

MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NA SIMOLDES AÇOS, SA

JOSÉ PEDRO TAVARES FERREIRA BRANDÃO



Mestrado em Engenharia Mecânica – Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2013

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica

Candidato: José Pedro Tavares Ferreira Brandão, N° 1100104, 1100104@isep.ipp.pt

Orientação científica: João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Coorientação científica: Paulo António Ávila, psa@isep.ipp.pt

Empresa: Simoldes Aços, SA



Mestrado em Engenharia Mecânica

Área de Especialização de Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Dedicatória

Em especial gostaria de dedicar este trabalho aos meus pais, irmão, avós e namorada pelo acompanhamento e apoio fornecido no decorrer da minha formação acadêmica e no decorrer da escrita desta dissertação.

Agradecimentos

À Organização SIMOLDES AÇOS, SA sendo a empresa promotora da oportunidade de formação e ajuda facultada na execução do projeto.

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

Ao Professor João Bastos, orientador do projeto por parte do ISEP, pela disponibilidade e esclarecimentos prestados ao longo do trabalho desenvolvido, fornecendo bibliografia e informação preciosa que ajudou a evoluir de forma significativa.

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

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

Resumo

O trabalho presente nesta dissertação incidiu sobre a aplicação das metodologias *Lean* no âmbito do processo produtivo de uma empresa metalomecânica de moldes – SIMOLDES AÇOS, SA.

No atual enquadramento, com os mercados nacionais e internacionais debaixo de feroz competição, as empresas são obrigadas a estudar métodos e técnicas que permitam eliminar desperdícios, reduzir custos e tempos de produção, ao mesmo tempo que são exigidos maiores níveis de qualidade dos produtos fabricados com vista ao aumento da competitividade.

No decorrer do trabalho desta dissertação de mestrado foi realizada uma análise abrangente do estado atual do sector de atividade do processo produtivo na empresa SIMOLDES AÇOS SA, o que permitiu identificar as áreas e os pontos a intervir e desenhar as soluções de melhoria na atividade do processo produtivo. Na fase concludente do trabalho foram implementadas algumas dessas propostas de melhoria, ao passo que outras ficaram programadas para futura implementação.

Na base do trabalho desenvolvido esteve a metodologia *Lean*, que apresenta um papel relevante na implementação de uma abordagem integrada da função do processo produtivo na aquisição dos objetivos da produção. O presente projeto baseou a sua estratégia de implementação na aplicação da ferramenta do 5S. Esta ferramenta visa a redução de desperdícios, da melhoria do desempenho dos processos e da plena integração de todos os colaboradores no processo de fabrico. Com a implementação das melhorias propostas, foram observadas melhorias significativas no fluxo das atividades do processo produtivo.

Palavras-Chave

5S, Melhoria Contínua, Eliminação de Desperdício, Implementação *Lean*.

Abstract

The present work in this dissertation focused on the application of *Lean* methodologies in the production process of an engineering company moulds – SIMOLDES AÇOS, SA.

In the current environment, with the domestic and international markets under fierce competition, companies are forced to study methods and techniques to eliminate waste, reduce costs and production times while that required higher levels of quality of manufactured products with order to increase competitiveness.

During the work of this dissertation was carried out a comprehensive analysis of the current state of the sector of activity of the production process in the company SIMOLDES AÇOS SA, which allowed us to identify the areas and points to act and design solutions to improve the activity of the production process. In the concluding phase of the work were implemented some of these proposed improvements, while others were scheduled for future implementation.

On the basis of the work was to *Lean* methodology, which has an important role in the implementation of an integrated function of the production process in the acquisition of production goals. This project based its implementation strategy in applying the tool of 5S. This tool is aimed at waste reduction, performance improvement processes and full integration of all employees in the manufacturing process. With the implementation of the proposed improvements, significant improvements were observed in the flow of activities in the production process.

Keywords

5S, Continuous Improvement, Waste Elimination, *Lean* Implementation.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	3
1.4. CALENDARIZAÇÃO	4
1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO	4
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	5
2.1. APRESENTAÇÃO DO GRUPO SIMOLDES	5
2.2. CONSTITUIÇÃO DO GRUPO SIMOLDES	6
2.3. APRESENTAÇÃO DA SIMOLDES AÇOS, SA	7
2.3.1. <i>Produtos e Serviços da Empresa</i>	8
2.3.2. <i>Tecnologia Aplicada na Empresa</i>	10
2.3.3. <i>Sector e Mercado Alvo da Empresa</i>	11
2.4. ENQUADRAMENTO DA INDÚSTRIA DOS MOLDES	11
2.4.1. <i>História da Indústria Portuguesa de Moldes</i>	11
2.4.2. <i>Abordagem e Atualidade da Indústria Portuguesa de Moldes</i>	13
2.5. NOMENCLATURA DE UM MOLDE PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICO	16
2.6. TIPOS DE AÇO EM QUE SÃO FABRICADOS OS MOLDES PARA A INJEÇÃO DE PLÁSTICO	18
2.7. CARACTERIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM MOLDE PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICO	19
2.8. PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA	25
2.9. LAYOUT DA EMPRESA	27
2.9.1. <i>Equipamentos</i>	29
3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE	33
3.1. REENGENHARIA DE PROCESSOS DE NEGÓCIO (BPR)	33
3.2. MODELAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS E NOTAÇÃO (BPMN)	35
3.3. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)	40
3.4. A FILOSOFIA LEAN	43
3.4.1. <i>Conceito do Lean Manufacturing</i>	45
3.4.2. <i>O Lean Thinking</i>	47
3.4.3. <i>Benefícios do Lean Thinking</i>	49
3.5. TÉCNICAS E FERRAMENTAS LEAN	52
3.5.1. <i>Organização no Local de Trabalho (5S)</i>	53
3.5.2. <i>Processos Uniformizados</i>	56
3.5.3. <i>Controlo Kanban</i>	56
3.5.4. <i>Gestão Visual</i>	58
3.5.5. <i>Produção Celular e Polivalência</i>	59
3.5.6. <i>Automação (Jidoka)</i>	61
3.5.7. <i>Efeito Stock</i>	62

3.5.8.	<i>Sistemas à Prova de Erro (Poka-Yoke)</i>	63
3.5.9.	<i>Eficiência Global dos Equipamentos (OEE)</i>	64
3.6.	PROCESSO DE PRODUÇÃO JOB SHOP.....	65
3.6.1.	<i>Caracterização do Processo de Produção Job Shop</i>	66
3.6.2.	<i>Planeamento e Controlo de Operações num Layout tipo Job Shop</i>	66
3.7.	LAYOUTS FABRIS	69
4.	ANÁLISE DO CASO DE ESTUDO	73
4.1.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	73
4.1.1.	<i>Análise do Processo Produtivo</i>	82
4.1.1.1.	<i>Área das Ferramentas</i>	82
4.1.1.2.	<i>Montagem e Acabamento</i>	84
4.1.1.3.	<i>Organização das Bancadas</i>	85
4.2.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	89
4.2.1.	<i>Análise do Processo de Atendimento ao Cliente</i>	92
4.3.	DESCRIÇÃO DA CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO E PROJETO.....	92
4.3.1.	<i>Análise do Processo da Conceção e Desenvolvimento e Projeto</i>	95
4.4.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO DO MOLDE	96
4.4.1.	<i>Análise do Processo de Planeamento e Controlo da Produção do Molde</i>	99
4.5.	ANÁLISE DO LAYOUT.....	100
4.6.	RESUMO DA ANÁLISE	103
5.	PROPOSTAS DE MELHORIA	107
5.1.	MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO.....	107
5.1.1.	<i>Melhoria da Área das Ferramentas</i>	107
5.1.2.	<i>Reorganização Geral do Processo - 5S</i>	113
5.2.	MELHORIA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE.....	115
5.3.	MELHORIA NA CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO E PROJETO.....	117
5.4.	MELHORIA NO PROCESSO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO.....	118
5.4.1.	<i>Recolha de Dados / Histórico</i>	118
5.4.2.	<i>Tempos Médios de Execução dos Moldes</i>	120
5.5.	MELHORIA NO LAYOUT DA EMPRESA	125
5.6.	RESUMO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA NA EMPRESA.....	129
6.	CONCLUSÕES	131
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
	ANEXO A: EXEMPLO FICHA TÉCNICA DE UM MOLDE	137
	ANEXO B: EXEMPLO DE UM ORÇAMENTO DE ALTERAÇÃO	139
	ANEXO C: EXEMPLO DE UM FICHEIRO DE MAQUINAÇÃO CNC	141
	ANEXO D: TEMPO MÉDIO DE EXECUÇÃO DOS MOLDES TIPO	143
	ANEXO E: TABELA COM O TEMPO MÉDIO, EM HORAS, DE EXECUÇÃO DE CADA MOLDE TIPO	171

Índice de Figuras

Figura 1 – Esquema da metodologia de trabalho.	3
Figura 2 – Calendarização em semanas do projecto.	4
Figura 3 – Lista Temporal das Empresas da Divisão Moldes (Manual Sistemas de Gestão, 2011)..	6
Figura 4 – Lista Temporal das Empresas da Divisão Plásticos (Manual Sistemas de Gestão, 2011).	6
Figura 5 – Localização Empresas Grupo Simoldes (Manual Sistemas de Gestão, 2011).....	7
Figura 6 – Peças produzidas na Simoldes Aços, SA. (Manual Sistemas de Gestão, 2011).	9
Figura 7 – Tecnologias disponíveis na Simoldes Aços, SA.....	10
Figura 8 – Evolução dos principais mercados clientes (Fonte: Cefamol).	13
Figura 9 – Principais destinos dos moldes portugueses em 2011 (Fonte: Cefamol).....	14
Figura 10 – Principais indústrias clientes em 2010 (Fonte: Cefamol).	14
Figura 11 – Constituição simplificada de um molde.....	16
Figura 12 – Esquema pormenorizado de um molde de duas placas.....	17
Figura 13 – Vista em corte de um molde simples. (BRITO (2004)).....	19
Figura 14 – 1ª. Etapa - Fecho e trancamento de um molde.....	21
Figura 15 – 2ª. Etapa - Injeção de um molde.	21
Figura 16 – 3ª. Etapa - Pressurização ou segunda pressão de um molde.	22
Figura 17 – 4ª. Etapa - Sistema de refrigeração de um molde.	22
Figura 18 – 5ª. Etapa - Abertura de um molde.....	23
Figura 19 – 6ª. Etapa – Extração de um molde.	23
Figura 20 – Macho (esquerda) e Cavidade (direita).....	24
Figura 21 – Exemplo de uma Peça Final.....	24
Figura 22 – Diagrama do Processo de Conceção e Fabrico.	26
Figura 23 – <i>Layout</i> com apresentação dos equipamentos.	28
Figura 24 – Fresadora convencional.	30
Figura 25 – Fresadora CNC.	30
Figura 26 – Equipamento de electroerosão.	30
Figura 27 – Prensa hidráulica.....	30
Figura 28 – Torno mecânico.	31
Figura 29 – Códigos internos dos equipamentos.....	32
Figura 30 – Ciclo de Vida <i>BPMN</i> (ABPMP 2009)	35
Figura 31 – Estrutura do Sistema de Produção Toyota (Pinto 2006).....	41
Figura 32 – A Evolução Contínua até à Perfeição (Pinto 2006)	43
Figura 33 – Os sete desperdícios.....	45
Figura 34 – Os cinco princípios do <i>Lean Thinking</i>	48
Figura 35 – Os benefícios de se tornar <i>Lean</i>	50
Figura 36 – Práticas <i>5S</i>	55

Figura 37 – Célula de produção com equipamentos conduzidos por colaboradores (Pinto 2006)...	60
Figura 38 – Baixos níveis de <i>stocks</i> expõem os problemas no <i>shop floor</i> . (Pinto 2006)	63
Figura 39 – Esquema de um <i>layout</i> tipo " <i>job-shop</i> " B.Chase, Jacobs et al. (2006)	68
Figura 40 – Modelagem do Processo Produtivo (Bizagi).	75
Figura 41 – Exemplo de um croqui de maquinação.	77
Figura 42 – Posto de trabalho do <i>Software</i> CAM.	77
Figura 43 – Croquis técnicos e ficha de tempos junto ao posto de trabalho.	78
Figura 44 – Identificação dos componentes “Pínula” e “Área de Gravação”.	79
Figura 45 – Ficha de tempos preenchida manualmente na produção.....	80
Figura 46 – Tempos de paragem de máquina devido à procura de ferramenta.....	83
Figura 47 – Tempos de paragem de máquina devido a mudança de ferramenta.....	83
Figura 48 – Gavetas de arrumação de componentes na bancada.	86
Figura 49 – Desorganização nas mesas de trabalho.	87
Figura 50 – Estado das mesas de trabalho.....	87
Figura 51 – Estado do chão.	88
Figura 52 – Zona onde se procede à pintura de componentes do molde.....	88
Figura 53 – Pintura do molde.....	89
Figura 54 – Fluxograma do processo produtivo da Simoldes Aços, SA.....	91
Figura 55 – Fluxograma das atividades do Departamento de Conceção e Desenvolvimento.....	93
Figura 56 – Planeamento da produção realizado no <i>Microsoft Project</i>	97
Figura 57 – Fatores do planeamento global da produção.....	98
Figura 58 – Fluxo de produção de um molde simples no <i>Layout</i> da Empresa.....	101
Figura 59 – Objetivos e metas do controlo <i>Kanban</i>	108
Figura 60 – Desenho do modelo do sistema informático <i>ERP</i>	109
Figura 61 – Localização da área de ferramentas na produção.....	110
Figura 62 – Cartão de ferramentas.	111
Figura 63 – Quadro de Gestão Visual.	112
Figura 64 – Material não usado enviado para a sucata.....	113
Figura 65 – Agrupamento de componentes.....	113
Figura 66 – Arrumação dos componentes.....	114
Figura 67 – Limpeza geral.	114
Figura 68 – Pintura das mesas de trabalho.....	114
Figura 69 – Modelagem da melhoria do processo atendimento ao cliente.	115
Figura 70 – Modelagem da melhoria do processo de conceção e desenvolvimento do projeto.....	117
Figura 71 – Cálculo dos tempos médios de execução dos moldes.....	121
Figura 72 – Utilização dos processos de produção.	122
Figura 73 – Interface do <i>software</i> PULSE.	123
Figura 74 – <i>Layout</i> antes da reestruturação.....	126

Figura 75 – <i>Layout</i> em período de reestruturação.....	127
Figura 76 – <i>Layout</i> reestruturado com as várias células de maquinação.	128
Figura 77 – Zonas de <i>stock</i> de blocos grandes (a), blocos pequenos (b) e placas (c).	128

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipos de materiais aplicados nos moldes.	18
Tabela 2 - Objetos do modelo BPMN.	37
Tabela 3 - Tabela com os moldes tipo de 2007 a 2011.	119
Tabela 4 - Tempo médio de execução (em horas) dos moldes tipo “Colunas de Cinto”.	121

Índice de Equações

Equação 1 – Número de cartões <i>Kanban</i>	57
Equação 2 – Cálculo do OEE.	64
Equação 3 – Cálculo do índice disponibilidade.	64
Equação 4 – Cálculo do indicador de eficiência.	64
Equação 5 – Cálculo do índice qualidade.	64
Equação 6 – Cálculo do <i>Takt Time</i>	65

Acrónimos

ACS	– <i>Advanced Customer Services</i>
APA	– Armazéns Intermédios de Produto Acabado
BPR	– <i>Business Process Reengineering</i>
BPMN	– <i>Business Process Modeling Notation</i>
BPD	– Diagrama de Processo de Negócios
CAD	– <i>Computer Aided Design</i>
CAM	– <i>Computer Aided Engineering</i>
CAE	– <i>Computer Aided Manufacturing</i>
CATIA	– <i>Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application</i>
CEFAMOL	– Associação Nacional da Indústria de Moldes
CNC	– Controlo Numérico Computorizado
DED	– Departamento de Estudos e Desenvolvimento
DES	– Departamento de Estudos e Sistemas
ERP	– <i>Enterprise Resource Planning</i>
EUA	– Estados Unidos da América
IGM	– Indústria Global de Moldes
IMA	– Indústria de Moldes de Azeméis
ISEP	– Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	– <i>Just in Time</i>

- MIT – *Massachusetts Institute of Technology*
- MDA – Moldes de Azeméis
- NC – Não Conformidades
- OA – Orçamento de Alteração
- OMG – *Object Management Group*
- OEE – *Overall Equipment Effectiveness*
- PME – Pequena Média Empresa
- PULSE – *Performance and Utilization of Systems & Equipment*
- SA – Simoldes Aços
- SP – Simoldes Plásticos
- TPS – *Toyota Production System*
- WIP – *Work in Process*

1. INTRODUÇÃO

O Tema da dissertação apresentado foi desenvolvido em parceria com a empresa SIMOLDES AÇOS, SA tendo como base a aplicação de metodologias *Lean* no processo produtivo.

Este projeto foi desenvolvido pelo aluno José Pedro Tavares Ferreira Brandão, nº 1100104, estudante do 2º Ano do Mestrado de Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial do estabelecimento de Ensino, ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O desenvolvimento desta dissertação enquadra-se na promoção e análise do processo da produção e a avaliação do desempenho na realidade da organização SIMOLDES AÇOS, SA.

Este estudo teve em vista a análise das atividades do processo produtivo por forma a obter uma melhoria global. Nesse sentido, procurou-se promover melhorias a partir dos procedimentos dos vários processos do sector produtivo, e posterior acompanhamento da implementação das melhorias.

1.2. OBJETIVOS

Os objetivos presentes nesta dissertação baseados no estudo dos processos de produção de moldes para injeção de plástico, visaram a identificação de soluções que promovessem a melhoria da estratégia operacional da empresa e a implementação de ferramentas de suporte adequadas à função do planeamento e processo produtivo.

A grande competitividade e a concorrência do mercado que atualmente subsiste, obrigam as empresas da indústria de moldes a uma contínua adaptação às exigências dos clientes, nomeadamente: um aumento da capacidade produtiva com os mesmos recursos, maior celeridade e produtos com melhor qualidade, elevada flexibilidade que permita contínuas alterações do projeto ao longo do processo produtivo. Estes são desafios que a indústria dos moldes tem de ultrapassar para permanecer no mercado.

No contexto empresarial atual, o foco fundamental de uma organização industrial consiste prioritariamente na sobrevivência competitiva, sendo assim, todos os fatores que influenciam essa competitividade assumem uma relevância evidente. Analisando esses fatores, a função planeamento assume um papel fundamental. Na realidade um planeamento eficaz apresenta-se como um fator de maior relevância, complexidade e heterogeneidade, sendo pois de extrema importância adotar soluções que permitam a sua melhoria contínua. Neste caso, tornou-se fundamental estudar o processo produtivo da empresa, os fluxos de informação, os documentos usados e a localização dos mesmos com vista à consecução deste objetivo.

De forma a tornar a gestão e organização dos processos produtivos mais eficientes torna-se imprescindível o estudo dos melhores métodos de planeamento e controlo, dos sistemas de gestão de planeamento e sistemas de informação adequados e devidamente integrados. Sem esta integração a empresa não poderá otimizar o seu processo produtivo, nomeadamente pelos seguintes problemas:

- a. Inexistência de controlo sobre os moldes e componentes;
- b. O planeamento e replaneamento da produção realizado no *software* Microsoft Project é uma tarefa morosa e complexa;
- c. Atualização manual da base de dados que contém o histórico de tempos associados à execução dos moldes;
- d. Falta de rigor dos colaboradores no registo das operações realizadas na produção;
- e. A escassez de informação ao nível da gestão acarreta uma dificuldade ao nível do planeamento e processamento da informação.

Tendo como objetivos globais:

1. Redução dos prazos de entrega dos moldes ao cliente;
2. Aumento da produtividade;
3. Redução de desperdício.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia de trabalho consistiu numa primeira fase num levantamento extensivo dos dados necessários à concretização do trabalho seguida de uma análise detalhada sobre a situação atual da empresa mais concretamente do processo produtivo. Posteriormente foram criadas um conjunto de propostas de melhoria a implementar no sentido de beneficiar o processo produtivo. Para consecução do presente projeto seguiu-se a seguinte metodologia (Ver Figura 1):

- Levantamento e recolha de dados do caso de estudo;
- Identificação de todas as operações efetuadas no processo produtivo;
- Caracterização das operações e atividades da produção de forma pormenorizada;
- Análise dos problemas e desperdícios identificados;
- Estudo dos pontos de melhoria;
- Desenvolvimento das propostas de melhoria ao processo produtivo;
- Implementação das melhorias e análise de resultados obtidos, bem como elaboração do relatório da dissertação.

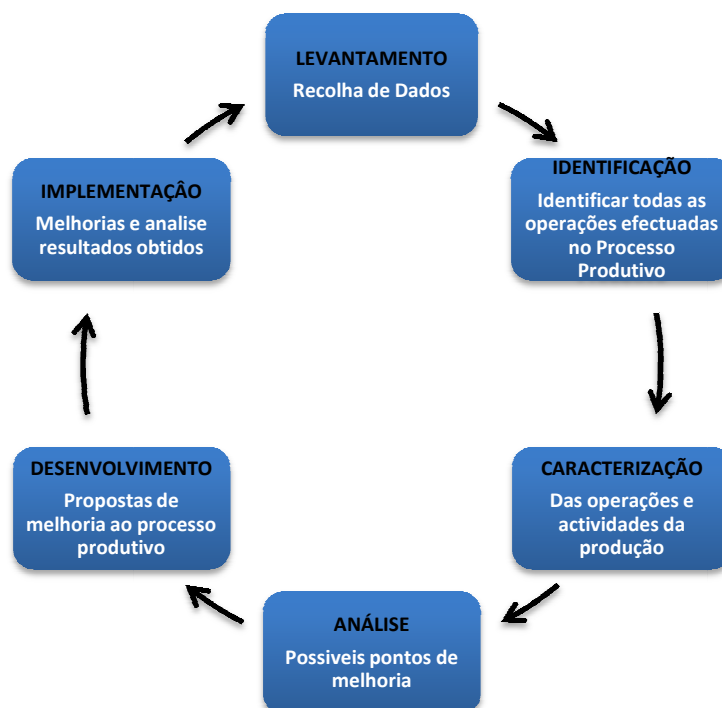


Figura 1 – Esquema da metodologia de trabalho.

1.4. CALENDARIZAÇÃO

Para o correto planeamento do trabalho realizado, são apresentados as atividades desenvolvidas bem como os períodos de execução:

- Janeiro a abril 2013: Análise do atual processo produtivo da empresa, estabelecendo pontos de melhoria e recolha da informação;
- Abril a maio 2013: Recolha bibliográfica sobre a temática em estudo;
- Maio a julho 2013: Estudo aprofundado dos pontos de melhoria e implementação;
- Julho a agosto 2013: Elaboração escrita do relatório.

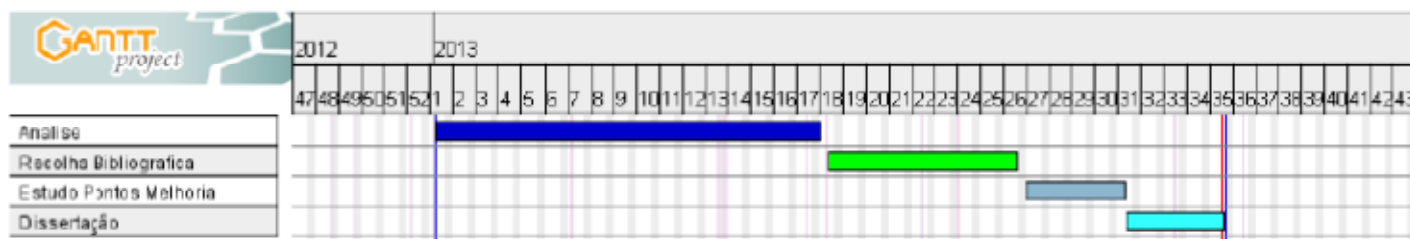


Figura 2 – Calendarização em semanas do projecto.

1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. O Capítulo 1 faz uma introdução ao tema da dissertação e apresenta a estrutura da tese. No Capítulo 2 é apresentada a SIMOLDES AÇOS, SA no que respeita à descrição dos processos que influenciam diretamente o processo produtivo, às metodologias praticadas, e aos sistemas informáticos e aplicações informáticas utilizados nessa área. Este capítulo também enquadra o projeto da dissertação com a empresa SIMOLDES AÇOS, SA. No capítulo 3, são apresentados os fundamentos teóricos que servirão de base à dissertação. O Capítulo 4 analisa o estado atual do processo produtivo da empresa incidindo no âmbito onde esta dissertação se desenrolou. No âmbito do Capítulo 5 são apresentadas as propostas de melhoria para o processo produtivo. E, por fim, no Capítulo 6 são referidas as conclusões do trabalho efetuado, bem como sugestões de trabalhos futuros.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1. APRESENTAÇÃO DO GRUPO SIMOLDES

O Grupo Simoldes, fundado em 1959 e desde 1981 liderado pelo Comendador António da Silva Rodrigues, Maria Aldina Fernandes Valente e Rui Paulo Valente Rodrigues é, atualmente, constituído por mais de 20 empresas cujo negócio é baseado em duas divisões distintas – Moldes e Plásticos. Ao longo de meio século de existência, o grupo tem contribuído de forma preponderante para o actual posicionamento do sector, globalizando o seu mercado, fortalecendo e dignificando a imagem da indústria portuguesa a nível internacional. Este sucesso alcançado pelo sector tem sido assegurado através do seu desenvolvimento tecnológico, da modernização constante dos equipamentos em utilização, do investimento na formação profissional e pela crescente procura externa, motivada por uma relação qualidade/preço/prazos de fornecimento competitiva.

2.2. CONSTITUIÇÃO DO GRUPO SIMOLDES

Atualmente o grupo encontra-se dividido em duas áreas de negócios:

- **Moldes**



Figura 3 – Lista Temporal das Empresas da Divisão Moldes (Manual Sistemas de Gestão, 2011).

A área de atividade da Divisão de Moldes incide na produção de moldes para injeção de termoplásticos contando com quinze empresas sendo seis localizadas em Portugal.

- **Plásticos**

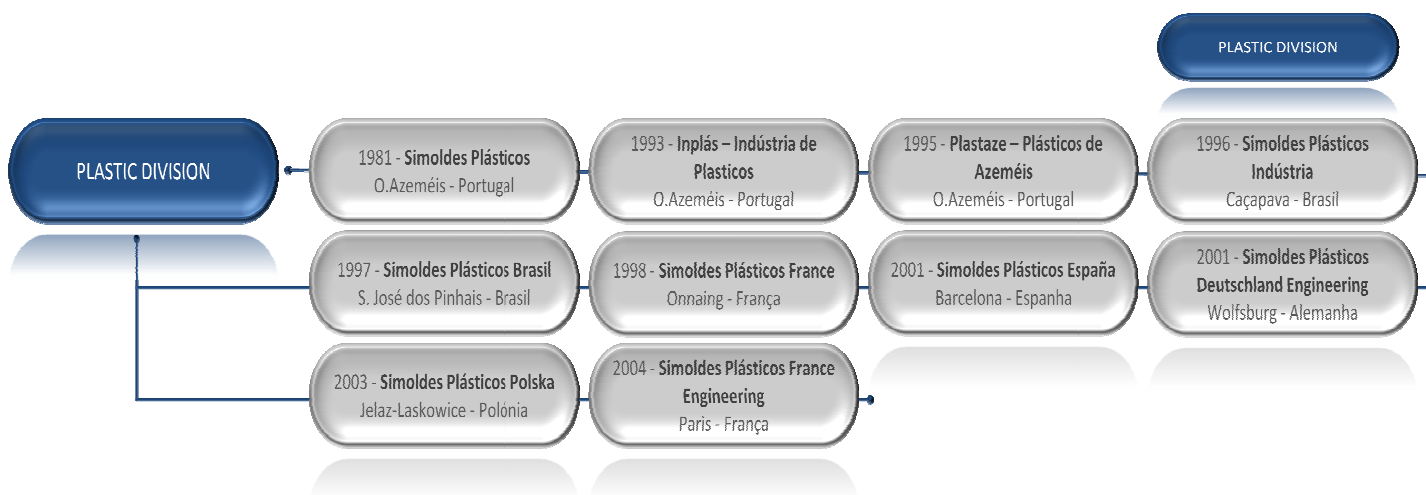


Figura 4 – Lista Temporal das Empresas da Divisão Plásticos (Manual Sistemas de Gestão, 2011).

A Divisão de Plásticos é especializada na produção de peças injetadas de materiais plásticos contando com dez empresas sendo três localizadas em Portugal. Ambas as divisões complementam-se permitindo ao cliente ter um serviço completo desde o

estudo e desenvolvimento do produto, construção do molde de injeção, e a conseqüente produção e entrega do produto final. Face à importância de alguns países para o grupo, o recurso a uma estrutura de fornecimento de serviços, melhorando a comunicação, quer verbal quer cultural, foi a estratégia adotada para colmatar a distância geográfica existente. Nesse contexto, nos mercados de maior importância para o grupo, foram instaladas dependências comerciais ACS (*Advanced Customer Services*), dirigidas por um *staff* qualificado e oriundo dos respetivos países, com competência para desempenhar funções técnica e comercial. Esta abordagem tem como objetivo promover uma maior reatividade face às exigências dos mercados, bem como ultrapassar, de um modo eficaz, possíveis barreiras culturais (Ver Figura 5).

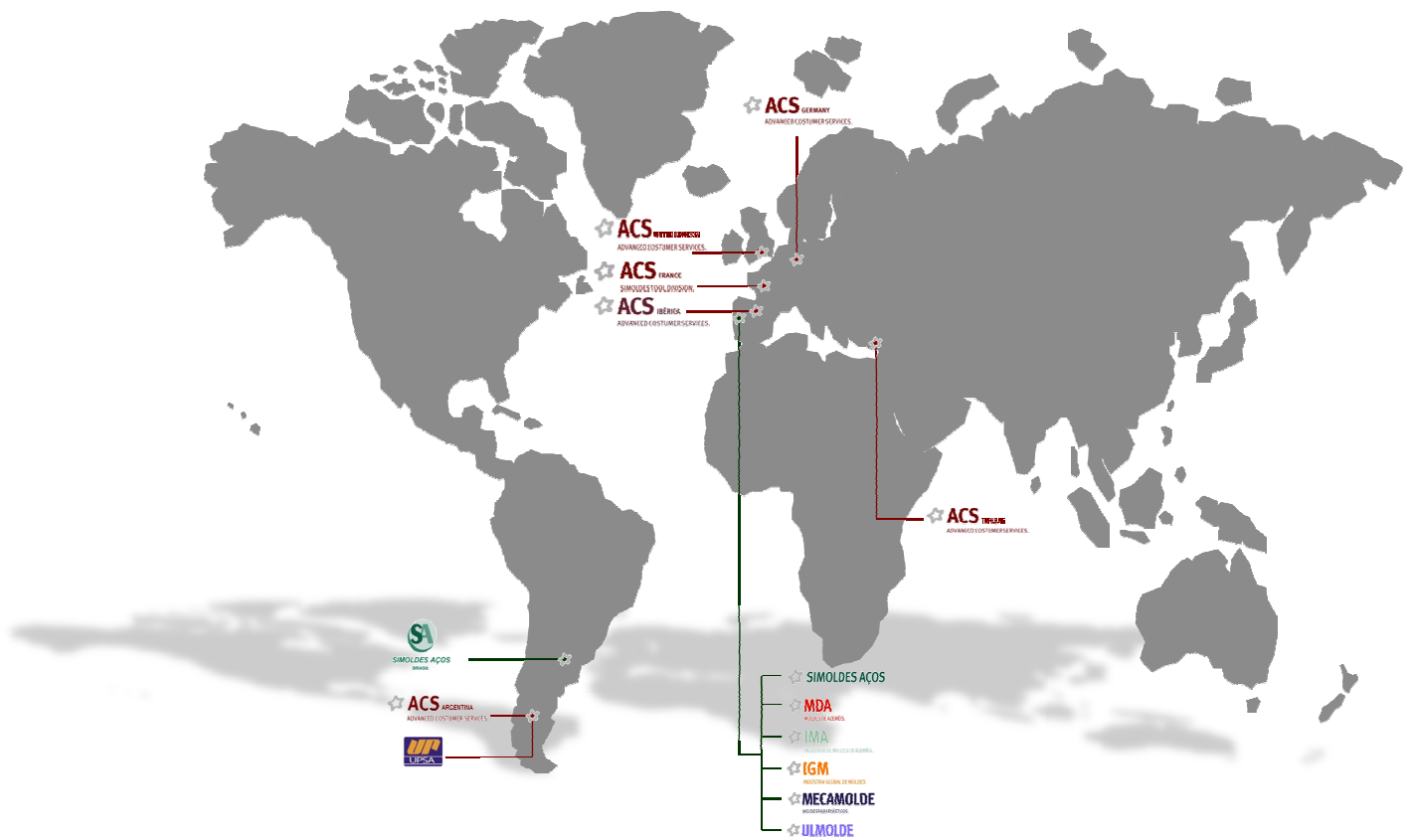


Figura 5 – Localização Empresas Grupo Simoldes (Manual Sistemas de Gestão, 2011).

2.3. APRESENTAÇÃO DA SIMOLDES AÇOS, SA

Fundada em 30 de Novembro de 1959, com o “extraordinário” capital social de quarenta mil escudos (€200), a SIMOLDES AÇOS, SA é atualmente uma das maiores unidades europeias no fabrico de moldes, bem como a “*casa-mãe*” e escola do GRUPO SIMOLDES. A SIMOLDES AÇOS, SA tendo iniciado a laboração como fabricante de moldes de artigos domésticos e de brinquedos, em Oliveira de Azeméis, fez a sua

primeira mudança estratégica em meados de Abril de 1963, ao mudar de instalações. A expansão do negócio era já um objetivo. Em 1968 a SIMOLDES AÇOS, SA faz a sua primeira exportação direta. O país de destino é Inglaterra, e a cidade de Londres. No princípio da década de 70 dá-se início à construção de um novo espaço para a SIMOLDES AÇOS, SA e é em Abril de 1974 que se inauguram oficialmente as novas instalações administrativas e fabris da empresa, na Zona Industrial de Oliveira de Azeméis, onde se encontra atualmente. A empresa encontra-se implantada numa área total de 15.521 m² de terreno, com uma área coberta de 12.200 m², da qual 7.500 m² estão afetos directamente ao sector produtivo. Desde então, resolvido o impasse de atrofamento de instalações e da impossibilidade de expansão no mesmo local, verificou-se um constante crescimento da área coberta, acompanhado de uma contínua evolução na aquisição de equipamento de alto teor tecnológico, de uma expressiva capacidade de resposta à fabricação de moldes de alto porte e, conseqüentemente, do aperfeiçoamento qualitativo do produto final. Em 1976/77 dá-se a grande ofensiva em busca de novos mercados com a participação em feiras em Chicago, Birmingham e Gotemburgo e presença em missões comerciais aos EUA, Canadá, Venezuela, Holanda, e Dinamarca. É nesta década que a SIMOLDES AÇOS, SA começa a fabricar moldes para a indústria automóvel europeia, especificamente para países como França e Suécia e para clientes como a Renault Volvo, e Saab, embora de uma forma indireta. A década de 80 é marcada pela instalação da fábrica Renault em Portugal, a qual permitiu à empresa evoluir para uma estratégia de fornecimento direto ao segmento automóvel. Em Dezembro de 1995, a SIMOLDES AÇOS, SA obtém a certificação do Sistema de Garantia de Qualidade segundo a norma NP EN ISO 9001, cujo âmbito é a conceção e produção de moldes metálicos para a indústria de plásticos. A empresa impôs-se no mercado internacional, mercê do forte investimento em tecnologia de ponta que tem vindo a fazer e do *know-how* próprio que desenvolveu, permitindo oferecer a prestação de um serviço vertical integrado, sempre baseado numa constante cooperação com os seus clientes, desde a definição do produto plástico final, passando pelo projeto e conceção do molde, pela sua construção até à produção das peças plásticas.

2.3.1. PRODUTOS E SERVIÇOS DA EMPRESA

As empresas que constituem o grupo detêm uma rede CAD/CAM de mais de 200 estações, equipadas com sistemas CATIA e UNIGRAPHICS permitindo adaptar as

demais necessidades dos clientes. Assim, é possível conceber e desenvolver moldes para os mais diversos tipos de peças plásticas, e com o apoio das empresas do sector dos plásticos. O Grupo tem capacidade para produzir moldes até 120 toneladas de peso, e está munido de máquinas de injeção de 35T até 3200T. A quase totalidade dos moldes produzidos destina-se ao sector automóvel, que vão desde peças pequenas até peças de grande dimensão (Ver Figura 6):

- Estruturas de interiores;
- Grelhas;
- Painéis de porta;
- Peças da mala;
- Peças para tablier;
- Sistemas de ar condicionado.

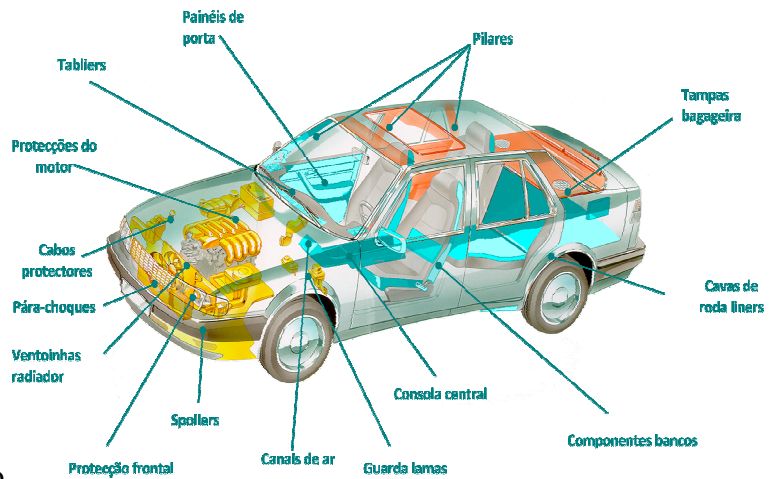


Figura 6 – Peças produzidas na Simoldes Aços, SA. (Manual Sistemas de Gestão, 2011).

Relativamente aos sectores, são os seguintes:

- Sector de motorizado – A SIMOLDES AÇOS, SA, fornece ferramentas para projetos completos dos modelos BMW e Yamaha.
- Outros sectores – A SIMOLDES AÇOS, SA está apta a fornecer um serviço completo aos seus clientes, de conceção e desenvolvimento de ferramentas (utensílios domésticos, eletrónica, manuseamento de materiais e embalagem).
- Serviços – Equipado com ferramentas de controlo dimensional, tratamento e verificação de peças elétricas que permite à SIMOLDES AÇOS, SA ter vários serviços disponíveis para satisfazer os seus clientes: consultoria, fabricação de ferramenta protótipo de *crash-test*, desenvolvimento de desenhos de peças e análise de viabilidade, *Moldflow* e análise térmica, fornecimento de dispositivos de movimentação e fornecimento de aparelhos de medição para controlo dimensional.

2.3.2. TECNOLOGIA APLICADA NA EMPRESA

O *know-how* que a SIMOLDES AÇOS, SA possui em diversas tecnologias de construção de moldes, como bi-injeção, injeção de gás-assistida, injeção híbrida, injeção de baixa pressão sobre tecidos, bem como a qualidade dos moldes, tem contribuído para a sua liderança na indústria de moldes.

Vários tipos de tecnologias são utilizados, de entre as quais se destacam (Ver Figura 7):

- Injeção com gás;
- Moldes híbridos;
- Baixa pressão;
- Bi-injeção;
- Injeção com fibra de carbono;
- Compressão.

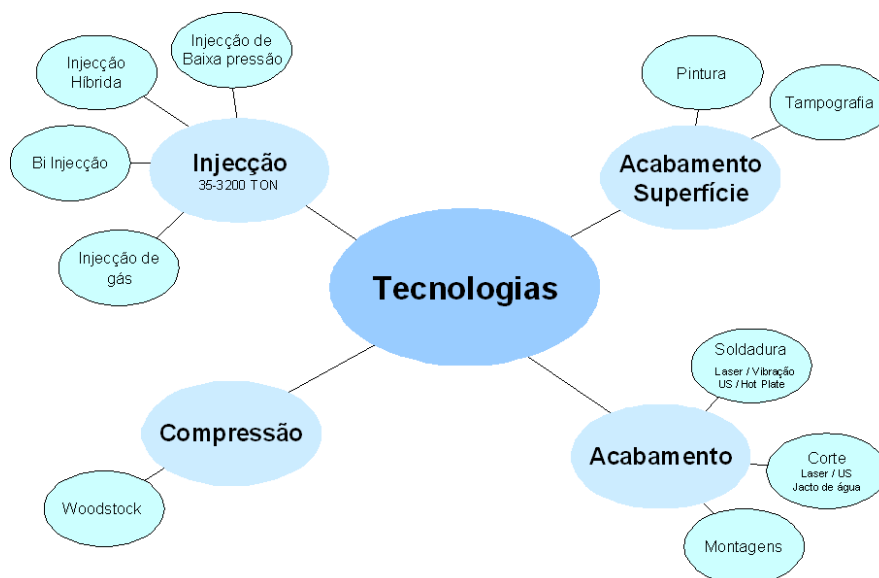


Figura 7 – Tecnologias disponíveis na Simoldes Aços, SA.

2.3.3. SECTOR E MERCADO ALVO DA EMPRESA

Como se pode perceber o grupo está organizado entre a divisão de plásticos e moldes, com forte orientação para indústria automóvel, obedecendo a uma lógica de especialização segundo as características técnicas dos produtos ou serviços que fornecem, posicionando-se num sector de elevada exigência e valor acrescentado com a oferta de soluções integradas. O papel da SIMOLDES AÇOS, SA no grupo é crítico para o seu sucesso. Por um lado é a empresa mais antiga e a grande responsável pela reputação que goza a nível global, por outro detém as competências técnicas para a produção dos moldes com requisitos técnicos mais complexos. Neste sentido, a empresa assume a liderança do grupo de investigação da divisão de moldes, visando colocar as empresas do grupo na fronteira tecnológica no que toca a produção de moldes e soluções técnicas que neles implementa. Aliada a uma equipa jovem e dinâmica, a SIMOLDES AÇOS, SA produziu e exportou até agora, para mais de 24 países. Atualmente, a SIMOLDES AÇOS, SA produz essencialmente para exportação e para os países mais desenvolvidos a nível europeu, nomeadamente a França, a Alemanha, o Reino Unido, a Espanha, a Itália e a Suécia, aos quais se juntaram mais recentemente novos países de Leste como a República Checa e da América Latina, como o Brasil, o México e a Argentina. Atualmente, a SIMOLDES AÇOS, SA direciona toda a sua produção para o sector automóvel, contando com a sua lista de clientes com nomes de prestigiadas marcas, tais como: Bmw, Mercedes, Porsche, Renault, Valeo, Volkswagen, Volvo, Saab, Peugeot, Toyota, Scania, Ford, Seat, Opel, Psa, Faurecia, Plastal, Honarvarz, Intier, Birkbys, Sapco, L'Équipe Monteur, GM, Ford, Peguform entre outros. Os principais mercados clientes são Alemanha, Argentina, Espanha e França.

2.4. ENQUADRAMENTO DA INDÚSTRIA DOS MOLDES

2.4.1. HISTÓRIA DA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE MOLDES

A Indústria de Moldes para matérias plásticas teve o seu início em 1943, na Marinha Grande, numa pequena empresa de moldes para vidro, por iniciativa de Aníbal H. Abrantes mas sem a concordância do sócio e irmão Aires Roque, que por isso vendeu a sua posição na empresa, continuando a sua atividade na indústria vidreira. Dois anos mais tarde, Abrantes produziu o primeiro molde de injeção para plástico. Neste seguimento, começaram a estabelecer-se outras empresas produtoras de moldes para

plásticos, nas cidades da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis, outro centro tradicional da indústria de vidro. A indústria desenvolveu-se com a importação de tecnologia estrangeira e, em 1955, iniciou-se a exportação com a venda dos primeiros moldes à Grã-Bretanha. Em 1980, a indústria já exportava para mais de 50 países e só na área da Marinha Grande existiam 54 empresas em laboração, empregando cerca de 2000 pessoas. Atualmente, o sector de moldes em Portugal possui cerca de 532 empresas com a dimensão típica de PME's (*Pequenas e Médias Empresas*), situadas na sua maioria na Marinha Grande e em Oliveira de Azeméis, empregando cerca de 8250 trabalhadores. Atualmente, as empresas portuguesas de moldes encontram-se na vanguarda da utilização de máquinas-ferramentas de precisão inovadoras, controladas informaticamente, sendo vulgar a utilização de sistemas CAD/CAM/CAE na conceção e fabrico de moldes. Conceitos como Engenharia Simultânea ou Concorrente e Qualidade Total, são conceitos generalizados neste setor. Apesar de ser uma economia relativamente pequena, Portugal encontra-se entre os maiores fabricantes mundiais de moldes, exportando cerca de 90% da sua produção. Em 2010 a exportação atingiu os 318 milhões de euros, sendo que o valor total de produção foi cerca de 350 milhões de euros, facto representativo de que Portugal, ao longo dos anos, tem demonstrado uma elevada capacidade de adaptação às necessidades dos seus clientes e às evoluções, quer dos mercados, quer das tecnologias. É um sector inovador e de alta intensidade tecnológica que exporta a larga maioria da sua produção, tendo em 2010 como principais mercados a Alemanha, Espanha, França, República Checa, México e EUA. O futuro desta indústria está assegurado através do seu desenvolvimento tecnológico, do correto planeamento da produção e controle de qualidade, da modernização constante dos equipamentos em utilização e do investimento na formação profissional. A transmissão recíproca de dados relacionados com o projeto e a produção de moldes, fruto dos excelentes suportes informáticos em curso na indústria portuguesa, tem vindo a fortalecer a relação cliente/fornecedor. As empresas portuguesas de moldes têm vindo a desenvolver alguma especialização em áreas específicas. Algumas trabalham somente com cavidades ou bases de moldes, polimentos, moldes de grande porte e outras em moldes de maior precisão. Ao longo dos anos a indústria portuguesa tem vindo a apostar na qualificação e especialização de técnicos profissionais. Institutos especializados concentraram-se na Marinha Grande e em Oliveira de Azeméis, evidenciando o desejo das empresas portuguesas de moldes reunirem os seus esforços num objetivo comum. Exemplo destes esforços é a promoção de imagem do setor a nível externo,

desenvolvida através da CEFAMOL (*Associação Nacional da Indústria de Moldes*). O progresso e a vanguarda desta indústria deve-se, para além da sólida experiência e *know-how*, ao cumprimento dos prazos de entrega, ao rigoroso controlo de qualidade, à elevada experiência, à competitividade, ao investimento em alta tecnologia, fatores que asseguram a continuidade do fornecimento de moldes portugueses aos mercados mais exigentes no mundo.

