

**Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e
Afinação de Componentes na Indústria para Moldes de Injeção
Termoplástica**

Simoldes Aços

Óscar Filipe Bouça Nova Eugénio Rodrigues

Relatório do Projeto Final- MIEM

Orientador na Simoldes Aços: Engenheiro António Pinho

Orientador na FEUP: Prof. Joaquim Oliveira Fonseca



FEUP

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

Janeiro 2014

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

Ayrton Senna

Resumo

No âmbito da Unidade Curricular (UC) Dissertação, inserida no último ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), foi proposto um projeto a realizar na empresa Simoldes Aços, intitulado: “ Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para Moldes de Injeção Termoplástica”.

Este projeto foi proposto com o objetivo de otimizar as operações de montagem e ajustamento de um molde no setor das bancadas, último setor da cadeia produtiva, que atualmente representa cerca de 36% do tempo total de produção de um molde.

Foi feita uma análise exaustiva a este setor, sendo posteriormente elaborada uma proposta de melhoria, que abrange quatro áreas distintas.

A indústria automóvel representa atualmente um dos negócios mais dinâmicos e exigentes no compromisso dos prazos e relação qualidade-preço dos produtos que compra. Assim, no que concerne ao abastecimento às linhas de montagem, considera-se de extrema importância o fornecimento de peças com bom acabamento às mesmas para a melhoria da eficiência na entrega do produto final ao cliente.

Após um estudo cuidadoso do setor das bancadas, conclui-se ser determinante a implementação de um mapa de controlo de produção para fazer face aos problemas atualmente existentes, que passam pela inexistência de um controlo de todos os processos realizados a montante da bancada.

O processo de rotação de moldes foi também alvo de estudo, sendo que a proposta de melhoria apresentada, prevê uma redução em cerca de 71% do tempo de rotação.

Foi projetada uma cabine de pintura, a qual prevê uma redução em cerca de 40% do tempo utilizado pelo processo atual.

New Techniques and Tools for Assembly and Tuning Operations of Components in the Industry of Thermoplastic Injection Molds

Abstract

As a part of the curricular unit Dissertation, of the last year of the Masters in Mechanical Engineering (MIEM) lectured at the Faculty of Engineering of University of Porto (FEUP), a project was proposed to take place in the company Simoldes Aços, entitled: "New Techniques and Tools for Assembly and Tuning Operations of Components in the Industry of Thermoplastic Injection Molds"

This project was proposed with the objective of optimizing the assembly and tuning operations of a mold in the assembly area, the last sector of the chain production, which currently represents about 36% of the total production time of a mold.

A thorough analysis has been made of this sector, and subsequently elaborated a proposal for improvement, which covers four distinct areas.

The automotive industry is currently one of the most dynamic and demanding businesses in its commitment of time and price quality ratio of the products it buys. Thus, with respect to supplying the assembly lines, it is considered extremely important to supply well finished parts for improving efficiency in the delivery of the final product to the client.

After a careful study of the assembly area, it was felt that a production control map should be implemented, to meet the currently existing problems, arising from a lack of control of all processes performed upstream from the assembly area.

The mold rotation process was also a target of study, and the proposed improvements presented, provides for a reduction about 71% of rotation time.

A paint booth was also designed, which provides a reduction about 40% of the time used by the current process.

Agradecimentos

O espaço limitado desta secção de agradecimentos, seguramente não me permite agradecer como devia, a todas as pessoas que ao longo da minha formação académica me ajudaram, direta ou indiretamente, a cumprir os meus objetivos e a realizar mais esta etapa da minha vida. Desta forma, deixo apenas algumas palavras, certamente poucas, mas com um profundo sentimento de reconhecido agradecimento.

A todos os elementos da Simoldes Aços, com quem tive oportunidade de trabalhar. Um agradecimento especial ao Engenheiro António Pinho, pelo apoio, disponibilidade e motivação transmitida durante todo o projeto.

Ao meu orientador na FEUP, Professor Joaquim Fonseca, pela abertura, apoio e orientação ao longo do trabalho.

Ao Professor António Monteiro Baptista, por toda a ajuda e aconselhamento prestados ao longo deste projeto.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por todo o apoio prestado ao longo do meu percurso académico.

Quero agradecer também a todos os meus amigos, em especial ao Ricardo Homem, à Lília Santos, à Anabela Dias, ao Hugo Rocha, ao Marco Merlini, à Babi, à Sabrina Oliveira e à Mariama Saskya.

Gostaria de agradecer também à Unidade de Derretidos por todos os bons momentos que passamos ao longo destes anos, assim como por todos os projetos realizados.

À minha namorada, Sofia, por toda a sua paciência, tolerância e compreensão com que sempre ouviu os meus desatinos com o decorrer da dissertação. O seu amor, carinho e apoio foram fatores de grande importância e aos quais dou muito valor.

Finalmente agradeço à minha família, sobretudo aos meus pais. É a eles a quem devo tudo o que hoje sou. Obrigado por estarem a meu lado e me apoiarem em tudo na vida, e sobretudo por acreditarem em mim. Muito obrigado!

Índice de Conteúdos

1	Introdução	2
1.1	Motivação	2
1.2	Apresentação da Empresa.....	2
1.2.1	O Grupo Simoldes	2
1.2.2	Simoldes Aços.....	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Metodologia.....	4
1.5	Percurso na Empresa.....	5
1.6	Estrutura do relatório.....	5
2	Revisão Bibliográfica.....	6
2.1	Estado-da-arte da indústria Portuguesa dos moldes	6
2.2	Situação atual da indústria Portuguesa dos moldes	7
2.3	Princípio de Funcionamento.....	10
2.4	Enquadramento Teórico.....	11
2.4.1	O conceito de <i>Lean Thinking</i>	11
2.4.2	Melhoria contínua, Ciclo PDCA	12
2.4.3	Planeamento e controlo de produção	13
2.4.4	Produção em <i>Job Shop</i>	14
2.4.5	Considerações Finais	14
3	Situação Atual da Empresa.....	15
3.1	Utilização dos Recursos.....	15
3.2	<i>Layout</i> da empresa	15
3.3	Planeamento de produção	17
3.4	Produção.....	18
3.4.1	CNC.....	18
3.4.2	Erosão	20
3.4.3	Posto de CAM.....	21
3.4.4	Setor das Bancadas.....	22
4	Estudo do Setor das Bancadas.....	24
4.1	Operações realizadas na bancada.....	25
4.2	Ajustamento	26
4.3	Montagem	29
4.3.1	Roscar furos	29
4.3.2	Mandrilar furos.....	30
4.3.3	Quebrar quinas / escarear furos	32
4.3.4	Traçar / tapar / experimentar águas / óleos	32
4.3.5	Sistema de injeção	36
4.3.6	Sistema de extração	36
4.3.7	Ajuste do molde na prensa	37
4.3.8	Montagem de componentes <i>standards</i> e pintura.....	39
4.3.9	Situação atual – pintura de moldes a spray	41
4.4	Rotação de moldes/componentes.....	42

