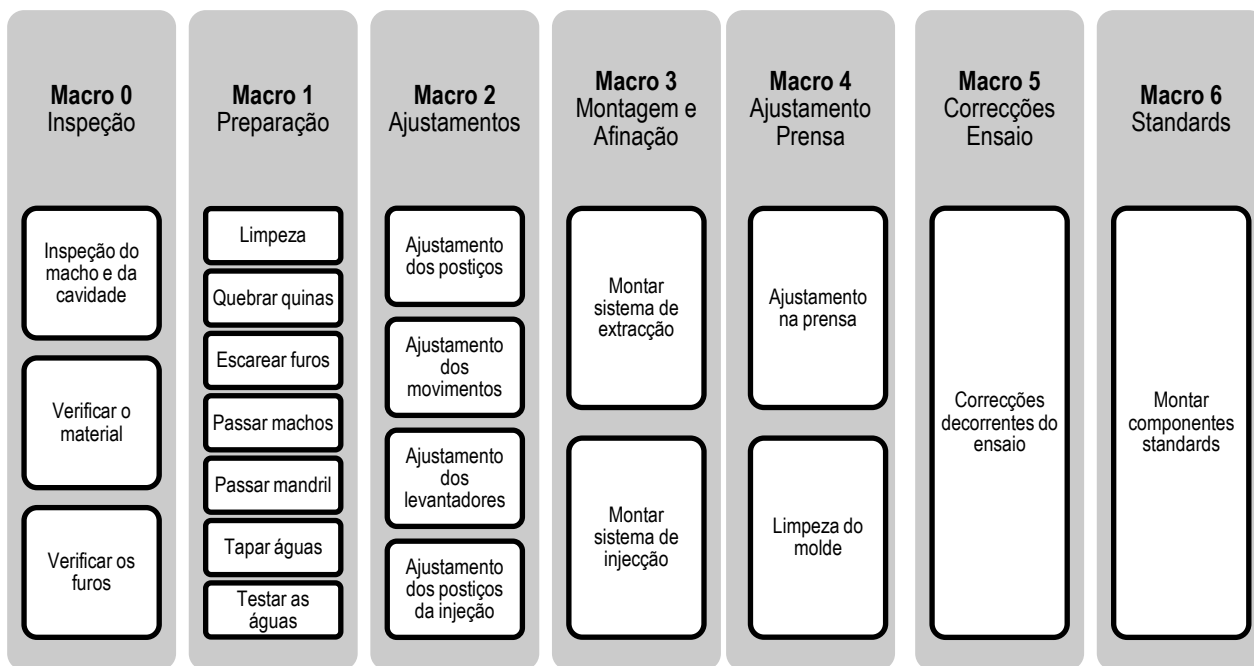
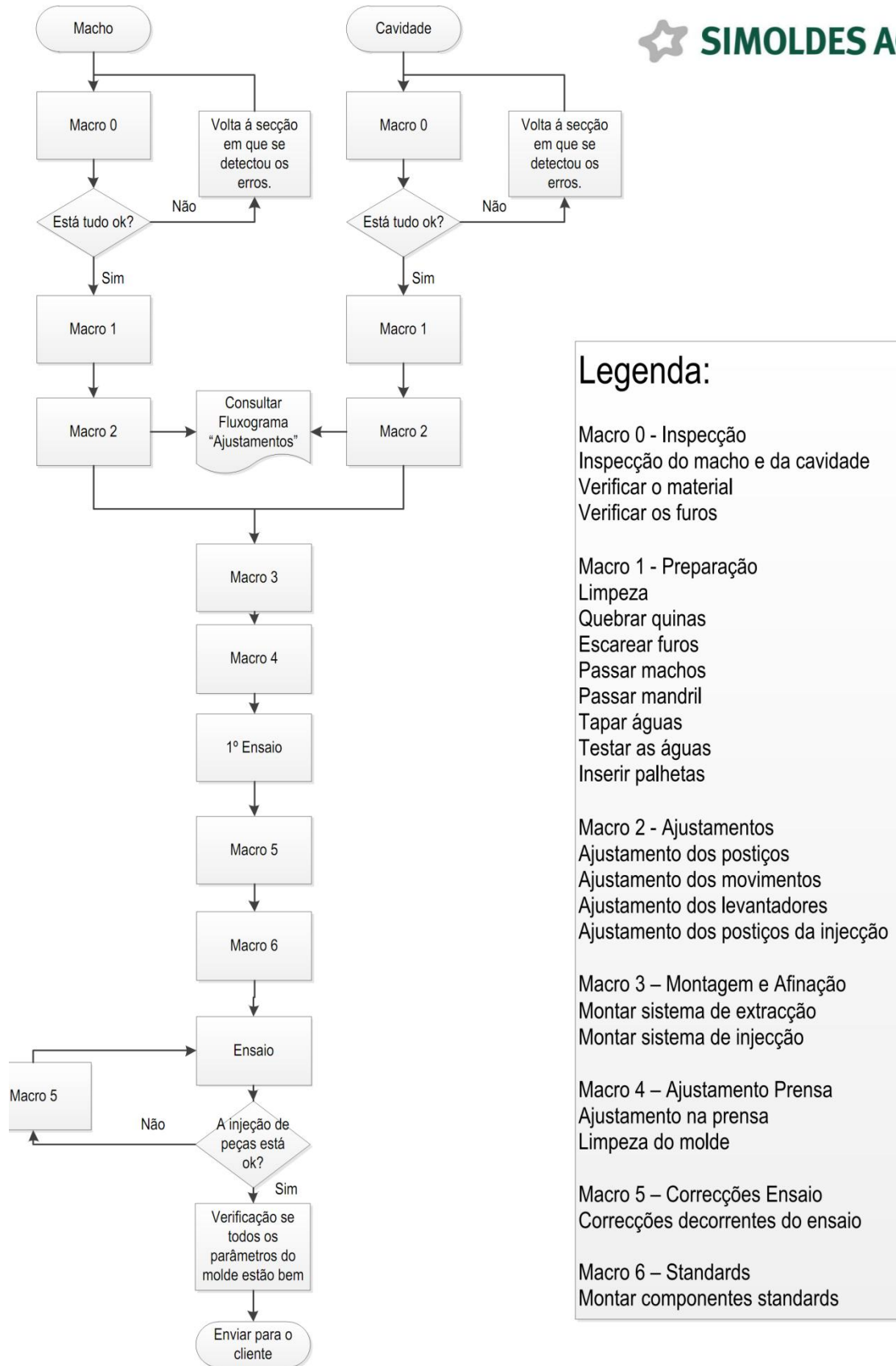


Figura 53 – Proposta de implementação de macro-etapas



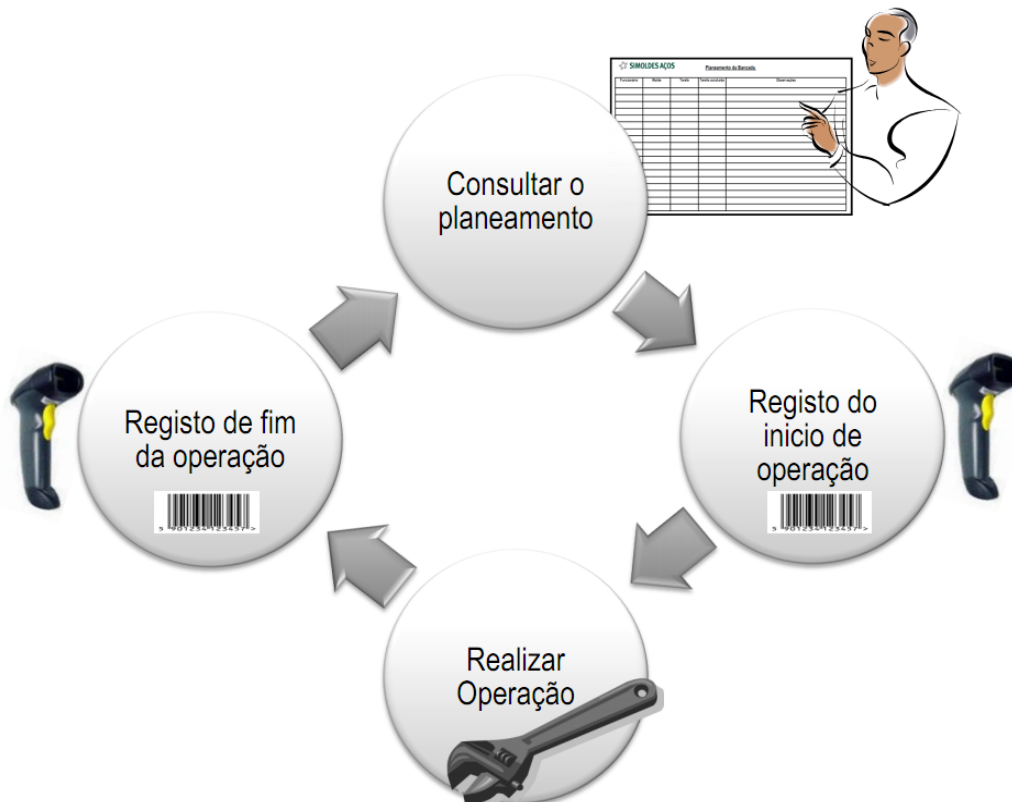
- Legenda:**
- Macro 0 - Inspeção  
Inspeção do macho e da cavidade  
Verificar o material  
Verificar os furos
  - Macro 1 - Preparação  
Limpeza  
Quebrar quinas  
Escarear furos  
Passar machos  
Passar mandril  
Tapar águas  
Testar as águas  
Inserir palhetas
  - Macro 2 - Ajustamentos  
Ajustamento dos postigos  
Ajustamento dos movimentos  
Ajustamento dos levantadores  
Ajustamento dos postigos da injeção
  - Macro 3 – Montagem e Afinação  
Montar sistema de extracção  
Montar sistema de injeção
  - Macro 4 – Ajustamento Prensa  
Ajustamento na prensa  
Limpeza do molde
  - Macro 5 – Correções Ensaio  
Correções decorrentes do ensaio
  - Macro 6 – Standards  
Montar componentes standards

**Figura 54 – Proposta de sequência de macro-etapas realizadas na bancada**

#### 5.1.4. Sistema de informação

No sistema de informação já existente na Simoldes Aços já existe um sistema de controlo de operações para algumas operações, nomeadamente ligadas á produção de placas de extração. Com base neste sistema pode-se alargar o funcionamento ao controlo de operações levadas a cabo na bancada.