2.4.2. ABORDAGEM E ATUALIDADE DA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE MOLDES

A Indústria Portuguesa de Moldes tem vindo a crescer e a consolidar a sua notoriedade no mercado internacional, impulsionada, quer pela procura externa, quer por uma competitiva relação qualidade/preço/prazos de entrega.

Atualmente, o sector português de moldes possui cerca de 530 empresas, com dimensão de PME dedicadas à conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais, e emprega cerca de 8.250 trabalhadores, com uma distribuição geográfica bipolar, designadamente nas regiões da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis. Portugal encontra-se entre os principais fabricantes mundiais de moldes, nomeadamente, na área dos moldes para injeção de plásticos, exportando atualmente mais de 90% da produção total. A análise da evolução da balança comercial ao longo da última década demonstra a forte vocação exportadora do Sector, conforme figura seguinte.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1º	Alemanha	França	França	França	Alemanha	Alemanha	Alemanha	Alemanha	Alemanha
2º	França	Alemanha	Alemanha	Alemanha	França	Espanha	Espanha	Espanha	França
3º	EUA	Espanha	Espanha	Espanha	Espanha	França	França	França	Espanha
4º	Espanha	Reino Unido	EUA	EUA	EUA	Polónia	Suécia	República Checa	Brasil
5º	Reino Unido	EUA	Reino Unido	Reino Unido	Reino Unido	Reino Unido	EUA	México	Polónia

Figura 8 – Evolução dos principais mercados clientes (Fonte: Cefamol).

Em 2011, a exportação atingiu um valor de cerca de 364 milhões de euros sendo que valor total de produção foi cerca de 404 milhões de Euros, facto representativo de que Portugal, ao longo dos anos, tem demonstrado uma elevada capacidade de adaptação às

necessidades dos seus clientes e às evoluções, quer dos mercados, quer das tecnologias. É um sector inovador e de alta intensidade tecnológica que exporta a larga maioria da sua produção, da análise dos dados do comércio externo português, relativos ao ano de 2011, salienta-se que os cinco principais destinos das exportações portuguesas foram (Ver Figura 9): Alemanha (25%), França (18%), Espanha (17%), Brasil (4%), Polónia (3%), EUA (3%) e México (3%).

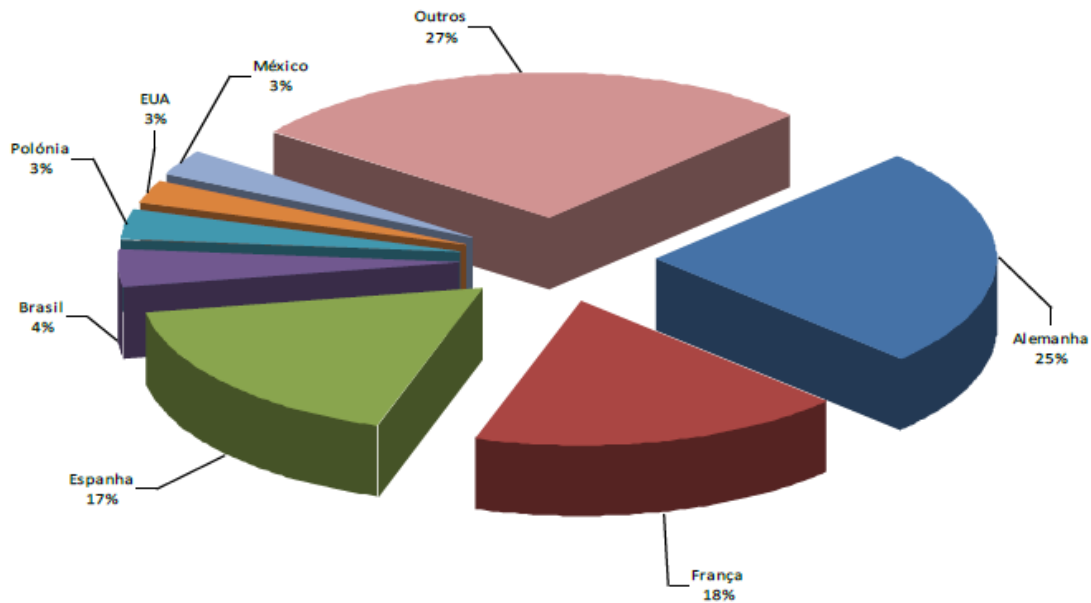


Figura 9 – Principais destinos dos moldes portugueses em 2011 (Fonte: Cefamol).

Cada vez mais, grandes multinacionais (indústria automóvel, embalagem, eletrónica, telecomunicações, eletrodomésticos, etc.) selecionam empresas nacionais para o fabrico dos seus moldes, destinados a alguns dos melhores produtos de grandes marcas internacionais como se verifica na figura seguinte.

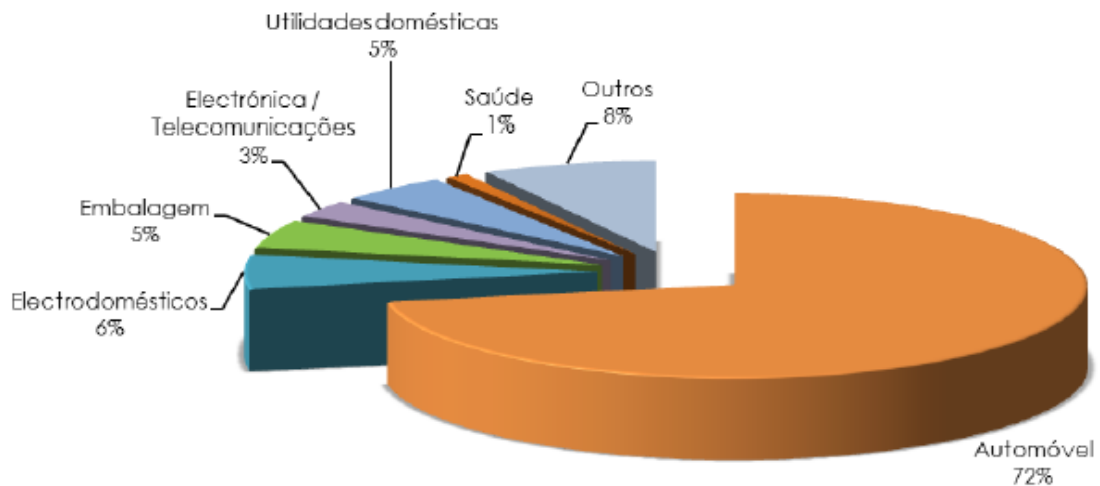


Figura 10 – Principais indústrias clientes em 2010 (Fonte: Cefamol).

A informação estatística, referente às principais indústrias servidas pelo Sector de Moldes, faz sobressair tanto a ideia de que a indústria automóvel tem vindo a consolidar o seu crescimento e importância no desenvolvimento do Sector, tendo evoluído de um peso relativo de apenas 14%, em 1991, para 72% em 2010. No entanto, regista-se a presença do Sector em outros sectores industriais de grande importância para o desenvolvimento de novos produtos na economia mundial, assim como a procura por novas áreas e nichos.

A sua escolha baseia-se na perícia e experiência dos fabricantes de moldes portugueses, ao nível das normas de qualidade, assistência técnica, prazos de entrega, preços praticados e capacidade tecnológica.

Cada molde geralmente é único, ou melhor, uma combinação única de componentes *standards* e componentes não *standards* (superfícies de moldagem por exemplo). A singularidade e complexidade de cada molde, mesmo quando o resultado desejado foi claramente definido, contribui para a noção amplamente partilhada que a conceção e o fabrico de todo o molde é um desafio. Este desafio inclui a possibilidade de surgirem problemas durante as atividades de fabricação e de ensaio dos moldes, com consequências negativas para o relacionamento com os clientes. O forte controlo da evolução do trabalho é crucial para garantir a credibilidade e os prazos de entrega, isto é, garantir a satisfação do cliente. Atualmente, as empresas portuguesas de moldes encontram-se na vanguarda da utilização de máquinas e ferramentas de precisão inovadoras, controladas informaticamente, sendo vulgar a utilização de sistemas CAD/CAM/CAE na conceção e fabrico de moldes. Conceitos como Engenharia Simultânea ou Concorrente e Qualidade Total, por exemplo, são conceitos que se começam a generalizar em algumas empresas do sector.

Estimulado pela procura externa, este sector tornou-se claramente sobredimensionado para o número de empresas transformadoras de plásticos existentes no nosso país, necessitando sempre de manter uma elevada expressão nos mercados internacionais capazes de absorver a sua capacidade de produção. O futuro desta indústria está assegurado através do seu desenvolvimento tecnológico, do correto planeamento da produção e controle de qualidade, da modernização constante dos equipamentos em utilização e do investimento na formação profissional. A transmissão recíproca de dados relacionados com o projeto e a produção de moldes, fruto dos excelentes suportes informáticos em curso na indústria portuguesa, tem vindo a fortalecer a relação cliente/fornecedor. Ao longo dos anos a indústria portuguesa tem

vindo a apostar na qualificação e especialização de técnicos profissionais. O progresso e a vanguarda desta indústria devem-se, para além da sólida experiência e *know-how*, ao cumprimento dos prazos de entrega, ao rigoroso controlo de qualidade, à elevada experiência, à competitividade, e ao investimento em alta tecnologia, fatores que asseguram a continuidade do fornecimento de moldes portugueses aos mercados mais exigentes no mundo.

2.5. NOMENCLATURA DE UM MOLDE PARA 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, o molde possui 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. 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 11 ilustra como é constituído um molde simples, numa vista lateral:

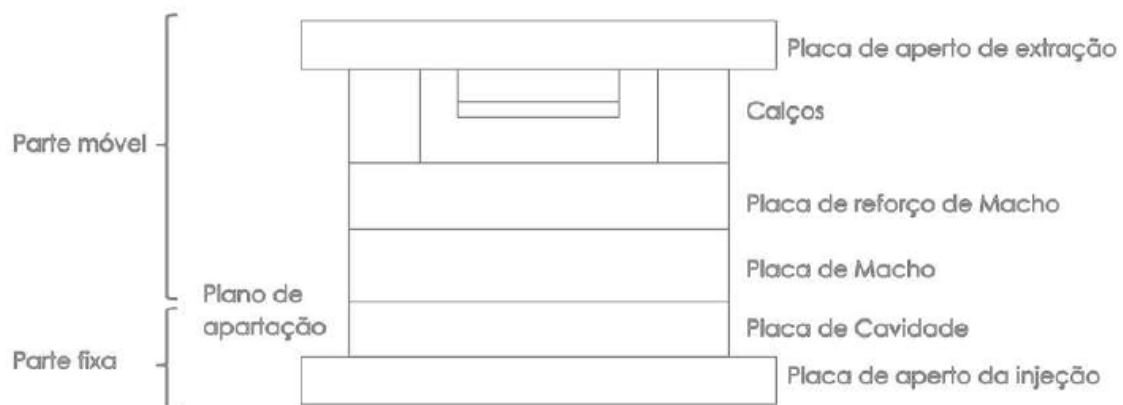


Figura 11 – Constituição simplificada de um molde.

A Figura 12 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.

- 1 – Anel de centragem;
- 2 – Bico de injeção;
- 3 – Placa base superior;
- 4 – Cuidade;
- 5 – Guias da cuidade;
- 6 – Casquilho do macho;
- 7 – Macho;
- 8 – Placa suporte do macho;
- 9 – Caixa ou posição (quando existir);
- 10 – Calços;
- 11 – Placa de extração;
- 12 – Guias de extração;
- 13 – Placa suporte extração;
- 14 – Extractor;
- 15 – Placa de encosto;
- 16 – Veio do KO;
- 17 – Apoios;
- 18 – Interlocks;
- 19 – Canal de injeção;
- 20 – Caixa ou posição (quando existir).

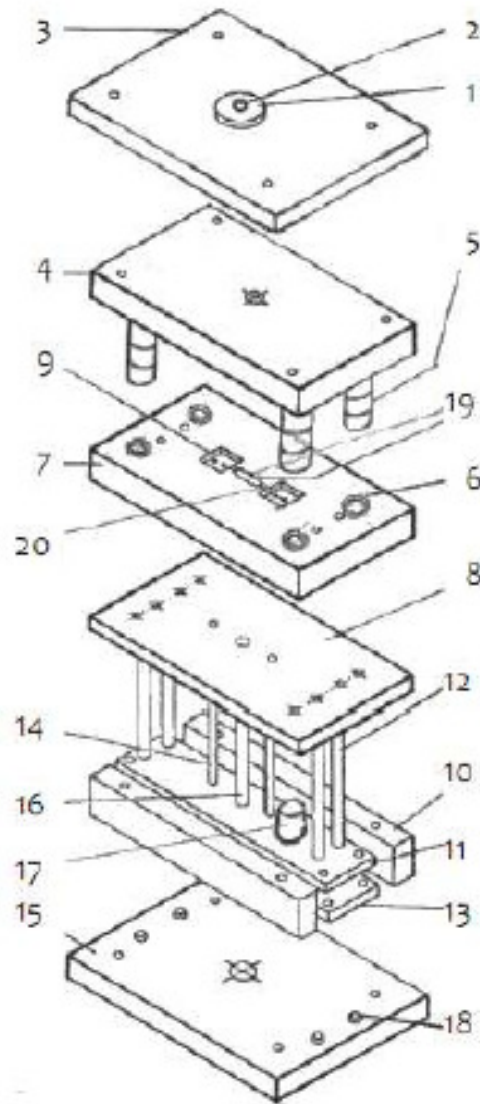


Figura 12 – Esquema pormenorizado de um molde de duas placas.

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 cuidade com o 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.

2.6. TIPOS DE AÇO EM QUE SÃO FABRICADOS OS MOLDES PARA A INJEÇÃO DE PLÁSTICO

Os aços para moldes têm como principais elementos de liga o cromo e níquel. Possuem características de alta resistência a altas temperaturas. São utilizados quase que exclusivamente em peças fundidas sob pressão ou em moldes para injeção ou compressão de plásticos.

No fabrico de peças de plástico por injeção, os moldes são constituídos por muitos componentes o que induz a utilização de vários tipos de aços e não só. Na Tabela 1 pode-se observar então quais os materiais mais utilizados e para quais os componentes do molde.

Tabela 1 - Tipos de materiais aplicados nos moldes.

Tipos de Material (Ref. Interna)	Componentes do Molde
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2738 ▪ 2738HH ▪ 2311 ▪ 2312 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cavidade ▪ Macho ▪ Placas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1730 ▪ 1730 Calibrado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoios ▪ Placas ▪ Veios
<ul style="list-style-type: none"> • 5752 	<ul style="list-style-type: none"> • Guias • Cavilhas • Casquilhos
<ul style="list-style-type: none"> • INA 	<ul style="list-style-type: none"> • Pernos • Guias
<ul style="list-style-type: none"> • LC 18 • LC 83 	<ul style="list-style-type: none"> • Postiços de Gravação • Movimentos à Extração • Corrediças

	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de Deslize
<ul style="list-style-type: none"> • B C63 	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de Deslize • Corrediças
<ul style="list-style-type: none"> • B CB3 	<ul style="list-style-type: none"> • Casquilhos

2.7. CARACTERIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM MOLDE PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICO

Um molde é uma ferramenta que permite a enformação de componentes mecânicos, sendo que este contém uma ou mais cavidades com a forma adequada para obter a peça plástica pretendida. Na sua construção são geralmente utilizados aços, porém, podem também ser usadas ligas de cobre berílio e de zinco.

O tipo, dimensão e complexidade podem variar. Na sua forma mais simples é constituído por duas meias matrizes (blocos de aço), cavidade (fêmea) e bucha (macho), que constituem o negativo da peça que se pretende obter (Ver Figura 13). Na SIMOLDES AÇOS, SA tratam as duas meias matrizes como cavidade e macho.

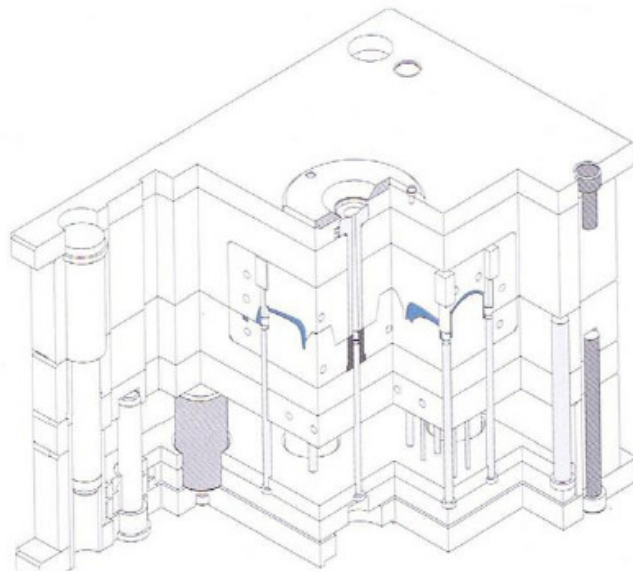


Figura 13 – Vista em corte de um molde simples. (BRITO (2004))

Pode-se classificar os moldes em função da tecnologia utilizada ou da matéria-prima a ser processada. Quanto ao processo tecnológico podem ser de injeção, compressão, transferência, sopro, termoformação, rotacional, etc. Quanto à matéria-prima podem ser para termoplásticos, termoendurecíveis, borrachas, ligas leves e vidro. Contudo, a

empresa SIMOLDES AÇOS, SA focaliza-se apenas nos moldes para injeção de termoplásticos.

Embora existam moldes de vários tipos e com complexidade variável, no essencial, existe um determinado número de requisitos que são comuns a todos eles:

- Manter a impressão fechada durante o tempo de ciclo;
- Assegurar a reprodutibilidade dimensional;
- Permitir o enchimento e arrefecimento;
- Promover a extração da peça.

Nos últimos anos, dentro do departamento de DES (Departamento de Estudos Sistemas) tem-se assistido a uma grande evolução e transformação no modo de conceção e desenvolvimento do projeto e desenho do molde, como consequência dos meios que tem-se ao dispor. O maior ou menor grau de complexidade do projeto depende basicamente de aspetos económicos e tecnológicos, tais como o número de peças a produzir, especificações definidas para as mesmas e a máquina onde as peças vão ser processadas.

Um molde é basicamente constituído por barras de fixação e placas de moldação, sendo estas onde se encontram a cavidade, o macho, os canais de arrefecimento, os sistemas de alimentação e de extração, e os movimentos (extração, hidráulico e mecânico).

O molde é basicamente um meio de extração de calor, no qual o fundido solidifica na forma desejada e com os detalhes definidos pela cavidade e pelo macho. Na grande maioria dos casos, a parte da cavidade define a forma exterior da peça (parte visível), enquanto a parte do macho define o seu interior (parte não-visível).

Depois de concebido, o funcionamento de um determinado molde segue as seguintes etapas:

- **1ª. Etapa - Fecho e trancamento do molde:** Garantir que as duas metades do molde estejam fixas (Ver Figura 14);

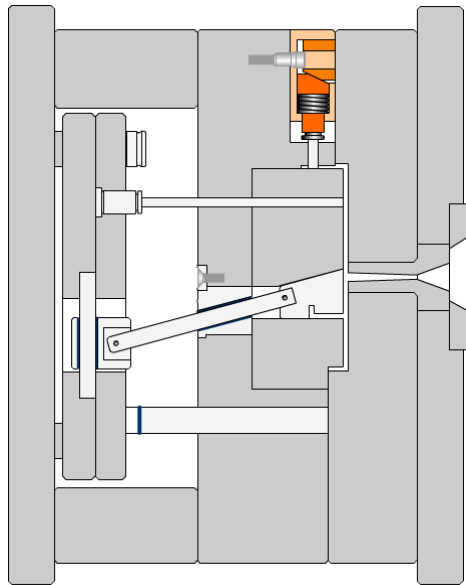


Figura 14 – 1ª. Etapa - Fecho e trancamento de um molde.

- **2ª. Etapa - Injeção:** Os grânulos de matéria-prima, previamente fundidos, são introduzidos no molde através do canal, sendo a pressão e velocidade controlados através do fuso (Ver Figura 15);

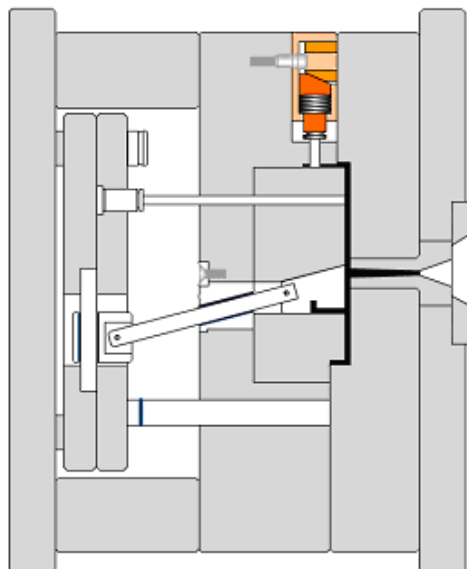


Figura 15 – 2ª. Etapa - Injeção de um molde.

- **3ª. Etapa - Pressurização ou segunda pressão:** Após a injeção terminar, destina-se a manter o plástico fluido sob pressão para garantir o enchimento das cavidades, para reduzir o efeito de contração por arrefecimento e evitar o refluxo

do material. No entanto, a pressurização não deve ser excessiva porquanto daí podem advir danos à peça, por exemplo, desenvolver tensões internas dificultando assim a sua extração (Ver Figura 16);

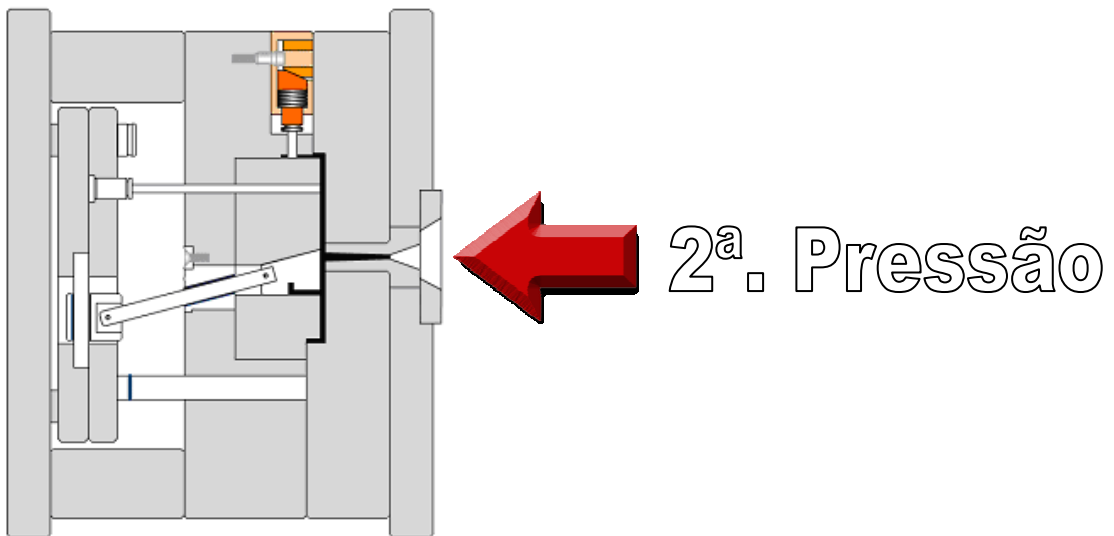


Figura 16 – 3ª. Etapa - Pressurização ou segunda pressão de um molde.

- **4ª. Etapa - Arrefecimento:** Com o auxílio do sistema de refrigeração, o plástico deve arrefecer até atingir o estado sólido dentro do molde. A fase de arrefecimento termina logo que a peça atinge uma temperatura que permita a sua desmoldagem sem distorção. Esta parte do ciclo é uma operação de troca de calor transportado pelo material, dependendo sobretudo, da espessura da moldagem e do projeto do molde (Ver Figura 17);

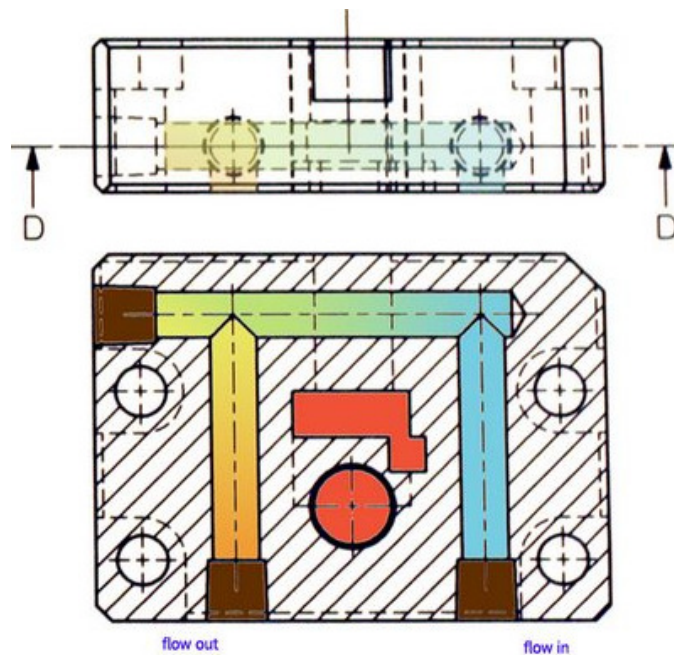


Figura 17 – 4ª. Etapa - Sistema de refrigeração de um molde.

- **5ª. Etapa - Abertura do molde:** A unidade de fecho recua, abrindo as duas metades do molde. A abertura do molde é uma operação crítica do ponto de vista produtivo, pois em simultâneo, e mediante a utilização de mecanismos apropriados, pode ser efetuada a separação do gito dos canais de alimentação. É cada vez mais frequente a utilização de dispositivos auxiliares de manipulação para garantir um elevado grau de automatização do processo (Ver Figura 18);

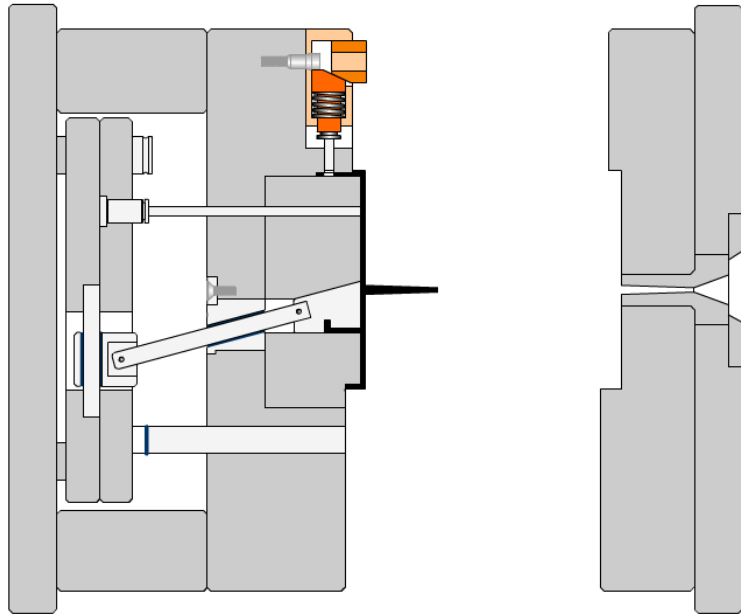


Figura 18 – 5ª. Etapa - Abertura de um molde.

- **6ª. Etapa - Extração:** Com o auxílio de extratores a peça acabada é extraída do molde (Ver Figura 19);

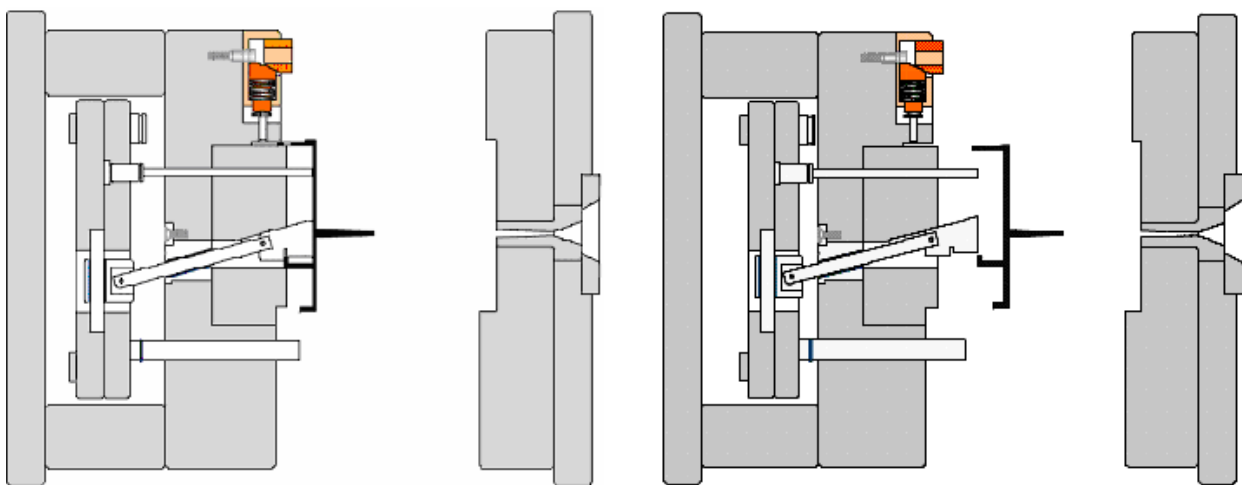


Figura 19 – 6ª. Etapa – Extração de um molde.

Deve-se ter em consideração as seguintes observações:

- O material do canal e gitos pode ser reciclado;
- A colocação de extratores, de acionamento pneumático, hidráulico ou mecânico deverá ser feita de forma a extrair completamente a peça do molde e não deixar marcas nesta;
- Durante a fase de concepção do molde, é de uma importância elevada levar em consideração a contração do material, da qual esta é resultante da sua expansão e contração térmica durante o ciclo de injeção.

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 (Ver Figura 20).



Figura 20 – Macho (esquerda) e Cavidade (direita).

O planeamento em vigor na SIMOLDES AÇOS, SA 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 (Ver Figura 21).



Figura 21 – Exemplo de uma Peça Final.

2.8. PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA

O processo de conceção e fabrico de um molde compõe-se em quatro grandes fases (ver Figura 22):

- **1ª Fase: Orçamentação:** Após a apresentação do desenho ou modelo tridimensional da peça que o cliente pretende, é elaborado um anteprojecto constando de um estudo preliminar de conceção do molde a produzir e dos materiais necessários, bem como uma estimativa das horas de trabalho necessárias em cada sector para a ultimateção da produção do molde em estudo. Todos estes elementos são fornecidos ao sector comercial para a elaboração e envio do orçamento ao cliente;
- **2ª Fase: Conceção e Desenvolvimento:** Uma vez confirmada a encomenda, o DED (Departamento de Estudos e Desenvolvimento) executa um desenho preliminar do molde, que é enviado ao cliente para comentários e aprovação. Mediante esta aprovação, faz-se o desenvolvimento do projecto do molde e paralelamente inicia-se o seu fabrico. Com o projecto e o modelo de peça fornecido pelo cliente, o DES (Departamento de Engenharia de Sistemas) elabora a definição matemática, com instrumento CAD/CAM, dos diversos componentes do molde respeitantes às zonas moldantes (zonas que definem a forma da peça). Posteriormente, executa e processa simulações dos percursos de ferramenta necessários para que os equipamentos de produção (fresagem e erosão) modelem o aço de acordo com as formas pretendidas pelo cliente e definidas no projecto;
- **3ª Fase: Produção:** É feito o planeamento do processo produtivo e inicia-se a preparação da matéria-prima necessária ao fabrico do molde, nomeadamente o galgamento do aço e a retificação das placas de estrutura do molde. Dá-se então início à escultura das formas através da gravação dos componentes (cavidades, machos, movimentos e posições) das zonas moldantes. Os meios mais usados nestas operações são as fresadoras, os tornos, as radiais, as mandriladoras e as máquinas de eletroerosão. São também fabricados os componentes do molde que não são constituintes das zonas moldantes, tais como placas de extração, placas de encosto, calços, etc. Depois de todos os componentes serem fabricados, são montados para que o seu conjunto forme o molde. Nesta fase transforma-se um aglomerado de componentes, que podem ser superiores ao milhar, num todo,

sofisticado, capaz de produzir as mais complexas peças plásticas. É uma operação com uma forte componente de trabalho humano;

Alguns dos principais componentes ou subsistemas criados são:

- **Extração:** Instalação de extratores, lâminas, barras ou aros extratores, destinados a expulsar a peça plástica após a injeção;
- **Refrigeração:** Execução no aço de canalizações com dimensões previamente estudadas, em áreas para arrefecimento rápido da peça plástica após injeção, possibilitando a sua extração no mais curto espaço de tempo, de modo a aumentar a rentabilidade de tempo-máquina por peça;
- **Elétrico:** Aplicação de componentes elétricos incorporados no molde, para aquecimento da zona de injeção por intermédio de resistências cartucho e abraçadeiras, barras de distribuição, bicos aquecidos, termoacumuladores, etc.;
- **Hidráulico:** Auxílio da extração de desmoldagem de partes da peça plástica a obter, não possíveis por sistemas mecânicos, para suportar a força de injeção, utilizando-se usualmente cilindros hidráulicos adaptados a cada caso específico.

Na fase de acabamento, procede-se ao polimento das superfícies moldantes para obtenção do aspeto final das peças. Podendo obter-se polimento-espelho ou rugosidade, obtida por processo químico denominado *Texturização*.

Após o acabamento, o molde é testado em máquinas de injeção com o objetivo de se verificar o bom funcionamento do mesmo e a obtenção de peças plásticas para validação dimensional e aspeto estético. O molde aguarda deferimento por parte do cliente ou a solicitação de possíveis alterações.

- **4ª Fase: Expedição:** Com a aprovação do cliente, o molde é acondicionado em embalagem própria e enviado para o cliente por via terrestre, marítima ou aérea, conforme o país a que se destina e a necessidade de minimizar prazos de entrada em produção.



Figura 22 – Diagrama do Processo de Conceção e Fabrico.

2.9. LAYOUT DA EMPRESA

Os equipamentos de fabrico estão agrupados por grupos de tecnologia e processos semelhantes, o que permite uma maior flexibilidade ao planeamento de produção B.Chase, Jacobs et al. (2006). O processo produtivo da SIMOLDES AÇOS, SA 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.

A Figura 23 apresenta o *layout* fabril da SIMOLDES AÇOS, SA com a localização dos principais equipamentos.

Legenda:

- Máquinas CNC: Verde-Claro
- Eletro-erosoras: Vermelho
- Fresadoras convencionais: Violeta
- Furadoras convencionais: Cor-de-Rosa
- Furadoras e mandriladoras CNC: Azul
- Tornos: Laranja
- Retificadoras: Cinzento
- Prensas: Verde

Como a produção de moldes não é um trabalho em série e contínuo, as máquinas estão agrupados em células *Job Shop*, isso permite uma maior flexibilidade. As células identificadas na Figura 23 são as seguintes.

- **Desbaste:** fresadoras CNC de maior porte e mais antigas, onde não é necessária elevada precisão;
- **Acabamentos e Reduções:** fresadoras CNC mais recentes com maior precisão que as anteriores;
- **Erosões:** Eletro-erosoras;
- **Postiços e Eléttodos:** um grupo de 4 fresadoras cuja função é produzir eléttodos e postiços em cobre;
- **Furação:** operações de furação de placas, e furos de água;
- **Bancadas:** onde são montados os moldes.

2.9.1. EQUIPAMENTOS

A unidade fabril é composta por um elevado número de máquinas para a maquinação de aço. Face ao tipo de processo em que a organização se encontra especializada, o parque de máquinas disponível é constituído essencialmente pelos seguintes equipamentos:

- **Fresadoras convencionais e CNC de controlo numérico computadorizado:** São necessárias para as diversas operações desenvolvidas na maquinação dos moldes (Ver Figura 24 e Figura 25);



Figura 24 – Fresadora convencional.



Figura 25 – Fresadora CNC.

- **Eletro-erosoras:** São usadas para obtenção de frisos e geometrias no aço com características especiais (Ver Figura 26);



Figura 26 – Equipamento de electroerosão.

- **Prensas hidráulicas:** São utilizadas para os ajustamentos dos moldes (Ver Figura 27);



Figura 27 – Prensa hidráulica.

- **Tornos mecânicos:** São usados para a maquinação de componentes (Ver Figura 28);



Figura 28 – Torno mecânico.

De notar que os equipamentos presentes na atualidade, são na sua maioria equipamentos já com alguma idade, alguns com 20 ou mais anos.

Como os equipamentos têm especificações muito semelhantes, foi criada uma codificação interna baseada na sua disposição pelos setores de atividade de forma a facilitar a identificação das máquinas. Essa codificação e localização dos equipamentos estão representadas na Figura 29.

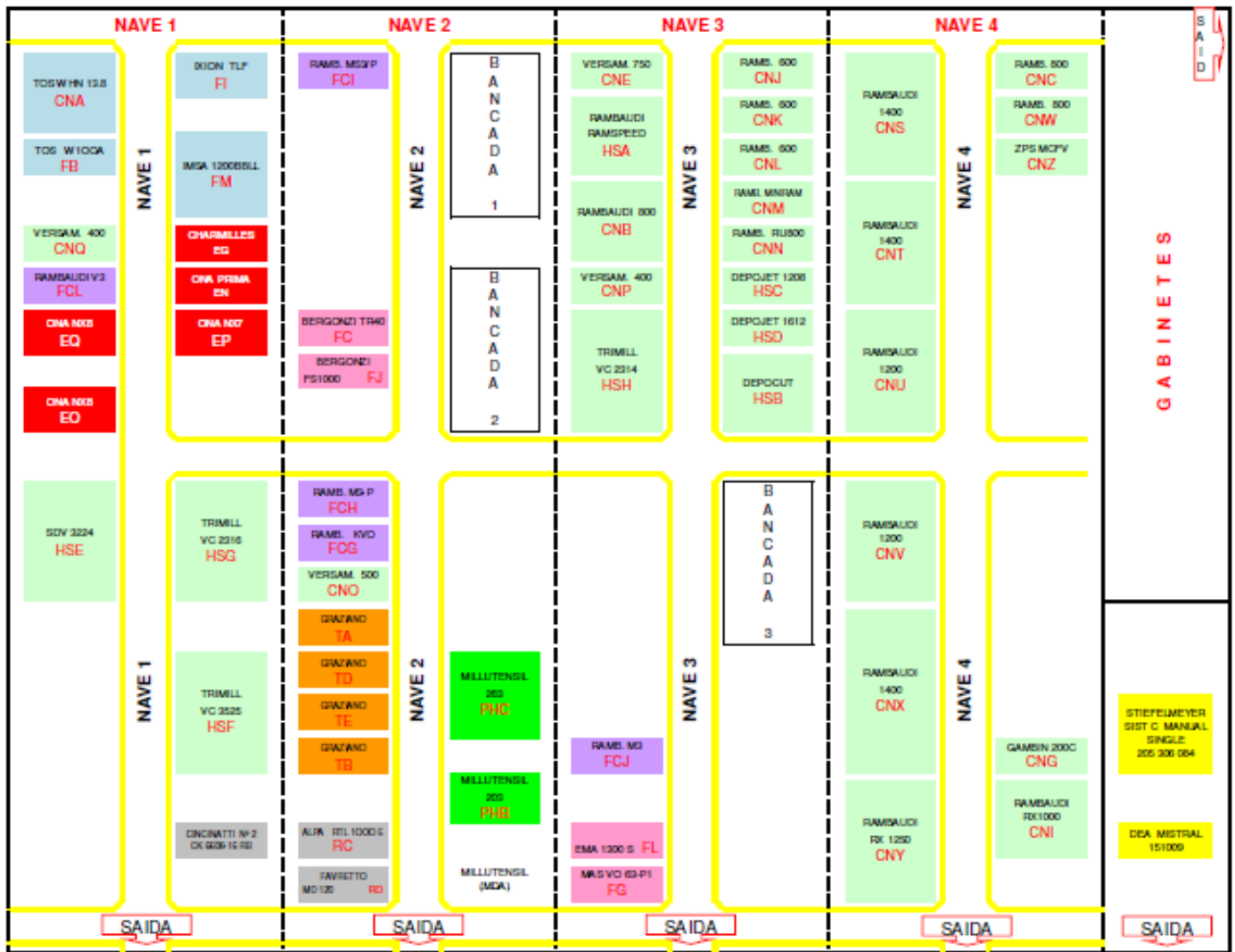


Figura 29 – Códigos internos dos equipamentos.

3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

3.1. REENGENHARIA DE PROCESSOS DE NEGÓCIO (BPR)

BPR (*Reengenharia de Processos de Negócio*), alternativamente chamado redesenho, ou processo de inovação, surgiu na década de 1990. Propõe abordagens radicais para redefinir trabalho como processos, em vez de tarefas. A filosofia tem sido utilizada com sucesso em várias organizações do Departamento de Defesa dos EUA.

O BPR tem sido definido como "*Análise e projeto de fluxos de trabalho e processos dentro, e entre organizações*" Davenport and Short (1990) Alternativamente, Hammer e Champy (1993) definem reengenharia como o repensar fundamental, e redesenho radical dos processos empresariais para alcançar melhorias nas medidas de desempenho, tais como custo, qualidade, serviços e velocidade. Davenport (1994) argumenta que um dos fatores que contribuem para o sucesso das organizações japonesas tem sido a sua capacidade em desenvolver processos de negócios eficientes. No entanto, o BPR não é análogo à melhoria contínua; que é adequado onde são necessárias melhorias nos

processos de negócio. Para enfatizar essa diferença, o BPR é muitas vezes referido como inovação de processo.

"Reengenharia de processos melhora a capacidade de resposta às demandas dos clientes." Davenport (1994).

Este autor, define um processo como *"uma ordem específica de atividades de trabalho, em todo tempo e lugar, com um começo, um fim, entradas e saídas claramente identificadas numa estrutura para a ação"*, esta estrutura produz uma saída para o cliente ou mercado. Normalmente, uma empresa que contém processos operacionais que incluem desenvolvimento de produto, aquisição de clientes, identificação dos requisitos do cliente, os processos de fabrico, logística integrada, gestão de pedidos, serviço pós-venda, processos de gestão de medição de desempenho que incluem informações, gestão de ativos, gestão de recursos humanos, planeamento e alocação de recursos.

Davenport e Short (1990) sugerem cinco passos para a implementação do BPR:

1. Desenvolver a visão de negócio e os objetivos do processo. O BPR é impulsionado por uma visão de negócio que implica objetivos de negócios específicos, tais como custo de redução, redução de tempo, melhoria da qualidade de saída, qualidade de vida no trabalho, aprendizagem e capacitação;
2. Identificar os processos a serem redesenhados. A maioria das empresas deve utilizar a abordagem que incide sobre os processos mais importantes ou aqueles em que o conflito é maior com a visão de negócios. Também algumas empresas utilizam a abordagem que tenta identificar todos os processos dentro de uma organização e depois priorizá-los em ordem de urgência de redesign;
3. Compreender e medir os processos existentes. Isso impede a repetição de velhos erros e fornece uma base para futuras melhorias;
4. Identificar a tecnologia da informação. Consciência dos recursos da tecnologia de informação pode e deve influenciar o projeto dos processos;
5. Projetar e construir um protótipo do novo processo. A reformulação de um processo não deve ser visto como final do processo de BPR. Pelo contrário, deve ser visto como um protótipo, com iterações sucessivas quando necessário.

Cada vez mais, as organizações procuram aperfeiçoar e modernizar os seus processos de negócio visando torná-los cada vez mais eficientes e eficazes. A Gestão de Processos

de Negócios utiliza-se de métodos, técnicas e ferramentas para realizar a análise, modelagem, publicação, otimização e controle dos processos.

Outra preocupação das organizações está na disseminação do conhecimento de cada etapa dos seus processos, para que não fique retida nas mãos de poucas pessoas. A Gestão do Conhecimento fornece-nos diversas ferramentas para realizar a difusão do conhecimento e tornar a construção dos repositórios de informação colaborativa (Ver Figura 30).

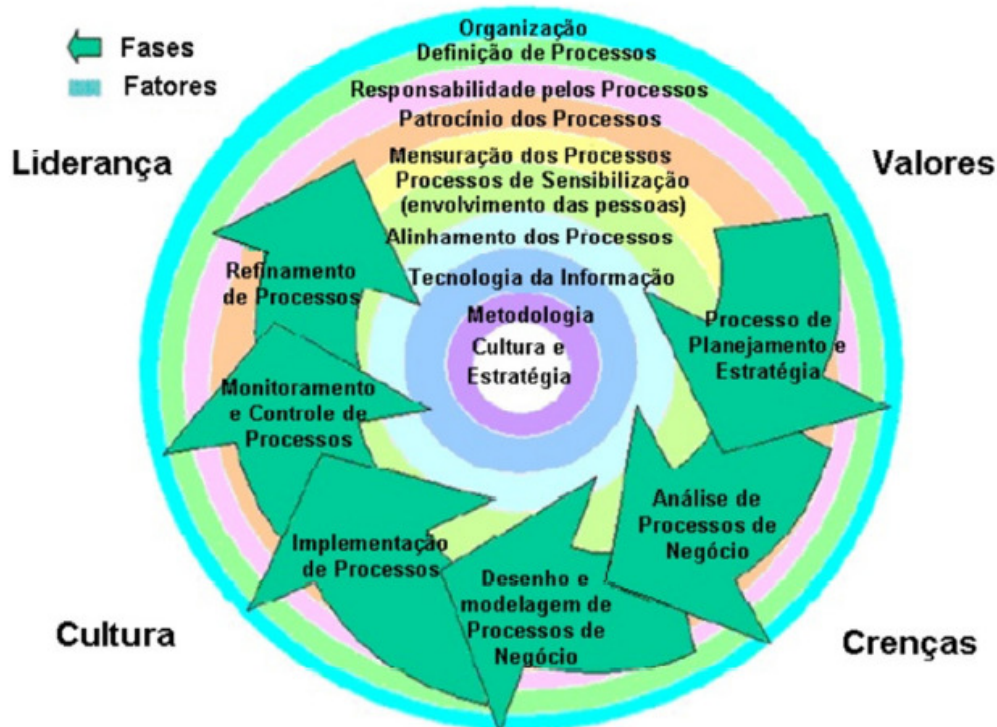


Figura 30 – Ciclo de Vida *BPMN* (ABPMP 2009)

3.2. MODELAÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS E NOTAÇÃO (BPMN)

A BPMN (*Modelação de Processos de Negócios e Notação*), vulgarmente conhecida por a sigla, BPMN é uma notação gráfica de modelação de processos de negócio. O BPMN é utilizado para construções de modelação para todos os negócios comuns, processos de modelação e para muitas necessidades menos comuns também.