4.4.1	Situação atual - Processo 1	44
4.4.2	Situação atual - Processo 2	46
5	Metodologias e Soluções Apresentadas	48
5.1	Mapa de controlo de produção	48
5.2	Sistema para rotação de moldes/componentes	51
5.2.1	Alternativa 1	51
5.2.2	Alternativa 2	54
5.2.3	Comparação com a situação atual	56
5.2.4	Avaliação económica	57
5.2.5	Conclusão	58
5.3	Uniformização do chão de fábrica	59
5.3.1	Avaliação económica	60
5.3.2	Conclusão	60
5.4	Cabine de Pintura	61
5.4.1	Tintas	62
5.4.2	Cabine	62
5.4.3	Sistema de filtragem	63
5.4.4	Sistema de exaustão	64
5.4.5	Mecanismo para suporte das peças	65
5.4.6	Localização da cabine de pintura	66
5.4.7	Comparação com a situação atual	67
5.4.8	Avaliação económica	67
5.4.9	Conclusão	68
6	Conclusões Finais e Perspetivas de Trabalhos Futuros	69
6.1.1	Trabalhos Futuros	70
7	Referências e Bibliografia	72
	ANEXO A: Ficha técnica do molde	74
	ANEXO B: Mapa de controlo de produção	76

Índice de Figuras

Figura 1 - Simoldes Aços (Página Web Grupo Simoldes)	3
Figura 2 - Componentes em plástico produzidos por moldes da Simoldes Aços.....	4
Figura 3 - Elementos principais de um molde (Reinert, 2004)	10
Figura 4 - Vista lateral de um molde (Reinert, 2004).....	11
Figura 5 - A casa do TPS (Gemba, 2013).....	12
Figura 6 - Modelo PDCA	12
Figura 7 - Classificação do PPC por níveis	14
Figura 8 - Layout do chão de fábrica.....	16
Figura 9 - Plano de produção de um molde	18
Figura 10 - Marcação de componentes em peças grandes (a), e peças pequenas (b) (Imagem do Autor)	19
Figura 11 - Peça no processo de eletroerosão (Imagem do Autor)	20
Figura 12 - Setor da eletroerosão (Imagem do Autor)	21
Figura 13 - Posto de CAM (Imagem do Autor)	22
Figura 14 - Aspeto geral de uma bancada (Imagem do Autor)	24
Figura 15 - Fluxograma da operação de ajustamento (Imagem do Autor).....	26
Figura 16 – Pintura da caixa com tinta de ajustamento (Imagem do Autor).....	27
Figura 17 - Peça colocada na caixa (Imagem do Autor)	28
Figura 18 - Peça retirada da caixa por batimento (Imagem do Autor)	28
Figura 19 - Operador a passar retificador na peça (Imagem do Autor).....	29
Figura 20 - Placa com furos M10 a serem roscados manualmente (Imagem do Autor)	30
Figura 21 - Casquilhos de bronze auto lubrificados (Imagem do Autor).....	30
Figura 22 - Operários a mandrilar furos manualmente (Imagem do Autor)	31
Figura 23 - Berbequim utilizado para mandrilagem manual (Imagem do Autor).....	31
Figura 24 – Operações realizadas manualmente na bancada, (a) quebrar quinas (b) escarear furos (Imagem do Autor).....	32
Figura 25 - Esquema tridimensional do sistema de refrigeração do molde (Imagem do Autor)	33
Figura 26 - Sistema de refrigeração desenhado na peça (Imagem do Autor).....	33
Figura 27 - Varões de aço inseridos nos furos do circuito de refrigeração (Imagem do Autor)	34
Figura 28 – Tacos (a) e mecanismo para inserir tacos (b) (Imagem do Autor).....	34
Figura 29 – Selante de roscas Loctite 577 (a) e bujões utilizados (b) (Imagem do Autor)	35

Figura 30 - Máquina de testar águas (Imagem do Autor).....	35
Figura 31 - Sistema de injeção (Imagem do Autor)	36
Figura 32 - Sistema de extração (Imagem do Autor)	37
Figura 33 – Cavidade na prensa, pintada com tinta de ajustamento (Imagem do Autor)	38
Figura 34 - Macho e cavidade na prensa (Imagem do Autor).....	38
Figura 35 - Macho após ajustamento na prensa (Imagem do Autor)	39
Figura 36 - Placa de identificação de um molde (Imagem do Autor)	39
Figura 37 - Pintura de moldes (Imagem do Autor)	40
Figura 38 - Pintura do molde a rolo (Imagem do Autor)	40
Figura 39 - Pintura de componentes a spray (Imagem do Autor)	42
Figura 40 - Rotação de moldes com auxílio de troncos de madeira (Imagem do Autor).....	43
Figura 41 - Rotação de moldes processo 1 (Imagem do Autor).....	44
Figura 42 - Rotação de moldes processo 2 (Imagem do Autor).....	46
Figura 43 - Registo de ponto utilizado pelos funcionários (Imagem do Autor).....	49
Figura 44 - Mapa de controlo de produção	49
Figura 45 - Mapa de controlo de produção (Imagem do Autor)	50
Figura 46 - Mold Rotator (Imagem cedida por Fast Rotator).....	51
Figura 47 - Rotomax Compact (Imagem cedida por Vetter Krantechnik).....	54
Figura 48 - Chão de fábrica (Imagem do Autor).....	59
Figura 49 - Pavimento revestido (Imagem do Autor)	60
Figura 50 - Cabine de pintura (Imagem do Autor).....	63
Figura 51 - Sistema de filtragem (Imagem do Autor)	64
Figura 52 - Ventilador centrífugo (Imagem do Autor).....	64
Figura 53 - Mecanismo para suporte de peças (Brasibras, 2014).....	65
Figura 54 - Layout com localização da cabine de pintura (C.P.) (Imagem do Autor)	66
Figura 55 - Ponteira de medição Heidenhain	70
Figura 56 - Pontos medidos e relatório efetuado pelo software Power Inspect	71

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Principais mercados de exportação em 2008 (Cefamol, 2010a).....	8
Gráfico 2 - Peso do setor dos moldes a nível nacional (Cefamol, 2010a).....	9
Gráfico 3 - Subsetores de atividade em percentagem do VN (Almeida, 2007)	9
Gráfico 4 - Utilização dos processos de produção (Silva, 2011).....	15
Gráfico 5 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - processo 1	45
Gráfico 6 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - processo 2	47
Gráfico 7 -Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - alternativa 1	53
Gráfico 8 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - alternativa 2	55

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Balança comercial da indústria de moldes (Cefamol, 2010a)	8
Tabela 2 - Descrição do processo de pintura spray	41
Tabela 3 - Quantidade de peças pintadas a spray, e custo associado	41
Tabela 4 - Tempo e número de rotações por molde - processo 1	44
Tabela 5 - Tempo e custo associado ao processo 1	45
Tabela 6 - Tempo e número de rotações por molde - processo 2	46
Tabela 7 - Tempo e custo associado ao processo 2	47
Tabela 8 - Vantagens e desvantagens do Mold Rotator - alternativa 1	52
Tabela 9 - Tempo e número de rotações por molde utilizando a alternativa 1	52
Tabela 10 - Tempo e custo associado à alternativa 1	53
Tabela 11 - Vantagens e desvantagens do Rotomax Compact - alternativa 2	55
Tabela 12 - Tempo e número de rotações por molde utilizando a alternativa 2	55
Tabela 13 - Tempo e custo associado à alternativa 2	56
Tabela 14 - Comparação entre a situação atual e as alternativas em análise	56
Tabela 15 - Comparação entre alternativas em estudo	57
Tabela 16 - Retorno de investimento	57
Tabela 17 - Vantagens e desvantagens da instalação da cabine de pintura	61
Tabela 18 - Descrição das tintas a utilizar	62
Tabela 19 - Comparação entre a situação atual e a alternativa em análise	67
Tabela 20 - Custos de implementação da cabine de pintura	67
Tabela 21 - ROI da proposta de implementação da cabine de pintura	68

Glossário

AFIA- Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel

ACS- Advanced Customer Service

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

CAM- Produção assistida por computador (Computer-aided manufacturing)

DED- Departamento de Estudos e Desenvolvimento. Equipa do setor de projeto responsável pelo desenvolvimento de toda a parte mecânica do molde, veios dos movimentos, sistemas de refrigeração e hidráulicos, sistema de extração e montagem de acessórios.