A forma como é introduzida a informação no sistema é através de um sistema de código de barras.



**Figura 55 – Proposta de sequência de trabalho**

Esta sequência de trabalho permite ter acesso a informações úteis sobre o molde em tempo real. Com este sistema pretende-se que haja maior independência e responsabilização dos operários, um maior controlo do planeamento e uma redução dos tempos de *Setup*.

Este sistema de informação vai permitir libertar recursos e burocracias associadas ao preenchimento e processamento das fichas de tempos.

#### 5.1.5. Interface entre operador e sistema de informação

A interface entre o operador e o sistema de informação deve ser o mais simples possível e deve permitir que a informação seja automaticamente inserida no sistema de *intranet* e no programa de planeamento usado.

Foram estudadas duas soluções para a inserção de informação na base de dados. A primeira solução baseia-se na inserção direta na base de dados através de um terminal de dados na empresa, a segunda hipótese é a utilização de um sistema de código de barras.

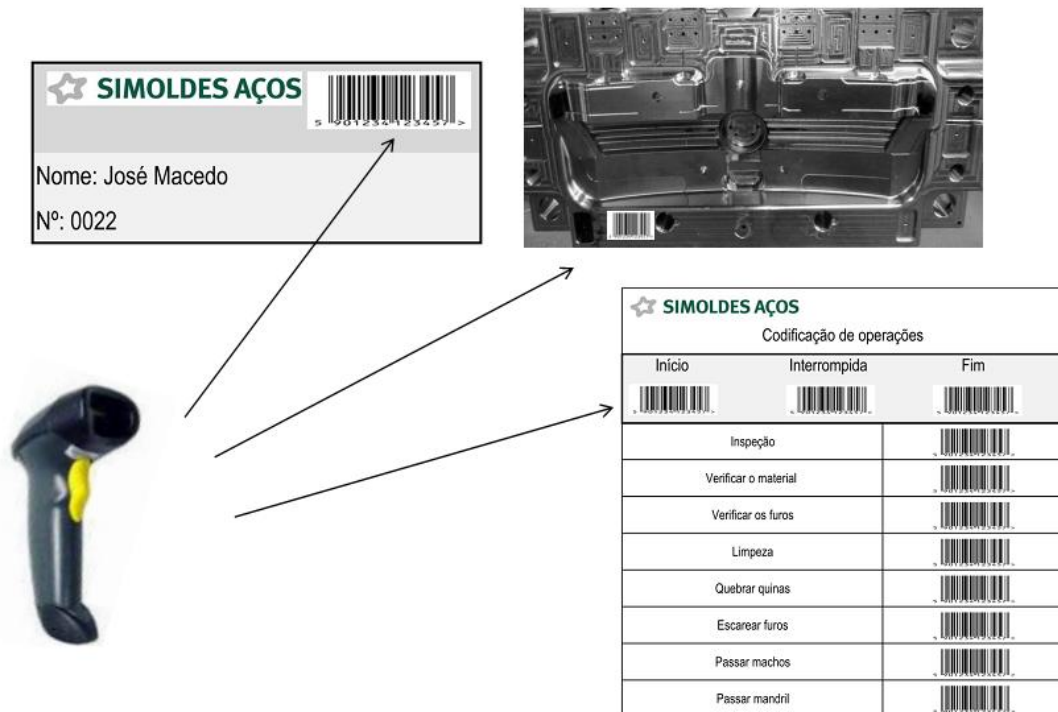
**Tabela 9 - Comparativo entre soluções de inserção de dados no sistema**

	Vantagens	Desvantagens
<b>Terminal de dados</b>	Vasta gama de aplicações: monitorização, controlo, registo, visualização, etc; Integração de software existente no mercado para monitorização e controlo de máquinas.	Taxa de erro humano inerente ao registo; Inserção manual de dados provoca um aumento de tempo dispendido no registo.
<b>Código Barras</b>	Inserção de dados rápida e intuitiva; Prevenção de erros de identificação; Solução económica.	Deterioração das etiquetas; Criar um responsável por atribuição e control de etiquetas; Formação dos quadros.

Após um comparativo entre as duas metodologias, optou-se pelo estudo da implementação do código de barras. O facto de a tecnologia que recorre a código de barras permitir a inserção de dados rapidamente e intuitivamente foi determinante na escolha.

Uma proposta para a solução deste problema é usar um sistema de códigos de barras em que os moldes possuem uma codificação própria, existe um livro com as operações e a respetiva codificação e cada operário tem a sua própria codificação.

A sequência de registo de operações seria a seguinte. O operário vai buscar o sensor de identificação portátil, faz um disparo no seu código de barra de seguida abre o livro de operações e faz outro disparo e de seguida desloca-se ao molde e faz o último disparo. A folha de registo de operações consta no Anexo D.



**Figura 56 – Proposta de sequência de registo de operações**



### 5.1.6. Normalização de metodologias

A normalização de metodologias significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas.

Em cada molde cerca de 50% do tempo é despendido em operações de ajustamentos (consultar o Anexo B).

Tomando como base o fluxograma da operação de ajustamentos no capítulo 4 procedeu-se a um estudo exaustivo de normalização envolvendo os intervenientes no processo.

Neste estudo é notório que sempre que na operação existem problemas relacionados com falta de material dos componentes a ajustar consulta-se o chefe de bancada.

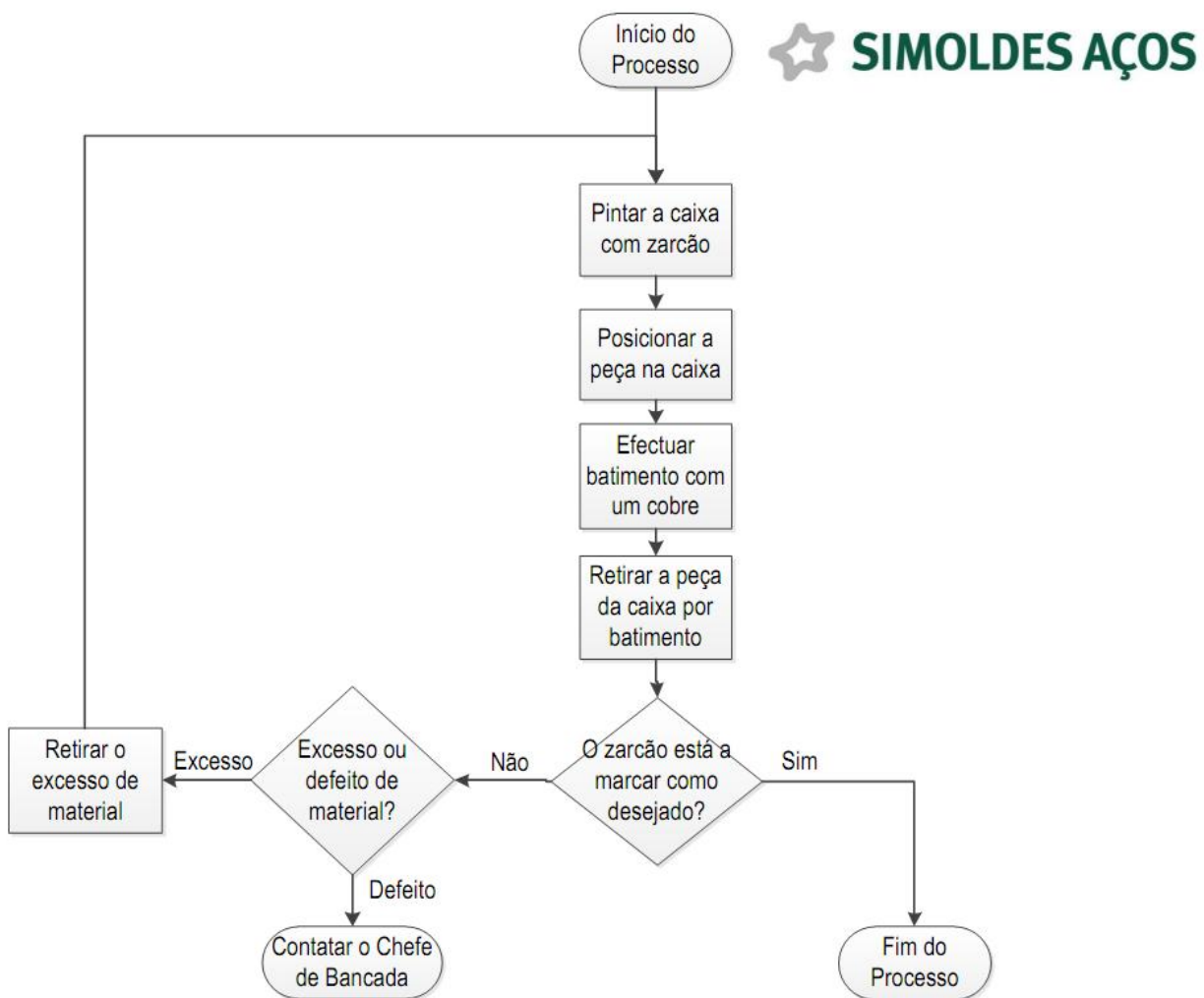


Figura 57 - Proposta de normalização de ajustamentos

### 5.2. Medidas de melhoria 5S

O setor das bancadas pode apresentar grandes melhorias com a implementação dos 5S. Para isso é necessário reorganizar a ferramenta, estabelecer o que é necessário estar neste setor e enviar para a sucata o que já não é preciso, proceder a uma limpeza profunda, restaurar alguns equipamentos fazendo com que a produtividade aumente e também aumente o nível de motivação dos funcionários.





**Figura 58 – Desorganização nas mesas de trabalho**

Algumas mesas de trabalho apresentam grande desgaste e mau aspeto. É necessário voltar a pintar e substituir algumas tábuas.