O BPMN é uma metodologia de elevado sucesso, tornando-se amplamente conhecida na comunidade de modelação de processos de negócios. Tal como acontece com outros processos de modelação de negócios, usam apenas alguns dos elementos do BPMN disponíveis, sendo estes elementos úteis no presente caso de modelação de processos de negócios.

Antes do surgimento do BPMN, os profissionais de modelação de processos de negócio criaram modelos usando uma grande variedade de notações. Existem várias outras normas e muitas delas não padronizadas, que utilizam os mais variados métodos e propriedades para a visualização de processos de negócios. Na presente experiência, os métodos de cada um desses processos e abordagens tem deficiências que limitam a sua utilização na prática. Além disso, o BPMN tem um conjunto mais rico de construções, projetado para modelação de processos de negócios, fornece aos modeladores uma notação rica, mais simples na criação de modelos de processos de negócio. Hoje o BPMN, devido à sua maturidade fornece um amplo conjunto de elementos de modelação, fornecendo todas estes elementos em diferentes ferramentas disponíveis no mercado

O principal objetivo do esforço de modelação é fornecer uma notação que seja facilmente compreensível por todos os atores do processo de negócio, dos analistas de negócios que criam os rascunhos iniciais dos processos, dos técnicos responsáveis pela implementação da tecnologia que irá executar os processos, e finalmente, para os gestores de negócios que irão gerir e monitorizar esses processos. O BPMN cria uma ponte padronizada para a diferença entre o processo de negócio e o desenho e implementação dos próprios processos. O BPMN define um diagrama do processo de negócios BPD (*Diagrama de Processos de Negócio*), o qual é baseado numa técnica de fluxograma adaptada para a criação de modelos gráficos de operações de processos de negócios. Um modelo de processo de negócios, então, é uma rede de objetos gráficos, que são atividades (isto é, trabalho) e estes controlam o fluxo que vai definir a sequência do desempenho das atividades.

O BPD é constituído por um conjunto de elementos gráficos. Estes elementos permitem o fácil desenvolvimento do diagrama que será familiar para a maioria dos analistas de negócios (por exemplo, um diagrama de fluxograma). Os elementos são escolhidos para serem distinguíveis uns dos outros, e recorrem a formas que são familiares à maioria dos modeladores.

Por exemplo, as atividades são retângulos, e as decisões são diamantes. Deve ser enfatizado que um dos motivos principais para o desenvolvimento do BPMN é criar um mecanismo simples para a criação de modelos de processos de negócios, enquanto, ao mesmo tempo, é capaz de lidar com a complexidade inerente aos processos de negócios. A abordagem adotada para lidar com esses dois requisitos conflitantes é suportada na organização de aspetos gráficos da notação em categorias específicas. Isto proporciona

um pequeno conjunto de categorias de elementos de notação que o leitor de um BPD pode facilmente reconhecer, e em consequência facilitar o entendimento dos diagramas.

Dentro das categorias básicas de elementos, informação adicional e comentários extra podem ser adicionados para suportar as exigências de complexidade, sem dramaticamente mudar o *look-and-feel* básico do diagrama. As quatro categorias básicas de elementos são os seguintes:






- **Objetos de fluxo:** *Flow Objects*;
- **Objetos de conexão:** *Connecting Objects*;
- **Pistas de Atividades:** *Swimlanes*;
- **Artefatos:** *Artifacts*.






A notação para a modelação de processos de negócios, BPMN, é uma notação padrão para o desenho de fluxogramas de processos de negócios. Na prática, trata-se de um conjunto de regras e convenções que determinam como os fluxogramas devem ser desenhados. O seu principal objetivo é prover uma notação com interface amigável e que seja compreendida por todos os usuários envolvidos, desde os analistas de negócios até os analistas de sistemas.

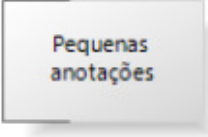
- ***Flow Objects*:** Eventos, atividades (que também podem ser macroprocessos) e *gateways*, são os elementos mais básicos usados para criar modelos BPMN;
- ***Connecting Objects*:** São usados para interconectar *Flow Objects* através de diferentes tipos de setas;
- ***Swimlanes*:** São usados para agrupar as atividades em categorias separadas para diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades (por exemplo, papéis diferentes de departamentos ou organizações).
- ***Artifacts*:** Podem ser adicionados a um modelo onde for considerado adequado, a fim de exibir mais informações relacionadas, tais como dados processados ou outros comentários.

A notação BPMN tem como principal vantagem a fácil compreensão dos seus modelos por todos os atores envolvidos no processo de desenvolvimento de um sistema:

Tabela 2 - Objetos do modelo BPMN.

Elemento	Descrição	Símbolo
Evento	É representado por um círculo e identifica quando alguma coisa acontece durante um processo. Podem ser de início, intermediário ou de fim.	
Atividade	É representada por um retângulo com cantos arredondados, e é um termo genérico para representar trabalho sendo realizado.	
Gateway	São representados por um losango, e são utilizados para representar a divergência e convergência dos fluxos de trabalho.	
Fluxo de Sequência	É uma linha sólida com uma seta na extremidade, representa a sequência das atividades realizadas.	
Fluxo de Mensagem	É representado por uma linha pontilhada com uma seta na ponta, e é usada para mostrar a troca de mensagem entre diferentes participantes.	

<p>Associação</p>	<p>É uma linha pontilhada, que possibilita associar dados, texto, e outros artefactos aos objetos do processo. São usadas para representar entradas e saídas de dados.</p>	
<p>Pista</p>	<p>Representa um participante em um processo. Serve também como contendor para um grupo de atividades, e até de subpartições.</p>	
<p>Lane</p>	<p>É uma subpartição em um pool, que são utilizados para organizar e categorizar as atividades.</p>	
<p>Dados</p>	<p>São mecanismos que permitem representar como os dados são produzidos ou consumidos pelas atividades. Eles são conectados às atividades por meio de associações.</p>	
	<p>É representado por um retângulo com cantos arredondados, com linha</p>	

Grupo	pontilhada. São utilizados para efeitos de documentação e melhor descrição de certas relações entre atividades, mas não afetam a sequência das atividades.	
Anotações	As anotações são mecanismos que permitem ao modelador prover informações adicionais, através de texto, para aqueles que farão a leitura dos modelos.	

O BPMN é uma notação gráfica mantida pela OMG (*Object Management Group*), especificada para cobrir as exigências no que diz respeito à representação de processos de negócio. Devido ao elevado número de utilizadores desta ferramenta, pode-se concluir que o BPMN é das notações mais utilizadas para a modelação de processos de negócio e apresenta uma lista extensa de aplicações informáticas que o utilizam como notação gráfica.

3.3. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)

O principal arquiteto do TPS (*Toyota Production System*) foi Taiichi Ohno, engenheiro-chefe da Toyota durante muitos anos, embora outros tenham contribuído grandemente, incluindo Shigeo Shingo e os membros da família Toyada. Mas Ohno recebe a maior parte do crédito da criação, o desenvolvimento e a implementação dos principais pilares do TPS.

Na realidade o TPS está na origem da filosofia JIT (*Just in Time*), a qual evoluiu ao longo de 4 décadas até ao seu amadurecimento dando lugar ao *Lean Thinking* nos anos 90. O TPS serviu de referência a inúmeros sistemas de produção de outras tantas

empresas que gradualmente assimilaram os conceitos TPS e os ajustaram à sua cultura empresarial. A estrutura geral do TPS é apresentada na Figura 31.

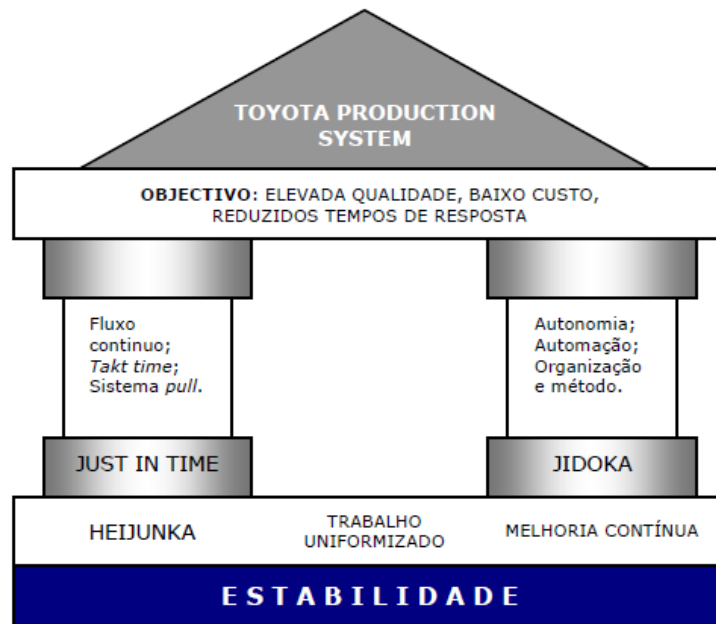


Figura 31 – Estrutura do Sistema de Produção Toyota (Pinto 2006)

Ohno descreve o TPS como consistindo de muitas técnicas que são concebidas para reduzir o custo de produção. O seu método de redução de custo é a remoção de desperdícios. Este sistema de eliminação de desperdícios, o TPS, é construído sobre dois pilares principais:

1. O primeiro pilar é o JIT, que consiste em produzir nem mais cedo nem mais tarde, nem mais nem menos, apenas e só o necessário. Produzir em JIT requer um fluxo contínuo de materiais e de informação coordenados de acordo com o sistema *pull* (em que o cliente desencadeia os processos desde a montagem até à matéria-prima) a trabalhar com um tempo de ciclo o mais próximo do *takt time* (tempo de ciclo definido em função da procura e do tempo disponível). Este pilar literalmente, está no centro do sistema TPS, embora a maioria dos analistas visualize este pilar como essencialmente focado no controle de *stock*. No entanto, o JIT é muito mais do que um simples sistema de controlo de *stock*. No coração da controlo da quantidade de inventário, a aplicação do JIT está relacionada com a compreensão e o controlo das variações;
2. O segundo pilar é o *Jidoka*, (ou automação, ou seja automação com características humanas), que consiste na criação de condições que levam à perfeição dos processos (sem erros nem atrasos). O uso de máquinas e mão-de-

obra em conjunto, utilizando pessoas para as tarefas que são capazes de executar, e permitindo que as máquinas complementem a atividade humana. Tecnicamente, *Jidoka* usa táticas como *Poka-Yoke* (métodos à prova de erro), *Andons* (displays visuais, como luzes para indicar o estado do processo, especialmente em anormalidades do processo). É um conceito que procura impedir que peças não-conformes possam progredir para o fim do processo de produção. Isto não só é necessário para proteger o cliente bem como para reduzir custos e permitir a melhoria contínua.

A Figura 31 apresenta também um conjunto de elementos fundamentais do *TPS*, dos quais se destacam:

- ***Jidoka Heijunka*** - ou seja programação nivelada (sem grande oscilação, estável) que implica a criação de condições para a manutenção de um fluxo contínuo de fabrico, redução de *stock* e maior estabilidade e consistência dos processos;
- **Processos uniformizados** - a uniformização torna os processos estáveis e previsíveis e conseqüentemente mais fáceis de gerir. A uniformização é um dos principais requisitos para a estabilidade dos processos;
- **Melhoria contínua** - é um compromisso no sentido da melhoria do desempenho da organização (procurando a total eliminação do desperdício), algo que se faz de modo continuado e apoiado em pessoas e sistemas simples;
- **Estabilidade** - é a base central do *TPS*, tal como afirmou (Deming) “os objetivos da gestão não podem ser alcançadas através de sistemas instáveis”. O desperdício apenas consegue ser eliminado através de sistemas projetados para serem estáveis. Todos os elementos atrás referidos reforçam a estabilidade do *TPS*. Só após o estabelecimento de um sistema de produção estável é que é possível a redução de custos através da eliminação do desperdício.

A essência do *TPS* é descrita por 4 regras básicas. Estas regras foram apresentadas por Spear e Bowen (1999) e são as seguintes:

1. Todas as operações devem ser devidamente especificadas relativamente ao conteúdo do trabalho, sequência, tempos e resultados;
2. Cada relação cliente/fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e recebimento de respostas (ex. do tipo sim/não);
3. O fluxo de cada produto ou serviço deve ser simples e direto;

- Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a supervisão de um responsável, mestre ou especialista ao mais baixo nível da hierarquia da empresa.

É através da aplicação generalizada destas quatro regras que o TPS gera valor. Por outras palavras, estas regras suportam a implementação física e os procedimentos pelos quais se podem atingir os objetivos das organizações. Embora estas regras indiquem como fazer o trabalho, elas não fazem a ligação explícita entre o trabalho e os objetivos do sistema. (Shingo), um engenheiro chave no desenvolvimento do TPS esclareceu a importância de saber “*porquê fazer*”, não apenas saber “*como o sistema funciona*”.

Neste âmbito, a eficiência na gestão consegue-se criando uma estrutura que sistematicamente equilibre os “*objetivos*” com os “*meios para os alcançar*”.

De acordo com Spear e Bowen (1999) as quatro regras alinhadas com uma visão integradora e alimentadas por uma ambição de criar um sistema ideal formam a essência do TPS. Um aspeto que ressalta da investigação feita à literatura disponível sobre o TPS é que paradoxalmente as especificações rígidas implementadas estimulam a flexibilidade e a criatividade na Toyota. O que explica isto, é o facto de o TPS ser composto por uma comunidade de cientistas que exaustivamente aplicam o método científico na constante procura da perfeição, de acordo com a Figura 32.



Figura 32 – A Evolução Contínua até à Perfeição (Pinto 2006)

3.4. A FILOSOFIA *LEAN*

O termo *Lean* foi introduzido em 1988 por um investigador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) de nome John Krafcik num artigo com o título “*Triumph of the*

Lean Production System”. Este investigador fazia parte de uma equipa envolvida num grande projeto mundial sobre a indústria automóvel liderado por James Womack do qual resultou o famoso livro “*The Machine that Changed the World*”. Esta abordagem à produção começou a ser desenvolvida pela Toyota, durante a década de 1950, com Taiichi Ohno e Shigeo Shingo como os seus grandes protagonistas. Apesar dos grandes sucessos alcançados pela Toyota com essa abordagem, denominada na altura por TPS, foi só a partir da crise do petróleo de 1973 que passou a ser replicada por outros construtores automóveis japoneses. Gradualmente, esta filosofia de produção, foi sendo adotada também por construtores automóveis Europeus e Norte Americanos, passando depois para os seus fornecedores e subsequentemente para indústrias de outros tipos de produtos. Ao ser adotado um pouco por todo o mundo, a designação *Toyota Production System* foi sendo substituída por *Just in Time* durante o final da década de 1980 e princípios da década de 1990 sendo seguidamente e de forma gradual substituída por *Lean Manufacturing*, *Lean Management*, *Lean Thinking*, etc., onde o termo *Lean* passou a ser o tópico central. Hoje, os princípios e práticas *Lean* são adotados por empresas de todos os tipos por todo o mundo, incluindo tribunais, escolas e hospitais.

Da mesma forma a Toyota como perscrutora da filosofia, continua a ser a líder mundial em termos do rigor com que segue os princípios *Lean* e talvez por isso evoluiu para a empresa líder do ramo automóvel de todo o mundo e é claramente a que tem maior lucro.

Em poucas palavras, este termo *Lean* (magro em português) tenta transmitir a ideia de uma forma de trabalhar que resulta em produzir o máximo com o mínimo possível. Reduzir tudo o que use recursos sem contribuir para acrescentar valor aos produtos. Mas por muito que esta ideia pareça óbvia ou acrescente “*nada de novo*”, o *Lean* não é nada intuitivo ou de “*senso comum*”.

Alguns dos princípios que fazem parte dessa forma de estar na produção são a ênfase no cliente e a melhoria contínua pela procura incessante de redução dos desperdícios. O termo “*desperdício*” (*Muda* em Japonês) tem nesta filosofia um significado muito bem definido. Desperdício é tudo o que não acrescenta valor aos produtos na perspetiva do cliente.

A maior parte dos gestores entendem que se devem reduzir os defeitos e desejariam produzir sempre produtos sem defeitos em todos os processos da produção. As mudanças necessárias para que uma cultura *Lean* seja de facto assumida pela

organização são normalmente muito difíceis e envolvem todos os colaboradores, mas em especial a gestão de topo.

Implementar *Lean* não é fazer um investimento num novo equipamento mais produtivo ou num novo *software* com mais capacidades, implementar *Lean* é mudar dramaticamente o modo de pensar e agir da empresa.

Implementar *Lean* nas empresas inclui mudanças nas relações com os recursos humanos, todos terão de participar ativamente na mudança e para isso terá forçosamente de haver mais transparência na gestão. Cada colaborador deve entender o seu papel no desempenho global da unidade produtiva. O desempenho terá de ser monitorizado e reportado constantemente a todos os colaboradores. Terá de haver maior polivalência, maior responsabilização e maior autonomia. Todos os colaboradores deverão conhecer os pormenores da mudança de paradigma para que possam participar com a sua criatividade e empenho.

3.4.1. CONCEITO DO *LEAN MANUFACTURING*

“Uma filosofia de produção, que reduz o prazo entre a encomenda e a expedição, através da eliminação sistemática de desperdícios (atividades que não acrescentam valor)”

Taiichi Ohno – Toyota

O *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que procura eliminar os desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade aos processos da empresa, diminuindo assim prazos de entrega. No cerne do *Lean Manufacturing* está a redução dos sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no decorrer do desenvolvimento do TPS (Ver Figura 33), e que são os seguintes:



Figura 33 – Os sete desperdícios.

- 1. Excesso de Produção:** Este desperdício é considerado o pior porque para além de ser difícil de eliminar, esconde os outros tipos de desperdício. Este desperdício consiste em produzir mais rápido do que é necessário, mais do que é necessário ou antes de ser requerido. O produto que é fabricado não é enviado diretamente para o cliente, tem que ser armazenado num local, ocupando espaço e implicando custos. Além disso não se pode descartar o risco dos produtos ficarem danificados ou de serem extraviados ou mesmo de ficarem obsoletos e nunca mais serem vendidos. Em qualquer um destes cenários os custos da empresa aumentam sem qualquer acréscimo de valor;
- 2. Esperas:** Existem três tipos de desperdício por espera: no processo, quando há faltas ou atrasos na matéria-prima e o lote inteiro fica à espera para iniciar a sua produção; de lote, quando as peças já trabalhadas de um lote ficam à espera do processamento das restantes peças do lote para que possam avançar para o processo seguinte; e do operador, quando o operário permanece estático a assistir uma máquina em produção;
- 3. Transporte e Movimentações:** Sendo o transporte dentro de uma fábrica uma atividade que não acrescenta valor, passa a ser encarado como desperdício e por isso deve ser reduzido ao mínimo ou até eliminado. As melhorias relacionadas com a eliminação deste desperdício, estão normalmente ligadas às alterações de *layout*;
- 4. Sobreprocessamento:** Este desperdício ocorre sempre que um produto é processado de uma forma que não acrescenta valor, do ponto de vista do cliente. A questão neste tipo de desperdício é saber se o cliente está disposto a pagar para ter tudo o que está a ser fornecido. As operações e processos que não são necessários têm que ser revistas em todas as fases que o produto percorre, desde o desenvolvimento até à comercialização;
- 5. Inventário ou Stock de Materiais:** Este desperdício pode estar sob a forma de inventário de matéria-prima, de material em processamento e de produto acabado. É um recurso financeiro bloqueado no sistema produtivo. Implica desperdício de investimento e de espaço. A eliminação deste desperdício, por vezes, é complicada porque ele alivia os problemas de sincronização entre processos e esconde outros desperdícios. Embora a sua diminuição deixe o sistema mais exposto aos riscos, a redução de *stocks* é benéfica porque para além

de reduzir os custos relacionados, permite que os problemas mais escondidos se tornem mais evidentes;

- 6. Reprocessamento:** A perda por fabricação de produtos não conforme, é o resultado da geração de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. As técnicas para solucionar esta perda, estão relacionadas com métodos de controlo de qualidade na fonte;
- 7. Deslocação ou Movimentos:** Esta perda tem em conta qualquer movimentação de pessoas que não acrescente valor ao produto e/ou serviço. Exemplos disso podem ser as deslocações que os colaboradores fazem entre postos de trabalho, a procura de material na bancada de trabalho.

Estas atividades realizadas e que não acrescentam valor, porque consomem recursos e tempo, e em última análise, fazem com que os produtos ou serviços que se disponibiliza ao mercado sejam mais dispendiosos do que deveriam, são designadas pelos japoneses de *Mudas*.

3.4.2. O *LEAN THINKING*

A evolução da filosofia *Lean Manufacturing* foi acompanhada por enormes mudanças económicas e sociais, levando ao alargamento do âmbito da filosofia além dos processos de fabrico. James Womack e Daniel Jones,(1991) após mais de uma década a estudar o sucesso das empresas nipónicas, cunharam o termo *Lean Thinking* (Pensamento Magro) para se referirem à evolução do *Lean Manufacturing* e à consideração de novos conceitos desenvolvidos durante a década de 90, considerando-a uma filosofia de liderança e gestão, que tem por objetivo a sistemática eliminação de desperdício e a criação de valor.

Apesar dos conceitos que estão na origem da filosofia *Lean Thinking* já contarem com mais de 50 anos, só recentemente é que estes começam a ser conhecidos e a receberem o devido reconhecimento e aceitação. A crescente popularidade do *Lean Thinking* resulta do recente abrandamento da economia mundial, deixando muitas empresas em dificuldades para sobreviverem (lutando através de todas as formas para reduzir custos sem penalizar qualidade e serviço ao cliente).

Esta filosofia alcançou enorme impacto a nível mundial, sendo aplicada em todas as áreas de atividade económica, devido ao sucesso da empresa *Toyota Motors Corporation*, que, em 2007, destronou do topo da indústria automóvel a *General Motors* que, desde 1930, era classificada como a maior empresa do sector.

Os princípios *Lean* foram delineados por (Womack, Jones et al. 1991), no seu livro, *The Machine that Changed the World*. O pensamento *Lean* consiste num conjunto de conceitos e princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz, e entrega valor aos seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados. A necessidade de satisfazer o cliente não se esgota com a satisfação do próximo cliente na corrente de valor, cada vez mais a ênfase deverá ser colocada na satisfação do cliente final. Neste âmbito, é possível identificar cinco fases para implementar os conceitos do pensamento *Lean*, estas estão apresentadas na Figura 34 que se segue:

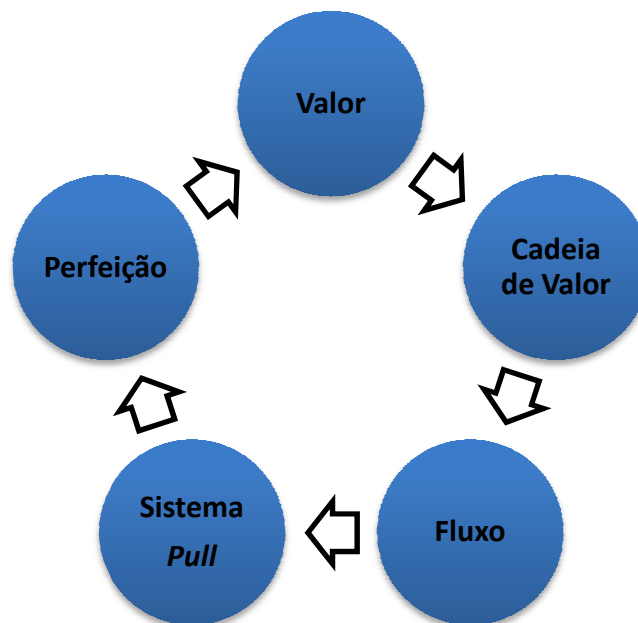


Figura 34 – Os cinco princípios do *Lean Thinking*.

1. **Definir Valor:** A sobrevivência de qualquer organização depende da criação de valor, que deverá ser analisado do ponto de vista do cliente. Isto é, tentar perceber quais as verdadeiras especificações do produto pelo qual o cliente está disposto a pagar. Por exemplo, um cliente não tem interesse nenhum em pagar os custos de transporte de material dentro da fábrica, visto que isso não traz nenhuma melhoria qualitativa do seu produto final;
2. **Definir a Cadeia de Valor:** Deve-se identificar e dissecar toda a cadeia de valor desde o fornecedor até ao cliente final em três tipos de processos: aqueles que efetivamente agregam valor, aqueles que não geram valor mas são um “mal

necessário” para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não acrescentam valor, que devem ser prontamente eliminados. A grande diferença desta análise para a tradicional, é o enfoque naquilo que o cliente pretende, e não a tradicional síndrome industrial de minimização de custos;

- 3. Otimizar os Fluxos de Valor:** Deverá ser promovido sempre o fluxo de material entre cada atividade ou processo da cadeia de valor. É uma forma simples de eliminar desperdícios, uma vez que a criação de fluxo elimina os tempos de paragem ou espera;
- 4. Implementar o Sistema *Pull*:** Deverá ser o cliente a comandar a velocidade de produção e o lançamento de encomendas, evitando a acumulação de *stock* e a desvalorização do mesmo devido ao excesso de quantidade para venda. Tal como um comboio que é puxado pela locomotiva na parte da frente para evitar que as carruagens se encavalitem, a produção deverá ser puxada pelo processo da frente da cadeia (a última tarefa antes de chegar ao cliente);
- 5. Procurar a Perfeição:** Também conhecido por “*melhoria contínua*” ou “*kaizen*” pressupõe a assimilação de uma cultura de melhoria constante em busca da perfeição. Tendo em conta que a perfeição nunca é alcançada, será sempre possível melhorar a partir da situação actual.

3.4.3. BENEFÍCIOS DO *LEAN THINKING*

O *Lean Thinking* desde há muito que deixou de ser propriedade das empresas industriais. Como tal, tem vindo a ser aplicado em organizações de diversos sectores de atividade. Muitas empresas que abraçaram esta mentalidade têm sido capazes de obter benefícios significativos, tais como a redução do tempo de ciclo, inventário, defeitos, desperdício e custo, melhorando a qualidade de serviço, o atendimento ao cliente e também o desenvolvimento de trabalhadores. É possível identificar os mais significativos benefícios resultantes da aplicação da filosofia *Lean Thinking*. Estes podem ser vistos na Figura 35.

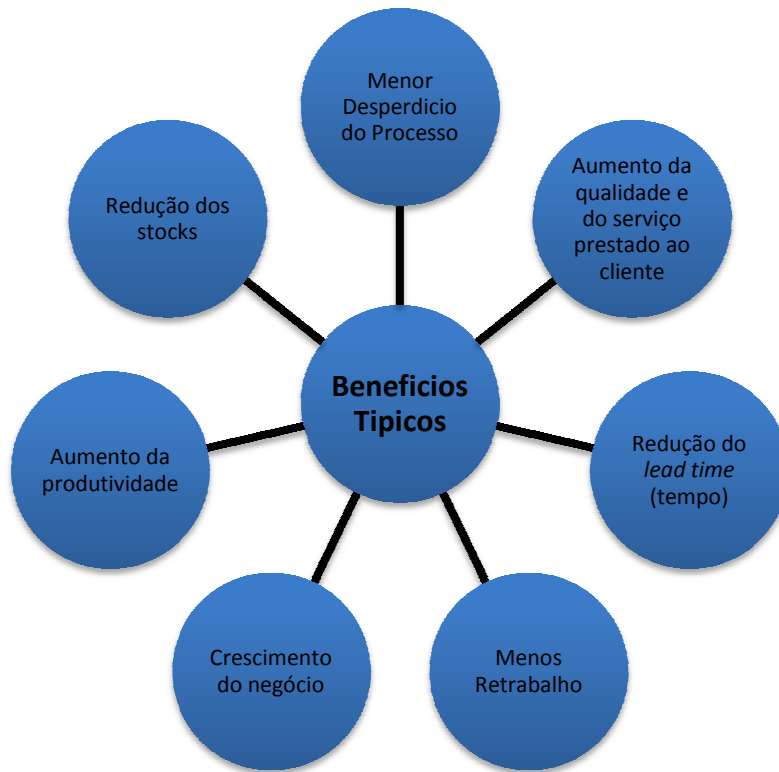


Figura 35 – Os benefícios de se tornar *Lean*.

Nas últimas cinco décadas, o *Lean Thinking* provou, de um modo consistente, a sua capacidade em gerar benefícios substanciais para as empresas que adotem esta filosofia de gestão.

Existem muitos exemplos bem conhecidos de aplicação de *Lean* para processos de negócios, tais como gestão de projetos (Melton 2005), construção, projeto, e assim por diante. *Lean* pode ser aplicado a todos os aspetos da cadeia de fornecimento e para obter o máximo de benefícios dentro da organização devem ser realizados de forma sustentável. Os dois maiores problemas com a aplicação do *Lean* para os processos de negócios são o perceção de falta de benefícios tangíveis e a visão de que muitos processos de negócios já são eficientes. Estas suposições foram contestadas por Melton (2005).

Há muitos benefícios tangíveis associados aos processos de negócios magros. Um processo de negócio *Lean* será mais rápido, por exemplo, a velocidade de resposta a um pedido para o processo de negócio magro será mais rápido e, como a maioria dos processos de negócios estão ligados a cadeias de fornecimento organizacionais, então isso pode proporcionar significativos benefícios financeiros para a empresa. A perceção de que um processo de negócio é já eficiente é muitas vezes uma ilusão.

Funcionalmente muitos processos podem parecer eficientes, no entanto, a aplicação do pensamento *Lean* a toda a cadeia em que o processo de negócio se desenvolve, este frequentemente revela gargalos e ineficiência.

No entanto, para que uma empresa se torne *Lean*, o caminho a seguir não é sempre fácil. No longo-prazo, requer o envolvimento e o comprometimento de todos em torno da visão *Lean*. Neste percurso, no sentido do estado *Lean*, as empresas passam por várias fases de desenvolvimento. Em todas as fases é necessário estabelecer metas e objetivos, quantificar resultados e atuar em função dos desvios. De seguida identificam-se alguns requisitos para o sucesso:

- **Envolvimento da gestão de topo:** embora as mudanças ocorram, principalmente, ao nível dos processos, é muito importante o envolvimento e apoio da gestão de topo;
- **Aderir ao conceito “O cliente em primeiro lugar”:** todas as atividades da organização devem ser orientadas com o propósito de satisfazer o cliente;
- **Estar consciente em relação aos problemas:** onde não há problemas não há lugar a melhoria;
- **Reconhecer que “Estão rodeados por montanhas de tesouros”:** os problemas e as dificuldades devem ser encarados como oportunidades para melhorar;
- **Gerir o processo através de resultados e de factos:** procurar tomar decisões baseadas em factos e não em opiniões ou no *feeling* de cada um;
- **Estar atento aos desvios:** em vez de controlar as médias, os gestores devem procurar controlar os desvios (minimizando-os). O controlo dos desvios reforça a consistência dos processos;
- **Estratificar antes de observar:** a classificação dos problemas e das oportunidades leva a um melhor entendimento dos mesmos;
- **As melhorias começam em casa:** é importante que cada um dentro da organização classifique os problemas em problemas da sua responsabilidade e problemas da responsabilidade dos outros. E, em primeiro lugar, resolver os seus problemas e depois participar na resolução dos problemas dos outros;
- **Remover as causas básicas e prevenir a recorrência:** procurar não confundir sintomas com as causas;

- **Criar qualidade em tudo que se faz:** a qualidade deve fazer parte de tudo o que se faz. A inspeção e teste não fazem qualidade (nem a melhoram). É importante fazer bem à primeira vez;
- **Nunca abdicar da uniformização:** uniformizar é um modo seguro de eliminar os desvios e garantir que todos seguem os mesmos procedimentos;
- **Implementar as mudanças envolvendo todas as pessoas:** o trabalho em equipa, a autonomia, a motivação, e os círculos de qualidade são exemplos de envolvimento das pessoas.

A filosofia *Lean Thinking* é uma abordagem revolucionária orientada à eliminação do desperdício em todos os negócios e organizações. O ponto de partida para o *Lean Thinking* é reconhecer que apenas uma pequena fração do tempo total e esforço de uma organização adiciona, de facto, valor ao cliente. Após definido o valor de um produto ou serviço na perspetiva do cliente final, todas as atividades que não acrescentam valor (desperdício) devem ser identificadas e eliminadas gradualmente. Por exemplo, para uma grande maioria das operações de fabrico apenas 5% adicionam valor, 35% são atividades necessárias mas não acrescentam valor, e as restantes 60% são puro desperdício (Pinto (2006)). Eliminar este desperdício é uma enorme fonte de melhoria para as organizações. A análise das operações numa organização deve ser feita de modo sistémico, evitando a concentração apenas em determinados pontos ou empresas, mas considerando toda a cadeia de valor.

3.5. TÉCNICAS E FERRAMENTAS LEAN

Antes do uso de métodos e práticas *Lean*, a implementação eficaz dos conceitos associados ao *Lean* exige uma mudança cultural dentro da empresa, ou uma postura para querer mudar. A filosofia *Lean* é uma inovação na gestão de operações e toda a inovação começa pela mente. A preparação em *Lean* começa durante a fase inicial e envolve todas as pessoas na organização, direta e indiretamente, envolvidos no sistema. É fundamental que todos participem neste processo de mudança, mas o melhor lugar para se começar é o topo. A razão para isso é que, enquanto a gestão de topo da empresa não se convencer de que a única forma de implementar o *Lean* é mudando as práticas de trabalho e o estilo de gestão, trabalhando no sentido do desenvolvimento de valores que suportam o *Lean* sem as quais as transformações necessárias para se alcançar a vantagem competitiva não ocorrerão.

A filosofia *Lean* utiliza diversas ferramentas que foram desenvolvidas ao longo dos anos e que caracterizam o pensamento *Lean*. Estas permitem que a organização crie bases para implementar e sustentar a mudança. Algumas das práticas e ferramentas utilizadas pelo *Lean* são:

- Organização do local de trabalho - 5S;
- Processos uniformizados;
- Controlo *Kanban*;
- Gestão visual;
- Produção celular e pessoas polivalentes;
- Automação (*Jidoka*);
- Sistemas à prova de erro (*Poka-Yoke*);
- OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

3.5.1. ORGANIZAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO (5S)

Um dos aspetos mais visíveis da transformação levada a cabo pela filosofia *Lean* é a adoção dos 5S para criar postos de trabalho mais eficientes, mais seguros e mais organizados. Os 5S, cinco palavras que em Japonês começam pelo som “S” – *Seiri*, *Seiton*, *Seizo*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, referem-se a cinco práticas de bom senso e senso comum. A implementação dos 5S começa na fábrica (*shop floor*), mas as suas repercussões estendem-se por toda a organização.

A metodologia 5S consiste em simplificar o local de trabalho, reduzir o desperdício, eliminar as atividades que não acrescentam valor, aumentar a segurança e obter um nível superior de qualidade e eficiência. Esta ferramenta faz parte do princípio da visibilidade, ou seja, tornar visíveis os problemas onde quer que possam existir. Os cinco princípios da organização são os fundamentos sobre os quais assenta o *Lean* (Ver Figura 36). Os 5S são descritos de seguida:

- **1ª Etapa: *Seiri* (organização)** - é o “*senso de utilização*”. Tudo o que não for necessário para a atividade deve ser removido do local de trabalho.

Tem como vantagens:

- Libertação de ferramentas, equipamentos e documentos que não acrescentam valor ao sector ou área;
- Libertação de espaço físico;

- Melhor visualização da área / local de trabalho;
- Eliminação de excessos em *stock* (armários, arquivos, acessórios informáticos);
- Eliminação de compras desnecessárias;
- Eliminação de movimentos inúteis;
- Maior satisfação de quem trabalha no local.

- **2ª Etapa: *Seiton* (arrumação)** - é o “*senso de tudo no seu lugar*”. Cada coisa deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente;

Tem como vantagens:

- Padronizar a nomenclatura, adotando nomes, cores, procedimentos/padrões em toda a área;
- Padronizar a maneira de guardar as ferramentas, equipamentos e documentos;
- Utilizar a comunicação visual (gravuras e cores) para facilitar e guardar os materiais;
- Usar o conceito: “O primeiro a entrar é o primeiro a sair”.

- **3ª Etapa: *Seiso* (limpeza)** - é o “*senso de que a limpeza é fundamental para a melhoria*”. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade;

Tem como vantagens:

- Mais importante que limpar é não sujar;
- A limpeza deve ser considerada como forma de inspeção;
- Prevenir paragens inesperadas;
- Relembrar os 5S com a equipa em reuniões quinzenais.

- **4ª Etapa: *Seiketsu* (uniformização)** - é o “*senso de conservação*”, pois a definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo;

Tem como vantagens:

- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Melhoria das áreas comuns;
- Não há itens desnecessários;
- Os itens estão nos locais corretos;

- O estado de limpeza é mantido.
- **5ª Etapa: *Shitsuke* (disciplina)** - é o “*senso de responsabilidade*”, já que o treino com os padrões definidos pelo grupo é fundamental para o cumprimento dos compromissos assumidos. Disciplina significa trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, arrumação e limpeza.

Tem como vantagens:

- Eliminar a variabilidade, ou seja, conseguir o empenho total das pessoas para proceder sempre de acordo com os procedimentos estabelecidos anteriormente;
- Aplicar e aperfeiçoar as normas de organização, arrumação e limpeza;
- Fazer cumprir as normas através de treino, empenho e disciplina;
- Fazer dos 5S um hábito e um modo de vida.

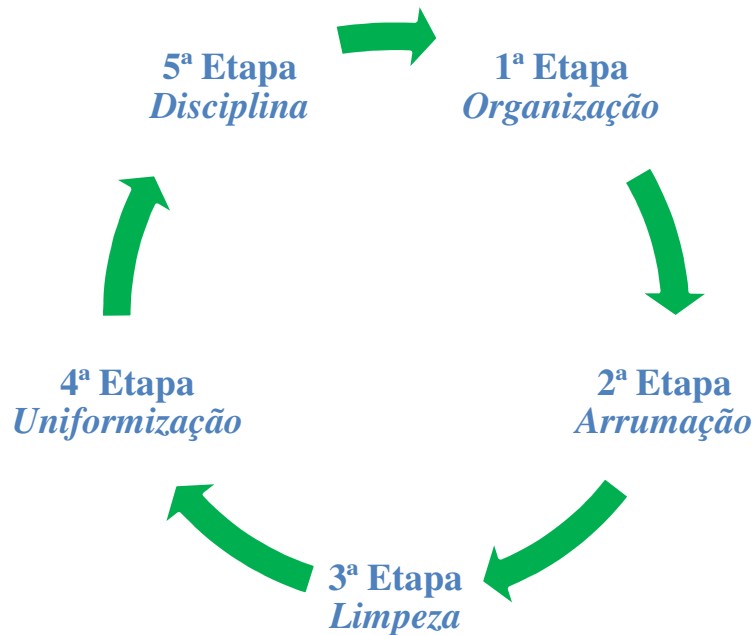


Figura 36 – Práticas 5S.

As vantagens da utilização desta ferramenta são evidentes, de destacar a simplificação do trabalho, maior motivação, produtos e serviços com mais qualidade com consequência positiva ao nível do cliente. Pode-se concluir que a aplicação dos 5S contribui para o aumento da produtividade num local de trabalho mais agradável e seguro.

3.5.2. PROCESSOS UNIFORMIZADOS

A uniformização dos processos é um dos aspetos mais negligenciados pelas empresas. A uniformização de processos passa pela documentação dos modos operatórios garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações. As vantagens são muitas, das quais se destacam o aumento da previsibilidade dos processos, redução de desvios e menores custos. Processos uniformizados podem ainda ser comparados com as melhores práticas e deste modo contribuir para a melhoria contínua. O princípio dos processos uniformizados é documentar e normalizar as tarefas ao longo da cadeia de valor.

Normalmente são desenvolvidos dois tipos de documentos:

1. **Instruções de fabrico:** específicos para um determinado trabalho, podem conter o desenho da peça, referência, lista de materiais, ferramentas usadas, etc.;
2. **Procedimentos operacionais:** especificam o modo de realizar as atividades gerais da empresa, como por exemplo, a receção de matéria-prima, o que faz quando se deteta material não conforme;

A implementação dos processos padronizados permite:

- Aumentar a eficácia da formação e treino dos operadores;
- Suportar a melhoria dos processos e produtos;
- Reduzir a variabilidade da qualidade do produto;
- Reduzir os custos da formação dos colaboradores novos.

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 2005).

3.5.3. CONTROLO *KANBAN*

Kanban é uma palavra japonesa que significa etiqueta/cartão/marca. O funcionamento do sistema *kanban* baseia-se na sinalização dos fluxos de produção com cartões que identificam a referência do produto, quantidade a produzir, e a sequência de operações.

O *kanban* surgiu devido à necessidade de existir um sistema de informação que permiti-se transmitir a informação das necessidades de material das operações a jusante para as operações a montante do processo produtivo. Num sistema *pull*, as atividades de uma determinada operação iniciam apenas na sequência de um pedido ou ordem do cliente.

Os objetivos da ferramenta *kanban* são:

- Regular o volume de produção dos diferentes postos de trabalho de acordo com as flutuações da procura;
- Reduzir o *stock* em curso;
- Produzir a quantidade solicitada e no momento em que é solicitada (reposição baseada no consumo/pedido);
- Manter um fluxo contínuo de produção;
- Controlar visualmente o fluxo ao longo da cadeia de valor.

As informações que constam nos cartões *kanban* variam de empresa para empresa, no entanto existem dados que são indispensáveis:

- Referência da peça a ser fabricada;
- Quantidade a produzir;
- Designação do posto fornecedor;
- Designação do posto cliente.

Para determinar o número de cartões *kanban*, não existe propriamente uma regra. Na maior parte das empresas, começa-se, em geral, por um número elevado sem que haja uma quebra de fluxo. Porém pode-se utilizar a seguinte fórmula para calcular o número de cartões:

Equação 1 – Número de cartões *Kanban*.

$$N^{\circ} = \frac{\text{Consumo Médio} \times \text{Lead Time} + \text{Stock de Segurança}}{\text{Número de Peças Existentes do Contentor}}$$

Os contentores não podem ser deslocados sem um cartão *kanban* e todos devem conter o mesmo número de componentes. Para além destas regras, de referir que apenas os produtos conformes é que podem seguir na cadeia de valor. O sistema *kanban* apresenta as seguintes vantagens:

- Baixo custo associado ao sistema de informação;
- Não necessita de sistemas informáticos complexos;
- Maior interligação dos postos de trabalho no que se refere aos fluxos materiais e informação;
- Maior delegação de responsabilidades aos operadores;
- *Lead times* mais reduzidos;
- Diminuição de *stocks* (consequentemente maior libertação de espaço, inventário mais fácil e menos custos).

No entanto a aplicação deste sistema apresenta algumas desvantagens, de destacar:

- A necessidade de planos de produção estáveis; o surgimento de uma procura não planeada causa interferências nos fluxos;
- Não permite grande variabilidade, o que quer dizer que tempos de paragem imprevistos e prolongados podem afetar os fluxos;
- É afetado pelo aparecimento de peças não conformes.

3.5.4. GESTÃO VISUAL

A gestão japonesa, ao contrário das práticas ocidentais, optou pela adoção de princípios simples e baseados em pessoas (não em sistemas tecnológicos complexos ou grandes sistemas de informação). O controlo visual, também referido como “*fábrica visual*”, requer que todo o local de trabalho disponha de sinais (sonoros ou visuais) que informem as pessoas do que fazer, quando fazer, o que está a correr mal, quem precisa de ajuda.

O controlo visual deve:

- Mostrar como o trabalho deve ser executado;
- Mostrar como as coisas (ex. materiais e ferramentas) são usadas;
- Mostrar como as coisas são guardadas ou armazenadas;
- Mostrar os níveis de controlo do inventário;
- Mostrar o *status* dos processos;
- Indicar quando as pessoas necessitam de ajuda;
- Identificar áreas perigosas;
- Apoiar as operações à prova de erro.

O controlo visual permite melhorar a informação sobre o processo produtivo, instruções de manutenção ou atividades básicas dos processos.

As grandes vantagens da gestão visual são:

- Facilidade de interpretar a informação;
- Permite uma resposta rápida aos problemas;
- Facilita a comunicação entre as equipas de trabalho;
- Permite atribuir maior autonomia aos operadores;
- Contribuir para a redução de erros;
- Contribuir para melhorar o ambiente de trabalho.

Exemplos típicos de mecanismos de controlo visual são os sinais luminosos (do tipo semáforo), sinais sonoros, marcas pintadas no pavimento a indicar algo, etiquetas, etc.

A grande vantagem do controlo visual é a implementação de sistemas simples e intuitivos que ajudam as pessoas a melhor gerir e controlar os processos, evitando erros, desperdícios de tempo e maior autonomia das pessoas.

3.5.5. PRODUÇÃO CELULAR E POLIVALÊNCIA

Um outro elemento fundamental da filosofia *Lean* é a criação de células para substituir a forma tradicional de trabalho (em linha ou por processos). A produção celular é uma técnica de fabrico em pequenos e médios lotes que associa o *layout* em linha aos conceitos de “*tecnologia de grupo*”. Deste modo conseguem-se combinar as vantagens do sistema linear e funcional. A produção celular permite o desenvolvimento do trabalho em equipa.