DES- Departamento de Engenharia e Sistemas. Equipa do setor de projeto responsável pela análise e otimização de peças e também pelo desenvolvimento 3D da zona de gravação dos moldes, isto é, desenvolve o macho, cavidade e movimentos.

CEFAMOL- Associação Nacional da Indústria de Moldes

FEUP- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

HST- Higiene e Segurança no Trabalho

Lean- Significa magro, sem desperdício. Modelo ágil de gestão baseado no *TPS*.

MIEM- Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Setup – Termo inglês utilizado para representar o tempo necessário de preparação de trabalho.

SP- Simoldes Plásticos

TMC- Sigla para “Toyota Motors Company”

TPS- Sigla para “Toyota Production System”.

VN- Volume de negócios

1 Introdução

1.1 Motivação

No âmbito da Unidade Curricular Dissertação do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), na opção de Produção, Desenvolvimento e Engenharia Automóvel da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), foi realizado um projeto de Mestrado na empresa Simoldes Aços, pertencente ao Grupo Simoldes. O projeto foi intitulado “Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para Moldes de Injeção Termoplástica”, tendo sido realizado, com o apoio dos orientadores Eng.º António Pinho por parte da Simoldes Aços, e Eng.º Joaquim Oliveira Fonseca por parte da FEUP.

A indústria automóvel revela-se muito exigente relativamente ao cumprimento de prazos de entrega, com todos os seus fornecedores. Assim, um fator chave para o fornecedor ser escolhido é a sua capacidade de entregar os produtos com qualidade, a tempo e no local definido.

Este projeto considerou determinante o abastecimento de componentes com bom acabamento às bancadas para a melhoria da eficiência na entrega de produto final ao cliente.

1.2 Apresentação da Empresa

1.2.1 O Grupo Simoldes

O Grupo Simoldes, fundado em 1959, é atualmente constituído por 20 empresas cujo negócio é baseado em duas divisões distintas- Moldes e Plásticos.

A divisão de moldes, Tool Division, dedica-se à construção de moldes para injeção de termoplástico, com um total de 1022 colaboradores e 11 empresas produtoras de moldes, sendo elas: Simoldes Aços, MDA (Moldes de Azeméis), IMA (Indústria de Moldes de Azeméis), Mecamolde, IGM (Indústria Global de Moldes), Ulmolde, ACS (Advanced Costumer Service) Alemanha, ACS França, ACS Ibérica, ACS Argentina, Simoldes Aços Brasil, sendo que as últimas 5 se localizam fora de Portugal.

A divisão de plásticos, Plastic Divison, dedica-se à criação de componentes de plástico por injeção, com um total de 2642 colaboradores, e 9 empresas produtoras de peças de injeção plástica, sendo elas: SP (Simoldes Plásticos), Plastaze, Inplás, SP Polónia, SP França, SP Alemanha SP Brasil- Curitiba, SP Brasil- S. Paulo e SP Espanha sendo que apenas as três primeiras são em Portugal.

A divisão de moldes produz e exporta para mais de 30 países, dos quais se destacam: França, Alemanha, Espanha, Suécia, Bélgica, Reino Unido, Suíça, Irão e Turquia. É considerada atualmente a maior construtora de moldes a nível europeu.

1.2.2 Simoldes Aços

A Simoldes Aços (Fig.1), foi a primeira empresa do grupo, fundada em 1959, sediada em Oliveira de Azeméis. Encontra-se implantada numa área total de 15 725 m² de terreno, com uma área coberta de 12 200 m² da qual 7500 m² estão afetos diretamente ao setor produtivo. A quase totalidade dos moldes produzidos destina-se ao setor automóvel, nomeadamente para estruturas interiores, grelhas, guarda-lamas, painéis de porta, para-choques, peças da mala, peças para tablier e sistemas de ar-condicionado.



Figura 1 - Simoldes Aços (Página Web Grupo Simoldes)

Em dezembro de 1995, a Simoldes Aços 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.

Os moldes de maior dimensão produzidos na Simoldes Aços têm um peso aproximado das vinte e cinco toneladas. O volume de negócios da Simoldes Aços foi de cerca de 20 milhões de euros em 2010 sendo que as exportações representam 85,6% do seu volume de negócios.

A aposta na aquisição de equipamento de alto teor tecnológico e a expressiva capacidade de resposta ao fabrico de moldes de alto porte possibilita um aperfeiçoamento qualitativo do produto final. São utilizados vários tipos de tecnologias na produção dos moldes, destacando-se a injeção com gás, moldes híbridos, baixa pressão e bi-injeção.

Os moldes metálicos aqui produzidos, são concebidos com base nas especificações do cliente, pelas quais os engenheiros responsáveis, se guiam para projetar o molde. Uma ficha técnica de molde com as suas especificações está representada no anexo A.

Na Figura 2, estão representados componentes em plástico, que são produzidos com moldes fabricados na Simoldes Aços.



Figura 2 - Componentes em plástico produzidos por moldes da Simoldes Aços

1.3 Objetivos

Este projeto de “Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para Moldes de Injeção Termoplástica”, desenvolvido ao longo de 5 meses teve como principal objetivo estudar os procedimentos efetuados na bancada na altura da montagem e afinação dos moldes, parte final do processo construtivo de um molde, tentando minimizar as perdas de tempo existentes neste setor.

1.4 Metodologia

Tendo em vista a prossecução do principal objetivo proposto, a metodologia de trabalho empregue consistiu numa análise de todos os processos efetuados na bancada, assim como as ligações da mesma aos outros setores da fábrica, sendo posteriormente criada uma proposta de melhoria. Foram seguidos os seguintes passos, no sentido de conceber o projeto mais adequado à empresa:

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

1.5 Percurso na Empresa

De forma a compreender o mecanismo de funcionamento da empresa, houve inicialmente um período de integração. Nesse mesmo período, passei em detalhe pelos vários setores existentes onde me foi explicado qual o papel de cada um deles no fabrico de um molde para injeção, assim como os conceitos e terminologias utilizadas.

Foram realizadas duas formações, sendo elas:

- Sistema de gestão da qualidade;
- Prevenção de acidentes de trabalho.