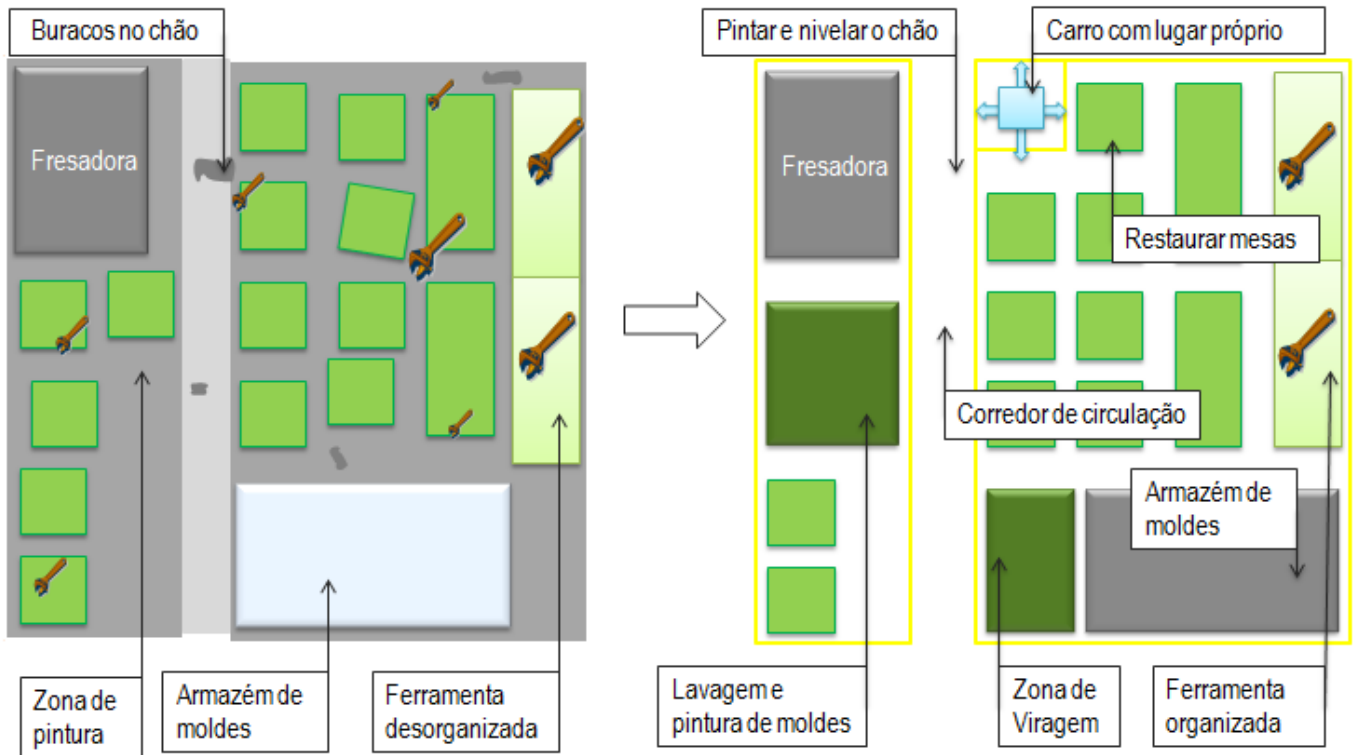
**Figura 59 – Estado de mesas de trabalho**

O piso irregular aumenta a probabilidade de suceder acidentes, como por exemplo a queda de pessoas. O facto de o chão ser cinzento também pode ocultar algum tipo de óleo no chão tornando-o escorregadio. Como solução o chão deveria ser pintado de branco.



**Figura 60 – Piso escorregadio**

Um processo recorrente nas bancadas é a viragem. Para isso são usadas duas traves de madeira que se encontram no meio do corredor de circulação. Neste caso é proposto que se crie uma zona de viragem, como esta representada na figura que se segue.



**Figura 61 – Proposta da mudança do *Layout* da bancada**

### 5.2.1. Cabine de limpeza e pintura

Uma cabine de limpeza e pintura é também englobada na proposta. A operação de pintura de moldes é feita também na bancada. Neste momento, é usada uma mesa de trabalho coberta com um cartão.



**Figura 62 – Zona onde se procede à pintura, atualmente**

Neste momento a limpeza dos moldes é realizada sem lugar definido. Como proposta de melhoria desenvolveu-se uma cabine de limpeza.

A cabine de limpeza proporciona maior comodidade ao operador bem como benefícios para a saúde, visto não ter um contacto com os produtos químicos que se utilizam na lavagem de moldes. O facto de a cabine ter um sistema de dreno, evita derrame de líquidos para o piso.



**Figura 63 – Proposta de cabine de limpeza e pintura**

### 5.2.2. Viragem de moldes

Atualmente a viragem de moldes é realizada sobre dois troncos de madeira que normalmente localizam-se nos corredores de circulação ou em alguns casos os moldes são virados sobre as mesas.

Esta metodologia apresenta-se pouco eficaz e também pouco segura.



**Figura 64 – Viragem de moldes**

Atualmente os moldes são virados no meio dos corredores destinados á circulação. A distância entre os troncos de madeira é adaptada ao molde que se vai virar. Para adaptar a distância empurra-se os troncos.

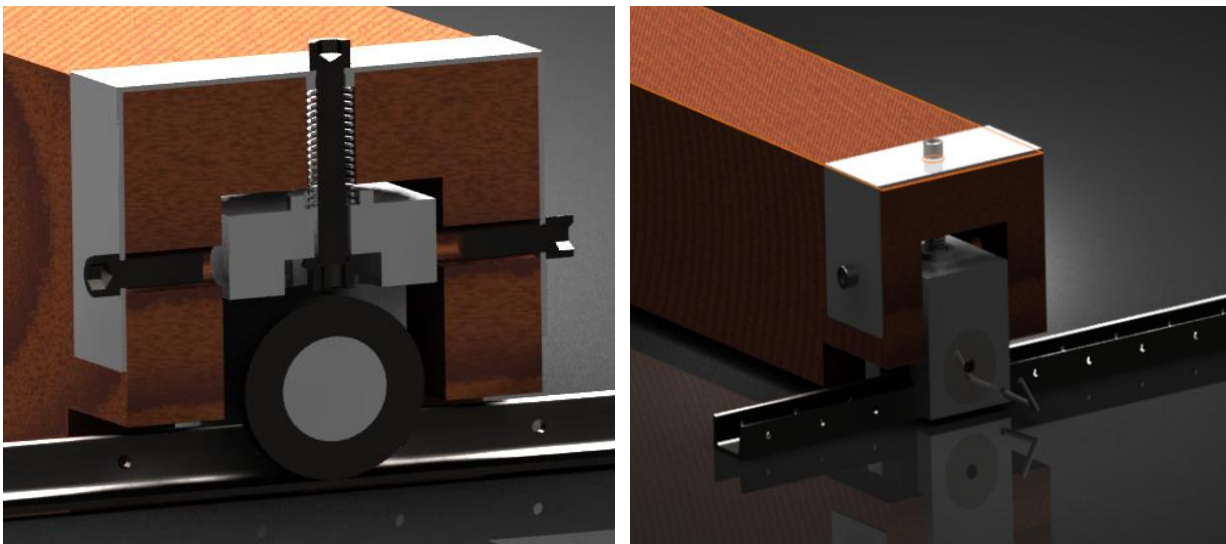


**Figura 65 - Zona de viragem de molde atual**

Usando os troncos de madeira já existentes, propõe-se uma forma de fixa-los e de movimentá-los de uma forma mais segura, rápida e comoda.

A proposta para a melhoria da viragem de moldes restringe todos os graus de liberdade quando está com a cavilha de segurança. Para se movimentar um tronco retira-se a cavilha de segurança e o tronco eleva-se automaticamente com um sistema de molas.

Posiciona-se o tronco na posição apropriada á viragem do molde, desce-se o molde na ponte e após o molde estar completamente apoiado nos troncos de madeira, insere-se a cavilha de segurança.



**Figura 66 – Proposta de solução para a viragem de moldes**

### **5.2.3. Carrinhos Deslizantes**

Os carrinhos onde os veios dos movimentos deslizam são muitas vezes alvo de erros de montagem. O fato de existirem várias posições possíveis de montagem faz com que estes erros surjam. Esta proposta baseia-se na teoria *Poka-yoke*.



A teoria *Poka-yoke* enuncia que um dispositivo ou procedimento deve ser projetado à prova de erros para evitar que um defeito passe para a próxima operação ou processo.

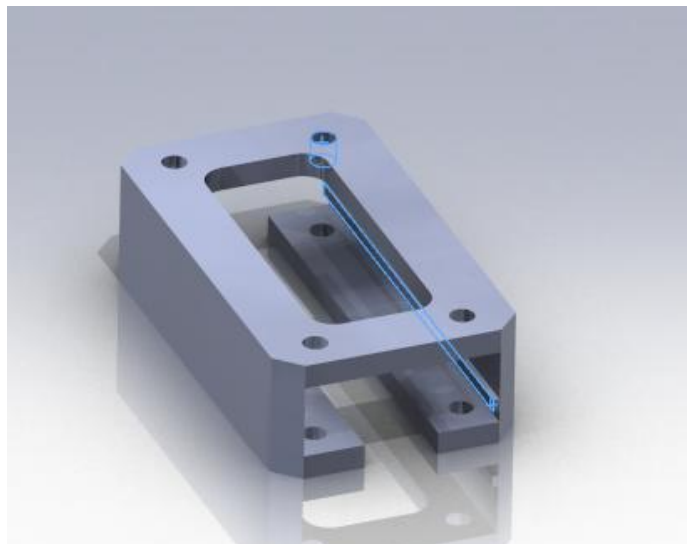
Um erro na montagem de um carrinho deslizante se não for detetado pode provocar o empeno do veio e/ou uma derrapagem no prazo de entrega do molde.



**Figura 67 – Carrinhos deslizantes**

A proposta da mudança na configuração dos carrinhos deslizantes apresenta duas modificações;

- Um furo de fixação descentrado fazendo que apenas seja possível montar numa posição em relação á placa;
- Uma saliência no alojamento da parte móvel para criar uma única posição possível de encaixe.