Um pequeno grupo de pessoas a trabalhar em conjunto, tendem a formar uma equipa e a ajudarem-se mutuamente. Isto exige e facilita a multifuncionalidade dos operadores, ou seja, as pessoas devem ser flexíveis e polivalentes para operarem várias máquinas e compensarem operadores ausentes. Esta flexibilidade permite a adaptação da oferta à variação da procura, bastando para tal a colocação na célula de um número maior de trabalhadores, proporcional ao nível de produção desejada.

A Figura 37 é um exemplo da forma de uma célula de produção que permite ser operada por um número menor de colaboradores, mas com formação e treino para serem polivalentes e flexíveis. A possibilidade de povoar ou despovoar uma célula é um dos

fatores que mais contribui para o aumento da flexibilidade dos sistemas de fabrico a operar de acordo com a filosofia *Lean*.

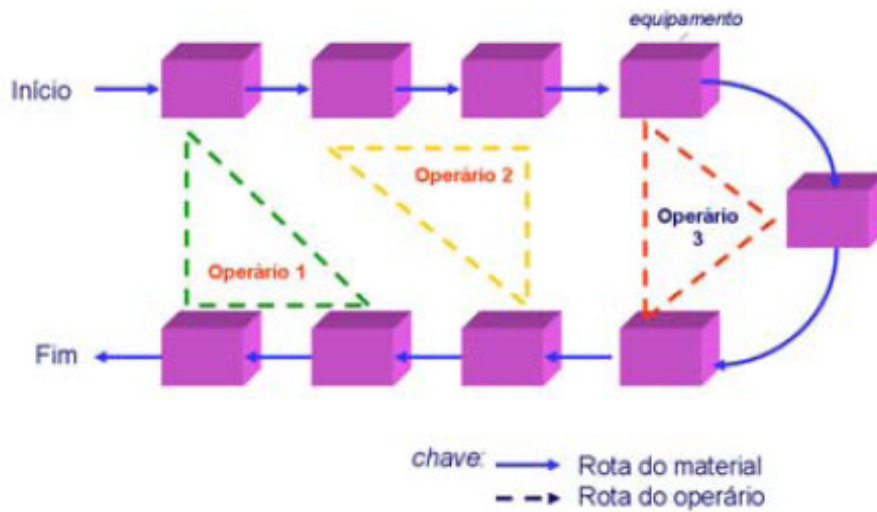


Figura 37 – Célula de produção com equipamentos conduzidos por colaboradores (Pinto 2006)

A implementação de células de produção passa pelas seguintes etapas:

1. Identificação das famílias de produtos com fluxos de produção e características similares;
2. Agrupar máquinas em células de modo a minimizar o movimento e transporte de materiais e pessoas;
3. Localizar máquinas partilhadas em pontos centrais, de forma a poderem ser utilizadas por células diferentes, reduzindo desse modo o transporte e os *stocks* em curso.

Aspetto crucial para um bom funcionamento de uma célula de produção é o seu *layout*. Todo o movimento de pessoas e materiais vai resultar da disposição dos componentes da célula – máquinas, mecanismos transportadores, bancadas de trabalho, etc.

O processo produtivo deve ser organizado de modo a que o operador possa executar as tarefas que lhe foram incumbidas da forma mais eficiente possível. As seguintes considerações têm em conta para a definição do *layout* de uma célula de produção:

- Minimizar os deslocamentos, procedendo à aproximação de máquinas e bancadas de trabalho;
- Remover obstáculos do percurso efetuado pelo operador;
- Manter uma largura interna da célula que permita flexibilidade de posicionamento dos operadores;

- Eliminar locais onde possam ser criados *stocks* em curso;
- Sempre que possível, executar operações de movimentação de material recorrendo a deslocamentos por força da gravidade;
- As diversas instalações – elétricas, de ar comprimido e outras – devem, sempre que possível, encontrarem-se suspensas de modo a facilitar alterações futuras ao *layout*;
- Garantir a segurança e ergonomia da célula;
- Manter as etapas de processamento manual próximas entre si de modo a permitir flexibilidade na distribuição das tarefas;
- Sempre que possível, utilizar equipamentos pequenos e dedicados, ao invés de maquinaria de grande porte e multifuncional;
- Evitar a produção em lotes, dando preferência ao processamento unitário - *one piece flow*;
- Projetar o *layout* da célula de produção tendo em atenção a necessidade de manutenção das máquinas;
- Criar mecanismos de mudança rápida de ferramenta.

As células de produção apresentam as seguintes vantagens:

- Maior flexibilidade;
- Treino mútuo entre operadores;
- Capacidade de ajuste a diferentes volumes de produção;
- Simplicidade de gestão;
- Redução do espaço ocupado comparativamente ao *layout* funcional;
- Redução de tempos não-produtivos;
- *Feedback* de qualidade contínuo;
- Redução de *work-in-process* (*stock* em curso) e conseqüentemente do *lead time*;
- Redução dos custos de operação.

3.5.6. AUTOMAÇÃO (JIDOKA)

A busca da melhoria contínua dos processos exige a plena utilização dos recursos humanos, com a flexibilização e otimização da relação entre o homem e a máquina. A filosofia *Lean* vai ao encontro desta exigência com o auxílio da automação. Este conceito é também conhecido como *Jidoka*.

Algumas vantagens da automação são:

- Complemento da produção celular e operador polivalente - a automação amplia a capacidade do homem de operar várias máquinas simultaneamente;
- Redução do inventário em processo WIP (*work in process*) - isto é conseguido pela eliminação dos *stocks* intermédios entre operações sucessivas;
- Redução do *lead time* – conseguido com a eliminação dos tempos mortos entre operações e pelo aumento da velocidade dos materiais;
- Aumento da produtividade - consequência da melhor utilização dos recursos e pela redução do tempo de trabalho;
- Menor investimento – a conversão de equipamento já existente pela adaptação de acessórios que o tornem mais eficiente representa um pequeno investimento de capital, se comparado com o preço do equipamento novo equivalente.

3.5.7. EFEITO STOCK

A eliminação das causas que estão na origem do desperdício permitirá à empresa a redução dos *stocks*, reduzir o *lead time*, reduzir custos e aumentar o seu desempenho global.

A Figura 38 que se segue recorre a uma alegoria para exemplificar a importância de combater as causas dos problemas numa organização. Nesta figura, o barco representa a empresa e os rochedos representam os problemas. Esta empresa, como qualquer outra foi obrigada a aumentar os seus *stocks* para poder viver com os seus problemas, contudo optou pelo caminho mais simples porque ao aumentar os stocks em vez de resolver os problemas apenas os camuflou. Quanto esta empresa for levada a reduzir tempos, custos sem penalizar a qualidade e o serviço ao cliente, terá muitas dificuldades porque no dia em que reduzir os *stocks* vai esbarrar com os problemas.



Figura 38 – Baixos níveis de *stocks* expõem os problemas no *shop floor*. (Pinto 2006)

A Figura 38 serve também para alertar para um aspeto muito importante. Antes de poder reduzir os *stocks*, e tirar daí os benefícios resultantes, a empresa terá em primeiro lugar de identificar e anular as causas que levaram à acumulação excessiva de *stocks*. Durante os anos 1980s o JIT era anunciado como uma ferramenta para reduzir os *stocks*, e muitas empresas enfrentaram graves problemas porque ao retirarem os *stocks* os problemas ficavam a descoberto. Tal situação fez com que se criasse algum descrédito relativamente ao JIT e a todas as práticas vindas do Japão. A redução dos *stocks* é das últimas coisas a acontecer, antes é preciso que as empresas iniciem o caminho no sentido da eliminação do desperdício e só depois é que estarão em condições de viver sem *stocks*.

3.5.8. SISTEMAS À PROVA DE ERRO (*POKA-YOKE*)

As práticas ou os sistemas à prova de erro, também conhecidos como *Poka-Yoke* são elementos fundamentais da filosofia *Lean*. Em termos simples, um sistema à prova de erro é qualquer mecanismo, aparelho ou processo que evita a ocorrência de erros ou defeitos, ou que torna os erros ou defeitos evidentes, visa dotar os processos de fabrico com dispositivos de controlo capazes de eliminar as causas de erro (evitando a sua recorrência) ou detetar os erros à medida que acontecem de forma a prevenir que as peças não-conformes sigam no fluxo de fabrico. O objetivo do *Poka-Yoke* é deste modo evitar os erros e/ou facilitar a sua deteção de modo simples e económico. Este conceito não é apenas aplicado para evitar erros de fabrico, podendo ser também aplicado em situações que evitem acidentes de trabalho.

Assim sendo, o Poka-Yoke permite:

- Eliminar os problemas causados por erros;
- Assegurar a qualidade esperada pelo cliente;
- Reduzir o retrabalho e os custos associados;
- Prevenir danos nos equipamentos.

3.5.9. EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é uma ferramenta de medida da eficiência dos equipamentos tendo sido criada por Nakajima (1989). Esta é uma ferramenta que permite avaliar e indicar a eficiência com que um determinado equipamento é utilizado, tendo em conta vários fatores como a qualidade, a eficiência e a disponibilidade dos equipamentos. De seguida é feita uma explicação da forma como o cálculo do OEE é realizado.

Equação 2 – Cálculo do OEE.

$$OEE(\%) = Disponibilidade(\%) \times Eficiência(\%) \times Qualidade(\%)$$

- **Índice de Disponibilidade:**

Equação 3 – Cálculo do índice disponibilidade.

$$Disponibilidade \% = \frac{Tempo\ de\ produção\ medido}{Tempo\ de\ produção\ planeado}$$

- **Indicador de Eficiência:**

Equação 4 – Cálculo do indicador de eficiência.

$$Eficiência\% = \frac{Quantidade\ de\ peças\ produzidas}{Quantidade\ de\ produção\ teórica}$$

- **Índice de Qualidade:**

Equação 5 – Cálculo do índice qualidade.

$$Qualidade\% = \frac{Quantidade\ de\ peças\ produzidas\ à\ primeira}{Quantidade\ total\ de\ peças\ produzidas}$$

- **Disponibilidade:** Representa a percentagem de tempo programado que a máquina trabalhou, medindo unicamente o *Uptime*. Fatores como a qualidade, desempenho e os efeitos do *Downtime* programado, são excluídos deste cálculo;
- **Eficiência:** Fornece a percentagem de tempo real de trabalho, comparado com o tempo possível do mesmo. Fatores como a qualidade e a disponibilidade são excluídos deste cálculo;
- **Qualidade:** Mede a percentagem de peças boas no total das peças realizadas. Neste cálculo fatores como a disponibilidade e o desempenho são excluídos.

No âmbito do índice de Disponibilidade, os tempos despendidos para a troca de ferramentas, se forem significativos, leva a redução do indicador OEE, justificando-se a aplicação da técnica SMED (*Single Minute Exchange of Die*) caracterizada pela troca de rápida de ferramentas.

Num ambiente *Lean*, em que as necessidades da empresa centram-se na procura do cliente, leva a períodos de tempo em que os equipamentos poderão trabalhar abaixo da capacidade máxima, operando segundo o *takt time*.

O *takt time* é o tempo de ciclo considerado para a determinação do índice de eficiência do OEE e obtém-se pela seguinte expressão:

Equação 6 – Cálculo do *Takt Time*.

$$Takt\ time = \frac{Procura\ do\ produto}{Tempo\ disponivel\ para\ produzir}$$

De acordo com Nakajima (1989) o OEE poderá chegar a índices de 100%. Este valor só poderá ser atingido com índices 90% para disponibilidade; 95% para a eficiência e 99% qualidade.

3.6. 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.

3.6.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO *JOB SHOP*

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 Dolinsky, Vollmann et al. (1990) 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 nos 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).

3.6.2. PLANEAMENTO E CONTROLO DE OPERAÇÕES NUM LAYOUT TIPO *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 de cada seção 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 de acordo com B.Chase, Jacobs et al. (2006). Cada secção executa funções específicas; os materiais e produtos viajam de secção em secção até estarem concluídos.

Num *layout* tipo *job shop*, são característicos os produtos com uma fabricação de pequena quantidade e concebidos e produzidos de acordo com a especificação do cliente, dentro do tempo prefixado e custo. A distinção característica deste, é ser de baixo volume e alta variedade de produtos. É composto por máquinas de uso geral organizadas em diferentes departamentos. Cada trabalho exige requisitos tecnológicos únicos, e necessita processamento em máquinas com uma certa sequência.

Um *layout* tipo *job-shop* é caracterizado por:

- Variedade de produtos de volume alto e baixo;
- A utilização de máquinas de uso geral e instalações;
- Operadores altamente qualificados que podem assumir cada trabalho como um desafio por causa da singularidade;
- Grande *stock* de materiais, ferramentas e peças;
- Planeamento detalhado é essencial para a sequenciação dos requisitos de cada produto, e para capacitar cada centro de trabalho às prioridades dos pedidos.

Seguem-se as vantagens do *layout* tipo *job-shop*:

- Por causa de máquinas de uso geral e instalações, grande variedade de produtos podem ser produzidos;
- O operador vai-se tornar mais hábil e competente, com cada trabalho, isto dá-lhe oportunidade de aprendizagem;
- O potencial dos operadores pode ser utilizado;
- A oportunidade existe para métodos criativos e ideias inovadoras.

A seguir estão as limitações do *layout* tipo *job-shop*:

- Custo elevado devido a frequentes alterações na configuração;

- Maior nível de *stock* em todos os níveis e custo de inventário;
- Planeamento da produção é complicado;
- Maiores requisitos de espaço.

Na Figura 39 que se segue pode ser visto um exemplo de um *layout* funcional tipo *jobshop*.

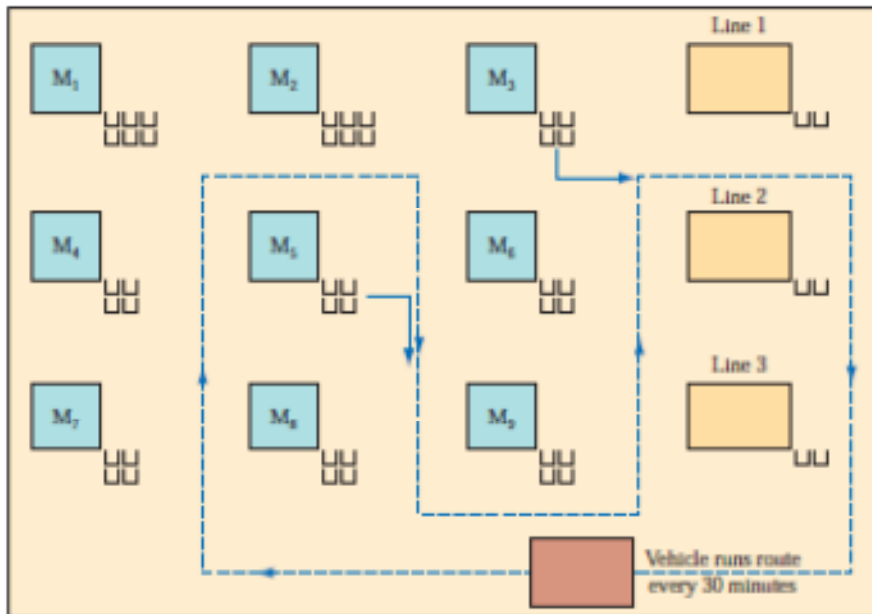


Figura 39 – Esquema de um *layout* tipo "*job-shop*" (B.Chase, Jacobs et al. 2006)

O planeamento e controlo da produção envolvem 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.

3.7. LAYOUTS FABRIS

O *Layout* de acordo com MOORE (2007), é um plano de um arranjo ideal de instalações, incluindo pessoal, equipamento, espaço de armazenamento, equipamentos de manuseio de materiais e todos os outros serviços de apoio, juntamente com o projeto da melhor estrutura para conter todas essas instalações.

Os objetivos presentes na elaboração de *layout* fabris são:

- Agilizar o fluxo de materiais;
- Facilitar o processo de fabricação;
- Manter a alta rotatividade de inventário em processo;
- Minimizar o manuseio e custo de materiais.
- Utilização eficaz dos homens, equipamentos e espaço;
- Fazer uso eficaz do espaço;
- Flexibilidade das operações de manufatura e arranjos;
- Minimizar o investimento em equipamentos;
- Minimizar o tempo de produção global;
- Manter a flexibilidade de disposição e funcionamento;
- Facilitar a estrutura organizacional.

Os principais princípios de um bom *layout* são:

- 1. Princípio da integração:** Um bom *layout* é aquele que integra homens, materiais, máquinas e serviços de apoio e outros, a fim de obter a melhor utilização dos recursos e eficácia;
- 2. Princípio da distância mínima:** Este princípio está preocupado com o curso mínimo (ou de movimento) do homem e de materiais. As instalações devem ser dispostas de tal modo que, a distância total percorrida pelos homens e materiais deve ser mínimo e, tanto quanto possível, o movimento linear deve ser preferido;

- 3. Princípio da utilização do espaço cúbico:** O bom *layout* é aquele que utiliza o espaço horizontal como o espaço vertical. Não é apenas o suficiente se apenas o espaço é utilizado otimamente, mas a terceira dimensão, isto é, a altura é também para ser utilizada de forma eficaz;
- 4. Princípio de fluxo:** Um bom *layout* é aquele que faz com que os materiais se movam em frente, em direção para a fase de realização, isto é, não deve haver qualquer retrocesso;
- 5. Princípio da máxima flexibilidade:** O bom *layout* é aquele que pode ser alterado sem muito custo e tempo, deve ser levado em conta, ou seja, as necessidades futuras ao projetar o atual *layout*;
- 6. Princípio da segurança e satisfação:** Um bom *layout* é aquele que dá a devida consideração à segurança e satisfação dos trabalhadores, e dá garantias das máquinas e instalações contra incêndio, roubo, etc.;
- 7. Princípio da manipulação mínima:** Um bom *layout* é aquele que reduz o manuseio de materiais para o mínimo

Há uma tendência cada vez mais crescente de aumento do elemento flexibilidade nos sistemas de produção no que diz respeito à variação no tamanho dos lotes e sequência de operações. O agrupamento de equipamentos para a realização de uma sequência de operações da mesma família de componentes ou produtos semelhantes tornou-se assim um elemento importante na construção de soluções flexíveis e eficientes.

Por outro lado, o *layout* celular resulta da análise de vários itens para agrupá-los em famílias com características semelhantes. O *layout* celular pode ser usado para desenvolver soluções híbridas, entre o esquema puro do processo e a linha de montagem de fluxo puro (produto). Esta técnica é muito útil para as empresas que produzem grande variedade de peças em pequenos lotes, de modo a que estas possam aproveitar a economia de *layout* de linha de fluxo e a flexibilidade do *layout* de processo.

A aplicação do *layout* celular envolve dois passos básicos: o primeiro passo envolve determinar famílias de componentes ou grupos. O segundo passo da aplicação da tecnologia de grupo consiste em organizar o equipamento utilizado para processar as operações de uma família particular de componentes. Esta solução representa no fundo uma solução de pequenos *layouts* fabris dentro de *layouts* maiores.

O *layout* celular reduz o tempo de planeamento de produção, reduz o tempo de *setup* e conduz a aumento de eficiência. Assim a disposição das células é uma combinação do

layout do produto e o processo de distribuição. Ele combina as vantagens de ambos os sistemas de *layout*. Se houver máquinas e componentes, num *layout* celular serão divididos em distintos números de células-componente da máquina, de tal modo que todos os componentes de uma célula são quase na totalidade processados dentro da própria célula. Aqui, o objetivo é o de minimizar os movimentos entre as células.

O objetivo básico de um *layout* celular é identificar famílias de componentes que requerem sequências operatórias semelhantes, de modo a que todas as operações nas máquinas são agrupadas em células. Cada célula é capaz de satisfazer todas as exigências da família de componentes que lhe é atribuída. O processo de projeto de *layout* considera principalmente um único objetivo durante a criação de *layouts*. No esquema do processo, o objetivo é o de minimizar o custo total no processamento dos materiais. Por causa da natureza do esquema, o custo dos equipamentos será mínimo neste tipo de disposição. Na disposição por produto, o custo de manuseamento de material será o mínimo, mas os custos de equipamentos não serão mínimos, se os equipamentos não são totalmente utilizados. No *layout* celular, o objetivo é o de minimizar a soma dos custos de transporte e os custos dos equipamentos.

Quanto às vantagens de um *layout* celular podem-se apontar as seguintes:

- Padronização de componentes e racionalização;
- Fiabilidade das estimativas;
- Funcionamento da máquina eficaz e produtividade;
- Atendimento ao cliente.

Também é possível diminuir:

- Trabalho de papel e tempo total de produção;
- WIP e movimento do trabalho;
- Custo total.

Quanto às limitações de um *layout* celular podem-se apontar as seguintes:

- Este tipo de *layout* pode não ser viável para todas as situações. Se o *mix* de produtos é completamente diferente, então não é possível a formação significativa de células

4. ANÁLISE DO CASO DE ESTUDO

Neste capítulo pretende-se identificar, caracterizar e quantificar o cenário atual na SIMOLDES AÇOS, SA relativamente a todo o processo produtivo do molde. É descrita a realidade inicial das atividades e processos de planeamento de produção do molde, sendo identificados os maiores problemas decorrentes destas mesmas atividades e processos.

4.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A empresa caracteriza o seu processo produtivo como sendo semiautomático, existindo assim a utilização de máquinas/ferramentas e de mão-de-obra com igual relevância. O esforço de inovação e desenvolvimento é elevado, tanto na conceção de novos produtos, utilização de novas tecnologias, como na implementação de novos modelos de organização e gestão.

O processo produtivo é atualmente constituído por várias células de maquinaria. A produção encontra-se dividida em vários sectores, a célula de eletroerosão, a célula de fresagem CNC, a célula de furação e as zonas de armazenamento de matéria-prima. As restantes áreas correspondem a um conjunto de máquinas destinadas a apoiar a fase final do molde, a zona de montagem, ajuste e acabamento, denominada bancada.

O conjunto é constituído por prensas para o ajuste final, tornos para acessórios do molde, fresadoras convencionais sem comando numérico, retificadoras e furadoras.

Na Figura 40 pode-se observar a representação de todo o processo produtivo desde o lançamento técnico do molde até a sua expedição.

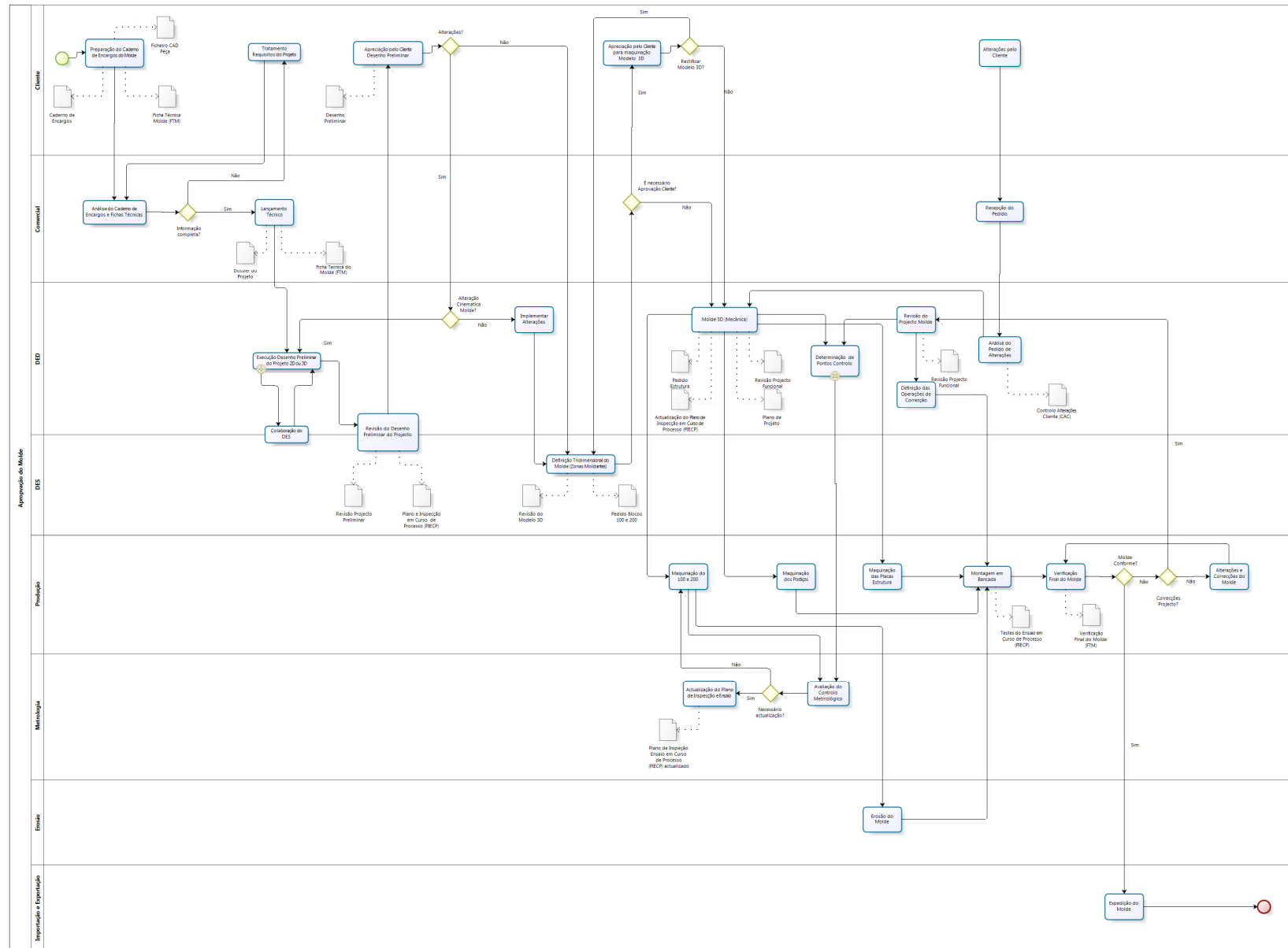


Figura 40 – Modelagem do Processo Produtivo (Bizagi).

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

- **Maquinação tridimensional (3D):** esta etapa antecede as outras abaixo mencionadas, é constituída por quatro operações de fresagem, pela seguinte ordem:
 1. Desbaste;
 2. Re-desbaste;
 3. Pré-Acabamento;
 4. 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;
- **Eletroerosão:** gravação de geometrias impossíveis de realizar pelas operações de fresagem ou de superfícies que necessitam de melhor acabamento.

Na SIMOLDES AÇOS, SA o processo de maquinação é planeado e controlado pelo responsável da secção de maquinação que atribui os trabalhos que devem ser efetuados nas respetivas máquinas, munindo os operários de documentos necessários para o processamento do componente a realizar.

Entre os documentos disponibilizados, encontram-se croquis de acompanhamento / execução / alteração / correção (Figura 41), com ilustrações / imagens de como vai ficar o componente, a referência do molde e do componente, o 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.

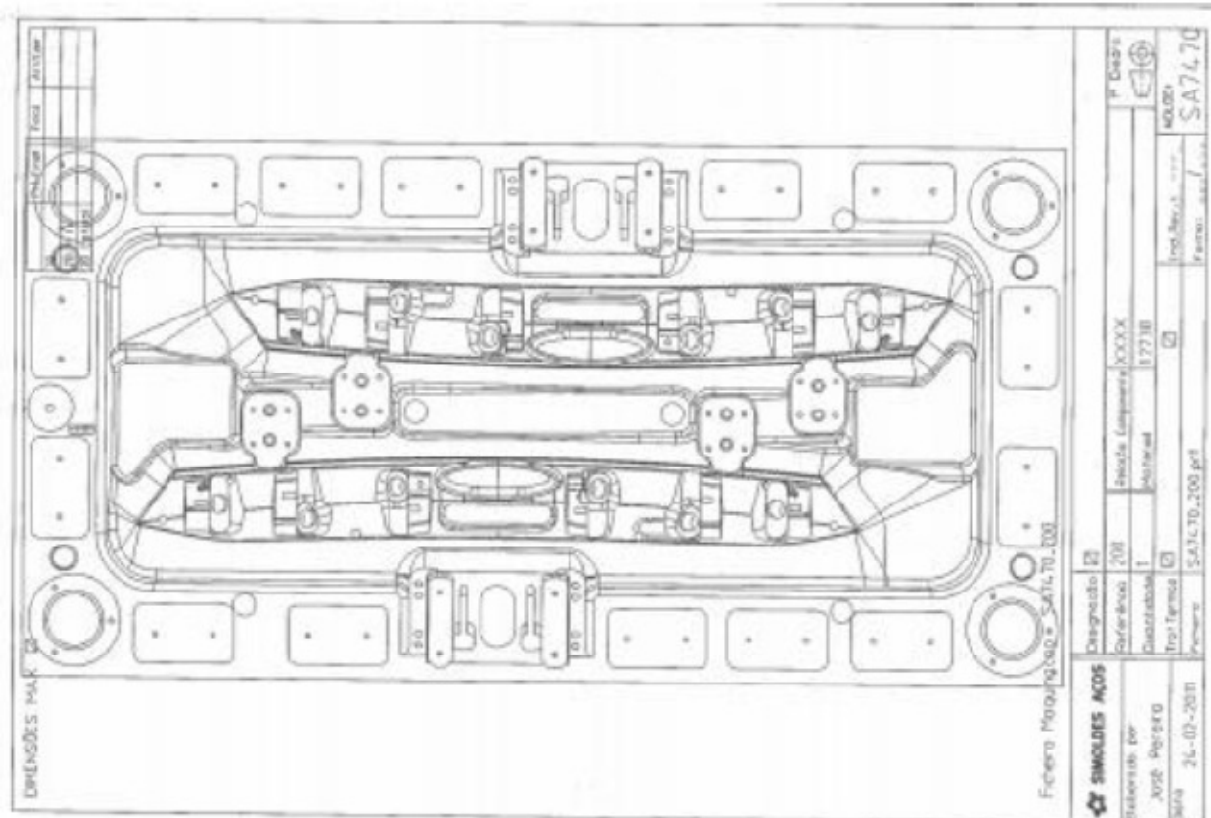


Figura 41 – Exemplo de um croqui de maquinação.

Paralelamente é feita a exportação dos ficheiros nos formatos PRT, IGES, PDF e JPG para as pastas existentes para o efeito, para posterior consulta na produção. Com esta coletânea de informação, o operador poderá iniciar a construção do programa de maquinação realizado com o *software* CAM PowerMILL, localizado num posto de trabalho comum a várias máquinas (ver figura 42).



Figura 42 – Posto de trabalho do *Software* CAM.

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.

Usando a aplicação de CAM, o operador acede ao ficheiro do modelo tridimensional mencionado no croqui do componente, fornecido pelo departamento técnico, analisa-o escolhendo a estratégia de maquinação e a ferramenta mais apropriada à operação. Posteriormente, envia o ficheiro com o percurso de ferramenta calculado para a máquina que irá realizar o trabalho. A aplicação converte esse ficheiro na linguagem de comando numérico 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 43 – 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 recorrendo ao 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 ou não-conformidade, o operário é responsável por parar o trabalho e comunicar ao responsável. Se na verificação prévia, estiver tudo em ordem, inicia-se então o aperto e centragem da peça, o que é realizado como o auxílio de um comparador. O colaborador acede no posto de trabalho ao programa CNC na aplicação CAM, certificando-se de que o programa em trabalho é o correto.

Seleciona-se a ferramenta que vai ser utilizada, e posteriormente, procede ao aperto e referenciação da mesma, determinando as coordenadas do ponto de referência do início do programa CNC, coordenadas estas 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 montagem 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”, contém o código alfanumérico do molde, assim como as coordenadas da referência. Nas peças pequenas é definida uma área de gravação do código (Ver Figura 44).



Figura 44 – Identificação dos componentes “Pínula” e “Área de Gravação”.

No setor da eletroerosão 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 distância entre a peça e o eléctrodo diminui, esse líquido torna-se subitamente condutor e surge uma descarga elétrica que percorre o espaço existente. 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” (ver Figura 45).

SIMOLDES AÇOS		FICHA DE TEMPOS			
NOME:		N.º	MÁQ/BANCADA:		
DATA	MOLDE N.º	COMPONENTE	CÓDIGO OPERAÇÃO OU PARAGEM	TEMPO NORMAL Horas- Minutos	TEMPO EXTRA Horas- Minutos
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-
/ /				-	-

Figura 45 – Ficha de tempos preenchida manualmente na produção.

Nesta ficha os operários colocam a data, número de molde, componente, máquina onde se realizou o trabalho, código da operação ou paragem e registam a hora de início e fim da atividade.

No final do dia estas fichas são recolhidas e os dados são inseridos manualmente no sistema de informação de gestão de tempos da empresa.

Uma vez terminadas as operações de maquinação, os componentes são transportados até as zonas de bancada para se proceder à etapa seguinte. Como referido anteriormente, durante o processo produtivo podem ocorrer vários erros, que resultam em não conformidades. Estes derivam de erros de maquinação, fratura de ferramentas que se encontram em trabalho, erros oriundos da zona de bancada e erros de conceção.

Estes erros encontram-se codificados 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 de aço para ajustamento;
- Falta de elementos;
- Falta de 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 tempo associado a cada não conformidade é registado num ficheiro Excel criado pelo departamento de metrologia, sendo registadas as causas inerentes aos erros, horas despendidas na correção dos mesmos, a as etapas do processo produtivo onde se originaram estes erros.

As etapas do processo produtivo encontram-se codificadas no sistema de informação de gestão de tempos da empresa, no entanto esta codificação não é utilizada pelo departamento de metrologia, o que resulta numa perda de informação e posterior processamento.

Importa também referir que os componentes mais importantes serão os responsáveis pela gravação da peça termoplástica, componentes estes designados por moldantes, pois necessitam de ser ajustados e quando finalizada a operação, regressam à maquinação para retirar o volume de material em excesso. Esta operação consiste em retirar o excesso de material existente nos componentes ajustados de forma a criar uma superfície uniforme, com o adequado acabamento.

Aproximando-se o prazo final do molde, este será submetido a uma série de testes e ensaios, para se verificar se o molde é funcional em termos de ajustamento, mecânica geral, temperatura de refrigeração, injeção, extração. Posteriormente estes dados são registados no PIE (Plano de Inspeção e Ensaio em Curso de Processo). Simultaneamente é necessário fazer uma avaliação do aspeto da peça ao nível de defeitos, rechupes, verificação das linhas de união, entre outros. Após esta análise,

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 e não-conformidades.

Na data estabelecida para o primeiro ensaio, o molde é testado na presença dos clientes e são criadas e avaliadas as primeiras peças termoplásticas. Após realização das correções e ensaios necessários, e estando os elementos funcionais do molde de acordo com as exigências do cliente, o molde é aprovado. Posteriormente dá-se início ao processo de finalização de *standards*, pintura, entre outros.

De seguida, o departamento de logística cria todos os documentos e procedimentos necessários ao acompanhamento do molde e o departamento de conceção e desenvolvimento prepara o dossier técnico do molde aquando da expedição do molde.

4.1.1. ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Depois de uma análise ao processo produtivo foram identificadas algumas lacunas e oportunidades de melhoria. Nesta análise foi possível identificar as seguintes fontes de desperdício, especialmente na área das ferramentas:

- Dificuldade de controlo e contabilização do inventário de ferramentas, bem como da sua localização;
- Inexistência de registo do uso das várias ferramentas, bem como do seu estado e calibrações;
- Não existência de responsável pela reparação de ferramentas;
- Existência de movimentações sucessivas que não acrescentam valor ao processo;
- Sucessiva necessidade de operações de retrabalho como por exemplo maquinação das placas finais, quando estas chegam à bancada;
- Monitorização e controlo do trabalho nos vários postos, inexistente ou reduzido.
- Incorreto balanceamento das cargas de trabalho que resultam em situações como o estrangulamento na máquina de 5 eixos (*Ramspeed*);

4.1.1.1. ÁREA DAS FERRAMENTAS

Nesta seção da ferramentaria foi feita uma análise sobre o desperdício resultante das movimentações dos operários. Na figura 46 são apresentados os tempos de paragem de máquina, devido à procura de ferramenta por parte dos funcionários:

Máquina	Tempo de paragem de máquina (%)
CA2-1	2,2%
CAC1-1	7,2%
CAB1-2	2,1%
CA4-1	3,4%
CAC3-2	4,7%
CB1-1	0,6%
CB2-1	0,2%
CB1-2	1,2%
CB2-2	4,0%
CPV1-2	6,0%

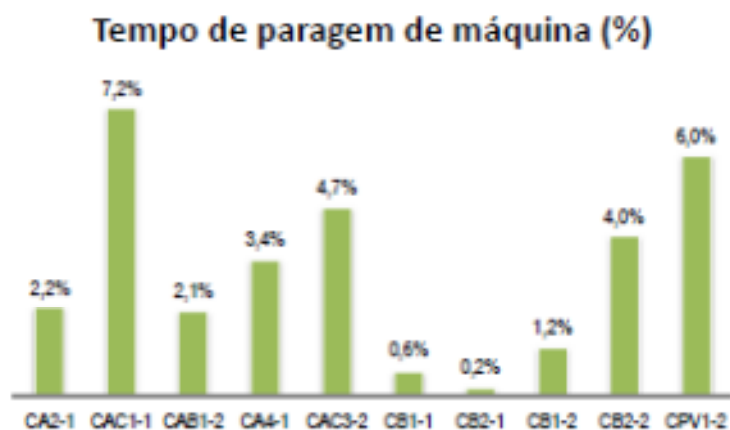


Figura 46 – Tempos de paragem de máquina devido à procura de ferramenta.

Tempo de paragem médio = 3,2%

Causas do desperdício:

- Falta de preparação das ferramentas;
- Falta de ordenação e arrumação das ferramentas;
- Inexistência de ferramentas - pode resultar da inexistência ou do não conhecimento das reais existências internas.

Na figura 47 são apresentados os dados de tempos de paragem de máquina, devido à mudança de ferramenta:

Máquina	Tempo de paragem de máquina (%)
CA2-1	5,1%
CAC1-1	6,2%
CAB1-2	6,7%
CA4-1	6,2%
CAC3-2	9,0%
CB1-1	12,2%
CB2-1	9,7%
CB1-2	11,4%
CB2-2	15,0%
CPV1-2	8,0%



Figura 47 – Tempos de paragem de máquina devido a mudança de ferramenta.

Causas:

- Falta de preparação prévia das ferramentas;
- A existência de ferramentas em mau estado;
- A não aplicação das melhores estratégias de execução das mudanças de ferramenta.

4.1.1.2. MONTAGEM E ACABAMENTO

Na seção de montagem e acabamento, no decorrer do processo de produção, o planeamento vai sendo atualizado pelo responsável de produção de modo a se permitir obter uma visão mais detalhada da taxa de realização de cada molde. Com base nesta informação, é possível fazer uma estimativa do tempo necessário para a conclusão do molde, e em acréscimo, gerir-se a execução das atividades em falta até à data do primeiro ensaio do molde.

Após o processo de maquinação, todos os componentes convergem para a zona de bancada, onde se realizam as várias operações de ajuste, montagem e acabamento. Todas as atividades executadas na bancada, estão condicionadas pela data do primeiro ensaio do molde, data limite de execução do molde.

A etapa de montagem e acabamento, realizada nas bancadas, é a mais complexa, laboriosa e rigorosa.

Nesta seção, após a análise realizada destacam-se as seguintes fontes de desperdício:

- Ao longo dos anos a precisão atingida na maquinação vai diminuindo com o desgaste das máquinas ferramentas e como a grande maioria das máquinas possuem um elevado número de anos, algumas peças não são maquinadas com o acabamento desejado para efeitos de montagem. É sempre necessário despender mais tempo do que o previsto no ajuste de componentes, atrasando outras operações de bancada;
- Falhas ao nível da preparação das máquinas originam imperfeições nas peças, provocando também um acréscimo no tempo de ajuste dos componentes;
- Por se tratar de trabalho manual, bastante minucioso, dado que todos os componentes necessitam de se ajustar com tolerâncias muito apertadas para prevenir a criação de defeitos aquando da injeção do termoplástico, a componente da formação e especialização é crucial neste ponto do processo;

- A chegada dos componentes à zona de bancada não é sincronizada. Durante o processo de maquinação, é muito frequente existirem componentes retidos em zonas de armazenamento a aguardar a operação que se irá realizar na máquina seguinte por esta estar ocupada com outro componente. Isto provoca um atraso no processo de montagem do molde e desperdício resultante de paragens e movimentações desnecessárias;
- No momento da montagem, por vezes verifica-se que a cinemática de alguns componentes não é realizável e é necessário uma correção do projeto em termos tridimensionais com consequente retorno à fase de maquinação, com desperdício de retrabalho;
- Os atrasos durante o processo de produção, bem como outras fontes de desperdício resultam numa falta de capacidade líquida na seção. Esta sobrecarga por outro lado traduz-se em horas extraordinárias, maior pressão sobre os colaboradores e a criação de soluções alternativas, longe das mais adequadas, para garantir que o molde estará pronto para a data de ensaio.
- Divergência no método de registo dos tempos de perda associados às não conformidades no departamento de metrologia, às alterações e na execução total do molde.

4.1.1.3. ORGANIZAÇÃO DAS BANCADAS

A informação necessária para a execução dos trabalhos nas bancadas é entregue aos funcionários pelo responsável da produção e pelo departamento técnico sob a forma de planos do molde, desenhos do molde, croquis/imagens de execução/acompanhamento, relatórios de alterações do cliente e instruções de produção verbais.

Os componentes após a respetiva fabricação vão chegando à zona de bancada e sendo agrupados segundo o número de molde, o que facilita a sua identificação e, consequentemente, o planeamento das operações (Ver Figura 48).

A preparação do trabalho passa pela análise do plano do molde, o que posteriormente permite a definição das várias ordens de trabalho. Inicialmente é necessário avaliar o estado dos componentes de forma a definir estratégias de execução e respetiva alocação dos recursos necessários à execução das operações. Esta avaliação está atribuída aos responsáveis de cada bancada.



Figura 48 – Gavetas de arrumação de componentes na bancada.

O registo das atividades executadas nas zonas de bancada é realizado na ficha de tempos. Este documento é o mesmo utilizado nas células de maquinação, sendo a única variação a codificação das operações, também denominadas de “instruções de trabalho”.

No momento da escrita deste relatório, as operações realizadas nas bancadas encontravam-se codificadas da seguinte forma:

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

A análise à documentação mostra que os registos efetuados não desfrutam de muito rigor. Dado que os colaboradores realizam operações distintas em simultâneo, registam na maioria dos casos a codificação “Operações Conjuntas/Diversos”. Desta forma não é possível uma análise precisa das tarefas realizadas na bancada, do impacto de cada uma delas, bem como da quantificação do tempo consumido na execução das mesmas, o que dificulta a identificação do desperdício.

Uma análise geral do setor das bancadas, mostra que este setor pode auferir grandes melhorias com a implementação da metodologia dos 5S devido ao seu estado inicial de desorganização (conforme Figura 49 a 51).

A aplicação do 5S implicaria a reorganização das ferramentas, a determinação do que é realmente necessário estar neste setor e enviar para a sucata o que já não é preciso, proceder a uma limpeza profunda da área e restauro de alguns equipamentos fazendo com que a produtividade aumente e também cresça o nível de motivação dos funcionários.



Figura 49 – Desorganização nas mesas de trabalho.

Algumas mesas de trabalho apresentam grande desgaste. Neste caso, é necessário voltar a pintar e substituir algumas tábuas (conforme Figura 50).



Figura 50 – Estado das 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 (Ver Figura 51).



Figura 51 – Estado do chão.

Na seção das bancadas foi também identificada a inexistência de uma cabine de limpeza e pintura. A operação de pintura de moldes é realizada numa mesa de trabalho coberta com um cartão o que gera problemas de qualidade do trabalho bem como de perigos ambientais (conforme Figura 52).



Figura 52 – Zona onde se procede à pintura de componentes do molde.

Na realidade a limpeza dos moldes é realizada sem lugar definido, sendo a pintura de moldes e de componentes realizada na bancada normalmente em cima das mesas de trabalho.



Figura 53 – Pintura do molde.

Para isso, isola-se as áreas limites com uma fita adesiva de papel e procede-se à pintura usando latas de *spray* de tinta.

4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE

Todo o processo de fabricação de um molde inicia-se no departamento comercial. Este departamento funciona como interface entre o cliente e o restante da organização. A Figura 54 apresenta o fluxograma descrevendo o processo de atendimento ao pedido de fabricação de um molde.

O processo inicia-se quando recebido o pedido de orçamento sob forma de desenhos, ficheiros tridimensionais, peças e especificações, sendo analisado o enquadramento do projeto na gama de produtos fabricados na empresa. Quando verificada a informação providenciada pelo cliente, são discutidos os requisitos do projeto do cliente, formalizam-se nessa ocasião os contratos. Posteriormente é emitido um “Registo Preliminar de Molde” que será posteriormente enviado ao responsável do Grupo pela orçamentação, juntamente com os elementos complementares que definem a peça/molde. Com estes dados é possível elaborar o orçamento, contendo estimativas dos custos e do tempo necessário para a execução do molde.

O passo subsequente consiste no envio da proposta ao cliente, onde são definidos os requisitos contratuais: preço, prazo, requisitos técnicos ou referência a documentos que os descrevam. Qualquer alteração solicitada pelo cliente será canalizada para o departamento comercial e será emitido uma nova edição do “Registo Preliminar de Molde”, que será novamente analisado pelo responsável da orçamentação, repetindo-se os passos até ao envio do novo orçamento ao cliente. Quando aprovado, é emitida uma encomenda para o departamento comercial e é atribuído o número de molde e criada a

“Ficha Técnica do Molde” que contém a informação necessária para o arranque do projeto.

A “Ficha Técnica do Molde” é enviada para o departamento de conceção e desenvolvimento, assim como todos os outros elementos e especificações técnicas adicionais enviados pelo cliente, dando-se início à fase de conceção do molde.

O departamento de conceção e desenvolvimento, também denominado Departamento Técnico, é apoiado pelo Gestor de Projeto que acompanha a evolução do projeto e estabelece o contacto permanente com o cliente para o esclarecimento de eventuais dúvidas, canalizando para os vários sectores envolvidos toda a informação necessária ao desenvolvimento do projeto.