Foram visitadas as seguintes empresas:

- MDA - Moldes de Azeméis;
- IMA - Industria de Moldes de Azeméis;
- SP- Simoldes Plásticos;
- Plastaze;
- Ulmolde.

1.6 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 6 capítulos.

Capítulo 1: Neste capítulo foi referido o tema da dissertação, a apresentação da empresa, os objetivos e a metodologia seguida para a sua execução.

Capítulo 2: É abordado o Estado da Arte da indústria de moldes, e é apresentado o enquadramento teórico deste projeto, sendo descritos vários conceitos, fruto de uma revisão bibliográfica sobre a área em que este se insere.

Capítulo 3: É feita uma análise à situação atual da empresa, onde é explicado o funcionamento de vários setores da cadeia produtiva.

Capítulo 4: São descritas e analisadas todas as operações realizadas na bancada durante o ajustamento e montagem de um molde.

Capítulo 5: Apresenta a proposta de melhoria para o setor das bancadas, onde são exploradas possíveis soluções aos problemas encontrados.

Capítulo 6: Este capítulo final, trata a conclusão da dissertação e perspetivas de trabalho futuro.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Estado-da-arte da indústria Portuguesa dos moldes

A indústria Portuguesa de moldes tem sido marcada pelo pioneirismo a todos os níveis, através da introdução de novas tecnologias, novos processos e formas de atuar nos mercados e na produção industrial. Por isso, ao longo dos últimos cinquenta anos, esta indústria tem sido uma porta de entrada para muitas tecnologias avançadas de utilização industrial.

A história da indústria Portuguesa de moldes tem a sua origem na evolução da indústria de vidro, foi já no séc. XX que se deixa de recorrer à importação de moldes para produção de vidro, vindos da Áustria e Alemanha, e começa-se uma produção nacional de moldes para a indústria de vidro. Nos anos 20, surge em Portugal a “Ureia industrial”, mais conhecida por “baquelite” e dá origem ao aparecimento dos primeiros moldes para tampas e peças simples, no entanto, com a 2ª Guerra Mundial, há uma paralisação da produção de moldes, devido à escassez de matérias-primas. Apenas em 1945 arranca definitivamente a produção de moldes e em 1946 produz-se o primeiro molde para injeção de plásticos, com o aparecimento dos “termoplásticos”. Por volta dos anos 50, iniciam-se as relações de exportação com Inglaterra, começando-se a convergir para um desenvolvimento aprofundado e contínuo do setor dos moldes. A exigência dos mercados, que tem aumentado constantemente ao longo das décadas, acentuou a qualidade dos moldes portugueses, que foi sendo alvo de incremento de novas tecnologias, permitindo assim um desenvolvimento sustentado desta indústria. (Piloto, 1996)

Tendo em vista a contribuição para um maior desenvolvimento do setor em causa, é criada em 1969 a CEFAMOL, uma Associação Nacional da Indústria de Moldes, que promove os moldes portugueses no exterior, negocia com o governo e outras organizações oficiais, sendo estas nacionais ou estrangeiras, assuntos do interesse desta indústria. O seu raio de ação, inclui a pesquisa tecnológica, a formação profissional e o intercâmbio de informações técnicas e científicas com outras entidades da mesma área. É de referir que a CEFAMOL abrange a globalidade dos subsectores da indústria de moldes e não apenas os moldes para plásticos.

Em meados dos anos 80 já se exportava para mais de 50 países e na região da Marinha Grande e Leiria existiam mais de 64 empresas ligadas aos Moldes. Em 1983, foi instalado o primeiro sistema CAD/CAM na indústria Portuguesa de moldes. Mais tarde em 1991 é criado o CENTIMFE – Centro Tecnológico da Indústria de Moldes e Ferramentas Especiais, com o objetivo de dar apoio tecnológico ao setor e desenvolver atividades de interface entre outras “Instituições de saber” e a indústria, permitindo desta forma a promoção, difusão da investigação, desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento das redes de cooperação e conhecimento. (Piloto, 1996)

2.2 Situação atual da indústria Portuguesa dos moldes

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

Os dados mais recentes remontam a 2008, e um estudo realizado, afirma que a evolução da balança comercial ao longo dos últimos 18 anos demonstra a forte vocação exportadora do setor. Contudo, é possível identificar dois períodos distintos: o primeiro, que vai desde 1990 até 2001, em que se constata um crescimento constante (com uma única exceção em 1993) e o período seguinte até 2008, caracterizado por picos com um valor médio de exportações na ordem dos 324 milhões de euros.

O crescimento médio anual nas exportações portuguesas nos 18 anos (1990-2008) foi de 7,41%, sendo no primeiro período de 11,35% e no segundo período de apenas 1,24%.

Tendo este último período sido muito prejudicado com os anos de 2005 e 2007 em que houve decréscimos muito acentuados, só atenuado pelo bom desempenho tido em 2008.

A evolução das importações de moldes apresenta uma matriz idêntica à das exportações, o que é bem demonstrativo da dependência do setor da conjuntura internacional e do seu principal setor cliente - transformadores de matérias plásticas.

Assim, tal como nas exportações, também na balança entre exportações e importações se podem identificar evoluções diferenciadas nos dois períodos: no primeiro, o crescimento médio anual foi de 11,13% e, no segundo de apenas 0,68%, sendo que no total dos 18 anos a média de crescimento foi de 7,07%.

Tabela 1 - Balança comercial da indústria de moldes (Cefamol, 2010a)

	Exportação	Importação	Saldo	Tx. de Cobertura(%)
1990	103,8	14,36	89,45	723.1
1991	114,25	18,42	96,00	620.0
1992	126,55	22,32	104,17	566.9
1993	117,32	16,99	100,33	690.6
1994	134,28	19,81	114,27	677.9
1995	154,51	27,03	127,48	571.7
1996	195,65	24,52	171,13	797.9
1997	221,76	31,16	190,59	711.7
1998	232,37	32,91	199,46	706.1
1999	249,50	37,48	212,04	666.0
2000	270,40	39,50	230,89	684.5
2001	328,49	52,81	275,68	622,0
2002	326,57	63,24	263,33	516,3
2003	325,99	57,21	268,78	569,8
2004	345,07	51,85	293,22	665,5
2005	297,51	43,92	253,59	677,39
2006	336,49	55,65	280,84	604,65
2007	289,23	46,04	243,19	628,17
2008	343,10	64,36	278,74	533,11

Como se pode verificar, a taxa de cobertura é esmagadora (cerca de 6 vezes mais), Em 2006, a exportação atingiu um valor de 336 milhões de euros sendo que o valor total de produção foi de 369 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.(Cefamol, 2010a)

Portugal é um dos maiores fornecedores mundiais de moldes de para a indústria de plásticos. Em 2008, teve como principais mercados Alemanha, Espanha e França.