**Figura 68 – Proposta de mudança do carrinho segundo – Poka-yoke**

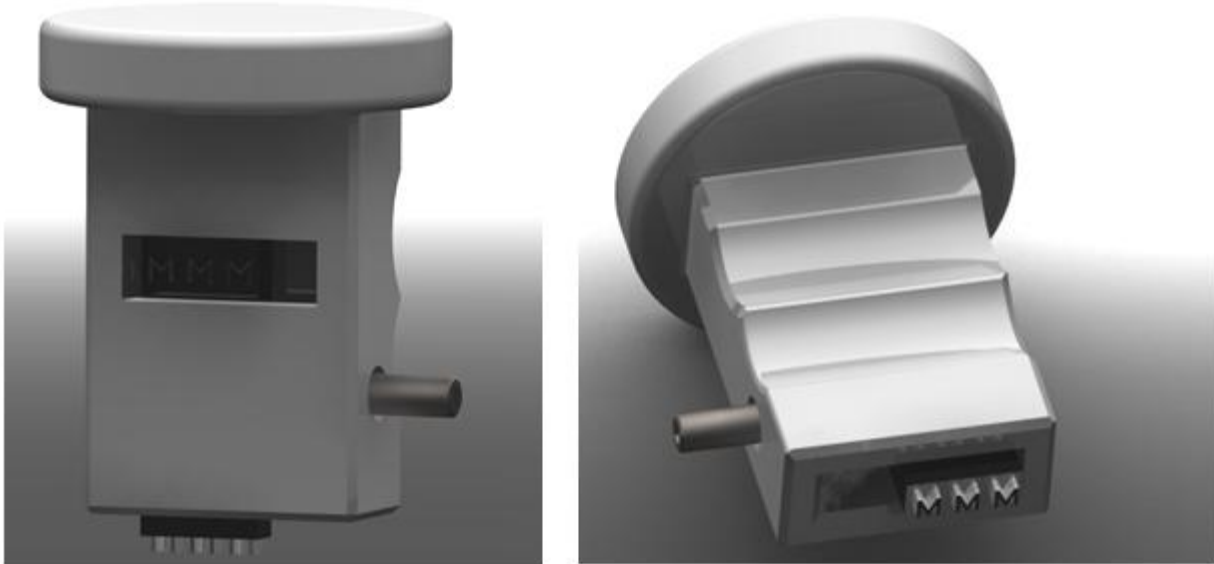
#### **5.2.4. Combinador de marcadores**

A marcação de componentes é um processo repetitivo e na maior parte das vezes a sequência de marcação é a mesma como por exemplo o número de molde ou a marcação de olhais.

A proposta que se apresenta é um combinador de marcadores já existentes que permita:

- A redução do tempo Setup;

- A redução dos erros de marcação;
- A maior segurança do operário porque este sistema possui uma base circular de grandes dimensões própria para receber o embate do martelo.



**Figura 69 – Proposta de combinador de marcadores**

#### **5.2.5. Produção em série de placas de pressão e ajustamento**

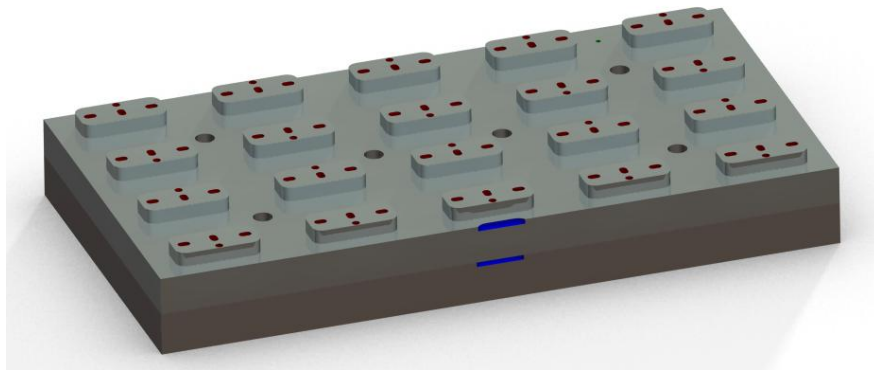
As placas de pressão e ajustamento, antes da implementação da produção em série, eram produzidas unitariamente numa fresadora convencional. Está destacado um fresador por bancada que fabrica as placas consoante a necessidade da bancada. O fabrico de placas necessita contudo de furações que são efetuadas pelos operários da bancada.

Estima-se que cada placa de pressão demora cerca de 25 minutos a fresar e 5 minutos a furar, totalizando 30 minutos por placa.



**Figura 70 – Placa de ajustamento**

A proposta consiste em maquinar as placas em série numa fresadora com comando numérico. Para se proceder á produção é necessário criar uma estrutura denominada palete que aloje várias placas.



**Figura 71 – Proposta de criação de paletes para alojar placas**

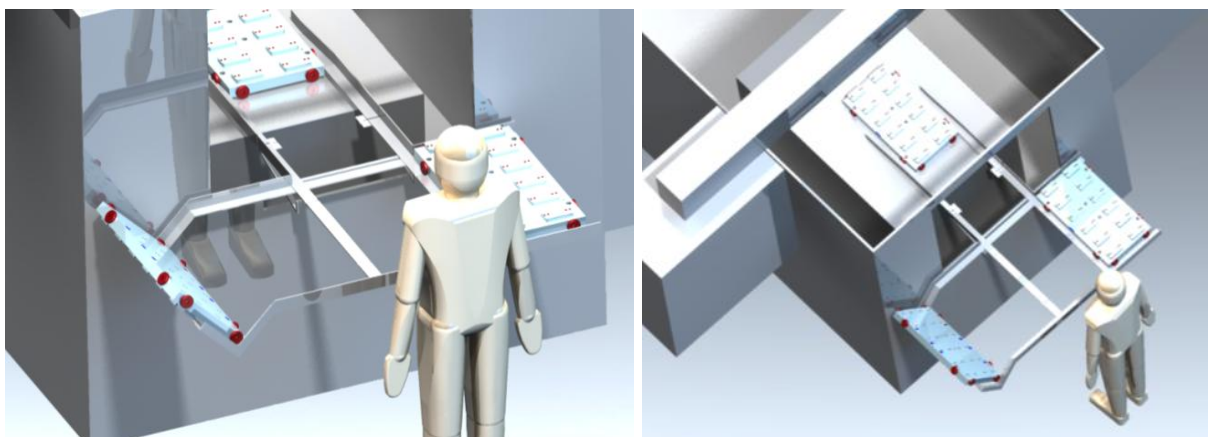
A paleta deve ser móvel estando fixada por uma base e centrada por um sistema de cones. A precisão destas placas está na ordem das 5 décimas de milímetro o que não exige grande rigor.

#### **5.2.6. Sistema de alimentação para a produção em série de placas de pressão e ajustamento**

Na sequência da automatização da produção em série, desenvolveu-se um trabalho de melhoria contínua do processo de produção. A mudança de paletes envolve a monopolização da ponte rolante por cerca de 20 minutos.

O tempo correspondente á troca de paletes cria filas de espera pois a taxa de utilização da ponte nesta zona da empresa é bastante elevada.

A proposta de solução passa por um sistema de alimentação de paletes sem recurso á ponte rolante.



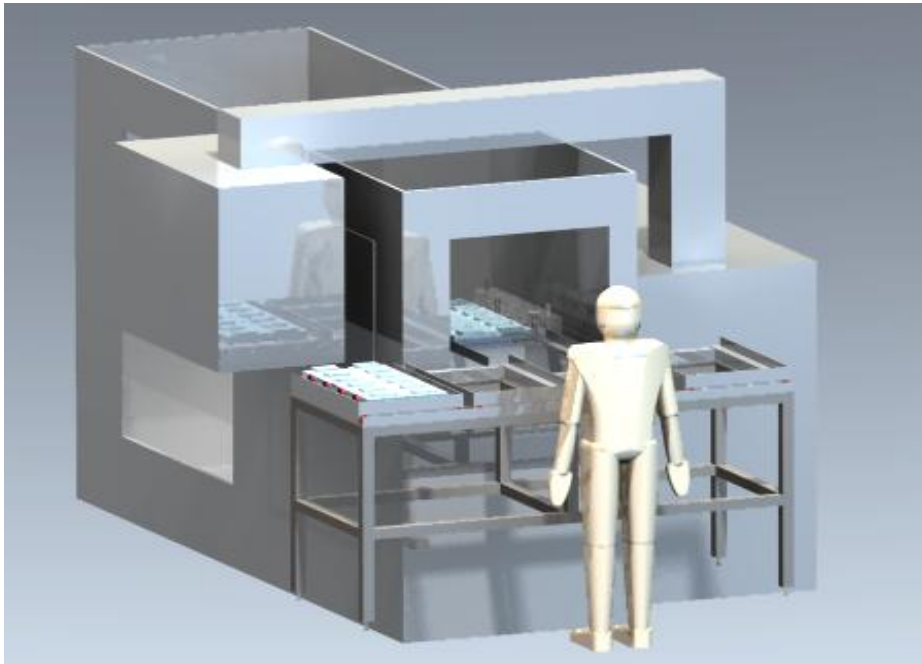
**Figura 72 – Estudo do Sistema de alimentação**

O estudo preliminar deste sistema permitiu determinar as condicionantes do projeto ao nível de espaço e funcionalidade. As condicionantes eram:

- O avanço máximo da mesa, ou seja a distância mínima que a mesa da CNC ficaria da janela;

- O espaço que o sistema poderia ocupar tendo em conta que estão instalados equipamentos nas imediações deste;
- Funcionalidade da mesa bem como questões de ergonomia;
- Possibilidade de integrar um sistema de viragem de placas;
- A resistência dos componentes a serem fabricados e encomendados;
- Fatores económicos.

Tendo em conta os fatores enumerados em cima e envolvendo as pessoas responsáveis neste processo projetou-se um sistema que se apresenta na figura que se segue.