Após a adjudicação do molde, em qualquer fase do projeto ou fabrico pode haver lugar a alterações solicitadas pelo cliente, sendo assim criada um OA “Orçamento de Alteração”. Este documento é enviado para o departamento de conceção e desenvolvimento, onde será analisada a alteração quanto à sua exequibilidade. Após a análise, este proporá se necessário novas soluções técnicas, e serão estimados os custos e prazos dessa alteração. Posteriormente, o Orçamento da Alteração será enviado ao cliente. Este documento contém a descrição do projeto, das alterações propostas, estimativa do tempo de execução em cada operação do processo de produção e custos associados a esse tempo e aos materiais que irão ser consumidos.

Na Figura 54 é detalhado o fluxo de informação da empresa, desde o departamento comercial ao departamento de logística com vista à fabricação do molde.

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

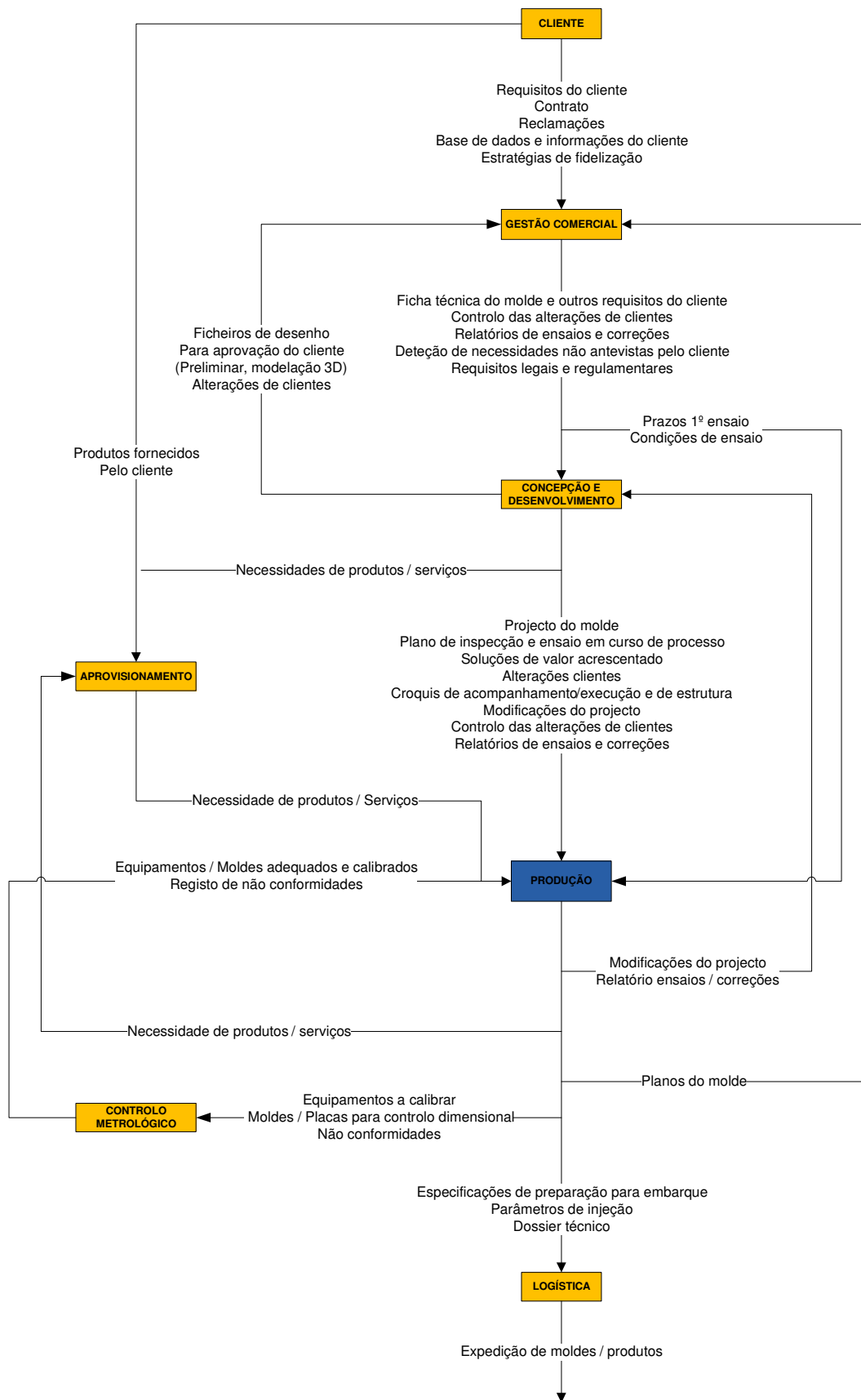


Figura 54 – Fluxograma do processo produtivo da Simoldes Aços, SA.

4.2.1. ANÁLISE DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE

Relativamente às especificações técnicas enviadas pelo cliente:

- Verifica-se que estas necessitam de uma análise e tradução detalhada, de modo que na maioria dos casos seria necessário um colaborador estar afeto a esse tipo de interação com o cliente, o que não sucede;
- A informação trocada com o cliente deve ser detalhada e documentada. A não inclusão da documentação, no processo, poderá induzir a erros, e falta de rigor na realização do modelo tridimensional do molde por parte do projetista, o que muitas das vezes resulta em correções e retrabalho que representam um aumento dos custos de produção ao longo de todo o projeto.

4.3. DESCRIÇÃO DA CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO E PROJETO

O departamento de Conceção e Desenvolvimento é a divisão responsável pela conceção do projeto do cliente e da transformação da visão inicial da peça pretendida, num molde capaz de a executar corretamente. O empenho e o compromisso dos vários atores do processo nesta primeira fase de execução tridimensional do molde são fundamentais para que todo o processo produtivo se possa concretizar com sucesso. Na Figura 55 é representado o fluxograma correspondente às atividades desenvolvidas neste departamento.

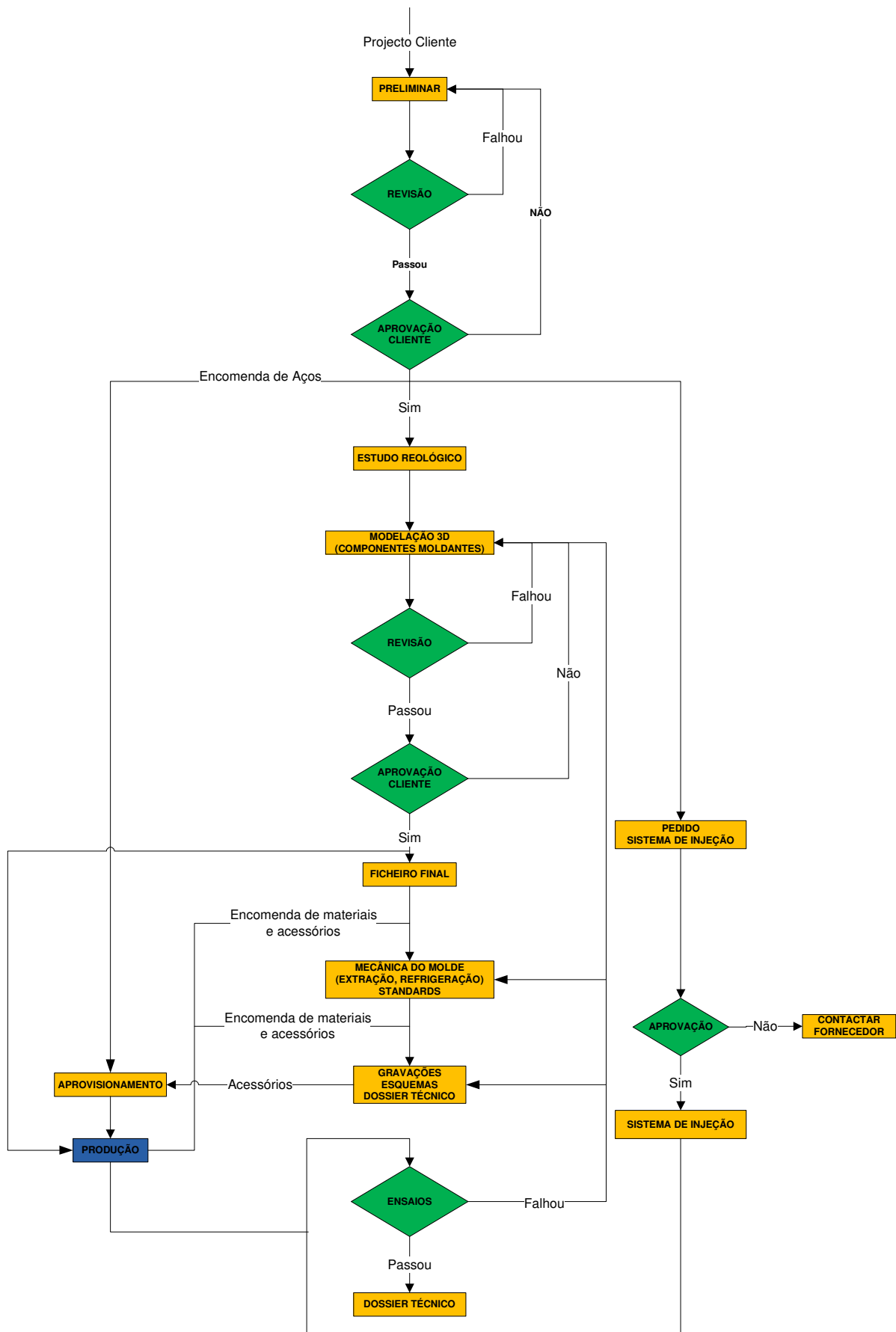


Figura 55 – Fluxograma das atividades do Departamento de Conceção e Desenvolvimento.

Analisada a “Ficha Técnica do Molde” e as “Especificações Técnicas do Cliente”, é elaborada uma modelação inicial do molde, denominado “Desenho Preliminar”. Finalizada esta modelação inicial, é convocada uma reunião com os intervenientes necessários à “Revisão do Projeto Preliminar” onde são revistos os aspetos principais do projeto do molde: identificação de possíveis alterações para simplificar a sua execução, identificação de aspetos críticos e garantia do cumprimento dos requisitos especificados pelo cliente e das necessidades do utilizador.

Após implementação de alterações ou não do projeto, o “Desenho Preliminar” é submetido à apreciação por parte do cliente. A posterior receção dos comentários do cliente vai conduzir a uma atualização do projeto, caso seja necessário, passar novamente pela fase de revisão.

Aprovado o “Desenho Preliminar”, é feito o planeamento das diferentes fases do projeto e a estimação do tempo previsto para cada uma das atividades de acordo com a data de ensaio do molde. Estas atividades incluem a modelação tridimensional definitiva, a primeira lista de material, a compra de matérias-primas, os acessórios e a encomenda do sistema de injeção.

Numa segunda fase é feito um estudo reológico. O estudo reológico permite uma análise precisa do escoamento da matéria e sua deformação, projetando o processo de enchimento do molde, linhas de união, empenos, arrefecimento, e outros parâmetros considerados importantes.

De seguida são desenhados tridimensionalmente os componentes necessários à realização do molde, os componentes denominados moldantes, o conjunto de peças que irão estar em contacto direto com o material termoplástico e que lhe irão dar a forma pretendida. Simultaneamente é feita a conceção dos componentes responsáveis pela dinâmica de funcionamento do molde. É também atualizada a lista de materiais para posterior envio ao departamento de aprovisionamento e é elaborado o mapa de eléctrodos destinados às operações de eletroerosão.

Concluída a modelação, é feita a “Revisão do Modelo 3D” com os intervenientes necessários, onde se procede à avaliação do desenho tridimensional e das zonas a erodir.

Aprovado o modelo do molde, este é enviado para o cliente, e são imediatamente encaminhados para o departamento de produção todos os elementos necessários para a realização do trabalho sob forma de modelos tridimensionais, croquis, desenhos, entre outros, podendo a partir deste momento dar-se início ao processo de produção do molde.

Por último, dar-se-á início à modelação dos componentes responsáveis pela mecânica do molde, sistemas de extração e refrigeração do molde, atualizando novamente a lista de materiais e enviando os novos elementos para a produção. Antes do envio de elementos para a produção relacionados com a parte mecânica, refrigeração ou injeção, é necessário uma “Revisão de Projeto Funcional”.

É realizada também uma análise funcional bem como uma análise às inspeções identificadas no “Plano de Inspeção e Ensaio em Curso de Processo”. Este plano apresenta o conjunto de testes efetuados durante o processo de produção de modo a prever ou corrigir defeitos na construção do molde. Se durante a execução do molde forem identificadas verificações adicionais, é solicitado ao departamento de controlo metrológico a realização de um controlo dimensional.

Este plano é disponibilizado à produção, bem como o modelo do projeto tridimensional do molde e peça inclusive, o qual pode ser analisado e estudado a partir de visualizadores 3D instalados em computadores em cada bancada da produção, em particular na zona de ajuste, montagem e acabamento.

O passo seguinte envolve a elaboração dos diversos esquemas do molde, baseado no modelo tridimensional, a elaboração das gravações, o pedido de materiais e acessórios em falta, e a elaboração do dossier técnico, dossier este que contém toda a informação sobre o molde e que o irá acompanhar aquando da sua expedição.

Chegada a data de ensaio do molde, este é realizado na presença do Gestor de Projeto e do Cliente e é feita uma avaliação à mecânica do molde, e à qualidade das peças plásticas. Após a avaliação é produzido um relatório com as respetivas correções e melhorias.

Habitualmente são realizados vários ensaios até surgir a aprovação pré-final por parte do Gestor de Projeto e do Cliente. Se estiver previsto algum tratamento de superfície ou textura, este é efetuado previamente ao ensaio para aprovação final. Com aprovação final do molde, este será encaminhado para embarque e o departamento de logística procede à sua expedição.

4.3.1. ANÁLISE DO PROCESSO DA CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO E PROJETO

Depois de uma análise global aos processos desenvolvidos no departamento de conceção e desenvolvimento do projeto foram identificados os seguintes problemas:

1. A existência de falta de rigor dos colaboradores no preenchimento da “Ficha de Tempos”;

Em cada hora de trabalho o colaborador preenche o tipo de operação que realizou, e se não for exato no preenchimento da descrição das operações, isso vai originar posteriormente uma análise imprecisa no que diz respeito à estimação das durações das operações efetuadas em cada molde e ao tempo atribuído às mesmas. Estes tempos são importantes porque são utilizados para orçamentar, avaliar custos de execução, e apurar tempos orçamentados de execução *versus* tempos de execução finais do molde. Um outro efeito negativo da introdução de tempos incorretos de execução de tarefas, resulta num incorreto balanceamento das cargas de trabalho no processo de planeamento. Quando a carga de trabalho é superior ao estimado, torna-se mais difícil para o planeador conseguir obter os tempos orçamentados e cumprir os prazos de entrega, o que obriga à redistribuição de tarefas a realizar por diferentes colaboradores de modo a diminuir o prazo de entrega do molde.

2. Na “Revisão do Projeto Funcional” do molde é imperativo ter todos os intervenientes presentes dos setores envolvidos.

Esta falta de participação e envolvimento por parte dos diferentes sectores que participam na fabricação dos moldes origina que não haja uma partilha de informações e ensinamentos por todos os envolvidos no processo. Esta partilha permitiria uma melhoria da conceção do molde seguinte, o que conduziria a um menor número de correções e alterações ao longo do projeto e produção do molde.

4.4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO DO MOLDE

O planeamento associado às atividades da produção é um processo dinâmico. Os prazos dos moldes são definidos a partir do momento em que o departamento comercial estabelece o contrato com o cliente e define a data do primeiro ensaio. No entanto, existe uma mudança constante de prioridades na programação da execução dos moldes.

Durante o processo de fabricação observa-se a necessidade constante de se alterar o planeamento devido a vários motivos:

- 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 ou não conformidades identificados

Segue-se a descrição do processo de planeamento da produção de um molde:

O “Desenho Preliminar” é a base do planeamento da produção. Uma análise cuidada por parte do diretor da produção permite a definição do conjunto de operações necessárias para a execução do mesmo, assim como a estimação do tempo destinado a cada uma das atividades. Esta estimação dos tempos é baseada na sua experiência empírica. A calendarização do conjunto de operações é realizada no *software* Microsoft Project (Figura 56), versão *stand-alone*, e as operações são sequenciadas por precedências tentando minimizar o caminho crítico.

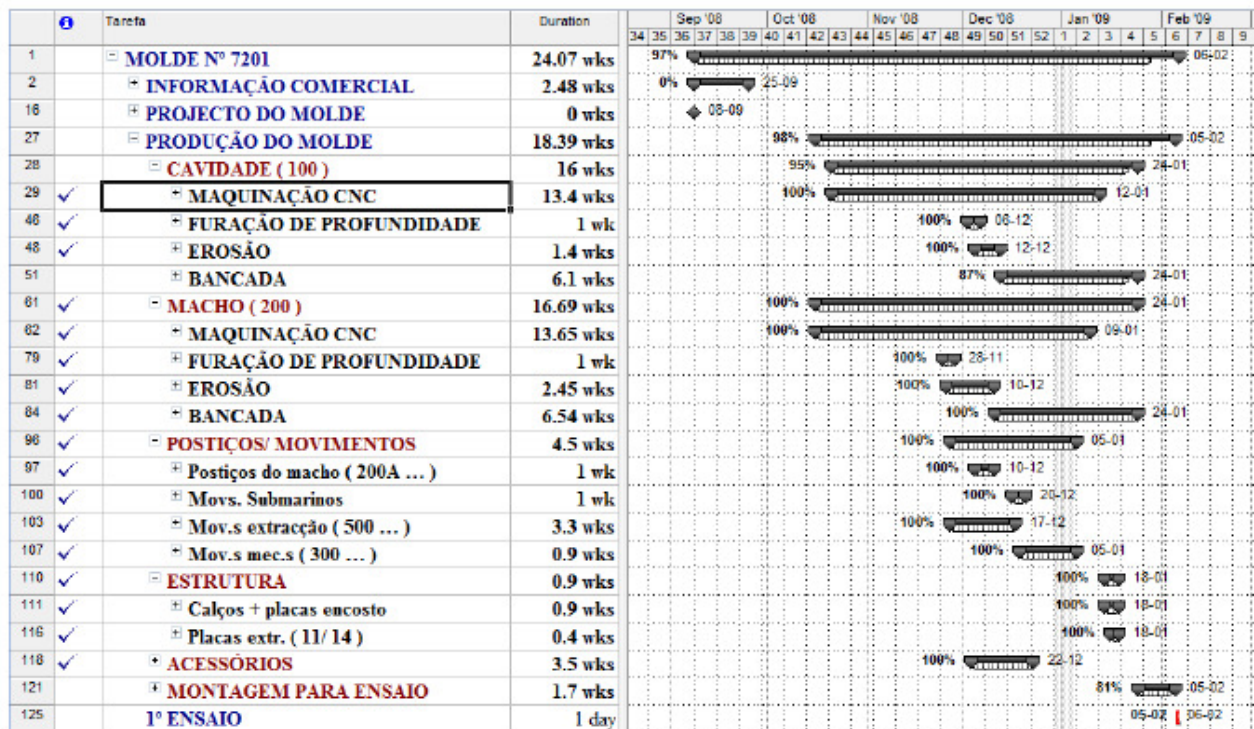


Figura 56 – Planeamento da produção realizado no *Microsoft Project*.

A entrada de novos moldes em fabrico e de fatores como os mencionados anteriormente, alterações e não conformidades, origina a redefinição do plano do molde,

existindo assim a necessidade constante de atualização do plano. Estes fatores estão representados na Figura 57.

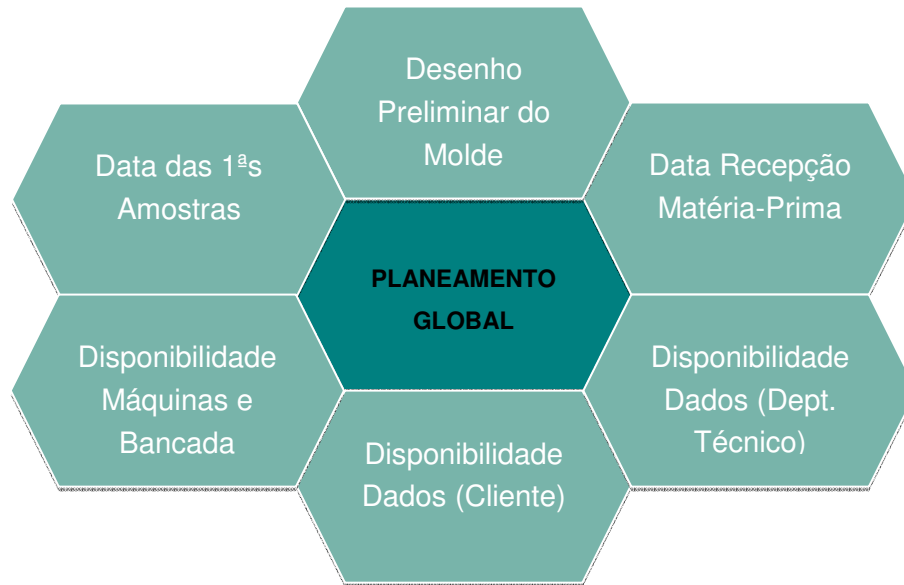


Figura 57 – Fatores do planeamento global da produção.

A produção de moldes é planeada tendo em conta o cumprimento dos prazos acordados com o cliente e a capacidade disponível dos vários departamentos envolvidos. O responsável da produção em conjunto com os seus auxiliares planeia diariamente a execução dos trabalhos. Ele percorre a fábrica para observar a localização dos moldes que se encontram em zonas de armazenamento a aguardar as próximas operações e verifica a evolução dos moldes que se encontram em fabrico, atualizando manualmente o planeamento com nova informação.

O plano do molde é distribuído aos responsáveis de cada sector, estes organizam o trabalho tendo em conta os recursos disponíveis e as prioridades do planeamento através da informação presente no plano ou de instruções verbais recebidas do responsável de produção.

Para uma peça nova, inicialmente procede-se à verificação da existência de material nas zonas de armazenamento ou através do contacto direto com o responsável do armazém para organizarem o planeamento nas respetivas áreas de trabalho, não existindo ligação entre o planeamento e o departamento de aprovisionamento. No caso de uma peça que já tenha entrado em produção, a informação da localização do molde é providenciada verbalmente pelo responsável da produção.

4.4.1. ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO DO MOLDE

Depois de uma análise ao departamento de planeamento e controlo da produção foram identificadas algumas deficiências e oportunidades de melhoria.

- 1.** Inexistência de um sistema de informação e gestão centralizado, neste caso de um ERP (*Enterprise Resource Planning*), aplicação de apoio à gestão, controlo e planeamento da empresa nos vários departamentos envolvidos, desde o comercial ao produtivo;

O prazo demasiado longo na execução das operações, e a existências de inventários em excesso resulta de um planeamento das operações na produção que procura esconder por completo a ineficiência dos processos e das práticas que estão em vigor. Esta tolerância excessiva resulta num efeito direto que é o aumento no inventário da fábrica e como consequência a diminuição da produtividade. O excesso de inventário na fábrica procura esconder vários problemas, como grandes perdas de produtividade. A existência de inventários ao longo do processo produtivo causa vários tipos de desperdícios como por exemplo transporte, defeitos, e movimentações desnecessárias, conduzindo a grandes perdas de produtividade.

- 2.** A base de dados criada pelo departamento informático da empresa, carece de informação ao nível da codificação/definição das operações do processo produtivo;

Dado que a definição das operações estão agrupadas de uma forma geral, não permite uma análise clara da etapa do processo em que o molde se encontra nem uma monitorização do progresso das atividades de fabrico.

- 3.** Lacunas ao nível de estimação dos tempos, na medida em que não existe nenhum mecanismo adequado de determinação dos tempos de cada etapa do fabrico, apenas uma abordagem “intuitiva” baseada na experiência;

Muitas das dificuldades observadas no planeamento e balanceamento das cargas nos vários postos de trabalho resultam de tempos de execução de cada molde incorretos.

- 4.** O planeamento da produção realizado na aplicação Microsoft Project necessita de ser atualizado manualmente com a evolução da produção;

A aplicação Microsoft Project não é a ferramenta adequada para o planeamento de uma produção discreta, pois não permite o suporte para o planeamento agregado com a avaliação da capacidade de produção. O replaneamento realizado diariamente, dificulta o trabalho do responsável de produção, é uma tarefa morosa e complexa que se torna incomportável nesta aplicação.

5. O planeamento não é um processo estável. Limitado por uma data de ensaio, o molde passa por uma sucessão de alterações externas e internas que resultam em sucessivos replaneamentos e nervosismo do plano.

As primeiras propostas pelo cliente ao requererem modificações ao projeto aprovado inicialmente; as últimas realizadas pela própria empresa aquando da ocorrência de erros durante o processo produtivo, não conformidades.

4.5. ANÁLISE DO *LAYOUT*

É usual que os fluxos dos produtos sejam variados, assim como os tempos de processamento nas diversas fases de produção. Mesmo conhecendo-se à partida com exatidão o percurso dos trabalhos (ordens de produção) e os tempos de processamento em cada seção, é praticamente impossível prever o estado de ocupação em termos de cargas em cada momento para um processo de fabrico organizado em *shop floor*.

A Figura 58 apresenta o estudo do fluxo de produção de um molde simples no atual *layout* da empresa.

Depois de uma análise ao *layout* da empresa foram identificadas algumas deficiências, desperdícios e necessidades de melhoria, dentro as quais salienta-se a necessidade da criação de armazéns intermédios de produto acabado (APA) com regras definidas, resultante do processo de fabrico que ainda não foi enviado para o acabamento e montagem. Este tipo de inventário é necessário para reduzir os efeitos da variação de fluxos existente entre a produção e a montagem e acabamento, pois estes armazéns estão situados perto das bancadas.

A maioria das empresas têm *stocks* algures na cadeia de fornecimento que operam como *buffers* (almofadas, ou proteções) contra a mudança e as oscilações na procura.

- Minimizar as superfícies necessárias;
- Minimizar as operações de transporte;
- Garantir a segurança dos bens e das pessoas.

Os *stocks* de uma empresa são mantidos num ou mais armazéns para estarem arrumados no período que medeia entre a sua receção e a sua disponibilização.

A fim de minimizar as movimentações, os estudos mostram que é preferível distribuir os *stocks* por vários armazéns. Cada armazém agrupa os produtos por tipo (produtos acabados, matérias-primas) ou em função da proximidade geográfica.

Os produtos podem igualmente assinalar que neste tipo de gestão, um componente pode ser armazenado em vários locais. As operações de movimentação tornam-se mais fáceis, mas é difícil ter uma visão global dos *stocks*. Além dos problemas de inventário que este tipo de gestão gera, é possível ter um componente em rotura num armazém e tê-lo disponível num outro armazém. No entanto, é um tipo de gestão que está mais de acordo com a gestão no ponto de utilização preconizada pelo JIT.

Os recursos de um armazém são espaço, equipamentos e pessoal. O custo de espaço não inclui apenas o custo de construção ou locação de espaço, mas também o custo de manutenção do espaço. Uma empresa que é ineficaz usando seu espaço cúbico disponível é incorrer em excesso de custos operacionais.

Muitas vezes, o recurso a pessoal do armazém é o recurso mais negligenciado, apesar de o custo deste recurso ser geralmente o maior. Reduzir a quantidade de trabalho, buscando maior produtividade do trabalho, bom trabalho, relações e satisfação do trabalhador, irá reduzir significativamente o custo operacional do armazém.

As exigências dos clientes são simplesmente a procura para ter o produto certo, em boas condições no lugar certo na hora certa. Portanto, o produto deve ser acessível e protegido. Se um armazém não pode atender a esses requisitos de forma adequada, então o armazém não adiciona valor ao produto e, de facto, muito provavelmente subtrai o valor do produto.

Portanto, os seguintes objetivos devem ser atendidos para um armazém ser bem-sucedido:

1. Maximizar a utilização eficaz do espaço;
2. Maximizar a utilização eficaz do material;
3. Maximizar a utilização efetiva do trabalho;

4. Maximizar a acessibilidade de todos os itens;
5. Maximizar a proteção de todos os itens.

Em geral, os objetivos de um *layout* de armazém são:

1. Utilizar o espaço de forma eficiente;
2. Permitir o eficiente manuseio de material;
3. Proporcionar o armazenamento mais económico em relação aos custos de equipamento, a utilização de espaço, o dano com o material, e tratamento de trabalho;
4. Proporcionar o máximo de flexibilidade para atender às mudanças de requisitos de armazenamento e manuseio;
5. Fazer do armazém um modelo de boa gestão.

Apresentam-se de seguida as limitações do *layout*:

- Existência de zonas de estrangulamento da produção (*bottlenecks*);
- Fluxos dos produtos muito variados, assim como os tempos de processamento nas diversas fases de produção;
- O arranjo dos equipamentos e processos originava transportes desnecessários e tempos não produtivos;
- Custo elevado devido a frequentes alterações na configuração;
- Nível elevado de *stock* em curso de fabrico;
- Maiores requisitos de espaço.

4.6. RESUMO DA ANÁLISE

Depois da análise detalhada realizada às várias áreas funcionais da empresa, apresenta-se de seguida o resumo das situações mais críticas identificados ao longo do processo produtivo:

- A informação das especificações técnicas do cliente necessita de ser enviada com rigor, não originando erros e correções posteriores na realização do modelo tridimensional e aumento dos custos de produção ao longo de todo o projeto;
- O registo de tempos deve ser preenchido por parte do colaborador com exatidão, os tempos são importantes porque são utilizados para orçamentar, apurar custos

de execução e controlar tempos orçamentados de execução *versus* tempos de execução finais do molde;

- Um controlo e monitorização da produção incipiente conduz a situações em que quando a carga de trabalho é maior, mais difícil é conseguir alcançar os tempos orçamentados, o que resulta em replaneamento não estruturado e à redistribuição de tarefas a realizar por diferentes colaboradores de modo a diminuir o tempo de execução do molde mas com impacto na produtividade;
- No departamento de conceção e projeto a “Revisão do Modelo 3D” e “Revisão do Modelo Funcional” do molde decorre sem a presença dos intervenientes do projeto e setores envolvidos, o que resulta em problemas na execução das fases de conceção, correção e alteração ao longo do projeto e produção do molde;
- Inexistência de um sistema centralizado de informação tipo *ERP*, dado que a *aplicação* usado na gestão, controlo e planeamento da empresa nos vários departamentos envolvidos, desde o comercial ao produtivo mostra-se inadequada. A grande margem nos prazos de entrega dos moldes dada pelo planeamento das operações à produção mascara a ineficiência dos processos e dos comportamentos de desperdício que estão em vigor. Esta folga excessiva resulta numa consequência direta que é um aumento no inventário da fábrica. Os inventários são originadores de grandes perdas de produtividade, como por exemplo transporte, defeitos, e movimentações, ou seja grandes perdas de produtividade;
- Lacunas ao nível da estimação de tempos das operações, o sistema de informação de gestão de tempos criada pelo departamento informático da empresa, necessita de informação ao nível da codificação/definição das operações do processo produtivo, pois estes estão agrupadas de uma forma geral, não permitindo uma análise clara da etapa do processo em que o molde se encontra;
- Desadequação da aplicação *Microsoft Project* nas funções de planeamento agregado e avaliação da capacidade em produção discreta. O planeamento da produção executado no *Microsoft Project* necessita de ser atualizado manualmente com a evolução da produção, realizado diariamente, dificultando o trabalho do responsável de produção;

- Subsiste um aumento dos tempos de *setup* na área das ferramentas devido à procura e mudança de ferramenta;
- A precisão da maquinagem vai diminuindo e como a grande maioria das máquinas possuem um elevado número de anos, algumas peças não são maquinadas com o acabamento desejado para efeitos de montagem. É sempre necessário despende mais tempo que o previsto no ajuste de componentes, atrasando outras operações de bancada;
- Falhas ao nível do *setup* das máquinas originam imperfeições nas peças, provocando também um desperdício dos tempos de ajuste dos componentes;
- A chegada dos componentes à zona de bancada não é sincronizada. Durante o processo de maquinação é muito frequente existirem componentes parados, peças retidas em zonas de armazenamento a aguardar a operação que se irá realizar na máquina seguinte, por esta estar ocupada com outro componente. Isto provoca um atraso no processo de montagem do molde;
- No momento de montagem, por vezes verifica-se que a cinemática de alguns componentes não é possível e é necessário uma remodelação tridimensionalmente com retorno à fase de maquinação;
- Os atrasos durante o processo de produção provocam uma necessidade de aumento de capacidade desta etapa, traduzindo-se em horas extraordinárias, maior pressão sobre os colaboradores e a criação de soluções alternativas menos adequadas para garantir que o molde estará pronto para a data de ensaio.
- No setor da bancada o registo das operações não é realizado com rigor. Como os colaboradores realizam operações distintas em simultâneo, registam maioritariamente a codificação “operações conjuntas/diversos”. Desta forma não é possível uma análise precisa das tarefas realizadas na bancada, do peso atribuído e do tempo consumido na execução das mesmas.
- O setor das bancadas necessita de uma reorganização do espaço incluindo uma reorganização das ferramentas, uma determinação do que é necessário estar neste setor e enviar para a sucata o que já não é preciso, proceder a uma limpeza profunda, e restauro de alguns equipamentos fazendo com que a produtividade.
- Nos fluxos do *layout* de produção verificou-se que existem movimentações incorretas e com os meios desadequados. Requer-se, por exemplo, o uso do carrinho manual com placas ou blocos pesados, e o seu transporte é muito difícil

porque exige a força manual de vários colaboradores, o que também é agravado porque o pavimento não se encontra nas melhores condições para efetuar o percurso até ao local de destino.

- Existe também a necessidade da criação de um APA com regras determinadas, proveniente do processo de fabrico que ainda não foi enviado para o acabamento e montagem. Este tipo de inventário é indispensável para atenuar os efeitos da variação existente entre a produção e a montagem e acabamento, e geralmente estes armazéns estão localizados perto das bancadas.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

5.1. MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO

Em função da análise desenvolvida no processo produtivo foram identificadas deficiências e pontos de melhoria com vista à redução do desperdício, diminuição do tempo de resposta aos pedidos dos clientes e aumento da produtividade. Apresentam-se de seguida as propostas de melhoria em função de cada uma das áreas.

5.1.1. MELHORIA DA ÁREA DAS FERRAMENTAS

O princípio do desenvolvimento do projeto da área de ferramentas assenta na ideia de centralizar todas as ferramentas da produção, que até então se encontravam nos armários de cada máquina, e criar condições para se reparar as ferramentas internamente.

O modelo desenvolvido com a implementação da área de ferramentas na produção, tem como objetivos os seguintes pontos (Ver Figura 59):

- Minimizar paragens de máquina devido à procura de ferramenta;
- Otimizar o *setup* de ferramenta;

- Reduzir o tempo de preparação de trabalho relacionado com a preparação de ferramentas;
- Concentrar num espaço único as ferramentas, eliminando o *stock* por máquina de determinadas ferramentas;
- Otimizar a utilização das ferramentas;
- Fornecer os materiais sincronizadamente, em tempo e quantidade conforme a sua necessidade, no local certo;
- Otimizar os fluxos de ferramentas, pessoas e informação;
- Fomentar a reparação de ferramentas, reduzindo custos com as mesmas;
- Controlo e monitorização da ferramenta;
- Gestão de *stock* de ferramenta - redução dos custos com ferramentas.

O desenho do modelo de funcionamento da área de ferramentas foi inspirado no sistema *Kanban*, palavra de origem japonesa que significa literalmente registo ou cartão visível. Este sistema da produção foi desenvolvido pela Toyota e deu início à filosofia de produção JIT.



Figura 59 – Objetivos e metas do controlo *Kanban*.

Na Figura 60 correspondente a funcionamento da área de ferramentas, o cartão de transporte, que representa as necessidades das máquinas, é criado a partir dos ficheiros CAM, que detalham o tipo de ferramentas para cada operação. Por sua vez, esta

informação fica visualmente no quadro *Kanban*, sendo facilmente identificadas as necessidades e a localização das ferramentas. O cartão de produção é representado no sistema de informação, que gere as necessidades de compras consoante a utilização e desgaste das ferramentas.

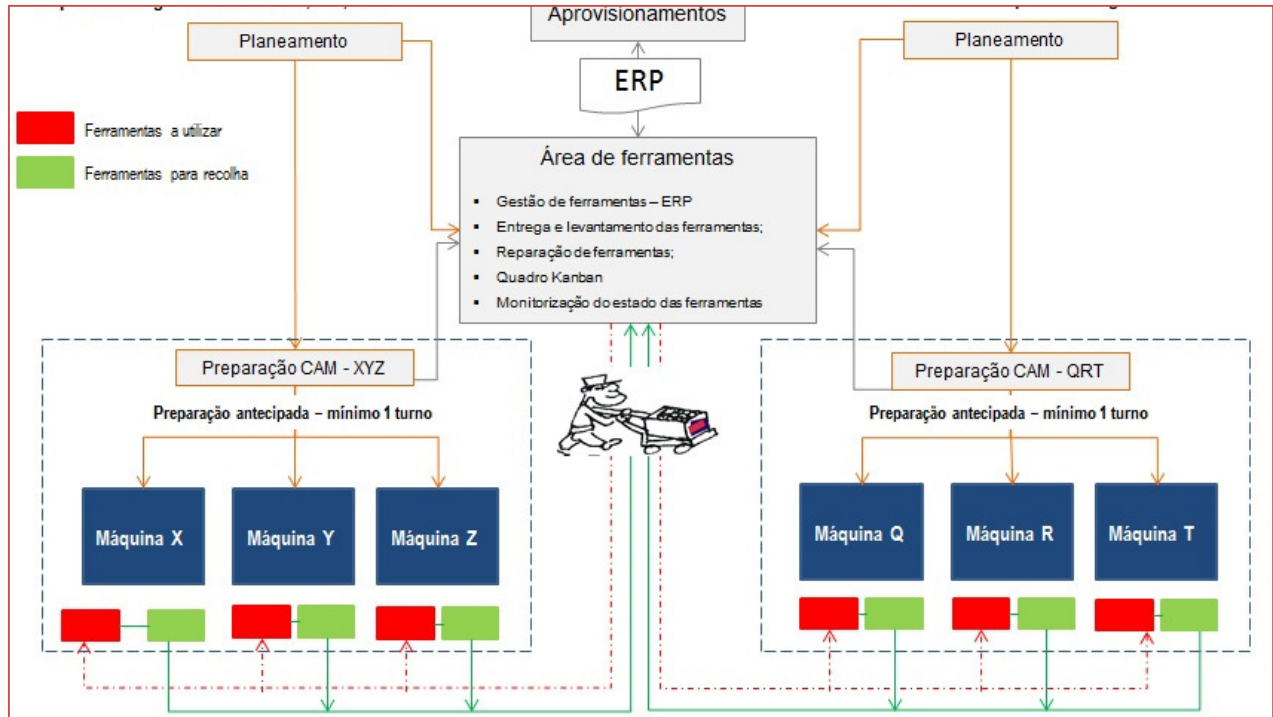


Figura 60 – Desenho do modelo do sistema informático ERP.

A área de ferramentas passa a ser localizada na nave 4 da fábrica e segue as seguintes regras (Ver Figura 61):

- 1 Operador por turno;
- Os operadores são responsáveis por preparar a ferramenta de acordo com os programas CAM e entregá-la nas máquinas respetivas;
- Os operadores são responsáveis pela reparação da ferramenta;
- Os operadores são responsáveis pela gestão das ferramentas e requisição das mesmas à ferramentaria.

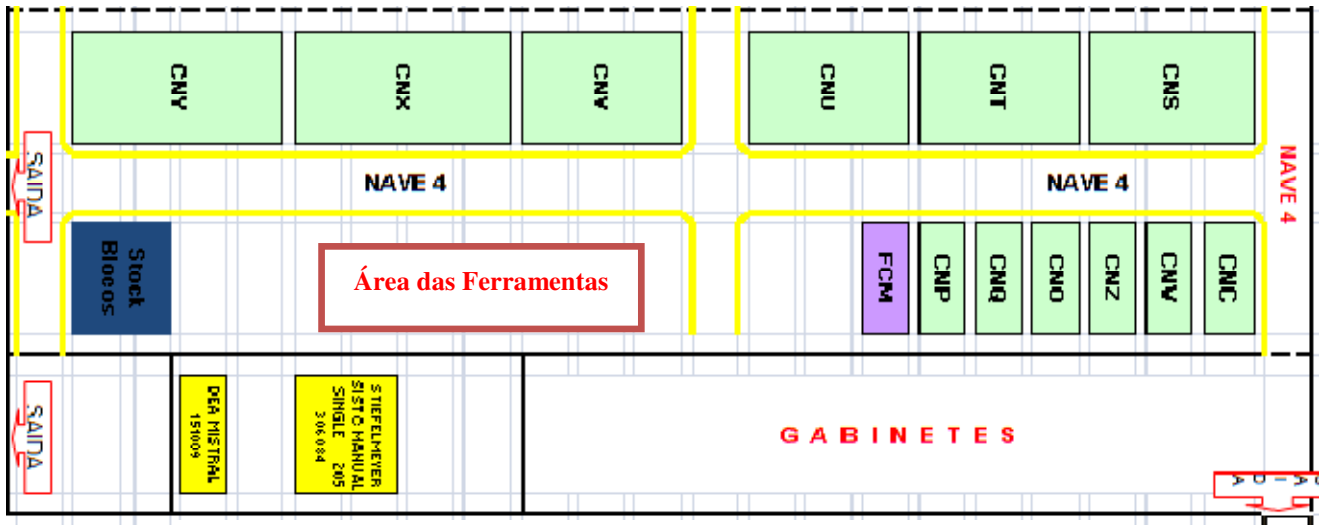


Figura 61 – Localização da área de ferramentas na produção.

O operador de ferramentas é o responsável pela reparação, preparação e entrega de ferramentas.

- **1ª Etapa:** Envio do planeamento / carga de máquinas + prioridades. Envio da lista de ferramentas / ordem produção / máquina;
- **2ª Etapa:** O operador da área de ferramentas prepara as ferramentas / máquina de acordo com as prioridades definidas pela chefia;
- **3ª Etapa:** Nas máquinas existem 2 “tabuleiros”, 1 para colocar as ferramentas a utilizar e outro para colocar as ferramentas já utilizadas e que podem ser levantadas. O operador da área de ferramentas leva as ferramentas até à máquina e recolhe as já utilizadas + ordem com a sequência de ferramentas para o trabalho seguinte – criando fluxo contínuo do operador na área de ferramentas;
- **4ª Etapa:** As ferramentas comuns são identificadas com um cartão que significa que após utilização devem ser devolvidas à área de ferramentas.

Vantagens:

- O conhecimento prévio das necessidades de ferramentas de acordo com o planeamento e prioridades;
- A não circulação dos operadores CNC e redução de movimentos;
- Circulação das ferramentas é realizada pelo operador de ferramentas;

Limitações:

- Pouca disponibilidade do operador de ferramentas para reparar ferramentas;
- Reduzida responsabilidade dos operadores CNC;
- Centralização da responsabilidade da entrega, recolha e reparação de ferramentas numa só pessoa – operador de ferramentas.

Gestão Visual

Para que as soluções propostas funcionem é necessário tornar todo o processo transparente e de fácil comunicação, para tal, foram delineadas as seguintes soluções de disseminação da informação:

1. Cartões a identificarem as ferramentas que são partilhadas;
2. Cartões de transporte - cartões com a sequência da ordem de ferramentas necessárias em cada máquina para cada operação;
3. Quadro de Gestão Visual.

Cartão Ferramentas

Identifica uma ferramenta cuja utilização é pouco frequente e por isso existe em pequenas quantidades, logo não deve permanecer nas máquinas (exemplo: Multibore).

Desta forma, a existência deste cartão significa que o operador CNC deve, após a sua utilização, devolvê-la de imediato à área de ferramentas (Ver Figura 62).

Este cartão deve existir em duplicado, isto é:

- Deve ser enviado para a máquina juntamente com as ferramentas, para informar o operador CNC;
- Deve existir na área de ferramentas e ser colocado no quadro de gestão visual na respetiva máquina, com o objetivo de identificar onde se encontra a ferramenta.



Figura 62 – Cartão de ferramentas.

Cartões de Transporte

Cartão com a sequência da ordem de ferramentas necessárias em cada máquina para cada operação:

- Esta ligação será realizada através da emissão de um ficheiro PDF com a lista de programas pelos operadores CAM para a área de ferramentas.
- O operador da área de ferramentas será avisado da existência de uma nova lista, através de uma aplicação própria que gera uma mensagem de alerta.
- No caso dos programas 2D, que são realizados pelos operadores é necessário que seja emitida uma lista com a sequência de ferramentas que vai utilizar. Esta lista deve ser emitida pelo operador CNC antes do início do trabalho.

Quadro de Gestão Visual

Tem como objetivo identificar facilmente qual o ponto de situação deste processo. Assim, o operador da área de ferramentas, o operador CNC, as chefias e todos os intervenientes no processo podem monitorizar o processo (Ver Figura 63).

- No quadro com a cor vermelha, são colocados os pedidos de ferramentas que ainda não foram submetidos e são identificadas as respetivas máquinas;
- No quadro laranja, são colocados os pedidos (lista de ferramentas) que foi colocada em cada máquina, bem como o cartão da ferramenta (cartão vermelho) que identifica qual a máquina onde se encontra essa ferramenta.



Figura 63 – Quadro de Gestão Visual.

5.1.2. REORGANIZAÇÃO GERAL DO PROCESSO - 5S

Nas bancadas foi levado a cabo a implementação de metodologia 5S. Numa fase inicial determinou-se o que era realmente necessário e procedeu-se à identificação e recolha de ferramentas em desuso e também material que não é utilizado (Ver Figura 64).