Mercados Clientes 2008

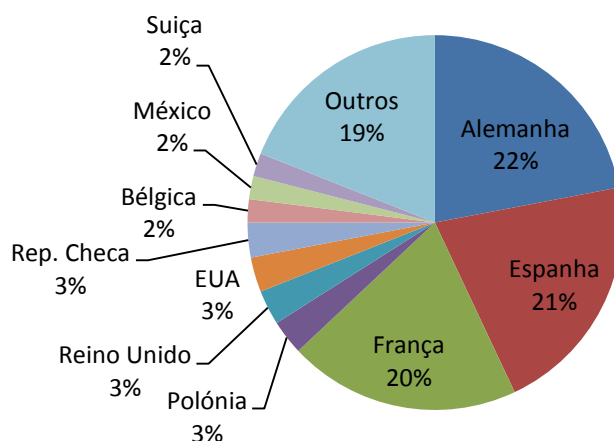


Gráfico 1 - Principais mercados de exportação em 2008 (Cefamol, 2010a)

O desempenho do setor, face ao comércio internacional total Português de bens apresenta nos últimos anos, alguma perda de peso. Efetivamente, as vendas para mercados externos têm vindo a representar cerca de 1% do total nacional, enquanto as aquisições cerca de 0,1% do total.

No que diz respeito às vendas, o melhor valor conseguido foi em 2001 com 1,22%, enquanto que o pior, foi o ano de 2007 com 0,77%.

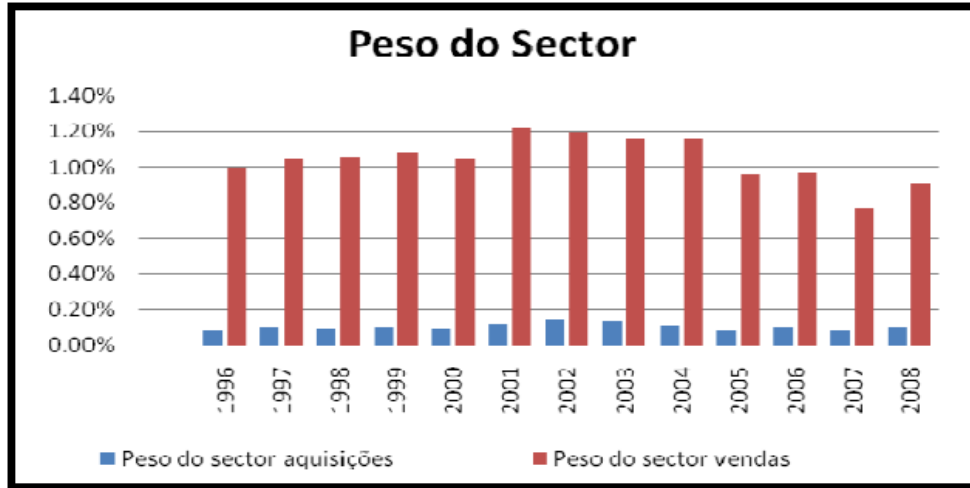


Gráfico 2 - Peso do setor dos moldes a nível nacional (Cefamol, 2010a)

Uma análise por subsector realizada em 2009, revela um peso nas indústrias de processamento de metais, nos subsectores da metalomecânica e da metalurgia, que representam cerca de 31,8 % do volume de negócios total. A produção de componentes plásticos ocupa cerca de 19,5 % do volume de negócios.

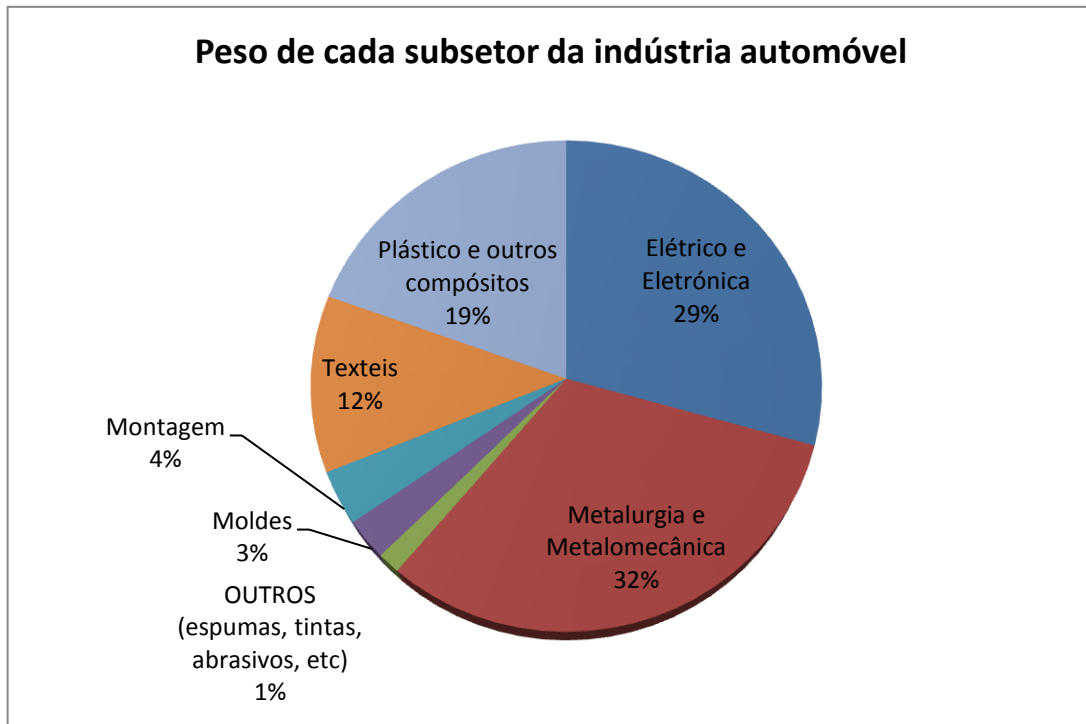


Gráfico 3 - Subsetores de atividade em percentagem do VN (Almeida, 2007)

2.3 Princípio de Funcionamento

Um molde para injeção pode ser descrito como um conjunto de elementos que interagem entre si através de translações, que permitem que no espaço em que a peça vai ser materializada, este seja preenchido com plástico fundido em condições controladas.

No fabrico de peças plásticas o molde tem grande importância e complexidade, pois é ele que dá forma à peça, tendo por isso diversos sistemas que permitem elaborar formas mais complexas, como movimentos e posições, não pondo em causa a extração da peça, impedindo assim que esta fique presa ao molde.

Tipicamente um molde é constituído por uma parte fixa denominada cavidade, e uma parte móvel denominada macho. Na parte da cavidade, encontram-se vários elementos, como por exemplo o sistema de injeção, a placa de aperto da injeção e o guiamento, responsável pelo perfeito alinhamento do macho com a cavidade. Na parte do macho, que geralmente grava a zona não visível da peça, temos calços, guias de centragem, levantadores, movimentos, placa de aperto da extração, e o sistema de extração que permite que a peça seja retirada do molde, após abertura do mesmo. A Figura 3 ilustra de uma forma simplificada, a constituição de um molde:



Figura 3 - Elementos principais de um molde (Reinert, 2004)

A Figura 4 representa a vista lateral de um molde, onde estão definidas as duas partes (móvel, e fixa) assim como alguns dos seus constituintes.