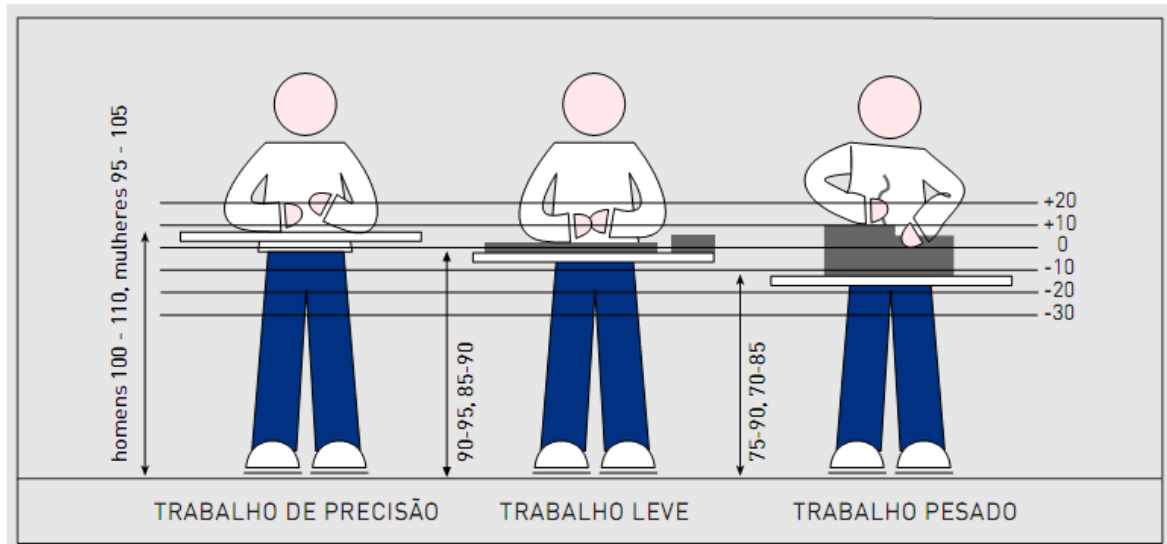


**Figura 73 – Proposta final do sistema de alimentação**

No decorrer do projeto deu-se especial ênfase à funcionalidade do sistema aliado à ergonomia. O operador vai realizar esta tarefa na posição de pé. Por este motivo, a altura de trabalho é de importância crítica na conceção do sistema de alimentação:

- Se o trabalho for realizado numa posição demasiadamente alta, os ombros devem frequentemente estar elevados para compensar, daí resultando dolorosas cáibras no pescoço e ombros;
- Se, opostamente, a altura de trabalho for demasiadamente baixa, as costas devem estar excessivamente arqueadas, provocando-lhes frequentes dores.





**Figura 74 - Altura dos postos de trabalho por tipo de tarefa em pé (Manual de Boas Práticas, 2007)**

Antes de avançar para a realização do projeto fabricou-se uma maquete para apurar a funcionalidade do sistema.



**Figura 75 – Maquete da versão final do sistema de alimentação**

### 5.3. Análise de custos

A análise de custos das propostas apresentadas visam determinar a viabilidade financeira que as propostas têm em ser implementadas.

#### 5.3.1. Implementação do sistema de código de barras

O estudo da análise de custos da implementação do sistema de código de barras, foi realizado com base em orçamentos (Anexo C).

A implementação do sistema de código de barras às 3 bancadas existentes na produção, implicaria um custo inicial de cerca de 550€.

**Tabela 10 – Orçamento da implementação do sistema de código de barras**

<b>Código de barras</b>		
	<b>Qt.</b>	<b>Preço</b>
Impressora de etiquetas	1	400€
Consumíveis (2580 etiquetas)	1	50€
Leitor Portátil	1	100€
	<b>Total</b>	<b>550€</b>

**5.3.2. Sistema de Alimentação – Produção em série de placas**

**Tabela 11 – Orçamento do sistema de alimentação**

<b>Orçamento do sistema de alimentação</b>			
	<b>Qt.</b>	<b>Preço</b>	
Rolamentos	38	27 €	1.026 €
Serralheiro	1	1.000 €	1.000 €
Derrapagem	1	200 €	200 €
	<b>Total</b>		<b>2.226 €</b>

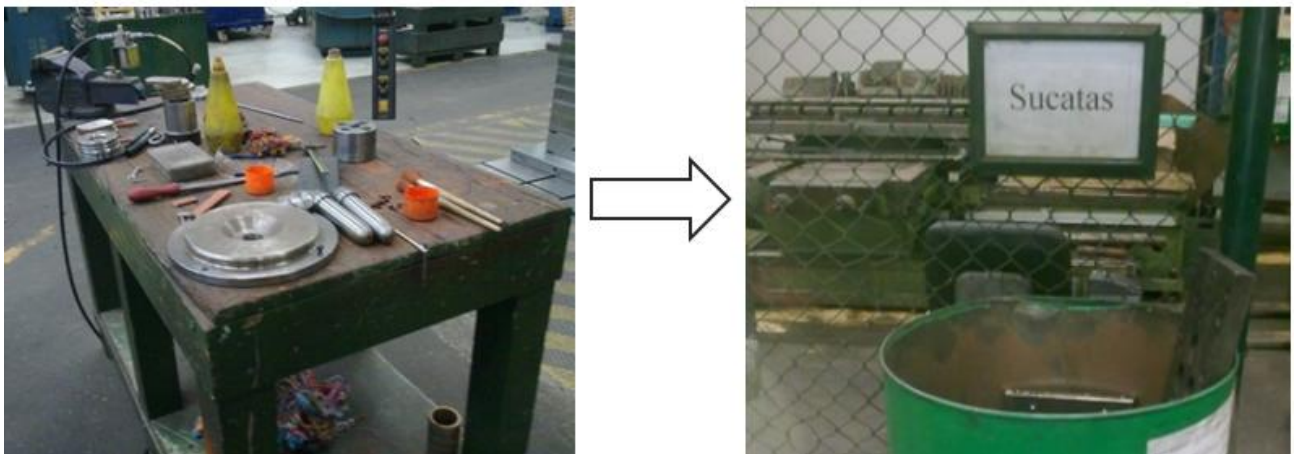
No Anexo C consta um estudo sobre a redução de custos e o retorno do investimento inicial deste equipamento. Também neste mesmo anexo está presente uma previsão das vantagens económicas da produção em série destas placas.

## 6. Implementação

Este Capítulo destina-se á apresentação dos projetos que foram consumados até o trémito do projeto.

### 6.1. Implementação dos 5S

Nas bancadas foi levado a cabo uma implementação de metodologia 5S. Numa fase inicial estabeleceu-se o que era realmente necessário e procedeu-se á identificação e recolha de ferramentas em desuso e também material que já não vai ser utilizado.



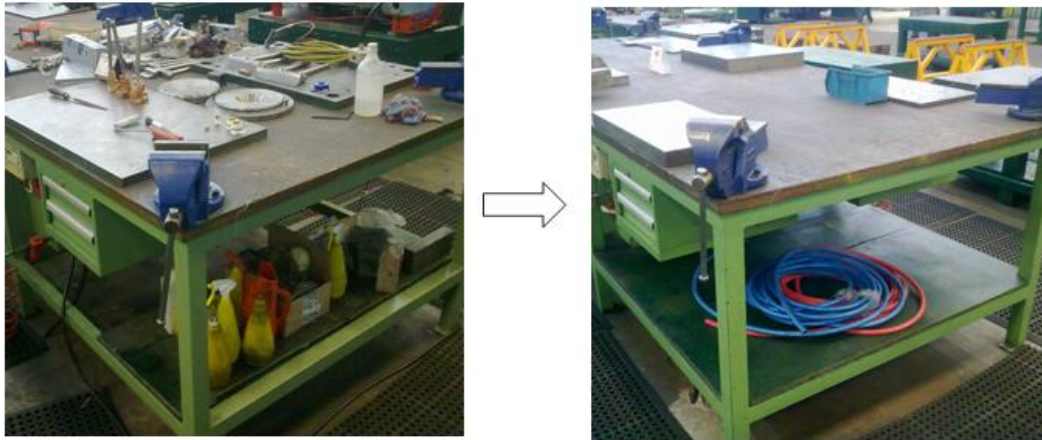
**Figura 76 – Material não usado enviado para a sucata**

O material que já não era utilizado é enviado para sucata. De seguida agrupou-se os componentes em recipientes coloridos de forma organizada e de fácil leitura.



**Figura 77 – Agrupamento de componentes**

Apos se ter efetuado uma triagem sobre o material que seria util e o em desuso arrumaram-se os componentes.



**Figura 78 – Arrumação dos componentes**

Com os componentes devidamente arrumados, procedeu-se a uma limpeza geral.



**Figura 79 – Limpeza geral**

Com os equipamentos limpos e organizados realizou-se um processo de restauração de equipamentos.



**Figura 80 – Pintura de mesas de trabalho**





## 7. Conclusões

Este capítulo reúne as conclusões do trabalho realizado bem como sugestões de trabalhos futuros.

Após o estudo exaustivo do setor das bancadas conclui-se que as principais melhorias a adotar são a implementação de um sistema informação adaptado as necessidades da empresa e uma implementação de metodologias 5S.

- A falta de informação útil que possa apoiar decisões quanto ao planeamento de produção apresenta-se como a principal alvo de melhoria no setor das bancadas. É de extrema importância adotar um sistema de informação eficiente que permita a qualquer momento saber o estado de cada molde, o que neste momento não se verifica.
- Um planeamento de produção diário na bancada iria acabar com os tempos mortos em que os funcionários aguardam por ordens de trabalho do chefe. Por vezes estes tempos mortos ascendem a 2 horas diárias por operário. Esta dependência excessiva entre o operário e o chefe de bancada traduz-se em baixos rendimentos.
- O registo de operações com auxílio da tecnologia de código de barras iria promover a compilação de informação útil. A rapidez e facilidade de manuseamento desta tecnologia permite que as informações sejam atualizadas em tempo real dando ao responsável pelo planeamento informações sobre o estado atual de cada molde. Implementando as macro-etapas, a médio prazo seria possível estimar o tempo de execução de um molde. Atualmente, o preenchimento das “Fichas de tempos” mostra-se ineficaz pois o nível de detalhe é baixo e com atrasos, não sendo usadas como elemento de decisão.

Este sistema de informação é decisivo para a implementação de um planeamento de produção mais eficaz, que responda não só aos desafios que hoje a empresa se depara mas também prevendo os desafios futuros.

Realço que para que um projeto seja bem sucedido em ambiente industrial é fundamental envolver todos os intervenientes do processo. Por isso, é fundamental que existam ações de formação e de sensibilização para que os funcionários compreendam o quanto é importante o correto funcionamento do sistema de informação e as suas vantagens para toda a empresa.