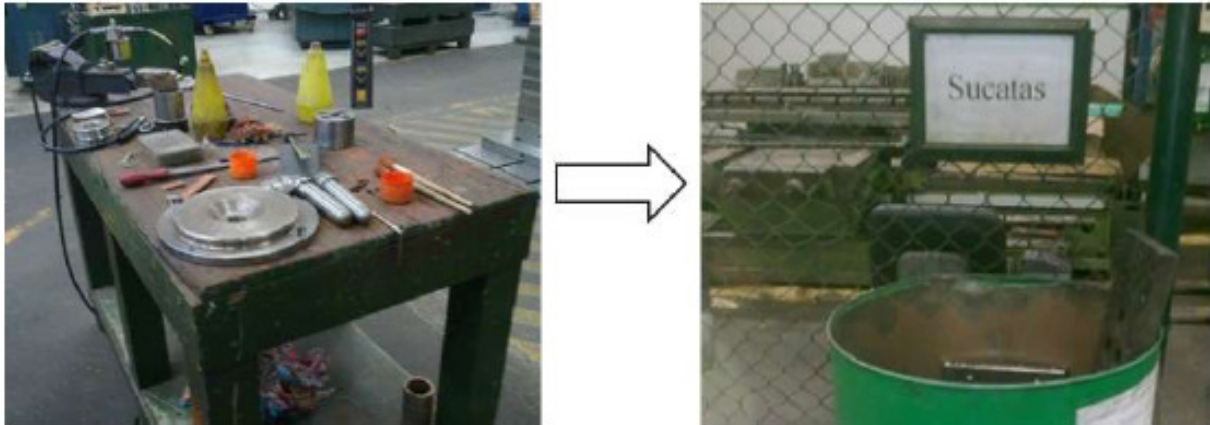


Figura 64 – Material não usado enviado para a sucata.

O material que já não é utilizado, é enviado para sucata. De seguida agrupou-se os componentes em recipientes coloridos de forma organizada e de fácil leitura (Ver Figura 65).



Figura 65 – Agrupamento de componentes.

Após se ter efetuado uma triagem sobre o material que seria útil e o em desuso arrumaram-se os componentes (Ver Figura 66).

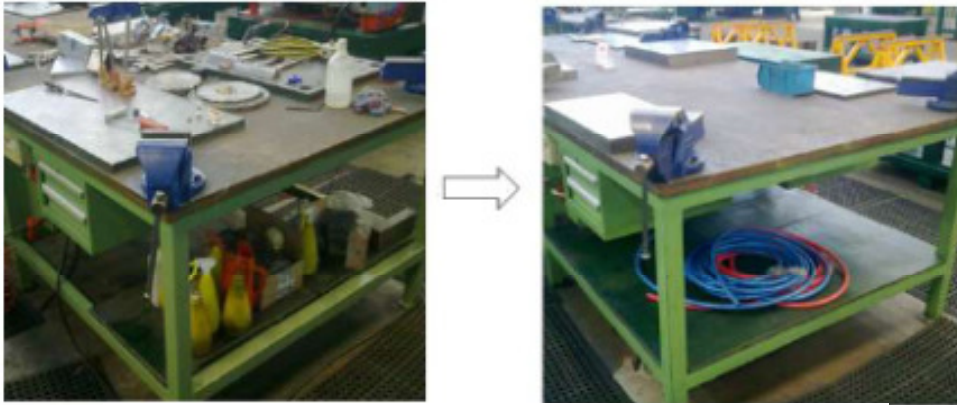


Figura 66 – Arrumação dos componentes.

Com os componentes devidamente arrumados, procedeu-se a uma limpeza geral (Ver Figura 67).



Figura 67 – Limpeza geral.

Com os equipamentos limpos e organizados realizou-se um processo de restauração de equipamentos (Ver Figura 68).



Figura 68 – Pintura das mesas de trabalho.

Com a 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 esta impedir o 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.

5.2. MELHORIA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE

Com respeito às especificações técnicas enviadas pelo cliente, verifica-se que estas necessitam de uma análise e tradução. Esta informação relevante para o projetista, se não for corretamente processada, poderá induzir a erros, e falta de rigor na construção do modelo tridimensional do molde. O não processamento da informação poderá conduzir a correções e custos de retrabalho na produção ao longo de todo o projeto de fabrico do molde. A Figura 69 apresenta a proposta de melhoria no processo de negócio de atendimento ao cliente.

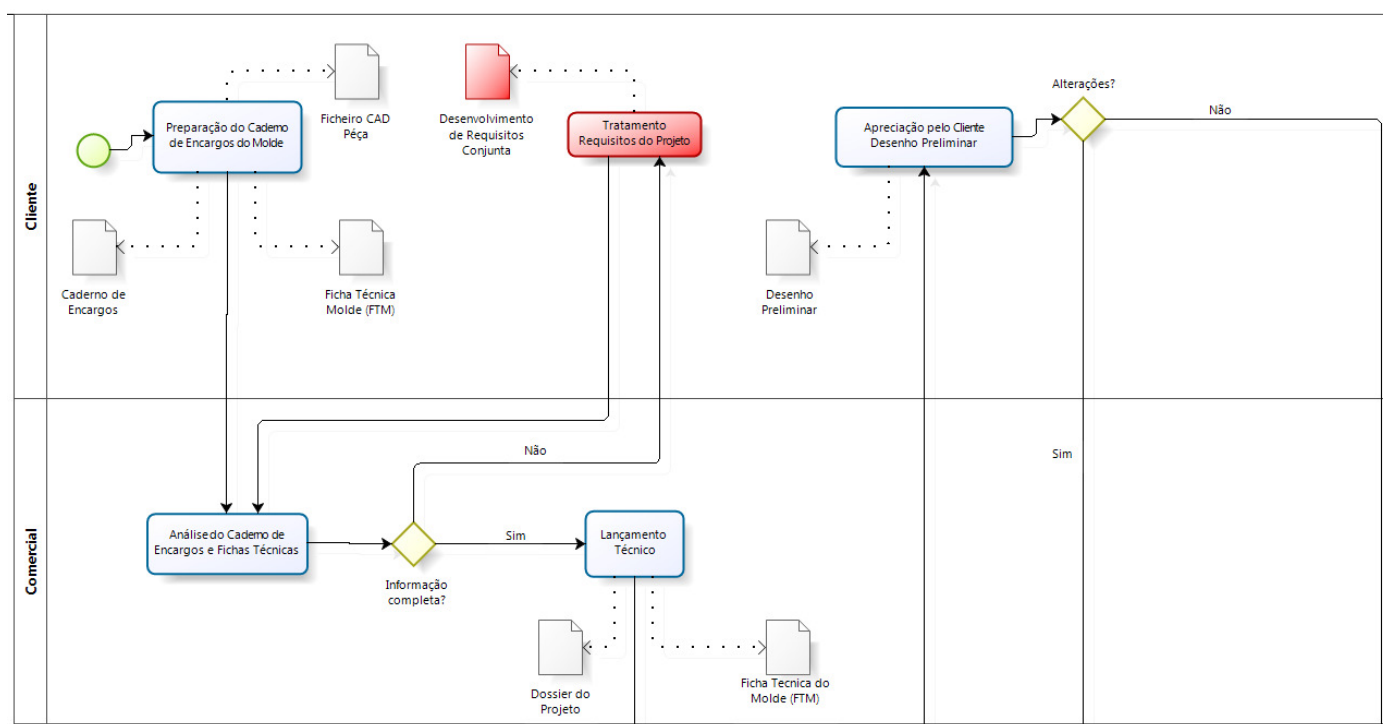


Figura 69 – Modelagem da melhoria do processo atendimento ao cliente.

A análise de especificações é a primeira fase de desenvolvimento do projeto do molde. É nesta fase que o analista faz as primeiras reuniões com os clientes para conhecer as funcionalidades do projeto que será desenvolvido. É nesta fase também que

ocorrem a maior parte dos erros, pois a falta de experiência dos clientes ou utilizadores faz com que eles nem sempre tenham claro na sua mente quais as funcionalidades que o projeto deverá ter.

As entrevistas estruturadas são um método utilizado para esta fase e que poderão ter um papel importante na ajuda à compreensão de todas as funcionalidades pretendidas pelo cliente.

Conceitualmente, a análise de especificações incluem três tipos de atividades:

1. Elicitação dos requisitos: é a tarefa de comunicar-se com os utilizadores e clientes para determinar quais são os requisitos do projeto;
2. Análise de requisitos: determina se o estado dos requisitos é obscuro, incompleto, ambíguo, ou contraditório e resolver estes problemas;
3. Registo dos requisitos: os requisitos podem ser documentados de várias formas, tais como documentos, casos de uso, ou processo de especificação (especificações do projeto).

A análise de requisitos pode ser um processo longo e árduo. É importante identificar todos os envolvidos, levando em conta todas as suas necessidades e assegurando que eles compreenderam as implicações dos projetos.

Os analistas podem aplicar várias técnicas para elicitar os requisitos dos clientes. Historicamente, isto envolve coisas tais como organizar entrevistas ou grupos focais (*workshops*) e a criação de lista de requisitos. Técnicas mais modernas incluem prototipação, e casos de uso, onde o analista irá aplicar uma combinação de métodos para estabelecerem os requisitos exatos dos seus clientes, tal que um projeto atenda às necessidades de negócio e seja produzido.

Em alguns casos pode ser útil reunir os clientes em *workshops* de requisitos. Estes *workshops* são mais propriamente denominados como “Desenvolvimento de Requisitos Conjunta”, onde os requisitos são identificados conjuntamente e definidos pelos clientes.

Pode ser útil realizar tais *workshops*, para que os clientes não sejam distraídos. Um facilitador pode ser usado para manter o processo focado, uma forma de favorecer esta sessão seria o fato de haver um redator dedicado a documentar a discussão.

Os facilitadores devem fazer uso de um projetor e diagramas, ou devem usar um suporte tão simples como papel e marcadores. Uma regra para os facilitadores deve

assegurar que o peso associado aos requisitos propostos não deve ser demasiadamente dependente das personalidades daqueles envolvidos no processo.

5.3. MELHORIA NA CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO E PROJETO

Cada molde é um projeto distinto ao nível das suas especificidades e do seu grau de complexidade. Não passando por uma linha concreta de produção, é necessário recorrer a uma visão macroscópica, generalizando o processo de produção dos moldes para compreender o percurso percorrido por cada componente.

A Figura 70 apresenta a proposta de melhoria do processo de negócio de conceção e desenvolvimento do projeto de molde.

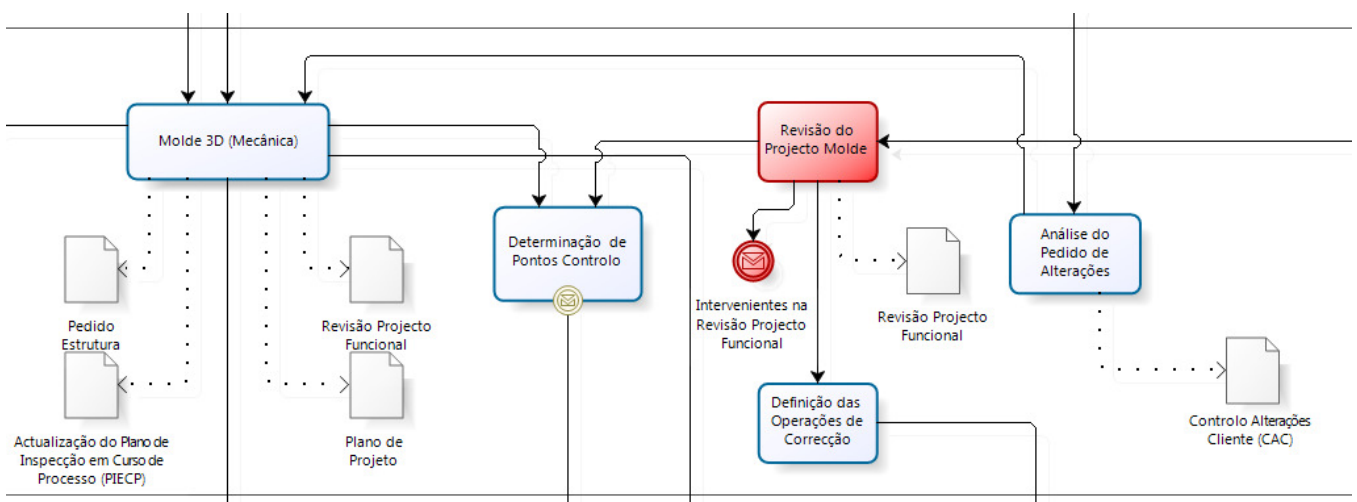


Figura 70 – Modelagem da melhoria do processo de conceção e desenvolvimento do projeto.

É necessário efetuar uma revisão do projeto do molde (revisão do projeto funcional), e devido ao seu grau de complexidade é imperativo ter presentes todos os intervenientes dos setores envolvidos nesta revisão, de modo a evitar para a frente problemas na conceção e produção do molde.

No desenvolvimento de propostas de soluções, foi sugerido que na modelagem de melhoria do processo de conceção e desenvolvimento do projeto, quando estas revisões de projeto de molde se efetuarem, será reencaminhado uma mensagem de correio eletrónico a cada um dos intervenientes dos setores envolvidos nesta revisão do projeto do molde (Ex: Desenhador do Molde, Gestor de Projeto, Chefe de Produção, Chefe de Maquinação, Chefe de Erosão, Chefe de Bancada, Chefe de Departamento de Estudos e Desenvolvimento).

5.4. MELHORIA NO PROCESSO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

A grande folga nos prazos de entrega do molde ao cliente que é dada no planeamento das operações na produção esconde a ineficácia dos processos e das práticas que estão em vigor. Esta margem resulta nos vários projetos de fabrico de molde se aglomerarem na planta fabril e como consequência o aumento no inventário de em curso na fábrica. Os inventários são um tipo de desperdício especialmente nocivo porque ajudam a esconder um grande número de problemas existentes nos sistemas produtivos. Os inventários deixam os atores do processo produtivo mais relaxados, mas são das principais causas de perda de produtividade. A existência de inventários ao longo do processo produtivo causa outros tipos de desperdícios como por exemplo transporte, defeitos, e movimentos. É sugerido como solução criar uma área de armazenamento de produto acabado no *layout* para seguidamente serem recolhidos para os próximos processos, minimizando o transporte e o desperdício de movimentos.

5.4.1. RECOLHA DE DADOS / HISTÓRICO

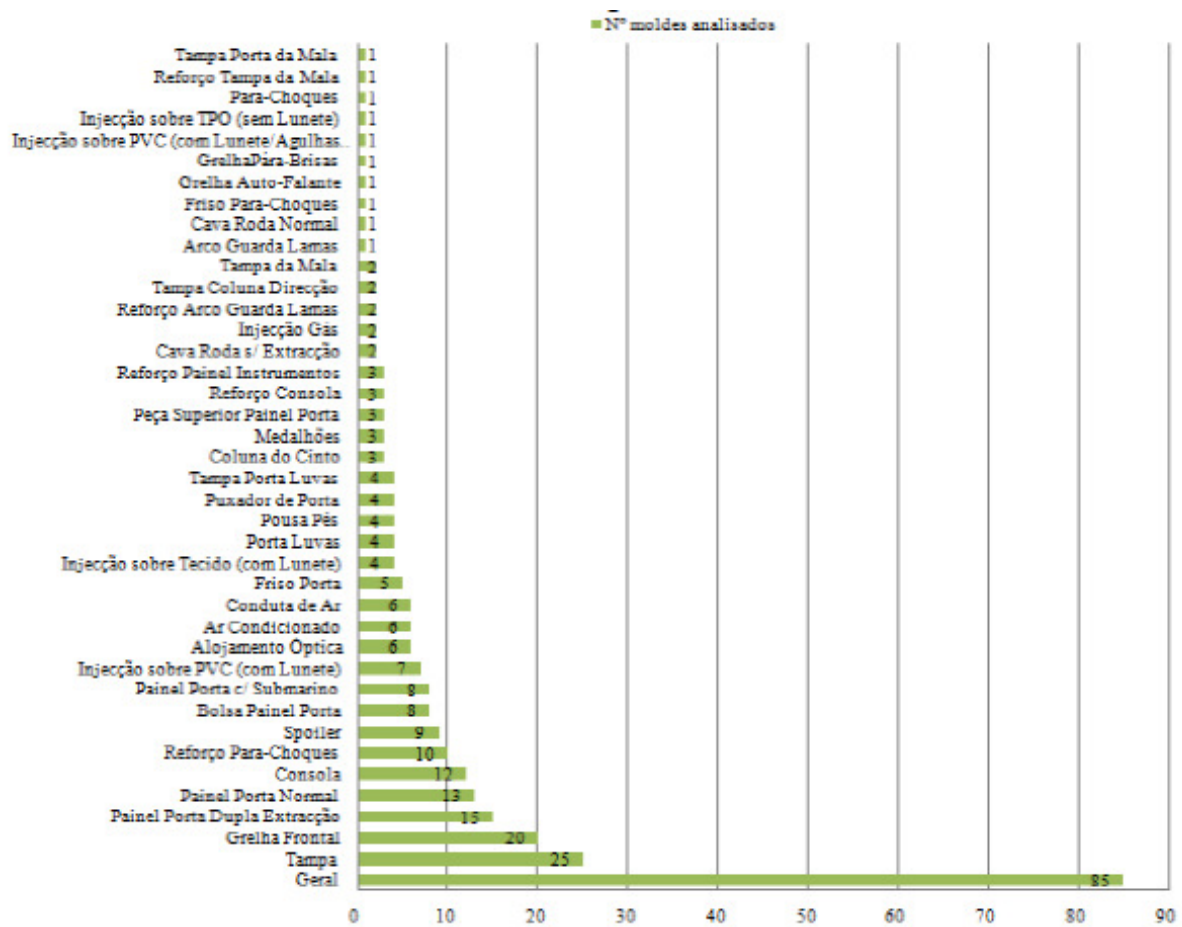
Numa fase inicial do estudo, foram consultados inúmeros ficheiros pertencentes ao sistema de informação da empresa para retirar valores de tempos de execução dos moldes com o intuito da criação de uma tabela de tempos de fabrico de moldes tipo. Estes moldes tipo foram definidos previamente pelo departamento técnico, para auxiliar o departamento de produção a estimar o tempo de execução para um novo molde em cada etapa do processo produtivo.

A tipificação dos moldes concretizou-se no ano de 2007, havendo o desígnio de com esta informação passar a se obter um melhor planeamento pelo departamento técnico. Nesse sentido, associaram-se os moldes de acordo com a regra de geometria semelhante e atribui-se um tempo médio a cada fase de modelação. Com esta informação foi possível melhorar o planeamento em termos de estimação de tempos de conceção no departamento técnico.

Um dos desafios para esta dissertação foi a realização de um estudo análogo para a produção. Determinando-se assim o tempo médio efetivo de execução de cada molde tipo em cada processo, sem incluir os tempos associados às alterações propostas pelo cliente bem como operações de retrabalho e correções de não conformidades decorrentes do processo produtivo.

Na Tabela 3 pode-se observar o gráfico com a tipologia dos moldes desde o ano de 2007 até 2011, e as respectivas quantidades.

Tabela 3 - Tabela com os moldes tipo de 2007 a 2011.



Num universo de 406 moldes tipificados foram analisados apenas os moldes denominados “embarcados”. Trata-se de moldes que haviam sido terminados e expedidos. Contabilizaram-se no total 290 moldes.

Para cada molde foram analisados diversos tempos de execução de acordo com o procedimento seguinte.

No estudo, com vista a uniformizar e simplificar a análise, os processos foram agrupados segundo o sistema de informação de gestão de tempo da seguinte forma:

- **Projeto/etapa inicial:** modelação CAD bi e tridimensional do molde efetuada no departamento técnico;
- **Fresadora CNC:** máquinas de fresagem com comando numérico assistido que englobam as operações de desbaste, re-desbaste, pré-acabamento e acabamento;
- **Fresadoras Convencionais:** máquinas de fresagem sem comando numérico assistido, usualmente associadas a trabalhos pequenos, de apoio às bancadas;

- **Tornos:** máquinas de toronar todo o tipo de acessórios e peças cilíndricas para o molde;
- **Furadoras:** máquinas de furação e mandriladoras, para efetuar o sistema de refrigeração do molde;
- **Retificadoras:** esmerilamento de peças de modo a eliminar irregularidades ou para conseguir obter peças de grande exatidão e elevada qualidade de acabamento;
- **Erosão:** máquinas de eletroerosão para criação de formas complexas ou com melhor acabamento;
- **Bancada:** trabalho manual que envolve todo o processo final do molde, desde ajustes e montagem do molde para posterior expedição.

5.4.2. TEMPOS MÉDIOS DE EXECUÇÃO DOS MOLDES

O processo produtivo da indústria de moldes possui uma grande variabilidade, cada molde é um projeto distinto e único, não sendo possível definir com rigidez um fluxo concreto dos produtos pelas várias operações. Desta forma, procedeu-se ao agrupamento dos moldes em famílias de elevada semelhança, conforme foi apresentado anteriormente.

Para cada projeto é necessária uma análise profunda e detalhada para definir o tempo de execução do molde em cada etapa do processo produtivo e para facilitar este processo de grande complexidade compilaram-se os tempos de execução de cada molde para cada tipologia.

Consultando-se os ficheiros históricos onde se encontra a informação acerca dos tempos consumidos em NC (não conformidades), alterações e o sistema de informação de gestão de tempo da empresa, estabeleceram-se os tempos efetivos de realização de cada molde.

Posteriormente relacionou-se esta informação com a estrutura de tipologia de moldes e foi possível criar uma estimativa dos tempos médios de execução.

Para a determinação do tempo médio de execução de cada molde tipo foi necessário consultar o sistema de informação de gestão de tempo, para retirar os valores do tempo associado à totalidade de execução de cada molde e subtrair o tempo associado à correção das não conformidades, retrabalhos e alterações de projeto.



Figura 71 – Cálculo dos tempos médios de execução dos moldes.

Nos anexos são apresentados os dados dos tempos do estudo desenvolvido. Como exemplo, de seguida apresenta-se na tabela seguinte uma análise feita aos moldes tipo “Coluna do cinto” (Ver Tabela 4):

Tabela 4 - Tempo médio de execução (em horas) dos moldes tipo “Colunas de Cinto”.

Tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Coluna do Cinto	NC	7243	1	0	1.5	4	0	0	0	16.5	23	
		7244	0	6	0	1	0	0	0	19	26	
		7250	0	8	0	0	0	0	0	11	19	
		Total	1	14	1.5	5	0	0	0	0	46.5	68
	OA	7243	26	19	0	3	0	0	0	14	50	112
		7244	45	29	0	3	0	0	0	24	76	177
		7250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Total	71	48	0	6	0	0	0	38	126	289
	Gcustos	7243	356	1336	118	35	58	23	193	1622	3741	
		7244	126	940	105	28	100	17	231	942	2489	
		7250	395	1004	59	45	134	26	234	646	2543	
		MÉDIA	292	1093	94	36	97	22	219	1070	2924	
Tempo Médio	7243	355	1322	117	30	58	23	193	1576	3673		
	7244	100	921	105	25	100	17	217	892	2377		
	7250	350	975	59	42	134	26	210	570	2366		
	MÉDIA	268	1073	94	32	97	22	207	1013	2805		

Na primeira linha pode-se observar o tipo de molde, a análise feita (NC – não conformidades, OA – orçamentos de alterações, Sistema de Informação de Gestão de Tempo – tempo real de execução), os moldes estudados e a codificação dos processos de produção, apresentados no capítulo 5.4.1.

Cada linha corresponde ao tempo consumido (em horas) em cada uma das operações. Na última coluna estão representados os tempos médios de execução dos moldes tipo “Coluna do Cinto”, já sem o tempo despendido em não conformidades e alterações.

Este estudo foi efetuado para todos os tipos de moldes identificados, resultando numa tabela que reflete o tempo médio de execução de cada molde tipo, o que desta forma veio suportar o processo de planeamento de produção.

Com a informação dos tempos médios de execução procedeu-se à análise das componentes dos tempos de execução de cada molde-tipo, em particular, dos tempos consumidos em cada operação de produção. Os números de molde são atribuídos de

forma crescente consoante a entrada de projetos, fazendo-se assim uma análise temporal do molde mais antigo para o mais recente.

A Figura 72 apresenta os pesos percentuais de cada fase do processo de fabrico para a totalidade das famílias de moldes tipo.

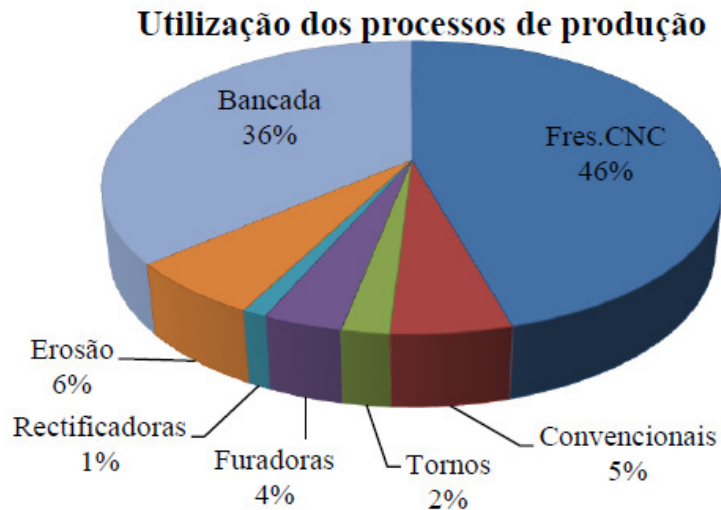


Figura 72 – Utilização dos processos de produção.

Como se pode verificar, a fase de fabrico que ocupa a maior fatia do tempo total de fabricação de um molde é a Fresagem CNC (fresagem assistida por comando numérico) que tem um valor de 46%.

Este estudo permitiu à empresa refletir sobre qual a melhor estratégia no processo de implementação da redução de desperdício e melhoria do processo produtivo dos moldes com vista a otimizar os recursos existentes.

A presente análise dos tempos médios de execução mostrou-se útil, no entanto foi possível identificar algumas limitações:

- A tipificação dos moldes não contempla moldes complexos, moldes que se incluem em vários tipos;
- Existem 85 moldes do tipo Geral, estes não poderão ser contabilizados por serem de geometrias bastante distintas. São moldes que não são de fácil inclusão na tipificação adotada pela empresa.

Uma segunda área transversal identificada na análise ao processo produtivo e ao planeamento refere-se à monitorização e controlo da produção. Na indústria metalomecânica de fabricação moldes existe uma tendência de se gerir e controlar as operações de maquinação usando a experiência, intuição e o conhecimento empírico.

No entanto esta abordagem tem mostrado bastantes limitações para sistemas de produção complexos. Por outro lado o *software Performance and Utilization of Systems & Equipment (PULSE)* foi criado para monitorizar as fresadoras CNC e fornecer todas as ferramentas necessárias aos responsáveis para uma gestão eficaz destes processos, transformando essa análise intuitiva numa análise de factos. Permite o acesso a informação acerca dos tempos de paragem, avanço da ferramenta, designação dos componentes, tipo de operação, duração da operação, entre outros parâmetros, todos eles registados e disponíveis para uma posterior análise.

Também na tentativa de colmatar lacunas de informação ao nível do planeamento de produção, a empresa tem realizado vários estudos com vista à introdução de um pacote de *software* de gestão integrada da informação designado por ERP. O objetivo é possibilitar à empresa a agregação do planeamento com o controlo de processos de produção, interligando o registo de informação de todos os departamentos de forma a uniformizá-lo e centralizar os dados relativos a cada projeto de molde. O PULSE surgiu nesse âmbito, estando em avaliação para uma possível implementação no futuro.

A Figura 73 representa a interface do programa, que contém a designação das máquinas que estão a ser monitorizadas e o respetivo desempenho.

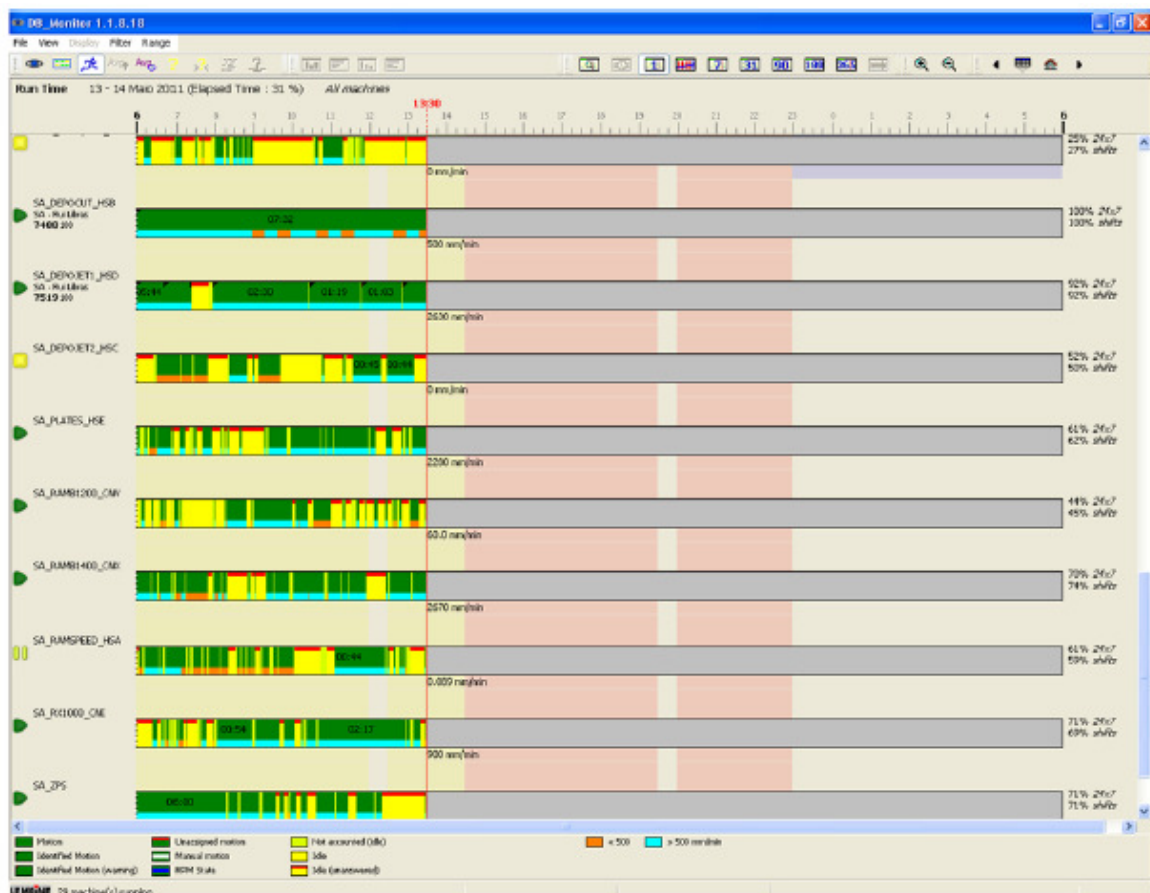


Figura 73 – Interface do *software* PULSE.

Cada barra horizontal corresponde a uma máquina, a cor verde indica que a máquina se encontra em operação e a amarela indica os tempos de paragem. A barra vermelha surge cada vez que a máquina não se encontra em operação, identificando um tempo de paragem não justificado. A justificação será possível de reportar através da inserção manual de dados, eliminando assim a existência dessa barra. As barras azuis e laranjas associadas às operações das máquinas indicam a velocidade de avanço da ferramenta, superior ou inferior a 500mm por minuto, estando indicado em cada barra a velocidade real.

A consulta desta aplicação permite a avaliação do rendimento de cada máquina, através da percentagem apresentada no final de cada barra, e otimizá-lo através da análise de todas as ocorrências. Esta aplicação na presente fase de análise mostrou ser uma mais-valia para a empresa, pelas razões mencionadas anteriormente de monitorização em tempo real do processo de fabrico, mas também porque será um suporte no desenvolvimento de um projeto de seguimento de componentes pois:

- Comunica com o programa de comando numérico das máquinas, podendo retirar informação do cabeçalho do mesmo (identificação do molde e da máquina, estratégia de maquinação, identificação da máquina);
- Os tempos assinalados a verde indicam o tempo de operação de cada componente;
- Os tempos de paragem podem indicar o tempo de *setup* dos componentes.

No entanto, esta aplicação contém várias lacunas ao nível dum projeto de seguimento, identificadas seguidamente:

- Está limitada a máquinas de controlo CNC de gerações recentes, as restantes necessitam de *hardware* adicional, o *software* não abrange essas máquinas nem as zonas de bancada;
- As zonas assinaladas como paragem não distinguem automaticamente as várias situações que poderão decorrer: troca de ferramenta, preparação do bloco, final de operação, avaria, entre outros; será necessária uma introdução manual dos dados.

Em conclusão, é do interesse da empresa continuar com este tipo de análise com vista à identificação das ferramentas de apoio ao processo produtivo mais adequadas e

tendo por base o desenvolvimento da função planeamento mais adequado ao perfil produtivo da empresa.

Importa referir que continua a ser necessário a implementação de um sistema de informação de gestão de tempos pelas seguintes razões:

- Uniformizar a codificação dos processos produtivos no registo de não conformidades (departamento de controlo metrológico), alterações (departamento comercial) e na execução total do molde (sistema de informação de gestão de tempo);
- Integração deste registo no sistema de informação de gestão de tempo da empresa, onde cada departamento inseria a informação relativa ao tempo investido na execução de não conformidades e alterações, para continuar a análise feita anteriormente;
- Categorizar alguns dos moldes tipo “Geral” visto constituírem a maior parcela de moldes-tipo.

5.5. MELHORIA NO *LAYOUT* DA EMPRESA

Atualmente, a empresa está a desenvolver um processo de reestruturação ao nível do *layout*. A proposta de melhoria consiste em implementar uma distribuição das máquinas disponíveis em célula produtiva de componentes. Como exemplo, apresenta-se o *layout* inicial (Figura 74) da empresa antes da reestruturação e na Figura 75 é apresentado o *layout* com a proposta de melhoria.

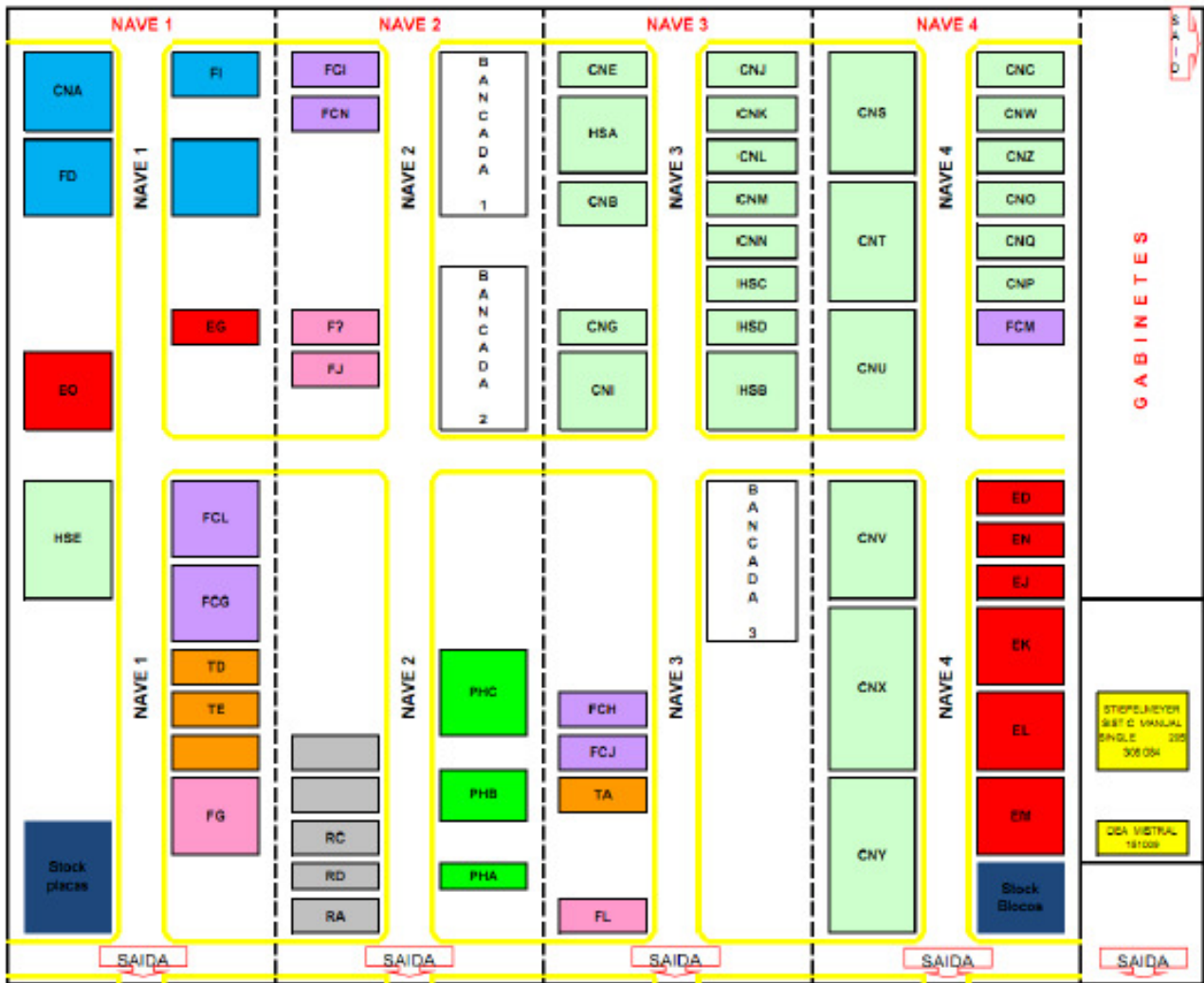


Figura 74 – Layout antes da reestruturação.

Verifica-se na Figura 74 que no período de reestruturação a célula de eletroerosão encontrava-se na quarta Nave e foi totalmente deslocada para a primeira Nave (Figura 75), possibilitando a disponibilização de espaço para a posterior implementação de uma nova área de ferramentas conforme referido no ponto 5.1.1.

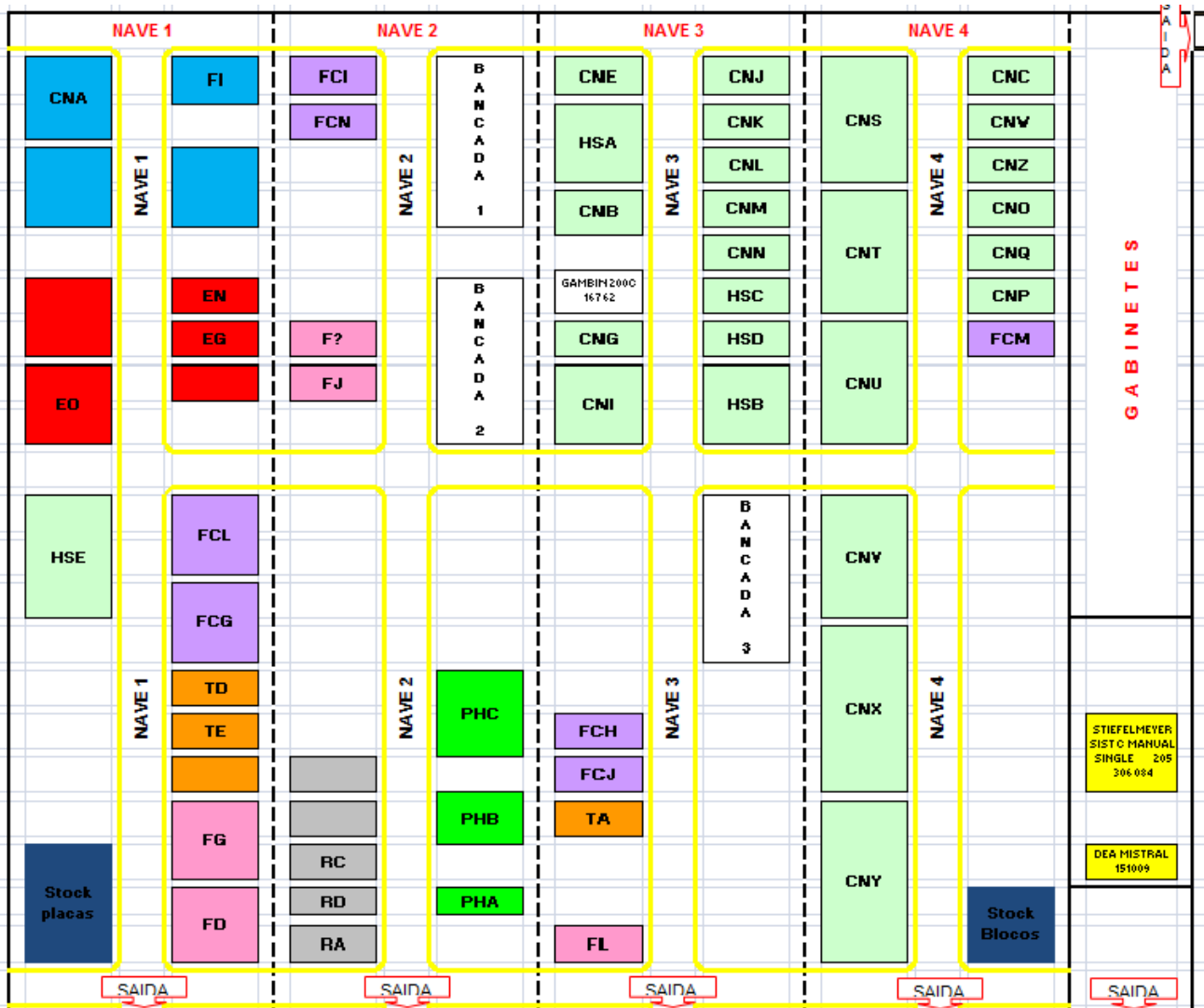


Figura 75 – Layout em período de reestruturação.

Na Figura 76 é representado o layout reestruturado, representando cada forma retângular colorida uma máquina. A produção encontra-se dividida por vários sectores da seguinte forma: a vermelho representa-se a célula de eletroerosão, a verde-claro a célula de fresagem CNC, a azul ciano a célula de furação e a azul-escuro as zonas de armazenamento de matéria-prima. As restantes cores correspondem a um conjunto de máquinas destinadas a apoiar a fase final do molde, a zona de montagem, ajuste e acabamento, denominada de bancada.

O conjunto é constituído por prensas para o ajuste final (a verde claro), tornos para acessórios do molde (laranja), fresadoras convencionais sem comando numérico (roxo), retificadoras (cinzento) e furadoras (cor-de-rosa).

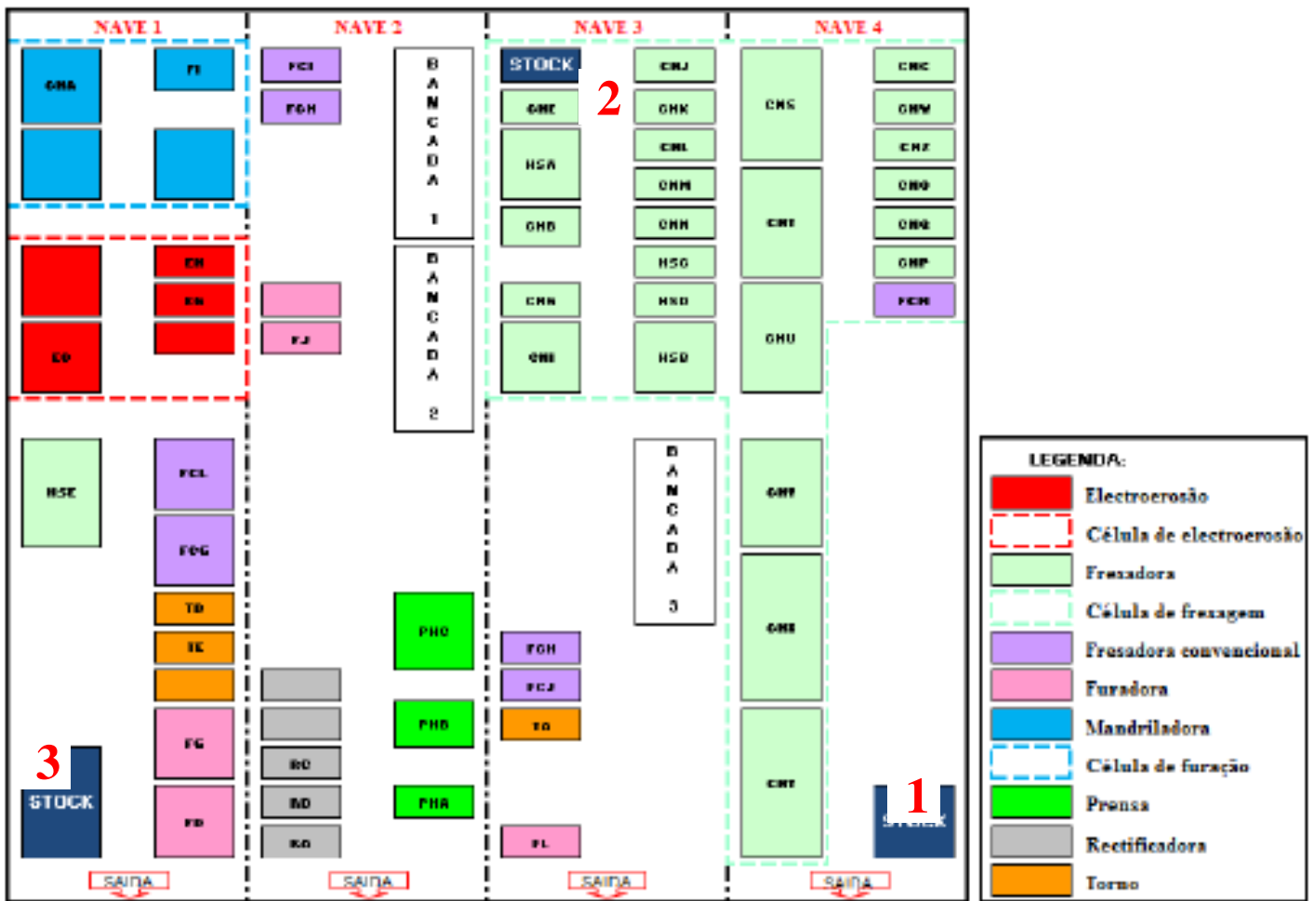


Figura 76 – *Layout* reestruturado com as várias células de maquinação.

A receção dos aços é realizada na primeira e na quarta Nave, nas zonas demarcadas para tal (zonas azuis escuras, indicadas na Figura 76 com o número 1,2 e 3).



a. Zona 1

b. Zona 2

c. Zona 3

Figura 77 – Zonas de *stock* de blocos grandes (a), blocos pequenos (b) e placas (c).