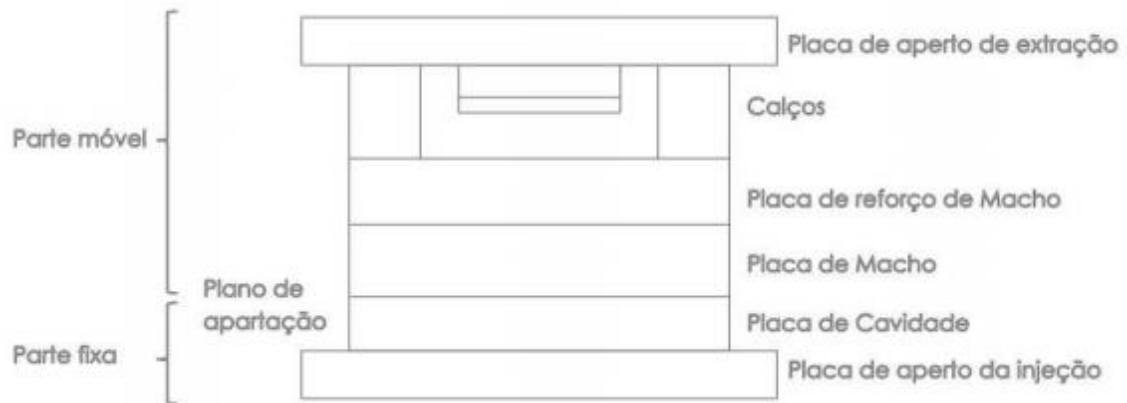


Figura 4 - Vista lateral de um molde (Reinert, 2004)

2.4 Enquadramento Teórico

Atualmente qualquer empresa que pretenda ser competitiva nos mercados, tem de possuir um bom sistema de gestão quer ao nível do planeamento quer ao nível dos seus recursos. Neste subcapítulo são expostos os conceitos teóricos em que este projeto se apoiou, tendo sempre como base uma bibliografia de referência, descrita nas secções seguintes.

2.4.1 O conceito de *Lean Thinking*

A designação *Lean Thinking* (pensamento magro), como conceito de gestão empresarial, foi usada pela primeira vez em 1996 por James Womack e Daniel Jones. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem por objetivo a criação de valor através da sistemática eliminação do desperdício.

Esta filosofia tem as suas raízes no sistema de produção "*Toyota Production System*" (TPS), criada em 1988 por Taichi Ohno. Para uma melhor compreensão do contexto da sua criação há que remontar aos anos 40, no Japão, onde a "*Toyota Motors Company*" (TMC) procurava conquistar o mercado com estratégias que assentavam na melhoria da fiabilidade, flexibilidade e redução de custos dos seus processos produtivos. "O sucesso desta companhia mundialmente reconhecida corrobora em todos os sentidos a validade dos princípios e conceitos principais da filosofia do *Lean Thinking*". (Pinto, 2009a)

Assim nasceu o TPS. A ideia chave do TPS é a eliminação sistemática das atividades que não acrescentam valor. Este sistema de produção, em termos históricos, está relacionado com a flexibilidade e com a produtividade por isso, também pode ser utilizado para estratégias de baixo volume e longo prazo. A estrutura do TPS pode ser visualmente descrita na Figura 5, a casa do "*Toyota Production System*", onde todos os princípios deste sistema estão descritos.

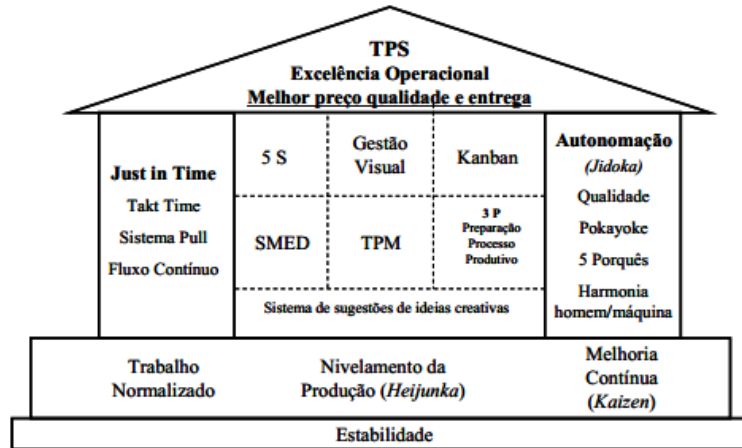


Figura 5 - A casa do TPS (Gemba, 2013)

Sem dúvida que o principal objetivo para uma empresa é oferecer aos seus clientes uma qualidade superior, com o melhor serviço e ao mais baixo custo. Segundo a teoria do TPS para se atingir esse objetivo é necessário que a empresa tenha dois pilares fundamentais: Produção *Just in Time* (JIT) e *Autonomia* (Jidoka).

O Just-In-Time baseia-se em produzir só o que é necessário, no momento e na quantidade necessária.(Suzaki, 2010).

O Jidoka por sua vez baseia-se no controlo autónomo dos equipamentos que se interpreta como sendo um controlo para evitar defeitos, precavendo a entrada de produtos defeituosos no fluxo de produção. (Monden, 1988)

Ambos os pilares estão assentes na melhoria contínua, Kaizen, na utilização e definição de processos estáveis e normalizados (Standard Work) e no nivelamento da produção (Heijunka). Com isto podemos concluir que o sistema TPS foi concebido para fornecer as ferramentas e as soluções para que as pessoas que nele trabalham possam continuamente melhorar o seu desempenho. (Pinto, 2009a)

2.4.2 Melhoria contínua, Ciclo PDCA

Outra ferramenta associada aos princípios Lean é o ciclo PDCA, (*Plan, Do, Check, Act*), traduzida para português como Planear, Fazer, Verificar e Agir. Consiste numa ferramenta que se divide em quatro etapas distintas e que pode ser aplicada a processos e sistemas.



Figura 6 - Modelo PDCA

O esquema apresentado na Figura 6 representa o funcionamento do Modelo PDCA. Na primeira etapa “Planear” são definidos objetivos e processos em que se pretende obter resultados.

A segunda etapa “Fazer” refere-se à execução do que foi planeado na etapa anterior.

Seguidamente, na terceira etapa, “Verificar”, os processos ou produtos são monitorizados e medidos e os resultados são reportados.

Para finalizar, na etapa “Agir”, é observado e concluído o que foi realizado anteriormente, assim como é realizada uma revisão de todo o sistema para determinar se as alterações foram eficazes e se está atualizado e adequado ao problema em questão. (Branco, 2011)

2.4.3 Planeamento e controlo de produção

O objetivo do planeamento e controlo de produção (PPC) é fornecer informação para que se possam tomar decisões de forma inteligente visto que o PPC não toma decisões nem gere operações, mas gera informação para que essas decisões sejam tomadas da melhor forma, com o máximo de conhecimento e informação possível. Pretende-se que com essa informação se consiga gerir eficientemente máquinas, pessoas, fluxos de materiais, fornecedores e clientes.

Tipicamente as tarefas suportadas pelos PPC são:

- Planeamento dos materiais fazendo com que estejam disponíveis no momento certo e no sítio certo para a produção;
- Planear as atividades de produção;
- Planeamento da capacidade e da carga da fábrica de forma a satisfazer a procura;
- Rastreio de material, pessoas e ordens;
- Capacidade de resposta rápida a anomalias;
- Stocks atualizados e reais dos vários produtos (matéria-prima, produto acabado, produto semiacabado, etc).