A falta de equidade de metodologias de trabalho é outro ponto alvo de melhoria. Os ajustamentos do molde representam cerca de 50% do tempo em que o molde está neste setor.

Como solução a este problema foi apresentado nesta dissertação uma proposta de normalização da operação de ajustamentos.

No decorrer da dissertação foram implementadas metodologias 5S no setor das bancadas. Este trabalho de campo melhorou a organização de ferramentas o que pode influenciar na redução do tempo de Setup das operações.

A implementação da automatização de placas de ajustamento e de pressão através de um sistema de palete representa uma redução potencial na ordem de 64,2% de tempo. Alargar esta produção a todas as empresas do grupo iria produzir um grande impacto económico na redução de custos.

Como sugestão de trabalhos futuros, é do interesse da empresa continuar com o estudo da implementação de um sistema de informação. A médio prazo seria interessante estudar a viabilidade da implementação de um sistema integrado de gestão empresarial que em inglês denomina-se por *Enterprise Resource Planning* (ERP). Estes sistemas de informação integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema (Anexo E).



## 8. Referências e Bibliografia

Almeida, Joaquim Pedro Valente; Presidente da AFIA, Congresso realizado em Lisboa, subordinado ao tema “Ind. Componentes para Automóveis. Que futuro?”, Fevereiro de 2007

Ann, Jessica - Dissertação “Sistema de Seguimento de Componentes em Fabrico na Produção”, Simoldes Aços, FEUP, 2010

Baptista, António, “Células flexíveis de produção”, Revista “O Molde”, Cefamol, 2011

Brito, António, “Moldes de injeção para termoplásticos”, Departamento de Engenharia de Polímeros, Universidade do Minho, 2000

Cefamol, “Estudo do posicionamento competitivo da indústria portuguesa de moldes”, 2010

Chase, R. B., Jacobs, F. R. e Aquilano, N. J., (2008), Operations and Supply Management, McGraw-Hill.

Chase, Richard B. e Jacobs, F. Robert. 2006. Operation Management for Competitive Advantage, 2006

Fuh J. Y. H., Zhang Y. F., Nee A. Y. C., Computer-aided injection mold design and manufacture. New York. Marcel Dekker, 2004

Imai, Masaaki, (1997), Gemba Kaizen, IMAM.

Liker, Jeffrey K., Meier, David, (2005), Toyota Field Way, McGraw-Hill.

Manual de Boas Práticas, 2007; “Indústria Metalúrgica e Metalomecânica Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, AEP”

Moreira, Maria – Tese “Planeamento e controlo de operações em job shop”, FEP, 2005

Pinto, João Paulo, (2006), Gestão de Operações, LIDEL.

Pontes António J., Brito António M., Manual do projetista para moldes de injeção de plástico - Tipificação de moldes. Centimfe Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, 2003, Vol. 3.

Reinert A. F., “Moldes de injeção”. Sociedade Educacional de Santa Catarina – Centro de Educação Tecnológica do Paraná – CETT PR. Paraná: Abril, 2004

Reis, Luís Carlos Pereira Batista - Fatores Estratégicos de Desenvolvimento da Indústria de Componentes para Automóvel em Portugal - Os Determinantes da Qualidade das Empresas. Universidade Técnica De Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2001.

Santos, Vítor; “Indústria Automóvel em Portugal – Análise e Prospectiva”, Dez. 2000

Simoldes Aços, Manual da Qualidade, Edição 2010

Simoldes Aços, Caderno Técnico


Team, P. P. D. (1998). Just In Time for Operators. Portland, Productivity Press.

Vollmann T E, William L B and Whybark D C, 1992, Manufacturing planning and control systems, Richard D. Irwin, Inc., third edition, ISBN 0-256-08808-X.

Wight, O. (1970), "Input/output control: a real handle on lead time", Production and Inventory Management, vol. 11, n° 3, pp. 9-30.

Zápfel, G. e H. Missbauer (1993), "New concepts for production planning and control", European Journal of Operational Research, vol. 67, n° 3, pp. 297-320.

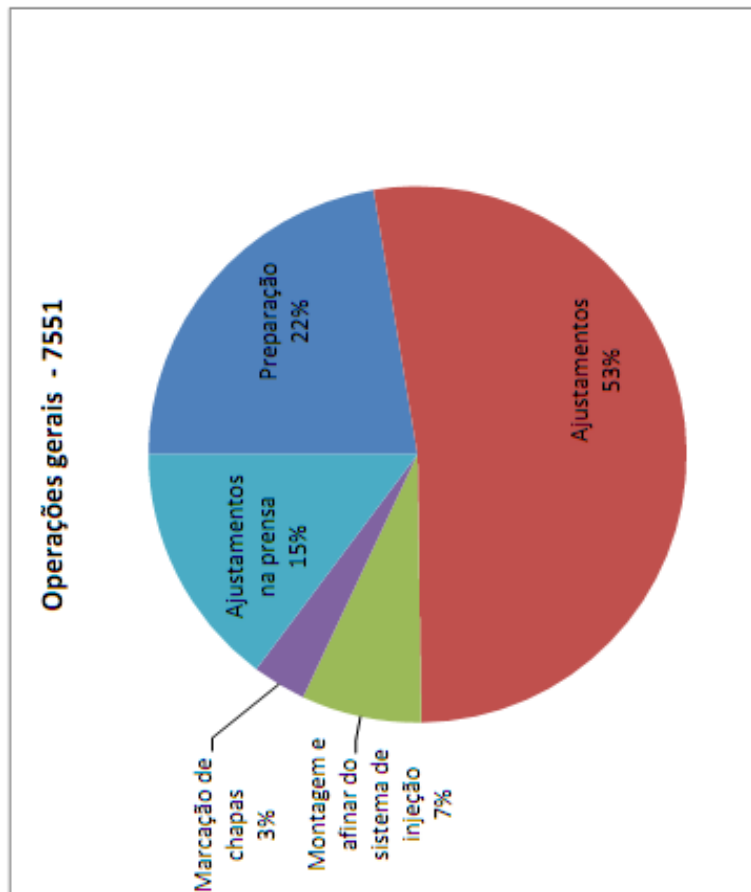
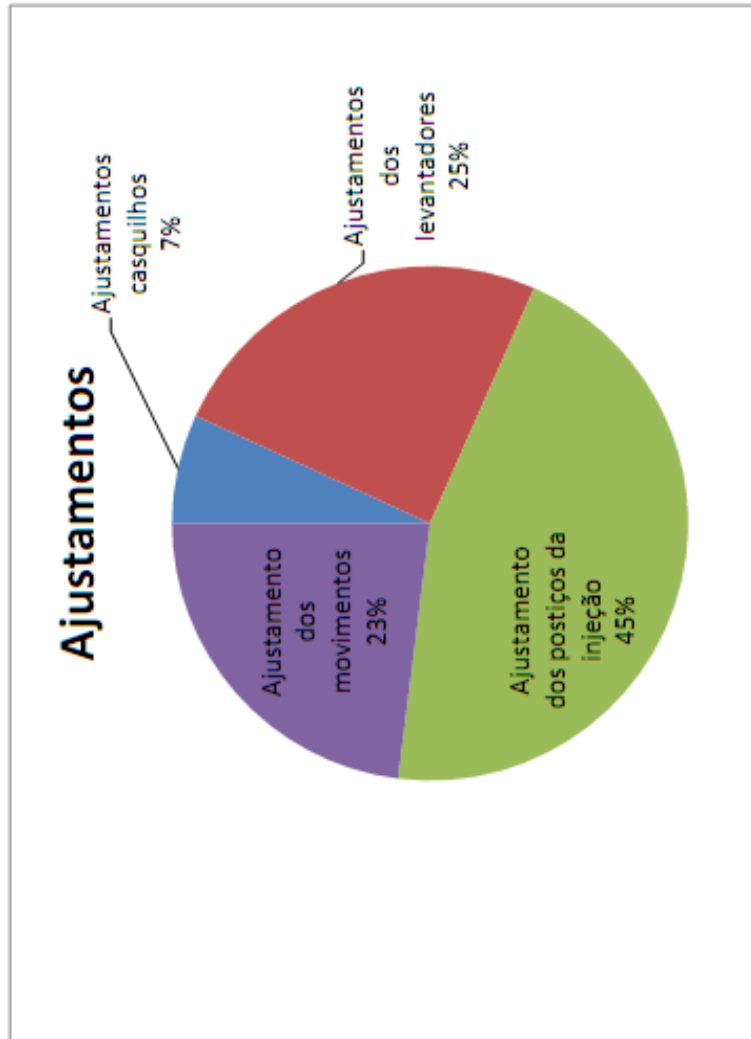
## 9. ANEXO A: Ficha técnica do molde