Como se pode observar na Figura 77 foi acrescentado no *layout* mais um *buffer* de *stock* em curso, relativo à zona 2 para blocos pequenos.

Relativamente às células de trabalho as principais vantagens no novo *layout* reestruturado são:

- Minimização do manuseio e custo de materiais.
- Utilização eficaz dos homens, equipamentos e espaço;
- Uso eficaz do espaço volumétrico;
- Flexibilidade das operações de produção e reparação;
- Flexibilidade de disposição e funcionamento dos equipamentos;
- Operadores qualificados podem assumir cada posto de trabalho como um desafio por causa da polivalência;
- O operador torna-se mais hábil e competente, com cada trabalho, isto dá-lhe oportunidade de aprendizagem;
- O potencial humano dos operadores pode ser utilizado.

Relativamente aos inventários as principais vantagens no novo *layout* reestruturado são:

- Minimização das operações de transporte;
- Utilização do espaço de forma eficiente;
- Permitir o manuseio eficiente de material;
- Proporcionar o máximo de flexibilidade para atender às mudanças de requisitos de armazenamento e manuseio;

5.6. RESUMO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA NA EMPRESA

Em função do trabalho desenvolvido de análise e estudo do processo produtivo da Simoldes foi possível atingir as seguintes melhorias:

- Foi melhorado o processo de atendimento ao cliente, pois foi possível a implementação de *workshops* de requisitos com os clientes. Estes *workshops* são designados como reuniões de “Desenvolvimento de Requisitos Conjunta”, onde os requisitos são assimilados conjuntamente e os clientes são ajudados a tomar as decisões de uma forma esclarecida. Um facilitador passou a ser usado para garantir que o processo estava focalizado, e a ajudar que as sessões sejam produtivas e corretamente documentadas;
- Foi sugerido também na proposta de melhoria do processo de conceção e desenvolvimento do projeto, que sempre que as revisões de projeto de molde se

efetuarem, uma mensagem de correio eletrônico seria encaminhado a cada um dos intervenientes dos setores envolvidos na revisão do projeto do funcional do molde;

- A existência de inventários ao longo do processo produtivo causa diversos tipos de desperdícios como por exemplo transporte, defeitos, e movimentos. É sugerido como proposta de melhoria a criação de uma área de armazenamento de em curso para seguidamente ser encaminhado para os próximos processos, minimizando o transporte e o desperdício de movimentos;
- O desenvolvimento do projeto da melhoria na área de ferramentas assenta na ideia de centralizar todas as ferramentas da produção, que até então encontravam-se nos armários de cada máquina, e criar condições para se reparar as ferramentas internamente. O desenho do modelo de funcionamento da área de ferramentas foi inspirado no sistema *Kanban*. Na área de ferramentas, o cartão de transporte, que representa as necessidades das máquinas, é originado pelos ficheiros CAM, que detalham o tipo de ferramentas para cada operação, por sua vez, esta informação fica disponível visualmente no quadro *Kanban*, sendo facilmente identificadas as necessidades e a localização das ferramentas;
- Nas bancadas foi implementada a metodologia 5S. Com esta implementação foi possível limpar e organizar o espaço, delimitando-se convenientemente as áreas funcionais;
- Com respeito ao processo de melhoria dos fluxos no *layout*, este encontra-se em fase de reestruturação e implementação. A proposta de melhoria em execução propõem o agrupamento das máquinas com o intuito de criar célula produtivas de componentes com uma zona de supermercado com os componentes necessários e o em curso.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo são reunidas as conclusões do trabalho desenvolvido de melhoria do processo produtivo da organização SIMOLDES AÇOS, SA, assim como são tecidas algumas considerações para futuros trabalhos a desenvolver.

Após um período inicial de análise das atividades desenvolvidas nos setores atendimento ao cliente, técnico de concepção e projeto do molde, planeamento e controlo da produção, bem como da produção, foi possível identificar um conjunto de desperdícios, deficiências e lacunas que levantavam obstáculos aos objetivos da empresa em reduzir o tempo de resposta aos pedidos dos clientes e simultaneamente aumentar a produtividade.

Ao nível do processo de atendimento ao cliente e de concepção, desenvolvimento e projeto foi usada uma metodologia de modelação de processos de negócios, o BPMN que permitiu identificar os pontos do processo que originavam incorreções, lacunas e desperdício a jusante. Desta forma, foram redesenhados os respetivos processos de modo que fossem eliminadas atividades redundantes que causavam desperdício e introduzidas ações e atividades que minimizassem a necessidade posterior de correção dos projetos dos moldes tanto ao nível da concepção como do fabrico.

Ao nível do processo produtivo, o trabalho desta dissertação, incidiu numa das vertentes, na aplicação da ferramenta dos 5S. A aplicação dos 5S na seção da bancada permitiu uma melhoria visível em termos de organização do espaço e tornou possível a assimilação de uma cultura por parte dos funcionários de combate ao desperdício. Também ao nível da ferramentaria foi possível conceber uma solução que aplicou os princípios *Lean*. Com o desenvolvimento de uma solução de centralização da gestão de ferramentas da produção, criaram-se condições para se reparar as ferramentas internamente. O desenho do modelo de funcionamento da área de ferramentas foi inspirado no sistema *Kanban*.

Uma segunda vertente da análise ao processo produtivo concentrou-se na análise dos fluxos produtivos com vista à melhoria do *layout*. Nesse sentido foi construída uma proposta de melhoria de alguns aspetos do *layout*, que resultavam em fontes de criação de desperdício tanto por parte de movimentações desnecessárias bem como acumulação desorganizada de inventário de em curso. Presentemente a nova proposta de *layout* encontra-se em fase de implementação.

Relativamente à função Planeamento e Controlo da Produção, foi possível desenvolver um estudo que determinou os tempos médios de fabricação de moldes por tipologia. Esta análise veio tornar mais precisa a estimação dos tempos de fabricação e dos prazos de entrega ao cliente.

Por outro lado, a análise à função Planeamento e Controlo da Produção veio demonstrar a necessidade premente de instalação na SIMOLDES AÇOS, SA, de um sistema de informação integrado tipo ERP que suporte de uma forma integrada as diferentes atividades produtivas. O recurso a uma aplicação de planeamento genérica como o Microsoft Project, tem-se mostrado muito limitador da atividade de planeamento da produção.

Foi também avaliado no decurso deste estágio, uma ferramenta de monitorização do processo produtivo, o PULSE, que se mostrou adequada até certo ponto para satisfazer as necessidades da empresa, no entanto, não se mostrou de aplicabilidade integral para todos os equipamentos e postos de trabalho da empresa.

Como comentário geral, pode-se referir que este trabalho possibilitou o desenvolvimento de várias propostas de melhoria com vista à redução dos prazos de

entrega dos moldes aos clientes, de combate ao desperdício e simultaneamente de aumento de produtividade. Algumas das propostas de melhoria foram implementadas no decorrer da escrita desta dissertação, com resultados visíveis no desempenho da atividade produtiva da SIMOLDES AÇOS, SA, ao passo que outras propostas se encontram em fase de implementação e avaliação.

Por outro lado, existe o comprometimento por parte da Administração de prosseguir o processo de melhoria iniciado, o que possibilitará uma alteração do paradigma de funcionamento do departamento de Produção e como consequência um aumento global da eficácia e eficiência do processo produtivo da SIMOLDES AÇOS,SA.

Referências Bibliográficas

ABPMP (2009). "Guide to the Business Management Body of Knowledge (BPM CBOK)." from www.abpmp.org.

B.Chase, R., et al. (2006). Operation Management: For Competitive Advantage, McGraw-Hill.

BRITO, A. (2004). "Manual do Projectista para moldes de injeção de plástico." CENTIMFE-Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos, 10v.

Davenport, T. (1994). "Reengineering: Business Change of Mythic Proportions?" Management Information System **18**(2): 121-127.

Davenport, T. and J. Short (1990). "The new industrial engineering: Information technology and business process design." Sloan Management Review.

Deming, W. E. (1986). "Out of the crisis. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology." Center for Advanced Engineering Study: 6.

Dolinsky, L. R., et al. (1990). "ADJUSTING REPLENISHMENT ORDERS TO REFLECT LEARNING IN A MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING ENVIRONMENT." Management Science **36**(12): 1532-1547.

Hammer, M. and J. Champy (1993). "Business Process Reengineering." Dunod.

Liker, J. K. (2005). O modelo Toyota, Bookman.

Melton, T. (2005). "THE BENEFITS OF LEAN MANUFACTURING What Lean Thinking has to Offer the Process Industries." Trans IChemE **83**(A6): 662–673.

MOORE, R. (2007). SELECTING THE RIGHT MANUFACTURING IMPROVEMENT TOOLS, Butterworth–Heinemann.

Nakajima, S. (1989). TPM development program: implementing total productive maintenance, Productivity.

Ohno, T. (1988). The Toyota production system: beyond large scale manufacturing, New York: Productivity Press.

Pinto, J. P. (2006). "Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços." Lidel, Setembro.

Shingo, S. (1981). A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint, Productivity Press.

Spear, S. and H. K. Bowen (1999). "Decoding the DNA of the Toyota production system." Harvard Business Review **77**: 96-108.

Womack, J., et al. (1991). The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production, The MIT.

Anexo A: Exemplo Ficha Técnica de um Molde

		Ficha Técnica do Molde		<table border="1"> <tr> <td>Ann</td> <td>No.</td> <td>Ed.</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>7551</td> <td>1</td> </tr> </table>	Ann	No.	Ed.	2011	7551	1
Ann	No.	Ed.								
2011	7551	1								
Coordenador Cliente										
Cliente: MDA		País: Portugal								
Concepção do Molde										
Designação: Grade Superior Body Color VW GOLFP		No. Cavidades: 1								
Série	<input checked="" type="checkbox"/> Protótipo	<input type="checkbox"/> Pré-série	<input type="checkbox"/>							
Metódo	<input checked="" type="checkbox"/> Entalhado	<input type="checkbox"/> Outra:								
Elementos Recebidos										
Igual ao molde SA7550		Data Recção:								
Sistema de Injecção										
Tipo de Injecção		Observações:								
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"/>							
Tipo de Entrada		N. de Bicos:								
Directa	<input type="checkbox"/> Substrata	<input checked="" type="checkbox"/>	5 x 0,60 g/80							
Boyer	<input checked="" type="checkbox"/> Lateral	<input type="checkbox"/>								
Sistema de Extracção										
Tipo de Extracção		Observações:								
Convençional	<input checked="" type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Hidráulica	<input checked="" type="checkbox"/> Dupla							
Invertida	<input type="checkbox"/> Robot	<input type="checkbox"/> Mecânica	<input type="checkbox"/> Engatada							
Movimentos	<input checked="" type="checkbox"/> Ar	<input type="checkbox"/> Extracção	<input checked="" type="checkbox"/> Barr.							
Movimentos										
Mecânica:	1	Hidráulica:	4							
Extracção:	0									
Aços										
	Tipo de Aço	Nº.	Temp.	Pré-Tra.	Maq.	Fornecedor	Duraço			
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"/>		HTC			
Macho:	1.2738HH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HTC			
Postiças:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HTC			
Movimentos:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HTC			
Tipo de Acabamento										
	Pulimento	Textura		Outras						
Cavidade	000									
Macho	100									
Fresco										
Material Plástico:	ABS Lustran HB02 Lantosa	Contração:	0,55%							
Máquina de Injecção:		Quant. Injecções:	150	No. Ensaios:	3					
Fornecimentos										
Descrição	Marca	Observações	Fornecedor	Cliente						
Ensao			<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. Elct./Hidraul./Segur.			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Material Plástico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Sistema de Injecção			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Weld-Flow			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Observações										
PTM.ed.1 de acordo com molde SA7550 - Relatório do PO de apresentação de apresentação dos preliminares (email: 13-04-2011)										
Gerir Projecto:	Filipe Lantosa	Gerir Conta Cliente:	Paula Costa	Berceda:						
Operacional:	Nufl	Programador:	Victor Costa	Desenhador:	J.C. Martins					
Por:	Paula Costa		Data de Registo: 2011-05-21							

ANEXO C: Exemplo de um Ficheiro de Maquinação CNC

0 BEGIN PGM 74771001 MM	27 L Z+18,099 FQ1
1 ; [STAMP]	28 L X-299,558 Y+96,577
2;[PULSE_FILEID] 103365	29 L X-299,558 Y+96,577 Z-95,000 FQ1
3;[PULSE_OPID] 364947	30 L Y+124,776 Z-99,971 FQ2
4 ; [PPR] = DEPO_PULSE.PPR	31 L X-299,559 Y+124,939 Z-100,000
5 ; [CAMSYSTEM] = DEPO	32 L X-299,558 Y+124,776
6 ; [UNIT] = 0	33 L Y+85,186
7 FQ1	34 L X-299,559 Y+85,062
8 ; [MODEL] = 7477_100	35 L Z-91,000 FQ1
9 ; [INCREMENTO_Z] =	36 L X-308,096 Y+113,633 FQ4
10 ; [INCREMENTO] = 12.6	37 L Z-95,000
11 ; [STRATEGY] = Desbaste por Offset	38 L Y+85,271 Z-100,000 FQ2
12 ; [NOME FERRAME] = 20x1_2	39 L X-307,629 Y+85,061
13 ; [ALTURA FERRAM] = 103.45	40 L X-289,692 Y+85,062
14 ; [NOME SUPORTE] = HSK80 cone QF D20x099	41 L X-289,410 Y+85,271
15 ; [NOME PROJECTO] = D:/trabalho_cam4/MOLDES(PROJECTO S_PMILL/7477/7477_100	42 L Y+124,734
16 ; [NOME PERCURSO] = Cuvrs_Cutt_Acab_Fundos_	43 L X-289,692 Y+124,938
17 ; FQ1 = Avanco Rapido	44 L X-307,629 Y+124,940
18 ; FQ2 = Avanco Mergulho	45 L X-308,096 Y+124,734
19 ; FQ3 = Avanco Corte	46 L Z+7,183 FQ1
20 ; FQ4 = Avanco Rasante	47 L X-299,559 Y-113,423 FQ4
21 R0	48 L Z-95,000
22 ; [TOOLDIA] = 20,0	49 L Y-85,061 Z-100,000 FQ2
23 ; [TOOLRAD] = 1,0	50 L Y-124,684
24 ; [STOCKXY] = 0,06	51 L X-299,560 Y-124,849
25 ; Data = 13/05/2011 - 09:08	52 END PGM 74771001 M
26 ; fresa = [20,0x1,0] 0,06	

ANEXO D: Tempo Médio de Execução dos Moldes Tipo

Informação	
OA+NC	Horas associadas a alterações (OA) e não conformidades NC
Gcustos	Horas dispendidas na execução dos moldes, dados provenientes da base de dados Gcustos.
Tempo Médio	Cálculo do tempo médio (em horas) de execução de um tipo de molde (sem OA's e NC's).

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Alojamento Optica	OA+ NC	7087	0	0	0	0	0	0	0	2	2
		7159	0	12	0	0	0	0	0	5	17
		7283	0	0	0	2	0	0	0	20	22
		7287	0	0	0	1	0	0	35	33	69
		7387	20	63	13	0	0	0	16	49	161
		7397	36	17	0	0	0	0	4	24	81
		Total	56	92	13	3	0	0	68	133	351
	MÉDIA	9	15	2	0	0	0	9	22	59	
	Gcustos	7087	259	788	136	45	117	27	37	541	1950
		7159	153	263	41	17	28	9	23	186	720
		7283	243	1237	177	96	50	22	207	1257	3289
		7287	123	750	174	64	81	23	52	910	2177
		7387	191	924	62	29	62	19	76	718	2081
		7397	265	809	30	9	92	15	146	565	1931
		MÉDIA	206	795	103	43	72	19	90	696	2025
	Tempo Médio	7087	259	788	136	45	117	27	37	540	1949
		7159	153	251	41	17	28	9	23	181	703
		7283	243	1237	177	95	50	22	207	1237	3268
7287		123	750	174	63	81	23	17	877	2108	
7387		171	861	49	29	62	19	60	669	1920	
7397		229	792	30	9	92	15	142	541	1850	
MÉDIA		196	780	101	43	72	19	81	674	1966	

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Ar Condicionado	OA+NC	7298	0	8	4	1	3	2	0	44	62
		7299	19	18	0	0	0	0	0	30	67
		7300	16	63	0	3	0	0	18	78	178
		7406	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7407	1	2	0	0	1	0	0	17	21
		7408	0	0	2	1	0	0	0	24	27
		7409	0	2	0	0	0	0	0	0	2
		Total	36	93	6	5	4	2	18	193	357
	MEDIA	5	13	1	1	1	0	3	28	51	
	Gcustos	7298	678	1838	171	129	194	55	298	2120	5483
		7299	476	881	43	39	107	18	100	754	2418
		7300	497	1439	93	75	77	26	217	837	3261
		7406	208	144	0	0	0	5	0	0	357
		7407	374	904	54	10	102	8	127	706	2285
		7408	470	744	91	19	70	22	157	898	2471
		7409	275	615	0	0	11	6	0	4	911
		MEDIA	425	938	65	39	80	20	128	760	2455
	Tempo Medio	7298	678	1830	167	128	191	53	298	2076	5421
		7299	457	863	43	39	107	18	100	724	2351
		7300	481	1376	93	72	77	26	199	759	3083
7406		208	144	0	0	0	5	0	0	357	
7407		373	902	54	10	101	8	127	689	2264	
7408		470	744	89	19	70	22	157	874	2445	
7409		275	613	0	0	11	6	0	4	909	
MEDIA		420	925	64	38	80	20	126	732	2404	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Arco Guarda Lamas	OA+NC	7162	2	4	1	20	0	0	0	56	83
		7163	0	7	1	0	0	0	1	25	34
		TOTAL	186	512	40	12	64	0	31	582	1416
	MEDIA	1	6	1	10	0	1	41	59		
	Gcustos	7408	376	744	91	19	70	22	157	898	2377
		7409	549	615	0	0	11	6	0	4	1185
		MEDIA	463	680	46	10	41	14	79	451	1761
	Tempo Medio	7408	374	740	90	0	70	22	157	842	2295
		7409	549	608	0	0	11	6	0	0	1174
	MEDIA	462	674	45	0	41	14	79	421	1735	

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Moldo-tipo	Análise	Móde	Projecto	Fros.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Brocada	Total
Bolsa Panel Porta	OA+NC	7056	0	2	10	1	13	0	0	9	35
		7058	1	6	0	0	0	0	0	7	14
		7092	0	5	0	2	0	0	0	2	9
		7356	8	0	0	2	0	0	0	2	12
		7359	0	0	0	2	0	0	0	0	2
		7378	0	0	0	0	0	0	0	17	17
		7379	17	47	0	7	0	0	10	101	182
		7463	0	0	0	2	0	0	0	5	7
		TOTAL	26	60	10	16	13	0	10	142	276
	MÉDIA	3	7	1	2	2	0	1	18	34	
	Grastos	7056	192	543	58	31	102	22	63	388	1399
		7058	415	518	58	61	74	26	122	532	1806
		7092	147	289	22	26	44	21	60	327	936
		7356	225	728	109	40	84	12	25	478	1701
		7359	244	384	150	36	78	9	0	318	1219
		7378	324	1587	202	27	94	24	298	1403	3959
		7379	321	1182	142	81	97	37	424	1150	3434
		7463	360	689	145	47	59	16	229	817	2362
		MÉDIA	279	740	111	44	79	21	153	677	2102
Tempo Médio	7056	192	541	48	30	89	22	63	379	1364	
	7058	415	512	58	61	74	26	122	525	1793	
	7092	147	285	22	24	44	21	60	325	928	
	7356	217	728	109	38	84	12	25	476	1689	
	7359	244	384	150	34	78	9	0	318	1217	
	7378	324	1587	202	27	94	24	298	1387	3943	
	7379	304	1135	142	74	97	37	414	1050	3253	
	7463	360	689	145	46	59	16	229	812	2356	
	MÉDIA	275	733	110	42	77	21	151	659	2068	

Moldo-tipo	Análise	Móde	Projecto	Fros.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Brocada	Total
Cava Roda Normal	OA+NC	7148	0	1	0	0	0	0	0	3	4
		TOTAL	0	1	0	0	0	0	0	3	4
		MÉDIA	0	1	0	0	0	0	0	3	4
	Grastos	7148	148	251	129	31	47	16	12	283	917
		MÉDIA	148	251	129	31	47	16	12	283	917
Tempo Médio	7148	148	251	129	31	47	16	12	280	914	
	MÉDIA	148	251	129	31	47	16	12	280	914	

Moldo-tipo	Análise	Móde	Projecto	Fros.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Brocada	Total
Cava Roda v/ Extração	OA+NC	7061	0	0	0	1	0	0	0	6	7
		7147	5	0	0	0	0	0	0	2	7
		TOTAL	5	0	0	1	0	0	0	8	14
		MÉDIA	3	0	0	1	0	0	0	4	7
	Grastos	7061	269	778	94	22	99	27	0	815	2104
		7147	204	983	59	8	21	12	27	613	1927
		MÉDIA	237	881	77	15	60	20	14	714	2016
	Tempo Médio	7061	269	778	94	21	99	27	0	809	2097
		7147	199	983	59	8	21	12	27	611	1920
MÉDIA		234	881	77	15	60	20	14	710	2009	

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Coluna do Cinto	OA+NC	7243	27	19	2	7	0	0	14	67	135	
		7244	45	35	0	4	0	0	24	95	203	
		7250	0	8	0	0	0	0	0	11	19	
		TOTAL	72	62	2	11	0	0	38	173	357	
		MÉDIA	24	21	1	4	0	0	13	58	119	
		7243	356	1336	118	35	58	23	193	1622	3741	
	Gastos	7244	126	940	105	28	100	17	231	942	2489	
		7250	395	1004	59	45	134	26	234	646	2543	
		MEDIA	292	1093	94	36	97	22	219	1070	2924	
		Tempo Medio	7243	329	1317	117	28	58	23	179	1556	3606
			7244	81	905	105	24	100	17	207	847	2286
			7250	395	996	59	45	134	26	234	635	2524
MEDIA	268	1073	94	32	97	22	207	1013	2805			

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Conduta de ar	OA+NC	7133	0	26	3	7	0	0	0	41	76
		7270	32	71	11	2	0	0	10	40	166
		7280	92	239	0	0	36	0	6	94	467
		7281	78	150	2	0	24	0	10	72	336
		7294	12	10	0	4	0	0	0	22	48
		7412	25	82	0	1	0	0	12	61	180
	TOTAL	239	578	16	13	60	0	38	328	1272	
	MÉDIA	40	96	3	2	10	0	6	55	212	
	Gastos	7133	325	582	96	35	66	14	16	516	1650
		7270	181	691	15	26	59	3	92	184	1251
		7280	227	578	72	47	70	19	77	489	1579
		7281	219	587	33	36	74	19	76	624	1688
7294		335	1149	327	58	32	39	347	825	3112	
7412		227	1526	96	46	148	21	307	1088	3459	
MEDIA	252	852	110	41	75	19	153	621	2123		
Tempo Medio	7133	325	556	93	29	66	14	16	476	1574	
	7270	149	620	4	24	59	3	82	144	1085	
	7280	135	339	72	47	34	19	71	395	1112	
	7281	141	437	51	36	50	19	66	553	1353	
	7294	323	1139	327	54	32	39	347	804	3065	
	7412	202	1444	96	46	148	21	295	1028	3279	
MEDIA	213	756	107	39	65	19	146	566	1911		

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Paradoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Consola	OA+NC	7105	27	35	0	0	0	0	0	171	233
		7123	14	30	0	0	0	0	6	30	79
		7167	51	99	2	1	0	0	51	227	431
		7290	78	63	0	0	0	0	16	140	297
		7291	62	55	1	1	0	0	19	146	284
		7337	0	1	0	0	0	0	0	19	20
		7340	49	69	0	0	1	0	10	171	300
		7341	43	73	0	3	1	0	8	174	301
		7353	0	6	0	3	0	0	2	21	31
		7367	29	6	2	8	0	0	0	24	69
		7368	38	31	0	7	3	0	5	53	136
		7428	3	4	0	0	0	0	0	6	13
		TOTAL		394	471	5	22	5	0	117	1179
	MÉDIA		33	39	0	2	0	0	10	98	183
	Genstos	7105	361	1123	113	79	75	26	289	850	2916
		7123	306	1015	96	57	101	35	62	726	2398
		7167	491	1695	162	70	121	54	496	1864	4953
		7290	572	2209	105	69	140	17	246	1510	4868
		7291	184	2030	119	116	173	38	272	1394	4326
		7337	130	2080	202	87	172	35	238	1748	4692
		7340	464	2211	138	104	170	36	227	1275	4625
		7341	212	1830	170	27	129	31	169	1605	4173
		7353	71	1627	127	73	160	28	158	1216	3460
		7367	69	2095	316	77	218	26	179	932	3912
		7368	88	1828	102	16	177	22	249	1305	3787
7428		309	1730	84	61	139	36	217	988	3564	
MÉDIA		271	1789	145	70	148	32	234	1284	3973	
Tempo Médio	7105	334	1088	113	79	75	26	289	679	2683	
	7123	293	986	96	57	101	35	56	697	2320	
	7167	440	1596	160	70	121	54	445	1637	4523	
	7290	494	2146	105	69	140	17	230	1371	4572	
	7291	122	1975	118	115	173	38	253	1249	4043	
	7337	130	2079	202	87	172	35	238	1729	4672	
	7340	415	2142	138	104	169	36	217	1105	4326	
	7341	169	1757	170	25	128	31	161	1432	3872	
	7353	71	1622	127	71	160	28	157	1195	3430	
	7367	40	2089	314	69	218	26	179	908	3843	
	7368	50	1798	102	9	174	22	244	1253	3651	
	7428	306	1726	84	61	139	36	217	982	3551	
	MÉDIA		239	1750	144	68	148	32	224	1186	3790

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Friso Para-Choques	OA+NC	7285	0	2	0	0	0	0	0	0	2
		7286	6	44	20	0	0	0	0	55	125
		7288	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		7333	0	0	0	0	0	0	0	11	11
		TOTAL	6	46	20	0	0	0	0	67	139
	MÉDIA	2	12	5	0	0	0	0	17	35	
	Geustos	7285	212	210	0	0	19	5	0	46	492
		7286	271	550	0	9	24	3	0	34	891
		7288	174	286	44	24	29	14	5	305	881
		7333	149	178	0	0	12	4	0	25	368
		MÉDIA	202	306	11	8	21	7	1	103	658
	Tempo Médio	7285	212	208	0	0	19	5	0	46	490
		7286	265	506	0	9	24	3	0	0	807
		7288	174	286	44	24	29	14	5	304	880
7333		149	178	0	0	12	4	0	14	357	
MÉDIA		200	295	11	8	21	7	1	91	634	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Friso Porta	OA+NC	7164	9	29	2	15	0	0	0	24	78
		7165	9	7	0	0	0	0	0	16	32
		7166	8	74	0	2	0	0	0	58	141
		7439	8	13	0	0	0	0	4	37	62
		7440	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	TOTAL	34	126	2	17	0	0	4	134	316	
	MÉDIA	7	25	0	3	0	0	1	27	63	
	Geustos	7164	118	625	29	27	49	12	56	377	1293
		7165	149	494	46	30	56	17	16	504	1312
		7166	289	713	91	94	73	19	52	818	2149
		7439	239	968	27	22	46	20	37	638	1997
		7440	404	1019	104	44	45	14	190	644	2464
	MÉDIA	240	764	59	43	54	16	70	596	1843	
	Tempo Médio	7164	109	597	27	12	49	12	56	354	1215
7165		140	487	46	30	56	17	16	488	1280	
7166		281	639	91	93	73	19	52	761	2008	
7439		231	955	27	22	46	20	33	601	1935	
7440		404	1016	104	44	45	14	190	644	2461	
MÉDIA	233	739	59	40	54	16	69	569	1780		

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Pres.CNC	Convencionais	Terças	Paradoras	Recificadoras	Erosão	Bancada	Total
		7046	0	0	0	2	0	0	0	1	3
		7066	0	2	0	0	0	0	0	3	5
		7067	1	7	0	0	1	0	0	7	16
		7068	13	28	0	2	0	0	6	57	106
		7069	0	6	0	0	0	0	0	13	19
		7070	0	2	0	1	0	0	0	3	5
		7071	0	0	0	0	0	0	0	7	7
		7080	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7083	185	446	0	32	34	0	145	347	1189
		7096	0	0	0	0	0	0	0	3	3
		7099	3	6	0	2	0	0	0	7	17
		7100	13	19	0	0	0	0	0	32	64
		7101	17	24	0	0	0	0	5	36	82
		7102	3	9	0	1	0	0	0	24	36
		7103	13	49	0	0	0	0	0	38	100
		7104	17	27	1	1	0	0	4	65	115
		7118	0	2	0	2	0	0	0	8	11
		7119	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7120	3	3	0	6	2	0	0	7	21
		7121	67	182	0	0	0	0	68	160	477
		7122	0	0	0	8	0	0	0	3	11
		7124	5	7	0	0	0	2	0	9	23
		7127	39	106	3	0	22	0	34	89	293
		7128	0	0	0	2	0	0	0	1	3
		7136	0	3	3	1	0	0	0	30	36
		7138	5	18	0	4	0	0	21	22	70
		7139	0	0	0	7	0	0	0	4	10
		7145	12	48	0	4	0	0	29	75	168
		7172	6	9	0	0	0	0	0	13	28
		7184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7185	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7190	17	38	0	0	0	0	0	53	108
		7208	18	18	0	0	0	0	10	55	101
		7209	8	6	3	0	0	0	4	22	43
		7210	8	7	2	0	0	0	4	28	49
		7211	8	6	0	0	0	0	4	29	47
		7212	0	1	0	1	0	0	0	5	6
		7213	0	2	0	6	0	0	0	2	10
		7218	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7219	5	8	0	0	0	0	0	38	51
		7220	17	27	0	0	0	0	3	48	95
		7228	6	24	0	0	0	0	0	2	32
		7229	6	0	0	2	0	0	0	1	9
		7230	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		7235	0	0	0	5	0	0	2	7	13
		7239	0	5	2	0	0	0	0	9	15
		7247	0	7	0	2	0	0	0	4	13
		7248	0	1	0	1	0	0	50	28	80
		7249	0	1	0	0	0	0	2	25	37
		7252	38	73	0	2	0	0	44	125	281
		7253	22	44	0	0	0	0	10	78	154
		7254	37	60	0	0	10	0	6	195	308
		7256	0	8	0	5	0	0	0	6	19
		7257	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7259	0	0	0	0	0	0	3	6	9
		7267	0	7	6	0	0	0	0	10	23
		7272	204	365	57	44	50	0	58	398	1206
		7273	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7274	16	18	0	0	0	0	3	36	73

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Moldo-tipo	Análise	Moldo	Projecto	Pres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Geral (continuação)	OA+NC	7275	7	43	0	2	0	0	28	46	126	
		7289	0	2	0	0	0	0	0	3	5	
		7322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7324	0	10	4	1	3	0	0	32	50	
		7325	45	76	0	0	0	0	0	138	289	
		7326	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
		7327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7328	65	96	0	2	0	0	0	118	281	
		7329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7334	23	104	0	0	0	0	0	60	151	338
		7380	76	124	1	1	43	0	13	109	367	
		7381	0	4	1	0	0	0	0	40	44	
		7385	42	131	0	0	0	0	84	116	373	
		7386	12	42	0	0	0	0	15	66	135	
		7392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7393	0	1	0	4	0	0	0	67	72	
		7394	25	63	0	0	0	0	28	182	298	
		7396	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7399	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7400	0	6	0	0	0	0	0	19	25	
		7401	9	8	0	8	0	0	6	9	40	
		7402	12	4	0	4	0	0	0	11	31	
		7403	6	2	9	4	0	0	0	11	32	
		7413	41	86	2	3	4	0	3	109	247	
		7416	4	8	0	0	0	0	0	6	18	
		7418	36	77	0	12	0	0	80	37	242	
		7419	16	21	0	0	0	0	12	25	74	
		7420	11	36	0	0	0	0	0	44	91	
		7422	2	5	0	0	0	0	0	4	11	
		7425	14	17	1	1	0	0	6	18	57	
		7426	22	56	0	0	0	0	40	52	170	
		7431	30	86	0	0	5	0	0	51	172	
		7433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7434	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
		7438	32	91	20	4	28	10	22	79	286	
		7441	0	0	0	1	0	0	0	6	6	
		7442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7446	34	114	0	0	0	0	0	69	217	
7447	34	50	0	0	0	0	0	44	128			
7448	6	30	10	0	0	0	0	18	64			
7461	9	22	0	0	0	0	0	20	51			
7467	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		TOTAL	1409	3878	124	183	214	12	912	3981	10084	
		MÉDIA	34	90	1	2	2	0	9	99	97	
Gastos	7046	140	226	46	8	29	18	24	277	768		
	7066	172	474	71	22	49	11	16	604	1419		
	7067	340	610	109	45	54	22	59	773	2012		
	7068	209	529	145	47	60	18	5	666	1679		
	7069	250	389	77	45	68	19	31	446	1325		
	7070	254	617	77	48	103	28	13	572	1712		
	7071	234	593	83	52	51	25	12	550	1600		
	7080	198	256	68	56	50	18	0	171	817		
	7083	335	1045	235	76	112	33	287	828	2971		
	7096	171	305	94	9	96	13	0	256	944		
	7099	263	588	110	50	39	12	68	471	1600		
	7100	419	684	90	32	51	31	88	898	2293		
7101	232	371	109	10	47	13	123	619	1524			

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Pres.CNC	Convencionais	Tornos	Paradoras	Rectificadoras	Erão	Bancada	Total
		7102	95	519	121	51	53	39	109	629	1616
		7103	139	436	99	26	41	18	63	722	1544
		7104	113	676	37	23	70	7	55	521	1502
		7118	19	911	124	65	39	25	2	674	1889
		7119	62	805	176	33	66	37	31	709	1919
		7120	3	743	279	16	46	39	5	645	1770
		7121	313	590	0	0	46	4	119	0	1062
		7122	209	297	0	0	5	3	23	0	537
		7124	7	199	9	0	21	1	18	2	257
		7127	402	701	84	30	98	29	166	681	2191
		7128	227	246	53	22	27	4	2	239	820
		7136	372	1231	192	67	68	53	395	1314	3692
		7138	295	311	105	42	18	14	188	419	1392
		7139	203	311	25	25	31	10	36	279	920
		7145	317	954	110	32	79	25	205	1073	2795
		7172	193	312	25	12	21	19	26	360	968
		7184	190	24	0	0	0	1	0	0	215
		7185	278	4	0	0	0	2	2	5	291
		7190	167	485	43	27	41	26	79	537	1405
		7208	159	1044	92	31	63	16	165	740	2310
		7209	92	604	75	63	57	8	172	731	1802
		7210	198	997	125	49	60	8	178	847	2462
		7211	67	766	89	35	56	12	143	778	1946
		7212	274	282	70	32	22	13	25	275	993
		7213	246	223	86	35	19	18	22	252	901
		7218	58	36	0	0	0	0	0	0	94
		7219	279	988	101	23	32	24	107	894	2448
		7220	298	808	168	39	61	20	177	697	2268
		7228	459	1481	59	27	95	28	21	784	2954
		7229	266	569	9	4	54	12	8	244	1166
		7230	322	1383	109	21	44	17	71	541	2508
		7235	297	757	146	43	78	23	225	605	2174
		7239	182	487	53	22	50	4	135	518	1451
		7247	172	477	85	30	53	8	112	709	1646
		7248	247	844	100	39	78	30	258	966	2562
		7249	328	1765	146	98	134	54	335	1665	4545
		7252	265	955	102	35	138	26	134	1035	2680
		7253	421	975	103	20	68	13	263	1023	2886
		7254	313	650	69	29	75	6	111	668	1921
		7256	145	853	28	16	53	22	67	442	1626
		7257	138	91	0	0	0	2	7	0	238
		7259	276	1392	191	9	99	34	167	676	2844
		7267	89	2320	348	140	209	94	9	1605	4814
		7272	454	1025	98	32	35	12	406	438	2500
		7273	158	294	0	5	34	9	16	13	529
		7274	340	432	9	9	36	15	80	245	1166
		7275	252	668	83	31	41	14	194	558	1841
		7289	147	90	51	18	24	14	16	164	524
		7322	61	5	0	0	0	3	0	9	78
		7323	121	9	0	0	0	1	0	0	131
		7324	121	588	64	25	34	20	1	842	1695
		7325	158	314	87	38	7	17	17	741	1379
		7326	284	202	0	0	26	5	0	8	525
		7327	241	29	0	0	0	3	0	0	273
		7328	350	578	136	5	79	19	4	403	1574
		7329	410	752	32	32	30	3	107	12	1378
		7330	55	3	0	0	0	2	0	8	68
		7334	290	562	24	2	25	3	67	383	1356
		7380	499	1656	212	28	140	32	256	1583	4406

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	An. #loc	Molde	Projects	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Geral (continuação)	Gastos	7381	387	1616	225	71	40	33	165	1281	3818	
		7385	500	1104	144	55	15	15	386	690	2900	
		7386	407	992	67	67	40	106	22	61	742	2437
		7392	438	1121	166	166	40	90	43	129	177	2204
		7393	183	498	116	116	59	85	23	164	418	1541
		7394	241	609	31	31	58	63	16	177	525	1780
		7396	221	927	0	0	13	46	7	51	64	1331
		7399	257	192	4	4	0	31	3	0	156	643
		7400	430	1277	124	124	65	122	19	257	1079	3373
		7401	186	1146	81	81	28	114	22	213	822	2612
		7402	207	594	128	128	31	121	14	117	508	1720
		7403	72	622	95	95	17	103	22	110	671	1712
		7413	160	1976	133	133	30	140	27	99	2232	4797
		7416	115	178	37	37	22	23	6	0	125	506
		7418	177	386	2	2	0	70	3	39	35	712
		7419	242	953	153	153	157	111	14	125	739	2514
		7420	168	339	0	0	0	0	3	8	10	528
		7422	202	684	74	74	3	71	10	26	414	1484
		7425	293	560	51	51	49	50	12	63	460	1538
		7426	171	343	3	3	0	0	6	0	12	535
		7431	262	1186	80	80	31	38	13	129	418	2157
		7433	228	132	0	0	0	4	6	0	2	372
		7434	254	493	60	60	22	63	11	162	540	1605
		7438	144	1940	35	35	108	107	44	160	1564	4162
		7441	188	593	66	66	7	97	18	48	421	1438
		7442	355	1503	69	69	91	26	27	116	462	2649
		7446	31	2396	230	230	83	141	28	245	1375	4520
		7447	52	1213	65	65	10	54	20	32	389	1835
		7448	80	1680	83	83	59	188	31	94	725	2940
		7461	205	469	75	75	6	47	8	30	352	1192
		7467	309	1476	101	101	16	80	22	250	338	2592
		TOTAL		226	708	81	31	57	18	94	537	1753
		Tempo Média	7046	140	226	46	6	29	18	24	277	766
			7066	172	472	71	22	49	11	16	602	1415
			7067	339	603	109	45	53	22	39	766	1996
7068	196		502	145	45	60	18	0	609	1575		
7069	250		383	77	45	68	19	31	434	1307		
7070	254		616	77	48	103	28	13	569	1707		
7071	234		593	83	52	51	25	12	544	1594		
7080	198		256	68	56	50	18	0	171	817		
7083	150		599	255	44	78	33	142	481	1782		
7086	171		305	94	9	96	13	0	253	941		
7089	260		583	110	49	39	12	68	465	1585		
7100	406		665	90	32	51	31	88	867	2230		
7101	215		347	109	10	47	13	118	583	1442		
7102	92		511	121	51	53	39	109	606	1581		
7103	126		387	99	26	41	18	63	685	1445		
7104	96		649	36	22	70	7	51	456	1387		
7118	19		910	124	64	39	25	2	666	1848		
7119	62		805	176	33	66	37	31	709	1919		
7120	0		740	273	10	44	39	5	639	1750		
7121	246		398	0	0	46	4	51	0	745		
7122	209		297	0	0	5	3	23	0	537		
7124	2		192	9	0	21	0	18	0	242		
7127	363		595	82	30	76	29	132	592	1899		
7128	227	246	53	20	27	4	2	238	817			
7136	372	1228	189	67	68	53	395	1285	3656			
7138	290	293	105	38	18	14	167	398	1323			
7139	203	311	25	19	31	10	36	276	910			

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornas	Paradoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
		7145	305	906	110	28	79	25	176	998	2627
		7172	187	303	25	12	21	19	26	347	940
		7184	190	24	0	0	0	1	0	0	215
		7185	278	4	0	0	0	2	2	5	291
		7190	150	448	43	27	41	26	79	484	1298
		7208	141	1026	92	31	63	16	135	685	2209
		7209	84	598	72	63	57	8	168	709	1789
		7210	190	990	123	49	60	8	174	820	2414
		7211	59	760	89	35	56	12	139	750	1900
		7212	274	281	70	32	22	13	25	271	987
		7213	246	221	86	29	19	18	22	250	891
		7218	58	36	0	0	0	0	0	0	94
		7219	274	980	101	23	32	24	107	856	2397
		7220	281	782	168	39	61	20	174	649	2174
		7228	453	1457	59	27	95	28	21	782	2922
		7229	260	569	9	2	54	12	8	243	1157
		7230	322	1383	109	21	44	17	71	540	2507
		7235	297	757	146	39	78	23	223	599	2161
		7239	182	482	52	22	50	4	135	510	1436
		7247	172	470	85	29	53	8	112	705	1634
		7248	247	843	100	38	78	30	208	939	2483
		7249	328	1764	146	98	134	54	354	1631	4508
		7252	227	882	102	34	138	26	80	911	2399
		7253	299	931	103	20	68	13	253	946	2733
		7254	276	590	69	29	65	6	105	473	1613
		7256	145	845	28	12	53	22	67	436	1608
		7257	138	91	0	0	0	2	7	0	236
		7259	276	1392	191	9	99	34	164	670	2835
		7267	89	2313	343	140	209	94	9	1595	4792
		7272	220	660	41	0	0	12	348	40	1321
		7273	158	294	0	5	34	9	16	13	529
		7274	324	414	9	9	36	15	77	210	1094
		7275	245	625	83	29	41	14	166	512	1715
		7289	147	88	51	18	24	14	16	161	519
		7322	61	5	0	0	0	3	0	9	78
		7323	121	9	0	0	0	1	0	0	131
		7324	121	578	60	24	31	20	1	810	1645
		7325	113	238	87	38	7	17	17	603	1120
		7326	284	202	0	0	26	5	0	7	524
		7327	241	29	0	0	0	3	0	0	273
		7328	285	482	136	3	79	19	4	286	1294
		7329	410	752	32	32	30	3	107	12	1378
		7330	55	3	0	0	0	2	0	8	68
		7334	267	458	24	2	25	3	7	233	1019
		7380	423	1532	211	27	98	32	243	1474	4049
		7381	387	1613	224	71	40	33	165	1242	3774
		7385	458	973	144	55	15	15	302	574	2536
		7386	295	950	67	40	106	22	46	676	2302
		7392	438	1121	166	40	90	43	129	177	2204
		7393	183	492	116	55	85	23	164	352	1470
		7394	216	606	31	58	63	16	149	343	1482
		7396	221	927	0	15	46	7	51	64	1331
		7399	257	192	4	0	31	3	0	156	643
		7400	430	1272	124	63	122	19	257	1060	3349
		7401	177	1138	81	20	114	22	207	814	2573
		7402	195	590	128	28	121	14	117	497	1690
		7403	66	620	86	14	103	22	110	660	1681
		7413	119	1890	131	28	136	27	96	2124	4550
		7416	111	170	37	22	23	6	0	119	488

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Geral (continuação)	Tempo Médio	7418	141	309	2	0	70	3	0	0	525
		7419	226	932	153	157	111	14	113	734	2440
		7420	157	303	0	0	0	3	8	0	471
		7422	200	679	74	3	71	10	26	410	1473
		7425	279	543	50	48	50	12	57	442	1481
		7426	149	287	3	0	0	6	0	0	445
		7431	232	1100	80	31	33	13	129	367	1985
		7433	228	132	0	0	4	6	0	2	372
		7434	254	493	60	22	63	11	162	539	1604
		7438	112	1849	15	104	79	34	138	1485	3816
		7441	188	593	66	7	97	18	48	416	1432
		7442	355	1503	69	91	26	27	116	462	2649
		7446	0	2282	230	83	141	28	245	1306	4315
		7447	18	1163	65	10	54	20	32	345	1707
		7448	74	1650	73	59	188	31	94	707	2876
		7461	196	447	75	6	47	8	30	332	1141
		7467	309	1476	101	16	80	22	250	338	2592
MEDIA		214	684	81	30	56	18	87	506	1675	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Greilha Auto-Falante	OA+NC	7055	0	3	2	3	0	0	10	18	35
		TOTAL	0	3	2	3	0	0	10	18	35
		MÉDIA	0	3	2	3	0	0	10	18	35
	Gcustos	7055	191	267	21	16	47	11	137	270	960
		MEDIA	191	267	21	16	47	11	137	270	960
		Tempo Médio	7055	191	264	19	14	47	11	127	253
MEDIA		191	264	19	14	47	11	127	253	925	