Em seguida apresenta-se uma classificação por níveis do PPC, apresentando, como podemos ver na Figura 7 quatro níveis. (Vollmann et al., 1997)

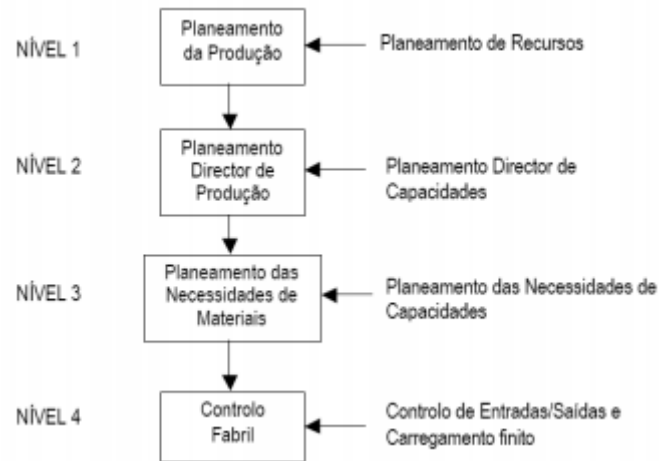


Figura 7 - Classificação do PPC por níveis

2.4.4 Produção em *Job Shop*

Este é o processo produtivo utilizado na Simoldes Aços. 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.

É também normal que a sequência de processamento que os produtos seguem possa ser muito variada, assim como os tempos de processamento nas diversas fases de produção. Mesmo conhecendo-se com exatidão o percurso que as ordens de produção seguem, e os tempos de processamento em cada secção/máquina, é praticamente impossível prever qual o estado de ocupação de cada secção e do chão de fábrica em geral, sendo esta uma das maiores dificuldades do problema de planeamento e controlo das operações em *Job Shop*.

Num processo produtivo do tipo *Job Shop*, os equipamentos e processos estão organizados em secções. Trata-se de um *layout* flexível, mas de difícil gestão. A distribuição dos equipamentos e processos origina muitos transportes, *setups* frequentes, e tempos não produtivos. Se a empresa pretende fabricar vários produtos em quantidades variáveis, este é o *layout* mais adequado. (Jacobs et al., 2009)

2.4.5 Considerações Finais

Em conclusão, é importante referir que a utilização destas ferramentas vai permitir uma análise profunda dos problemas encontrados na análise do projeto.

A ligação destas ferramentas, permite criar uma resolução estruturada de problemas, levando assim a uma análise focada nos que têm mais impacto no sistema, o que por sua vez leva a não perder tempo a eliminar efeitos gerados pelos problemas, mas sim atacar diretamente a causa passando desta forma a evitar recorrências dos mesmos.

3 Situação Atual da Empresa

3.1 Utilização dos Recursos

Como é ilustrado pelo seguinte gráfico, as bancadas representam uma percentagem significativa do tempo de construção de um molde (36%), como tal, é do interesse da empresa ter esta fase com controlo regular, para evitar dentro do possível, as derrapagens que atualmente se verificam neste setor.

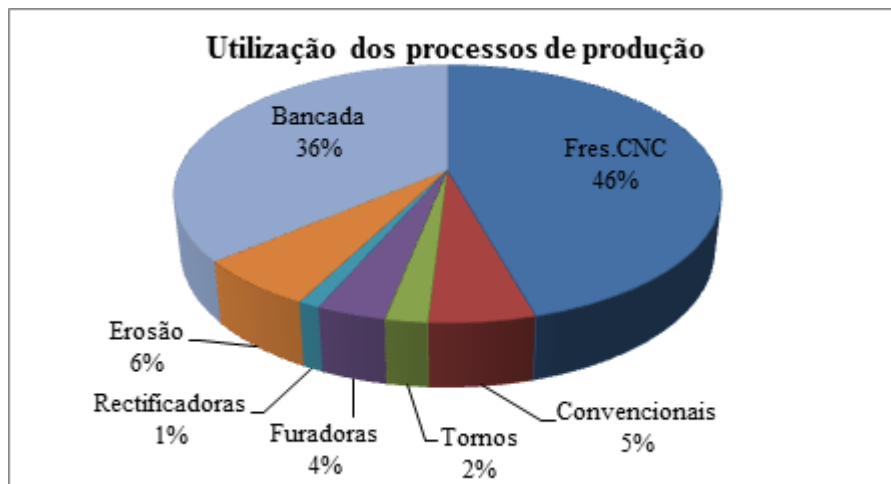


Gráfico 4 - Utilização dos processos de produção (Silva, 2011)

3.2 Layout da empresa

Um *layout* (Fig.8) é a distribuição dos recursos pelo espaço disponível. Trata-se de uma configuração espacial em que é dada especial atenção ao fluxo de pessoas, materiais e informação através do sistema de operações. O planeamento do *layout* acontece em duas fases decisivas das organizações: na implementação, e nos momentos de adaptação das instalações a novas funções ou desafios.

Como a produção de moldes não é um trabalho em série e contínuo, as máquinas estão agrupadas por grupos de máquinas o que permite uma maior flexibilidade. O processo produtivo pode ser classificado como *job shop*. (Chase et al., 2006)

Atualmente, as máquinas estão agrupadas da seguinte maneira:

- Laranja – Tornos;
- Cinzento – Retificadoras;
- Verde – Prensas.

Como se pode verificar, a cada máquina está associado um código, o qual é uma referência interna para a empresa.

3.3 Planeamento de produção

O planeamento de produção é um processo dinâmico, tendo como meta principal cumprir os prazos de entrega do molde ao cliente. Quando a data do primeiro ensaio é estabelecida torna-se possível elaborar o planeamento do molde, uma vez que este é feito partindo dessa data atribuindo tempos às tarefas, de modo a ser possível cumprir a data de primeiro ensaio. O planeamento vai sendo atualizado à medida que o processo de produção do molde vai evoluindo. A previsão do tempo de execução de cada molde é ditada pela data do primeiro ensaio e pela data de entrega do molde finalizado. O planeamento de um molde envolve:

- Chegada de bandas (ficheiro CAD 3D da peça) e dados para preliminar;
- Distribuição dos tempos orçamentados pelas várias etapas (CNC, erosão, bancada) e posterior controlo / ajuste dos mesmos;
- Data para aprovação dos modelos por parte do cliente;
- Data para a chegada do aço;
- Data para o início da maquinagem;
- Data do 1º ensaio;
- Data para expedição do molde.

O “Desenho Preliminar” irá ser a base do planeamento da produção. Uma análise cuidada por parte do diretor da produção irá originar a definição do conjunto de operações necessárias para a execução do mesmo, assim como o tempo destinado a cada uma. A sua experiência profissional permite-lhe fazer esta previsão com bastante rigor, sem recurso a outro tipo de informação. A calendarização do conjunto de operações é apresentada sob a forma de Diagrama de GANTT realizada no *software* Microsoft Project (Fig.9).

A atualização do planeamento de produção está sempre condicionada com a entrada de novos moldes em fabrico, assim como pela necessidade realizar diversas tarefas que possam surgir de caráter prioritário. Diariamente, o responsável de produção percorre a fábrica para executar o levantamento do estado dos moldes.