	<b>Ficha Técnica do Molde</b>	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">Ano</td> <td style="font-size: small;">No.</td> <td style="font-size: small;">Ed.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2011</td> <td style="text-align: center;">7551</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Ano	No.	Ed.	2011	7551	1																																										
Ano	No.	Ed.																																																
2011	7551	1																																																
<b>Coordenadas Cliente</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Cliente: MDA</td> <td style="width: 40%;">País: Portugal</td> </tr> </table>			Cliente: MDA	País: Portugal																																														
Cliente: MDA	País: Portugal																																																	
<b>Concepção do Molde</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Designação: <b>Grade Superior Body Color VW GOLGP</b></td> <td style="width: 40%;">No. Cavidades : <b>1</b></td> </tr> <tr> <td>                 Série <input checked="" type="checkbox"/> Protótipo <input type="checkbox"/> Pré-série <input type="checkbox"/>                  Monobloco <input checked="" type="checkbox"/> Empostado <input type="checkbox"/> Outro :             </td> <td></td> </tr> </table>			Designação: <b>Grade Superior Body Color VW GOLGP</b>	No. Cavidades : <b>1</b>	Série <input checked="" type="checkbox"/> Protótipo <input type="checkbox"/> Pré-série <input type="checkbox"/> Monobloco <input checked="" type="checkbox"/> Empostado <input type="checkbox"/> Outro :																																													
Designação: <b>Grade Superior Body Color VW GOLGP</b>	No. Cavidades : <b>1</b>																																																	
Série <input checked="" type="checkbox"/> Protótipo <input type="checkbox"/> Pré-série <input type="checkbox"/> Monobloco <input checked="" type="checkbox"/> Empostado <input type="checkbox"/> Outro :																																																		
<b>Elementos Recebidos</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Igual ao molde SA7509</td> <td style="text-align: right;">Data Recepção:</td> </tr> </table>			Igual ao molde SA7509	Data Recepção:																																														
Igual ao molde SA7509	Data Recepção:																																																	
<b>Sistema de Injecção</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"> <b>Tipo de Injecção</b>                  Lado Macho <input type="checkbox"/> Canal Quente <input checked="" type="checkbox"/> Bico Quente <input checked="" type="checkbox"/>                  Lado da Cavidade <input type="checkbox"/> Canal Frio <input type="checkbox"/> Bico Frio <input type="checkbox"/>   <b>Tipo de Entrada</b>                  Directa <input type="checkbox"/> Submarina <input checked="" type="checkbox"/> N. de Bicos :                  Bayer <input checked="" type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> 5 valve gate             </td> <td style="width: 40%; vertical-align: top;"> <b>Observações:</b> </td> </tr> </table>			<b>Tipo de Injecção</b> Lado Macho <input type="checkbox"/> Canal Quente <input checked="" type="checkbox"/> Bico Quente <input checked="" type="checkbox"/> Lado da Cavidade <input type="checkbox"/> Canal Frio <input type="checkbox"/> Bico Frio <input type="checkbox"/>  <b>Tipo de Entrada</b> Directa <input type="checkbox"/> Submarina <input checked="" type="checkbox"/> N. de Bicos : Bayer <input checked="" type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> 5 valve gate	<b>Observações:</b>																																														
<b>Tipo de Injecção</b> Lado Macho <input type="checkbox"/> Canal Quente <input checked="" type="checkbox"/> Bico Quente <input checked="" type="checkbox"/> Lado da Cavidade <input type="checkbox"/> Canal Frio <input type="checkbox"/> Bico Frio <input type="checkbox"/>  <b>Tipo de Entrada</b> Directa <input type="checkbox"/> Submarina <input checked="" type="checkbox"/> N. de Bicos : Bayer <input checked="" type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> 5 valve gate	<b>Observações:</b>																																																	
<b>Sistema de Extracção</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"> <b>Tipo de Extracção</b>                  Convencional <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Hidráulica <input checked="" type="checkbox"/> Dupla <input type="checkbox"/>                  Invertida <input type="checkbox"/> Robot <input type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Engatada <input type="checkbox"/>                  Movimentos <input checked="" type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> Extractores <input checked="" type="checkbox"/> Barra <input type="checkbox"/>   <b>Movimentos</b>                  Mecânicos : 1      Hidráulicos : 4      Extracção : 0             </td> <td style="width: 40%; vertical-align: top;"> <b>Observações:</b>                  8 levantadores             </td> </tr> </table>			<b>Tipo de Extracção</b> Convencional <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Hidráulica <input checked="" type="checkbox"/> Dupla <input type="checkbox"/> Invertida <input type="checkbox"/> Robot <input type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Engatada <input type="checkbox"/> Movimentos <input checked="" type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> Extractores <input checked="" type="checkbox"/> Barra <input type="checkbox"/>  <b>Movimentos</b> Mecânicos : 1      Hidráulicos : 4      Extracção : 0	<b>Observações:</b> 8 levantadores																																														
<b>Tipo de Extracção</b> Convencional <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Hidráulica <input checked="" type="checkbox"/> Dupla <input type="checkbox"/> Invertida <input type="checkbox"/> Robot <input type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Engatada <input type="checkbox"/> Movimentos <input checked="" type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> Extractores <input checked="" type="checkbox"/> Barra <input type="checkbox"/>  <b>Movimentos</b> Mecânicos : 1      Hidráulicos : 4      Extracção : 0	<b>Observações:</b> 8 levantadores																																																	
<b>Aços</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tipos de Aços</th> <th>Nit.</th> <th>Temp.</th> <th>Pré-Tra.</th> <th>Maq.</th> <th>Fornecedor</th> <th>Dureza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estrutura :</td> <td>1.1730</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cavidade :</td> <td>1.2738HH</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>HRC</td> </tr> <tr> <td>Macho :</td> <td>1.2738HH</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>HRC</td> </tr> <tr> <td>Postiços :</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>HRC</td> </tr> <tr> <td>Movimentos :</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td>HRC</td> </tr> </tbody> </table>				Tipos de Aços	Nit.	Temp.	Pré-Tra.	Maq.	Fornecedor	Dureza	Estrutura :	1.1730	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Cavidade :	1.2738HH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC	Macho :	1.2738HH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC	Postiços :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC	Movimentos :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC
	Tipos de Aços	Nit.	Temp.	Pré-Tra.	Maq.	Fornecedor	Dureza																																											
Estrutura :	1.1730	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
Cavidade :	1.2738HH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC																																											
Macho :	1.2738HH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC																																											
Postiços :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC																																											
Movimentos :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HRC																																											
<b>Tipo de Acabamento</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Polimento</th> <th>Textura</th> <th>Outros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cavidade</td> <td>600</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Macho</td> <td>120</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Polimento	Textura	Outros	Cavidade	600			Macho	120																																						
	Polimento	Textura	Outros																																															
Cavidade	600																																																	
Macho	120																																																	
<b>Ensaio</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Material Plástico :</td> <td style="width: 30%;">ABS Lustran H802 Lanxess</td> <td style="width: 20%;">Contração :</td> <td style="width: 20%;">0,65%</td> </tr> <tr> <td>Máquina de Injecção :</td> <td></td> <td>Quant. Injecções :</td> <td>150      No. Ensaios : 3</td> </tr> </table>			Material Plástico :	ABS Lustran H802 Lanxess	Contração :	0,65%	Máquina de Injecção :		Quant. Injecções :	150      No. Ensaios : 3																																								
Material Plástico :	ABS Lustran H802 Lanxess	Contração :	0,65%																																															
Máquina de Injecção :		Quant. Injecções :	150      No. Ensaios : 3																																															
<b>Fornecimentos</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Marca</th> <th>Observações</th> <th>Fornecedor</th> <th>Cliente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ensaio</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Estudo Preliminar/Projecto</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Aços</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Aces. Eléct./Hidraul./Segur.</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Material Plástico</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Sistema de Injecção</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mold-Flow</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			Descrição	Marca	Observações	Fornecedor	Cliente	Ensaio			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estudo Preliminar/Projecto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aços			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aces. Eléct./Hidraul./Segur.			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Material Plástico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de Injecção			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mold-Flow			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
Descrição	Marca	Observações	Fornecedor	Cliente																																														
Ensaio			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Estudo Preliminar/Projecto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Aços			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Aces. Eléct./Hidraul./Segur.			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Material Plástico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																														
Sistema de Injecção			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
Mold-Flow			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																														
<b>Observações</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>FTM-ed.1 de acordo com molde SA7508 + Relatório da PO de apresentação de apresentação dos preliminares (email 13-06-2011)</td> </tr> </table>			FTM-ed.1 de acordo com molde SA7508 + Relatório da PO de apresentação de apresentação dos preliminares (email 13-06-2011)																																															
FTM-ed.1 de acordo com molde SA7508 + Relatório da PO de apresentação de apresentação dos preliminares (email 13-06-2011)																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Gestor Projecto: Filipe Lemos</td> <td style="width: 25%;">Gestor Conta Cliente: Paula Costa</td> <td style="width: 25%;">Bancada:</td> <td style="width: 25%;">Desenhador: J.C.Martins</td> </tr> <tr> <td>Orçamentista: Null</td> <td>Programador: Victor Costa</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Gestor Projecto: Filipe Lemos	Gestor Conta Cliente: Paula Costa	Bancada:	Desenhador: J.C.Martins	Orçamentista: Null	Programador: Victor Costa																																										
Gestor Projecto: Filipe Lemos	Gestor Conta Cliente: Paula Costa	Bancada:	Desenhador: J.C.Martins																																															
Orçamentista: Null	Programador: Victor Costa																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Por : Paula Costa</td> <td style="width: 50%;">Data de Registo: 2011-06-21</td> </tr> </table>			Por : Paula Costa	Data de Registo: 2011-06-21																																														
Por : Paula Costa	Data de Registo: 2011-06-21																																																	



10. ANEXO B: Molde 7551

Molde 7551	Macho [min]	Cavidade [min]	Repetição de operação [min]	Total [min]	
Limpeza	10	35	30	75	Preparação
Escarear furos	20	20	15	55	
Quebrar quinas	40	25	-	65	
Verificar rosca (Machos)	40	60	30	130	
Verificar furos (Mandril)	40	30	-	70	
Tapar águas (Bujões+Tacos)	240	200	-	440	
Marcação das palhetas	60	25	-	85	
Colocar palhetas	100	-	-	100	
Verificar águas	-	25	-	25	
Transportes	63	15	120	198	
Ajustamentos casquilhos	200	-	-	200	Ajustamentos
Ajustamento dos levantadores	720	-	-	720	
Ajustamento dos postigos da injeção	1320	-	-	1320	Injeção
Ajustamento dos movimentos	450	160	60	670	
Apertar postigos da injeção	30	-	-	30	
Mandriar bicos de injeção	-	70	-	70	Marcação de chapas
Sistema de injeção	-	300	-	300	
Marcação de chapas de pressão	-	60	-	60	
Marcação de chapas de ajustamento	-	120	-	120	Ajustamentos na prensa
Ajustamentos na prensa	-	-	820	820	
<b>Total</b>	<b>3333</b>	<b>1145</b>	<b>1075</b>	<b>4733</b>	
<b>Somatório das operações agrupadas</b>					
Preparação	1243	min			
Ajustamentos	2910	min			
Montagem e afinar do sistema de injeção	400	min			
Marcação de chapas	180	min			
Ajustamentos na prensa	820	min			