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Nódo-dpo	Análise	Móde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Ox+NC	7077	6	69	0	0	0	0	0	46	178	379
	7137	148	179	40	24	0	0	0	51	187	628
	7142	6	31	0	7	7	0	0	10	83	154
	7150	3	13	1	6	2	0	0	6	22	49
	7151	1	11	0	0	0	0	0	0	18	44
	7238	117	63	10	5	10	6	6	6	44	261
	7269	3	446	0	1	75	0	0	308	393	1282
	7282	5	19	0	0	0	0	0	2	25	51
	7284	0	12	0	0	0	0	0	0	31	53
	7336	5	5	0	0	0	0	0	1	12	23
	7342	3	0	0	16	0	0	0	4	14	34
	7343	3	5	0	0	0	0	0	0	31	34
	7347	88	100	10	18	0	0	0	2	114	302
	7369	7	18	0	0	0	0	0	0	27	83
	7370	3	21	1	6	0	0	0	3	45	84
	7388	3	10	0	5	0	0	0	5	41	64
	7398	27	44	0	0	0	0	0	5	61	137
	7411	2	6	8	0	0	0	0	0	7	23
	7444	2	2	4	0	0	0	0	0	2	14
	7445	3	0	0	0	0	0	0	0	7	7
TOTAL		61	1051	74	88	94	6	6	509	1336	3630
MÉDIA		33	53	4	4	5	0	0	25	67	181
Grilha Frontal	7077	130	851	89	28	8	36	87	652	1941	
	7137	480	1855	165	85	152	20	666	1485	4988	
	7142	401	1967	117	67	113	20	492	1396	4285	
	7150	553	1781	122	60	162	29	481	1056	4254	
	7151	130	1517	96	60	139	53	401	1364	3752	
	7238	255	792	137	29	39	18	63	556	1989	
	7269	499	1491	75	65	52	33	1311	1136	4641	
	7282	525	737	104	68	86	8	241	553	2322	
	7284	361	801	105	61	72	17	136	573	2116	
	7336	252	717	14	4	27	7	19	286	1336	
	7342	734	1457	298	82	52	47	187	1273	4180	
	7343	585	1237	99	34	49	16	49	1177	3186	
	7347	466	2089	307	131	125	23	104	1052	4297	
	7369	544	1151	69	93	113	41	59	690	2730	
	7370	288	1240	70	55	84	27	533	974	3271	
	7388	287	1053	83	39	47	9	86	1064	2788	
	7398	314	1248	77	40	98	22	288	780	2867	
	7411	259	708	39	12	44	12	160	414	1648	
	7444	232	842	77	9	56	17	160	352	1715	
	7445	146	589	82	58	25	11	641	293	1645	
TOTAL		367	1207	111	54	78	23	308	856	3065	
Tempo Médio	7077	154	782	96	28	8	36	41	474	1612	
	7137	302	1677	125	61	152	20	615	1299	4280	
	7142	385	1916	117	60	108	20	482	1313	4401	
	7150	553	1769	122	54	160	29	475	1035	4286	
	7151	119	1306	98	60	139	53	401	1346	3722	
	7238	138	730	127	24	49	12	57	512	1669	
	7269	488	1046	75	64	0	33	943	744	3342	
	7282	520	718	104	68	86	8	239	529	2272	
	7284	361	789	105	61	72	17	136	542	2063	
	7336	266	712	14	4	27	7	19	275	1383	
	7342	734	1457	298	66	52	47	183	1259	4066	
	7343	585	1232	99	34	49	16	49	1147	3181	
	7347	468	1989	297	113	125	23	102	939	3986	
	7369	397	1133	69	93	113	41	39	604	2789	
	7370	280	1220	69	49	84	27	530	929	3188	
	7388	299	1084	83	34	47	9	81	1024	2640	

Módulo-tipo	Análise	Mold	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Grupos Frontais (continuação)		7388	287	1204	77	40	38	22	183	719	2730
		7411	257	702	31	12	44	12	60	407	1625
	Tempo Médio	7444	208	840	73	9	56	17	60	350	1706
		7445	146	589	82	58	25	11	641	286	1838
		MÉDIA	340	1155	108	50	75	23	183	789	2825

Módulo-tipo	Análise	Mold	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Grupos Páris-Itano		7245	30	93	3	2	0	0	20	65	212
	OA-NC	TOTAL	30	93	3	2	0	0	20	65	212
		MÉDIA	30	93	3	2	0	0	20	65	212
	Geometrias	7245	53	1240	99	43	02	4	69	1031	3123
		MÉDIA	53	1240	99	43	02	4	69	1031	3123
	Tempo Médio	7245	30	1147	96	43	02	4	49	966	2908
	MÉDIA	50	1147	96	43	02	4	49	966	2908	

Módulo-tipo	Análise	Mold	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Injeção Gás		7107	25	61	0	23	10	4	0	79	208
		7135	278	439	30	79	32	0	52	573	1480
	OA-NC	TOTAL	303	500	30	102	42	4	52	652	1688
		MÉDIA	151	250	15	51	21	2	26	326	844
	Geometrias	7107	298	468	66	56	47	27	36	623	1659
		7135	668	3019	272	149	59	64	483	2230	7045
		MÉDIA	480	1744	169	103	23	46	260	1427	4332
	Tempo Médio	7107	268	407	66	33	77	23	36	544	1454
		7135	39	2581	242	70	27	64	431	1658	5560
	MÉDIA	329	1494	154	52	02	44	134	1101	3308	

Módulo-tipo	Análise	Mold	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Injeção sobre PVC (com Lanete)		7108	3	13	1	10	11	0	17	24	79
		7109	7	52	0	2	0	0	42	73	128
		7223	20	68	0	0	0	0	0	82	166
		7224	20	77	3	0	4	0	0	90	194
		7225	18	43	5	1	0	0	0	57	121
		7226	5	26	0	2	0	0	0	16	49
		7227	6	8	0	0	1	0	6	16	37
		TOTAL	79	285	9	15	16	0	65	387	821
		MÉDIA	11	41	1	2	2	0	9	51	118
		7108	798	1996	422	185	30	46	174	1382	5134
		7109	747	2073	238	147	36	23	128	2178	5069
		7223	636	2991	252	117	64	73	195	1769	6297
		7224	591	2718	202	92	40	66	158	1553	5529
		7225	502	2459	456	73	49	49	19	1710	5357
		7226	312	692	135	115	72	9	142	594	2166
		7227	302	632	129	99	32	14	212	503	1980
		MÉDIA	556	1937	261	118	18	40	204	1383	4617
		7108	798	1983	421	175	19	46	157	1338	5055
		7109	740	2022	238	145	36	23	126	2106	5085
		7223	616	2924	252	117	64	73	195	1688	6128
	7224	571	2642	199	92	36	66	158	1463	5327	
	7225	485	2416	451	72	49	49	19	1654	5234	
	7226	307	667	135	113	72	9	142	573	2118	
	7227	298	624	129	99	31	14	206	487	1946	
	MÉDIA	544	1897	259	116	15	40	95	1333	4459	

Moldo-tipo	Análise	Moldo	Projeto	Fres.CNC	Conhecionalis	Torneis	Paradorn	Rectificadora	Ernião	Bancada	Total
Injeção sobre PVC (com Luqueta/Agulha ou Piston.)	OA+NC	71.43	21	38	0	0	2	0	0	32	93
		TOTAL	21	38	0	0	2	0	0	32	93
		MÉDIA	21	38	0	0	2	0	0	32	93
	Tempo	71.43	704	2753	380	139	173	34	51	1554	5892
		MÉDIA	704	2753	380	139	173	34	51	1554	5892
		Mélio	71.43	383	2755	380	139	172	34	51	1525
MÉDIA	383	2755	380	139	172	34	51	1525	5900		

Moldo-tipo	Análise	Moldo	Projeto	Fres.CNC	Conhecionalis	Torneis	Paradorn	Rectificadora	Ernião	Bancada	Total
Injeção sobre Tereite (com Luqueta)	OA+NC	72.32	16	30	0	0	0	1	4	50	124
		72.33	8	42	4	7	4	4	0	77	145
		73.30	6	14	0	0	0	0	0	5	25
		73.39	12	22	0	0	0	0	0	22	56
		TOTAL	42	108	4	7	4	4	4	159	349
	MÉDIA	11	32	1	2	1	1	1	38	87	
	Gastos	72.32	433	1524	280	8	137	24	26	918	3491
		72.33	334	1897	228	91	87	24	79	1011	3387
		73.38	907	296	173	46	102	23	29	729	2402
		73.39	291	59	167	66	36	13	61	655	2348
		MÉDIA	366	1219	214	53	91	22	41	830	2875
	Tempo	72.32	417	1474	286	8	137	25	152	869	3368
		72.33	326	1456	225	84	83	23	79	941	3213
		73.38	901	82	173	46	102	23	29	724	2377
73.39		279	57	167	66	36	13	61	634	2193	
MÉDIA		356	1187	213	51	90	23	40	792	2787	

Moldo-tipo	Análise	Moldo	Projeto	Fres.CNC	Conhecionalis	Torneis	Paradorn	Rectificadora	Ernião	Bancada	Total
Injeção sobre TPO (com Luqueta)	OA+NC	71.32	0	1	0	0	0	0	0	12	13
		TOTAL	0	1	0	0	0	0	0	12	13
		MÉDIA	0	1	0	0	0	0	0	12	13
	Tempo	71.32	310	665	40	26	91	1	17	467	1531
		MÉDIA	310	665	40	26	91	1	17	467	1531
		Mélio	71.32	310	664	40	26	91	1	17	456
MÉDIA	310	664	40	26	91	1	17	456	1519		

Moldo-tipo	Análise	Moldo	Projeto	Fres.CNC	Conhecionalis	Torneis	Paradorn	Rectificadora	Ernião	Bancada	Total
Medalhões	OA+NC	71.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		71.95	0	3	2	0	0	0	0	0	16
		71.96	14	36	0	0	0	0	0	13	60
		72.04	90	82	2	18	6	0	68	133	499
		73.32	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		TOTAL	104	121	2	18	6	0	68	133	704
	MÉDIA	21	30	1	4	1	0	16	43	119	
	Gastos	71.98	230	233	0	0	79	1	0	3	546
		71.95	83	35	0	0	0	1	0	0	119
		71.96	149	705	120	55	79	22	40	481	1851
		72.04	455	1309	223	11	49	43	234	978	3302
		73.32	295	1253	278	79	74	53	369	780	3178
		MÉDIA	342	687	124	29	56	23	129	448	1739
	Tempo	71.98	230	233	0	0	79	1	0	3	546
		71.95	83	32	0	0	0	1	0	0	116
		71.96	135	439	120	55	79	22	17	421	1488
		72.04	365	1327	222	0	43	43	366	845	2711
73.32		295	1253	278	79	74	53	369	776	3174	
MÉDIA		222	637	124	27	55	23	112	409	1589	

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Painel Porta c/ Submarino	OA+NC	7078	2	13	1	1	3	0	3	22	43
		7079	8	15	1	1	0	0	0	21	45
		7110	1	52	0	0	0	0	13	26	91
		7111	0	8	0	0	0	0	1	24	33
		7112	1	0	0	0	0	0	0	14	15
		7113	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7116	3	7	0	0	0	0	6	51	66
		7117	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	14	94	1	2	3	0	13	157	293	
	MÉDIA	2	12	0	0	0	0	3	20	37	
	Gcustos	7078	370	1232	235	19	58	17	212	1100	3243
		7079	65	1222	174	76	73	38	252	1040	2940
		7110	234	1294	243	91	114	44	310	1009	3339
		7111	80	1200	170	65	107	48	319	1363	3352
		7112	222	1021	196	70	86	38	288	880	2801
		7113	97	656	129	41	25	23	254	41	1266
		7116	145	834	137	95	116	37	275	1103	2742
		7117	212	689	54	11	23	6	242	5	1242
	MÉDIA	178	1019	167	59	75	31	269	818	2616	
Tempo Médio	7078	368	1219	235	18	56	17	210	1079	3200	
	7079	57	1207	174	75	73	38	252	1019	2895	
	7110	234	1243	243	91	114	44	297	983	3248	
	7111	80	1192	170	65	107	48	318	1340	3320	
	7112	221	1021	196	70	86	38	288	866	2786	
	7113	97	656	129	41	25	23	254	41	1266	
	7116	143	828	137	95	116	37	269	1052	2676	
	7117	212	689	54	11	23	6	242	5	1242	
MÉDIA	176	1007	167	58	75	31	266	798	2579		

Moldo-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tomos	Paradoms	Rectificadora	Erosão	Bancada	Total
Painel Porta Doçim Extrusão	OA+NC	7057	3	18	8	6	0	4	0	61,5	100,5
		7357	26	51	6,5	1,5	0	0	18	123,5	130,5
		7358	26	73	6,5	15,5	1,5	0	20	121,5	261
		7351	35	11,4	0	6	0	0	90	1,8	357
		7352	18	107	0	6	3	0	90	76	294
		7353	35	122,5	1	6	7	0	100	81,5	359
		7354	23	109	0	0,5	0	0	92	79	203,5
		7355	39	180,5	0	2	0	0	85	163,5	425
		7356	30	142	0	6	0	0	93	141	406
		7371	49	15,5	0	6	0	0	93	182,5	493,5
		7372	49	156	0	12	0	0	89	175	481
		7374	17	15	0	6	1	0	90	16,5	190,5
		7375	8	13,5	0	3	0	0	0	30,5	57
	7376	8	164,5	0	2	0	0	12	55	181,5	
	7377	8	39,5	2	1,5	0	0	12	12	185	
	TOTAL		374	1288,5	18	46	12,5	4	1191	1561	4475
	MÉDIA		24,9	99,6	1,2	3,1	0,8	0,3	73,4	104,1	198,3
	Gesso	7057	605	3578	278	162	257	33	639	3366	4828
		7357	647	1296	267	79	166	22	908	2052	5037
		7358	92	1406	172	31	78	25	331	1412	1547
7351		238	1255	146	44	67	43	154	1551	1488	
7352		148	1285	143	47	167	31	203	1356	1380	
7353		222	1047	147	24	85	31	388	2023	4367	
7354		564	1824	98	49	91	41	493	1380	4510	
7355		220	1347	91	31	90	44	230	1374	2447	
7356		290	1518	95	26	125	27	286	839	3226	
7371		133	1553	95	22	117	30	496	1201	1647	
7372		646	1968	108	40	122	11	614	1194	4403	
7374		375	1771	143	17	147	44	496	1471	4434	
7375		466	2422	130	73	96	38	573	1325	5123	
7376	555	1927	202	44	73	28	262	1444	4225		
7377	297	1968	216	38	60	27	214	1633	4053		
MÉDIA		367	1991	153	44	119	32	401	1576	4384	
Tempo Molde	7057	602	3560	270	162	257	29	639	3299	4728	
	7357	621	1245	267	78	166	22	490	1529	4817	
	7358	66	1333	166	19	77	25	311	1291	1286	
	7351	203	1141	146	44	67	43	64	1433	1141	
	7352	130	1178	143	47	164	31	113	1280	1086	
	7353	187	1125	146	24	78	31	482	1936	4008	
	7354	541	1715	98	49	91	41	491	1301	4207	
	7355	181	1309	91	29	90	44	165	1214	1022	
	7356	260	1976	95	26	123	27	193	7,8	1820	
	7371	84	1998	95	13	117	30	493	1014	1154	
	7372	897	1512	108	28	122	11	826	1019	2922	
	7374	358	1756	143	17	196	44	105	1455	4074	
	7375	458	2400	130	68	96	38	573	1295	5066	
7376	547	1923	202	42	73	28	250	1389	4054		
7377	289	1929	214	37	60	27	202	1511	1868		
MÉDIA		342	1900	152	41	119	31	328	1472	4085	

Moldes tipo	Anillo	Mold	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Oa+NC		7088	4	3.5	0	0	0	0	0	26.75	40.25
		7089	4	6	0	0	0	0	0	73.25	83.25
		7090	0	2.5	1	6	0	1	0	15	25.5
		7091	1	1.5	0	7	0	0	0	16.5	26
		7180	6	33.5	0	2	0	0	1.5	42.5	75.5
		7181	7	46	2.5	7	0	0	14.5	48	128
		7191	40	98	0	0	2	0	57	184	381
		7192	32	83	0	0	0	0	40	178.5	353.5
		7193	14	70.5	0	9.5	3	0	2.5	107.5	207
		7194	0	7.5	0	4	0	0	6	55.5	63
		7200	119	283.5	1	8.5	0	0	8	332.5	828.5
		7201	84	196	1	2	0	0	20	224	537
		7240	1	3.5	0	2.5	0	0	0	17	34
		7241	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7242	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUB TOTAL	412	751	5.5	48.5	3	1	240.5	1481	2756.5	
	MÉDIA	20.8	36.7	0.4	3.2	0.3	0.1	164	88.7	186.6	
Parcela Parte Normal	Gastos	7088	236	197	48	37	45	32	218	891	2300
		7089	75	135	52	36	71	34	197	1108	2308
		7090	308	142	91	49	31	42	103	906	2372
		7091	47	639	84	44	38	20	80	917	1898
		7180	319	698	126	55	63	29	293	1368	3921
		7181	303	193	131	60	116	33	382	1364	3792
		7191	471	1734	201	85	146	54	346	1787	4823
		7192	101	2243	169	86	162	41	368	1842	5005
		7193	433	1765	147	89	132	27	344	1833	4770
		7194	147	828	217	90	144	27	368	1864	4680
		7200	790	2215	147	95	153	47	334	1966	5777
		7201	211	2048	165	91	115	38	328	2153	5145
		7240	532	2357	225	93	199	36	575	1806	5824
		7241	54	1	0	0	0	0	1	8	64
		7242	30	39	9	0	3	0	21	47	140
	MÉDIA	274	1857	121	61	95	31	268	1306	3577	
Tempo Médio	7088	292	188	48	37	45	32	218	864	2320	
	7089	71	129	52	36	71	34	197	1035	2228	
	7090	308	140	90	43	31	41	103	891	2347	
	7091	46	488	84	37	38	20	80	901	1872	
	7180	313	675	126	53	63	29	292	1326	3876	
	7181	290	1947	129	53	116	33	368	1310	3657	
	7191	431	1636	201	85	144	54	288	1603	4442	
	7192	69	1160	169	86	162	41	368	1664	4022	
	7193	419	1695	147	80	129	27	342	1726	4563	
	7194	147	811	217	90	144	27	337	1809	4557	
	7200	671	1932	146	97	153	47	250	1664	4949	
	7201	127	852	164	89	115	38	308	1919	4608	
	7240	531	2344	225	91	199	36	575	1789	5790	
	7241	54	1	0	0	0	0	1	8	64	
	7242	30	39	9	0	3	0	21	47	140	
	MÉDIA	254	1800	120	57	94	31	246	1237	3341	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projeto	FresCNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Fino Choques	QA+NC	7014	6	8	2	14	6	0	6	29	63
		TOTAL	6	8	2	14	6	0	6	29	63
		MÉDIA	0,0	11,0	2,0	14,0	0,0	0,0	0,0	29,0	63,0
	Tempo Médio	7043	478	2319	243	74	163	63	35	1746	5057
		MÉDIA	478	2319	243	74	163	63	35	1746	5057
		MÉDIA	478	2301	243	63	163	63	35	1711	4994

Molde-tipo	Análise	Molde	Projeto	FresCNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Peça Superior Pinal Pora	QA+NC	7002	132	280	0	13	3	0	1,4	282	823
		7003	155	250	0	4	4	0	162	286	975
		7031	11	151	0	0	6	0	71	267,5	590,5
		7060	2	1,5	7	15	4,5	0	3	31	70
		TOTAL	300	728,5	7	32	14,5	0	100	866,5	2258,5
		MÉDIA	94,0	182,1	2,2	8,0	3,8	0,0	30,5	216,5	699,6
	Tempo Médio	7002	363	1,21	140	166	73	23	194	833	1790
		7003	210	411	37	3	6	6	1,4	96	807
		7031	247	1,05	135	38	59	15	264	766	1563
		7060	279	464	69	28	166	9	61	572	1588
		MÉDIA	265	793	95	44	72	13	143	567	1982
		MÉDIA	171	811	140	93	68	23	80	551	1967
Tempo Médio	7003	15	181	37	6	82	6	6	0	381	
	7031	176	924	135	38	59	15	113	499	1973	
	7060	277	467	62	13	162	9	58	541	1518	
	MÉDIA	175	611	94	35	67	13	68	398	1452	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projeto	FresCNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Peça Luvas	QA+NC	7062	54	52,5	0	13	2	0	4	82	191,5
		7063	41	30	0	6	6	0	1	69,2	141,5
		7078	9	7	2	6	6	0	4	19	41
		7079	30	126	0	6	25	0	27	195	424
		7077	6	3	0	6	6	0	6	0	0
		TOTAL	134	215,5	2	13	28	0	41	365,5	798
	MÉDIA	24,0	43,1	0,4	2,6	5,6	0,0	8,0	73,1	159,6	
	Tempo Médio	7062	403	1417	99	85	129	33	185	1061	2453
		7063	343	598	145	54	56	21	187	784	1633
		7078	367	683	173	61	8	8	85	128	1526
		7079	2,1	460	47	33	58	12	65	420	1293
		7077	15	3	0	6	6	1	6	0	26
MÉDIA		264	71,0	93	47	79	1,5	166	479	1786	
Tempo Médio	7062	319	1803	99	73	127	33	187	979	2262	
	7063	362	568	145	53	95	21	186	715	2492	
	7078	298	676	171	61	8	8	81	109	1485	
	7079	161	324	47	33	32	12	38	225	869	
	7077	15	3	0	6	6	1	6	0	26	
	MÉDIA	217	617	93	45	67	1,6	98	406	1622	

Mold. tipo	Análise	Mold	Projeto	Pro.CNC	Comerciais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Forno Pés	O A+NC	7444	0	14,5	0	0	0	0	0	11	25,5
		7448	0	0	0	1	0,5	0	0	13	14,5
		7121	15	32	5	0	0	1	20	85,5	158,5
		7437	20	20	0	0	0	0	0	29	69
		TOTAL	35	66,5	5	1	0,5	1	20	139,5	267,5
		MÉDIA	8,8	16,6	1,3	0,3	0,1	0,3	5,0	34,5	66,9
	Gastos	7444	251	1841	133	46	169	56	447	162	4585
		7448	367	1711	196	61	42	68	285	1492	4222
		7121	249	918	99	38	82	28	49	826	2303
		7437	298	789	83	51	22	9	17	344	1513
		MÉDIA	291	1315	133	54	79	40	200	1046	3156
		Tempo Médio	7444	251	1827	183	46	169	56	447	1611
	7448	367	1711	196	60	42	68	285	1479	4208	
	7121	234	886	94	38	82	27	29	731	2145	
	7437	278	769	83	51	22	9	17	215	1444	
MÉDIA	283	1298	132	54	79	40	195	1011	3089		

Mold. tipo	Análise	Mold	Projeto	Pro.CNC	Comerciais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Forno de Forno	O A+NC	7499	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		7490	0	3	0	0	1	0	0	3	7
		7493	5	17,5	2	0	0	0	0	38	82,5
		7494	5	9	0	0	0	0	0	46	60
		7386	9	27	0	0	0	0	0	42	78
		7387	30	38	6	0	15	0	0	28	117
	TOTAL	49	96,5	8	0	15	0	0	174	345,5	
	MÉDIA	8,2	15,9	1,3	0,2	2,5	0,0	0,5	29,3	37,6	
	Gastos	7499	228	476	101	47	68	7	118	313	1358
		7490	188	223	53	24	49	19	156	383	1095
		7493	241	321	90	30	48	5	32	181	940
		7494	134	171	11	11	29	16	0	165	541
		7386	250	0	0	1	0	1	0	0	252
		7387	116	1	3	0	0	0	5	0	125
	MÉDIA	193	199	43	19	32	9	51	175	720	
Tempo Médio	7499	228	475	101	47	68	7	118	313	1357	
	7490	188	220	53	23	49	19	153	383	1090	
	7493	236	304	88	30	48	5	32	125	868	
	7494	129	162	11	11	29	16	0	123	481	
	7386	241	0	0	1	0	1	0	0	243	
	7387	86	0	0	0	0	0	5	0	91	
MÉDIA	185	193	42	19	32	9	51	157	688		

Mold. tipo	Análise	Mold	Projeto	Pro.CNC	Comerciais	Tornos	Furadoras	Retificadoras	Erosão	Bancada	Total
Reforço Arco Guarda-Luzes	O A+NC	7360	6	18	0	1	8	0	3	37	73
		7361	2	11,5	0	7	4	0	7	14	45,5
		TOTAL	8	29,5	0	8	12	0	10	51	118,5
		MÉDIA	4,0	14,8	0,0	4,0	6,0	0,0	5,0	25,5	59,3
	Gastos	7360	419	716	72	31	86	23	33	122	2691
		7361	304	575	134	45	130	8	71	615	1886
		MÉDIA	362	646	103	38	108	16	52	926	2244
	Tempo Médio	7360	413	698	72	30	78	23	30	118	2528
		7361	302	564	134	38	126	8	64	605	1841
		MÉDIA	358	631	103	34	102	16	47	895	2194

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Reforço Consola	OA+NC	7106	28	50	0	5	0	0	20	101.5	204.5
		7292	21	27	2	0	0	0	10	50.5	110.5
		7293	27	29	0	2	0	0	6	69	133
		7429	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL	76	106	2	7	0	0	36	221	448
	MÉDIA	19.0	26.5	0.5	1.8	0.0	0.0	9.0	55.3	112.0	
	Gcustos	7106	396	960	64	42	33	35	123	978	2631
		7292	542	1915	100	96	76	32	451	1657	4869
		7293	274	2124	102	53	77	41	389	1874	4934
		7429	125	0	0	0	0	4	0	0	129
		MÉDIA	334	1250	67	48	47	28	241	1127	3141
	Tempo Médio	7106	368	910	64	37	33	35	103	877	2427
		7292	521	1888	98	96	76	32	441	1607	4759
		7293	247	2095	102	51	77	41	383	1805	4801
		7429	125	0	0	0	0	4	0	0	129
MÉDIA		315	1223	66	46	47	28	232	1072	3029	

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Reforço Painel Instrumentos	OA+NC	7064	52	68.5	0	1	8	0	40	115	284.5	
		7410	55	134.5	0	0	23	0	9	107	328.5	
		TOTAL	107	203	0	1	31	0	49	222	613	
		MÉDIA	53.5	101.5	0.0	0.5	15.5	0.0	24.5	111.0	306.5	
		Gcustos	7064	587	1434	242	77	145	25	177	835	3522
	7410		369	854	41	85	73	28	261	770	2481	
	MÉDIA		478	1144	142	81	109	27	219	803	3002	
	Tempo Médio		7064	535	1366	242	76	137	25	137	720	3238
			7410	314	720	41	85	50	28	252	663	2153
		MÉDIA	425	1043	142	81	94	27	195	692	2695	

Modelo-tipo	Análise	Modelo	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Turnos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
Reforço Filas-Choque	OA+NC	7074	4	17	0	18	0	1	0	5	38	
		7076	0	13	0,5	0	1	0	0	17,5	32	
		7141	42	72	0	0	10	0	0	55	175	
		7152	16	17	0	3,5	0	0	0	30	27	90,5
		7153	0	5	0	0	0	0	0	0	10	12
		7215	424	554	0,5	8	128	0	146	522,5	1759	
		7234	8	27,5	0	5	0	0	7	28,5	76	
		7264	59	165	2	3,5	4	0	28	131	333,5	
		7414	25	68	0	24	16	0	40	118	291	
		7421	17	74	0	0	0	0	6	74	66	
		7424	18	42	0	0	0	0	0	33	93	
	TOTAL	698	914,5	3	56	159	1	287	975,5	2964		
	MÉDIA	25,3	82,2	0,3	5,4	14,5	0,1	23,4	88,1	209,5		
	Gastos	7074	321	1238	72	49	156	29	770	778	3418	
		7076	345	781	114	50	81	26	46	520	1960	
		7141	286	888	61	36	38	13	95	854	2208	
		7152	245	1975	152	90	35	26	563	1034	4129	
		7153	180	58	73	27	44	8	287	337	669	
		7215	93	4679	257	116	274	54	913	3394	9980	
		7234	352	984	107	40	93	15	373	991	2957	
		7264	495	1199	200	64	87	57	327	840	3229	
		7414	431	1933	91	22	181	37	544	1184	4423	
		7421	272	311	0	0	0	2	0	4	586	
		7424	230	783	63	12	11	11	43	184	1337	
	TOTAL	292	1341	108	46	91	25	360	951	3259		
Tempo Médio	7074	317	1228	72	31	156	28	770	771	3375		
	7076	345	768	114	50	80	26	46	501	1938		
	7141	244	746	61	36	28	13	95	795	2022		
	7152	229	1998	152	90	35	26	533	1007	4030		
	7153	180	514	73	27	44	8	287	327	1660		
	7215	0	4155	257	108	146	54	767	3079	8868		
	7234	344	957	107	35	93	15	366	961	2888		
	7264	436	1054	198	64	83	57	299	701	2895		
	7414	406	1855	91	0	165	37	504	1096	4134		
	7421	230	297	0	0	0	2	0	0	515		
	7424	212	741	63	12	11	11	43	151	1241		
MÉDIA	267	1228	108	41	76	25	337	870	3023			
Reforço Tampa da Máquina	OA+NC	7051	0	0	0	0	0	0	0	3	9	
		TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	3	9	
		MÉDIA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	9,0	
	Gastos	7051	148	514	50	32	42	36	18	511	1352	
		MÉDIA	148	514	50	32	42	36	18	511	1352	
		TOTAL	148	514	50	32	42	36	18	511	1352	
Tempo Médio	7051	148	508	50	32	42	36	18	505	1340		
	MÉDIA	148	508	50	32	42	36	18	505	1340		

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total	
OA+NC	7130	100	149	0	2	0	0	0	24	217	492	
	7131	96	155.5	0	0	0	0	0	36	218	505.5	
	7216	68	71	1.5	30	0	0	0	30	57	257.5	
	7263	55	77	2	14	0	2.5	0	0	94.5	245	
	7265	7	11.5	0	5.5	0	0	0	0	50.5	74.5	
	7266	22	64	0	6.5	12	0	0	0	56.5	161	
	7268	10	11	0	1	0	0	0	0	21.5	43.5	
	7404	0	0	1	1	2	0	0	0	14	18	
	7405	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
	7443	10	11	0	4	0	0	0	0	4	29	
	TOTAL	368	589	4.5	64	14	2.5	90	735	1828		
	MÉDIA	36.8	55.0	0.5	6.4	1.4	0.3	9.0	73.5	182.8		
	Spoiler	Custos	7130	395	1109	131	45	89	22	64	1059	2914
			7131	59	1122	170	25	30	39	41	926	2412
			7216	63	1932	219	84	100	38	61	1793	4290
7263			262	1169	100	43	52	49	51	1033	2759	
7265			546	2931	320	136	230	50	288	2634	7135	
7266			461	2444	263	66	177	58	75	2218	5762	
7268			154	1210	139	42	26	32	52	909	2564	
7404			257	1018	169	66	32	25	110	996	2673	
7405			98	1045	169	17	17	27	115	549	2037	
7443			235	469	0	24	0	2	0	8	738	
TOTAL			253	1445	168	55	75	34	86	1213	3328	
Tempo Médio	7130	295	960	131	43	89	22	40	842	2422		
	7131	0	967	170	25	30	39	5	708	1944		
	7216	0	1861	218	54	100	38	31	1736	4038		
	7263	207	1092	98	29	52	47	51	939	2514		
	7265	539	2920	320	131	230	50	288	2584	7061		
	7266	439	2380	263	60	165	58	75	2162	5601		
	7268	144	1199	139	41	26	32	52	888	2521		
	7404	257	1018	168	65	30	25	110	982	2655		
	7405	98	1045	169	17	17	27	115	547	2035		
	7443	225	458	0	20	0	2	0	4	709		
MEDIA	220	1390	168	48	74	34	77	1139	3150			

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
OA+NC	7130	100	149	0	2	0	0	0	24	217	492
	7131	96	155.5	0	0	0	0	0	36	218	505.5
	7216	68	71	1.5	30	0	0	0	30	57	257.5
	7263	55	77	2	14	0	2.5	0	0	94.5	245
	7265	7	11.5	0	5.5	0	0	0	0	50.5	74.5
	7266	22	64	0	6.5	12	0	0	0	56.5	161
	7268	10	11	0	1	0	0	0	0	21.5	43.5
	7404	0	0	1	1	2	0	0	0	14	18
	7405	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	7443	10	11	0	4	0	0	0	0	4	29
	TOTAL	388	590	4.5	64	14	2.5	90	738	1828	1828
	MÉDIA	36.8	55.0	0.5	6.4	1.4	0.3	9.0	73.5	182.8	182.8
	Spoiler	Gastos	7130	395	1109	131	45	89	22	64	1059
7131			59	1122	170	25	30	39	41	926	2412
7216			63	1932	219	84	100	38	61	1793	4290
7263			262	1169	100	43	52	49	51	1033	2759
7265			546	2931	320	136	230	50	288	2634	7135
7266			461	2444	263	66	177	58	75	2218	5762
7268			154	1210	139	42	26	32	52	909	2564
7404			257	1018	169	66	32	25	110	996	2673
7405			98	1045	169	17	17	27	115	549	2037
7443			235	469	0	24	0	2	0	8	738
TOTAL	253	1445	168	55	75	34	86	1213	3328		
Tempo Médio	7130	295	960	131	43	89	22	40	842	2422	
	7131	0	967	170	25	30	39	5	708	1944	
	7216	0	1861	218	54	100	38	31	1736	4038	
	7263	207	1092	98	29	52	47	51	939	2514	
	7265	539	2920	320	131	230	50	288	2584	7061	
	7266	439	2380	263	60	165	58	75	2162	5601	
	7268	144	1199	139	41	26	32	52	888	2521	
	7404	257	1018	168	65	30	25	110	982	2655	
	7405	98	1045	169	17	17	27	115	547	2036	
	7443	225	458	0	20	0	2	0	4	709	
MÉDIA	220	1390	168	48	74	34	77	1139	3150		

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Moldo-tipo	Anilha	Molda	Projecto	Fro.CNC	Comercionais	Tornos	Furadoras	Recifiladoras	Erosão	Bancada	Total
Torno	DA+NC	7045	0	3,5	0	0	0	3	0	3	8,5
		7085	6	8	0	0	0	3	4	9	27
		7125	15	19	0	0	0	3	0	33	67
		7129	0	0	0	0	0	3	0	6,5	6,5
		7134	63	151	0	1	0	3	0	98	313
		7140	42	56	0	0	22	3	0	104	234
		7144	0	2	0	3	0	3	0	2	7
		7146	0	1	0	0	0	3	0	8	9
		7189	22	41	4	4	0	3	5	32,5	108,5
		7171	0	2	3	2,5	0	3	10	11,5	29
		7188	43	73	0	0	0	3	20	73	215
		7189	43	73	0	0	0	3	20	66,5	208,5
		7285	0	0	0	0	0	3	0	2,5	2,5
		7286	0	20	0	0	0	0,5	1	22,5	44
		7287	7	11	1	1	0	3	6	20,5	46,5
		7287	0	0	0	1	0	3	0	5	6
		7348	19	15	0	1	0	3	0	33	68
		7349	32	22	5	3,5	2	3	0	10	74,5
		7380	13	20	0	0	6	3	0	13	52
		7381	13	21	0	0	6	3	0	14	54
		7382	13	22	0	0	6	3	0	20	61
		7415	32	56	4	0	0	3	11	55	150
		7417	28	54	0	0	0	3	11	53	147
		7423	11	37	0	0	0	3	0	36	84
		7440	0	0	0	0	0	3	0	0	0
		7442	0	2	5	0	0	3	0	5	12
		7445	0	0	0	0	0	3	3	7	10
		7446	0	0	0	0	0	3	3	4	7
		7449	0	0	0	0	0	3	0	0	0
		7442	0	7	0	0	0	3	0	0	7
		TOTAL	402	708,5	22	17	42	85	118	747,5	2057,5
		MÉDIA	13,4	24,0	0,7	3,6	1,4	0,9	3,4	24,9	68,6
Gostão		7045	201	382	93	30	43	38	17	322	1146
		7085	184	201	33	4	26	15	11	177	651
		7125	194	221	14	4	22	17	9	209	790
		7129	181	211	3	9	22	4	4	217	651
		7134	223	112	18	4	20	4	0	0	307
		7140	313	267	79	19	66	19	0	300	1563
		7144	213	488	61	43	73	3	41	280	1213
		7146	221	262	36	37	31	21	18	539	1265
		7189	161	284	29	13	32	17	24	251	811
		7171	200	640	122	35	54	10	140	575	1796
		7188	170	409	56	22	33	5	71	475	1241
		7189	111	251	50	9	33	10	41	448	1054
		7285	171	221	69	40	42	3	37	320	1000
		7286	223	236	53	22	28	23	70	369	1130
		7287	201	476	128	30	46	17	70	461	1430
		7287	225	439	114	20	84	13	81	492	1468
		7348	147	1917	169	30	113	41	31	1467	3937
		7349	635	1572	123	7	143	44	81	1119	3825
		7380	119	242	70	34	36	3	0	237	747
		7381	85	265	65	25	31	5	0	238	714
		7382	192	294	63	35	35	13	3	270	805
		7415	118	840	93	19	51	13	160	635	1929
		7417	243	1229	92	28	27	15	246	765	2645
		7423	261	216	1	0	14	5	41	8	630
		7440	49	15	0	0	0	1	0	16	81
7442	145	490	7	5	0	7	0	184	838		
7445	68	146	66	31	6	11	31	337	698		

Moldo-tipo	Análise	Moldes	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Parafusos	Recificadora	Erosão	Buscada	Total	
Tempo (continuação)	Genios	7436	39	223	15	25	36	8	41	239	616	
		7449	88	0	2	0	0	7	0	17	124	
		7462	461	704	69	67	41	2	20	535	1919	
		TOTAL	189	464	88	23	39	13	43	378	1207	
	Tempo Médio	7045	211	377	93	50	43	38	17	319	1138	
		7095	170	193	30	4	36	15	7	160	624	
		7125	179	302	14	4	22	17	9	176	723	
		7129	181	211	3	9	22	4	4	211	645	
		7134	150	0	18	3	36	4	0	0	211	
		7140	271	511	79	19	44	19	0	396	1309	
		7144	23	480	01	42	73	0	43	278	1206	
		7146	221	361	36	37	31	21	18	531	1256	
		7169	139	243	25	9	22	17	19	219	703	
		7171	230	638	119	53	34	10	130	564	1767	
		7188	127	336	56	22	33	5	45	402	1026	
		7189	48	278	90	9	33	10	16	382	846	
		7205	171	321	69	40	42	9	37	318	1007	
		7206	223	316	53	22	38	23	75	347	1006	
		7207	134	465	127	29	46	17	73	441	1392	
		7237	225	439	114	19	34	13	81	487	1462	
		7348	128	1902	169	49	113	41	33	1434	3809	
		7349	633	1690	118	4	141	44	82	1109	3751	
		7389	136	222	70	34	30	9	0	224	695	
		7351	72	244	65	25	25	5	0	224	660	
		7352	179	372	63	35	29	13	7	250	944	
		7415	36	784	89	19	31	13	148	580	1770	
		7417	235	1175	92	28	37	15	234	712	2488	
		7423	230	279	1	0	34	3	43	0	394	
		7430	49	15	0	0	0	1	0	16	81	
		7432	145	488	2	5	0	7	0	179	826	
		7435	68	146	66	31	6	11	30	330	688	
		7436	39	223	15	25	36	8	38	235	609	
		7449	88	0	2	0	0	7	0	17	124	
		7462	461	697	69	67	41	2	20	535	1912	
			MÉDIA	182	456	89	23	39	14	40	369	1182

Moldo-tipo	Análise	Moldes	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Parafusos	Recificadora	Erosão	Buscada	Total
Tempo Coluna Direção	OA+NC	7345	3	2	0	0	0	0	0	29,5	31,5
		7346	36	35	2,5	6	1,5	0	14	78	173
		7389	11	8	0	0	0	0	14	22	55
		TOTAL	47	45	2,5	6	1,5	0	28	129,5	259,5
		MÉDIA	15,7	15,0	0,8	2,0	0,5	1,0	9,3	43,2	86,5
	Genios	7345	250	456	100	60	41	2	82	721	1732
		7346	281	813	150	71	91	22	32	1196	2675
		7389	39	684	0	0	44	5	7	3	798
		MÉDIA	197	631	83	44	63	10	40	640	1733
	Tempo Médio	7345	250	454	100	60	41	2	82	692	1701
		7346	265	778	148	65	90	22	38	1117	2502
		7389	48	676	0	0	44	5	0	0	773
MÉDIA		181	636	83	42	65	10	40	603	1699	

Moldo-tipo	Análise	Moldes	Projeto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Parafusos	Recificadora	Erosão	Buscada	Total
Tempo ca Mala	OA+NC	7222	3	33,5	2,5	0	6	0	0	51,5	101,5
		7251	3	16	0	4	0	0	9	38	75
		TOTAL	6	49,5	2,5	4	6	0	9	89,5	176,5
		MÉDIA	3,0	24,8	0,6	2,0	1,5	1,0	4,5	44,8	88,3
	Genios	7222	251	816	95	45	97	24	19	663	2020
		7251	132	372	135	41	38	19	135	377	1269
		MÉDIA	197	394	115	43	78	22	77	520	1645
	Tempo Médio	7222	253	783	93	45	91	24	19	612	1919
		7251	124	336	133	37	38	19	130	339	1194
		MÉDIA	189	569	114	41	75	22	73	475	1556

Melhoria do Processo Produtivo na Simoldes Aços, SA

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Tampa Porta da Mala	OA+NC	7246	208	595	2.25	2.75	4.5	0	306	765.5	1884
		7261	0	0	0	1	0	0	0	14	15
		TOTAL	208	595	2.25	2.75	4.5	0	306	779.5	1899
		MÉDIA	104.0	297.5	1.1	1.9	2.3	0.0	153.0	389.8	949.5
		7246	704	2617	127	120	107	67	673	2604	7019
	Gcustos	7261	325	1242	70	43	68	16	150	760	2674
		MÉDIA	515	1930	99	82	88	42	412	1682	4847
		7246	496	2022	125	117	103	67	367	1839	5135
	Tempo Médio	7261	325	1242	70	42	68	16	150	746	2659
		MÉDIA	411	1632	97	80	85	42	259	1292	3897

Molde-tipo	Análise	Molde	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Tampa Porta Luvax	OA+NC	7236	0	1.5	0	5.5	0	0	0	14.5	21.5
		7276	0	0	1	0	0	0	0	2	3
		7277	0	0	0	2	0	0	0	9.5	11.5
		7476	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL	0	1.5	1	2.5	0	0	0	26	36
	MÉDIA	0.0	0.4	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	6.5	9.0	
	Gcustos	7236	306	798	113	53	80	6	219	572	2147
		7276	195	349	86	34	23	30	56	219	992
		7277	229	554	118	39	68	14	145	695	1862
		7476	277	952	39	24	20	3	105	227	1647
		TOTAL	252	663	89	38	48	13	131	428	1662
	Tempo Médio	7236	306	797	113	48	80	6	219	558	2126
		7276	195	349	85	34	23	30	56	217	989
		7277	229	554	118	37	68	14	145	686	1851
7476		277	952	39	24	20	3	105	227	1647	
MÉDIA		252	663	89	36	48	13	131	422	1653	

ANEXO E: Tabela com o Tempo Médio, em Horas, de Execução de cada Molde Tipo

Molde-tipo	Nº moldes analisados	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Alojamento Optica	6	196	780	101	43	72	19	81	674	1966
Ar Condicionado	6	456	1055	74	45	93	22	147	854	2745
Arco Guarda Lamas	1	374	740	90	0	70	22	157	842	2295
Bolsa Painel Porta	8	275	733	110	42	77	21	151	659	2068
Cava Roda Normal	1	148	251	129	31	47	16	12	280	914
Cava Roda s/ Extração	2	234	881	77	15	60	20	14	710	2009
Coluna do Cinto	3	268	1073	94	32	97	22	207	1013	2805
Conduto de Ar	6	213	760	108	40	65	19	146	573	1924
Consola	12	239	1750	144	68	148	32	224	1186	3790
Friso Para-Choques	1	174	286	44	24	29	14	5	304	880
Friso Porta	5	233	739	59	40	54	16	69	569	1780
Geral	85	223	790	98	36	65	21	103	612	1946
Grelha Auto-Falante	1	191	264	19	14	47	11	127	253	925
Grelha Frontal	20	343	1155	108	50	75	23	283	789	2825
Grelha Para-Brisas	1	501	1147	96	43	102	4	49	966	2908
Injecção Gás	2	329	1494	154	52	102	44	234	1101	3508
Injecção sobre PVC (com Lunete)	7	544	1897	259	116	115	40	195	1333	4499
Injecção sobre PVC (com Lunete/Agulhas Pneum.)	1	683	2755	380	159	172	38	91	1522	5800
Injecção sobre Tecido (com Lunete)	4	356	1187	213	51	90	20	80	792	2787
Injecção sobre TPO (sem Lunete)	1	310	664	40	26	91	5	27	456	1619
Medalhões	3	268	986	207	45	65	38	192	694	2495
Painel Porta c/ Submarino	8	176	1007	167	58	75	31	266	798	2579

Molde-tipo	Nº moldes analisados	Projecto	Fres.CNC	Convencionais	Tornos	Furadoras	Rectificadoras	Erosão	Bancada	Total
Painel Porta Dupla Extração	15	342	1600	152	41	119	31	328	1472	4085
Painel Porta Normal	13	290	1506	144	63	106	35	280	1432	3857
Para-Choques	1	478	2301	243	60	103	63	35	1711	4994
Peça Superior Painel Porta	3	208	741	112	48	74	16	90	530	1819
Porta Luvas	4	290	833	116	56	84	19	123	507	2027
Pousa Pés	4	283	1298	132	54	79	40	195	1010	3089
Puxador de Porta	4	195	290	63	28	49	12	76	236	948
Reforço Arco Guarda Lamas	2	358	631	103	34	102	16	47	895	2184
Reforço Consola	3	379	1631	88	61	62	36	309	1429	3995
Reforço Painel Instrumentos	3	317	1112	97	54	77	21	166	479	2321
Reforço Para-Choques	10	271	1399	119	45	84	28	371	957	3273
Reforço Tampa da Mala	1	148	508	50	32	42	36	18	509	1343
Spoiler	9	220	1493	186	52	82	38	85	1265	3421
Tampa	25	177	507	67	25	43	16	46	421	1301
Tampa Coluna Direcção	2	230	599	123	60	75	12	53	865	2015
Tampa da Mala	2	189	569	114	41	75	22	73	475	1556
Tampa Porta da Mala	1	496	2022	125	117	103	67	367	1839	5135
Tampa Porta Luvas	4	252	663	89	35	48	13	131	419	1649
Média do tempo de utilização		296	1052	122	48	80	25	141	836	2602
% Utilização		11%	40%	5%	2%	3%	1%	5%	32%	100%