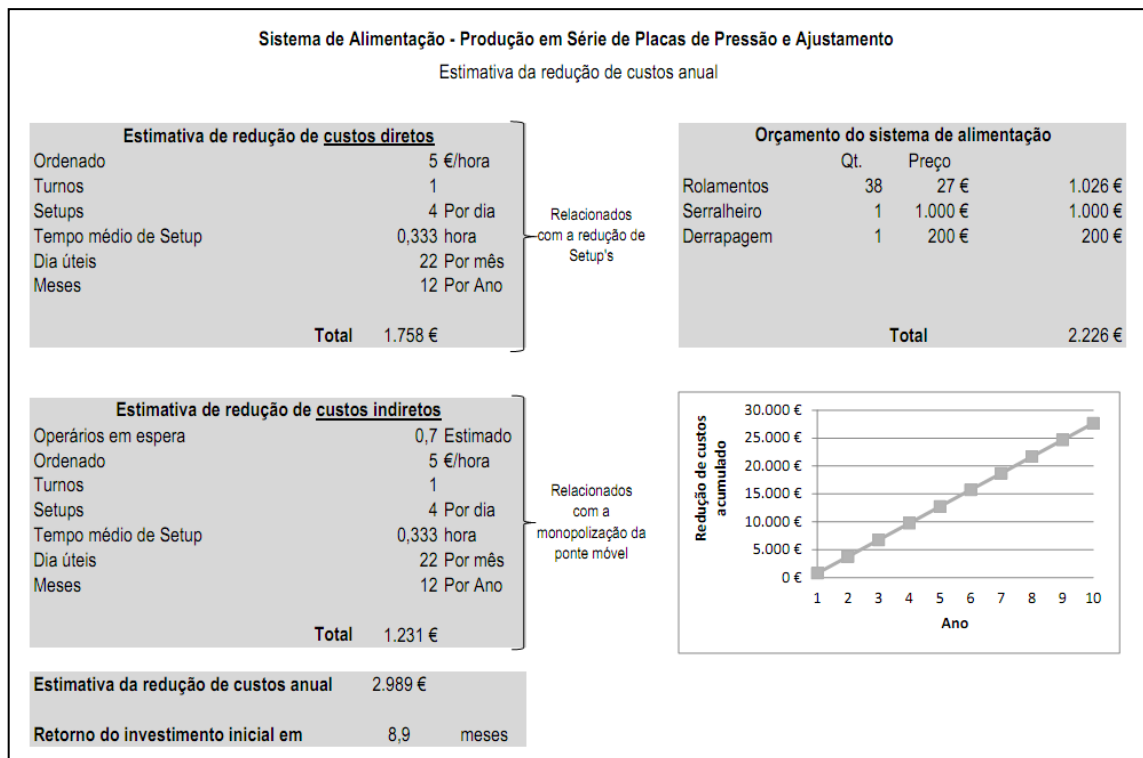
## 11. ANEXO C: Análise de Custos

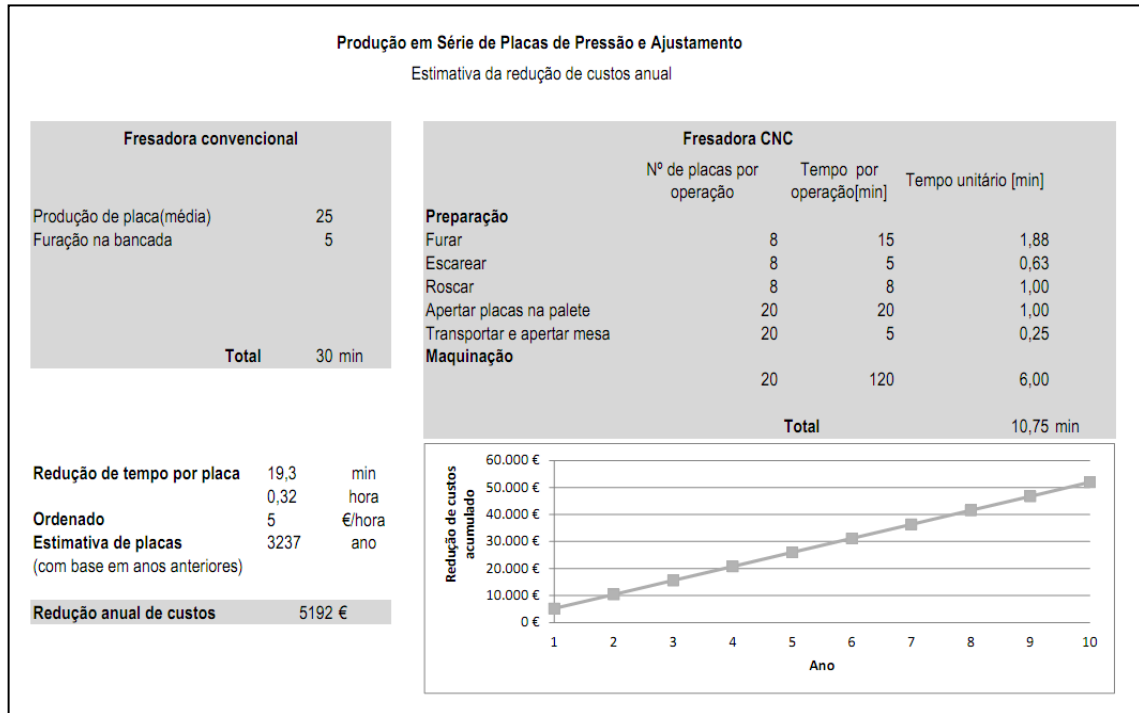
Leitores portáteis	Preço	Características
Symbol LS 3408 Series	350 €	Sem fios, Muito resistente em ambiente industrial
Symbol LS2208	162 €	Sem fios, Muito resistente em ambiente industrial
Symbol LS4208	33 €	Com fio, Ideal para a fase de testes
Datalogic Heron D130 Kit USB Preto	153 €	Sem fios, Boa relação preço/qualidade, Resistente em ambientes industriais

Impressoras	Preço	Características
TSC TTP-244ME Plus	639 €	Imprimir em papel, resiste?
TSC TTP-246M Plus	886 €	Imprimir em papel, resiste?
ZEBRA IMP TRANSFER TERMICA ETIQUETAS TLP2844	378 €	Imprimir em papel, resiste?
Brother P-touch 9800PCN Impressora	526 €	Imprimir em papel, resiste?

Componente	Qt.	Preço	Necessidades de etiquetas 1º Ano	Necessidades de etiquetas anos seguintes
Impressora	1	400 €	Trabalhadores 300	Trabalhadores 20
Consumíveis (2580 etiquetas)	1	50 €	Caderno de operações 60	Caderno de operações 20
Leitor Portátil	3	100 €	Moldes(Cavidade+ Macho) 240	Moldes(Cavidade+ Macho) 240
<b>Total</b>		<b>550 €</b>	<b>Total 600</b>	<b>Total 280</b>







## 12. ANEXO D: Elementos do sistema de informação

 Codificação de operações		
Início	Interrompida	Fim
		
Inspeção		
Verificar o material		
Verificar os furos		
Limpeza		
Quebrar quinas		
Escarear furos		
Passar machos		
Passar mandril		
Tapar águas		
Testar as águas		
Ajustamento dos postigos		
Ajustamento dos movimentos		
Ajustamento dos levantadores		
Ajustamento dos postigos da injeção		
Montar sistema de extracção		



### 13. ANEXO E: Lista de Software ERP

Software	Licença	Plataformas	Idiomas disponíveis
CIGAM	Proprietária	Windows	Português
Compiere	GPL	Multiplataforma	Inglês
ERP5	GPL	Windows	Inglês
Microsoft Dynamics	Proprietária	Multiplataforma	Inglês
NewAge	Proprietária	Multiplataforma	Inglês, Espanhol e Chinês
Openbravo	GPL	Multiplataforma	Inglês
OpenERP	GPL	Multiplataforma	Inglês
Protheus	Proprietária	Multiplataforma	Português e Inglês
SAP ERP	Proprietária	Multiplataforma / Web	Inglês
Spress	Proprietária	Multiplataforma	Português
Stoq	GPL	Multiplataforma	Português, Inglês e espanhol
Vilesoft	Proprietária	Multiplataforma	Português
WebERP	GPL	Multiplataforma / Web	Inglês

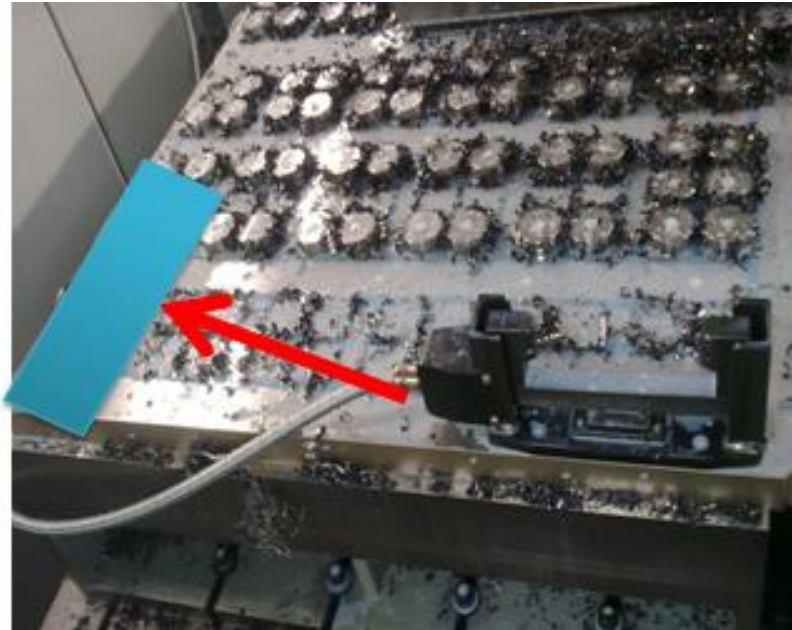


#### 14. ANEXO F: Mudança de posição de apoio de laser

Foi proposto desenvolver uma solução para a mudança de posição de um laser em duas fresadoras de marca Trimill. Com esta mudança pretendia-se aumentar a produtividade disponibilizando mais espaço na área destinada á maquinação.



Com a mudança de posição prevê-se um aumento de 4% na capacidade máxima de produção.



Após a escolha da nova posição do laser procedeu-se ao projeto e maquinação do apoio do laser. Seguidamente montou-se o apoio do laser.