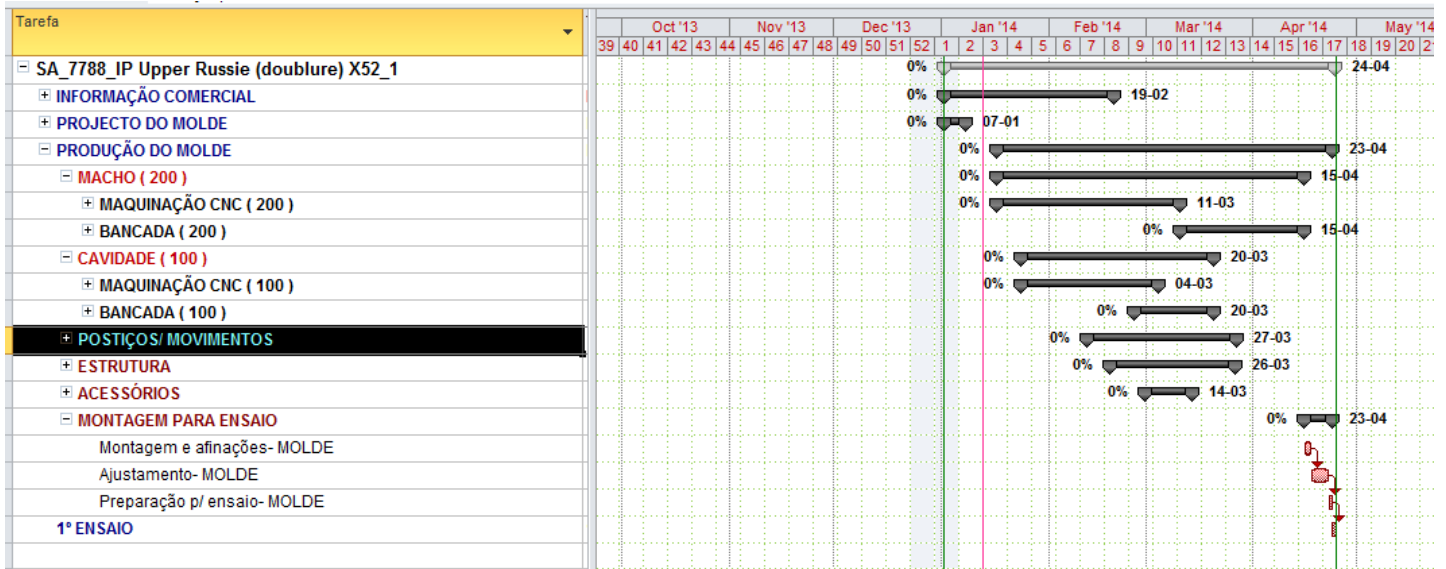


Figura 9 - Plano de produção de um molde

Para que se tenha uma perceção da carga das máquinas, é também elaborado um plano global de moldes em fabrico, com base no número de horas orçamentadas dos diversos moldes. Este plano permite perceber quando é que se ultrapassa a capacidade de maquinagem, e assim por antecipação, tentar subcontratar.

3.4 Produção

3.4.1 CNC

As máquinas CNC estão inseridas no setor mais importante da cadeia produtiva, visto que, é aqui que estão associados os maiores custos da produção de um molde (custos associados à maquinagem e à matéria-prima). Assim, neste setor é muito importante que não existam erros de maquinagem nem desvios dimensionais nas peças, para tal é necessária uma correta preparação de trabalho, a escolha adequada da ferramenta (fresa e cone) de modo a evitar colisões com o molde (evitando estragos no molde e nas ferramentas) e que as tarefas de *setup* sejam efetuadas de forma cuidadosa.

Neste momento, o *setup* das máquinas CNC consiste na realização das seguintes etapas:

- Colocação do bloco na máquina (com o auxílio da ponte móvel);
- Centramento do bloco (recurso a centradores, comparadores, malho de cobre);
- Efetuar o aperto à mesa da máquina, no caso das máquinas mais recentes (maquinagem de precisão) a peça é fixa à mesa através da força eletromagnética da mesa da máquina;
- Criação de origens (recurso à pínula, mestras ou guias retificadas);
- Referenciamento da ferramenta (usado para prevenir os eventuais desvios da ferramenta).

Nas máquinas CNC, são efetuadas operações de maquinagem de machos, cavidades, postigos, eléctrodos e movimentos. Estas operações são divididas em:

- Operações 3D – consistem em desbaste, redesbaste, pré-acabamento, acabamento e redução de raios, de componentes moldantes;

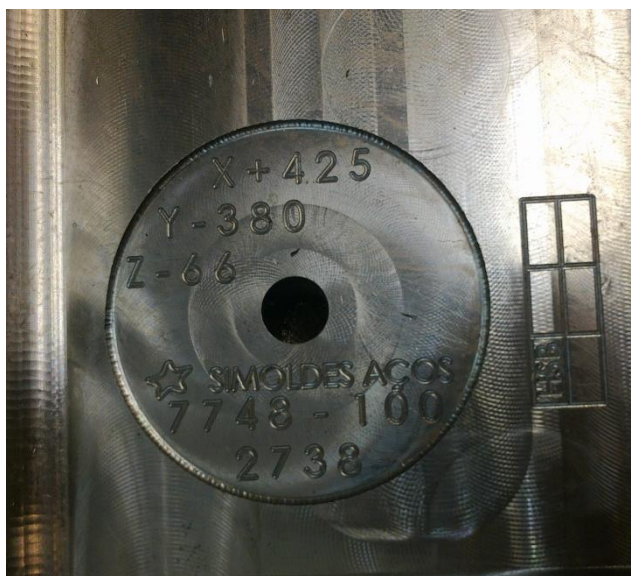
No acabamento, a cota teórica é sempre afetada pelo processo de maquinagem, ou seja, pelas condições de maquinagem (temperatura, desgaste da ferramenta e da máquina). Assim, existem sempre desvios relativamente à cota teórica, os quais são controlados fazendo uso das tolerâncias.

- Operações 2D – consistem na abertura de alojamentos para guias, placas de pressão, pernos de retorno, guias inclinadas, pregadeiras, fixação de corredeiras para movimentos mecânicos, o-rings, furação/fixação de postigos, abertura de roscas e quebra de quinas, em resumo, maquinagem de componentes não moldantes.

O processo de transformação CNC é planeado e controlado pelo responsável da secção de maquinagem que atribui os trabalhos que devem ser efetuados às respetivas máquinas, fornecendo aos operários os documentos necessários do componente a realizar, nomeadamente croquis de acompanhamento/execução, com ilustrações de como vai ficar o componente, a referência do molde e do respetivo componente, material e tratamentos térmicos a efetuar, dimensões, designação do ficheiro que contém o modelo tridimensional, desenhos do molde, desenhos tridimensionais da peça final, e outros ficheiros relevantes.

O rigor e exigência das etapas CNC determinarão se o processo se vai desenrolar com normalidade ou não. Esta precisão vai ter uma influência muito significativa na etapa final do fabrico do molde, realizada na zona da bancada, no sentido da redução de tempo despendido no ajuste e montagem das peças.

Nas peças de maiores dimensões, após concluída a etapa de desbaste, estas são marcadas, através de uma zona circular rebaixada, que contém o código do molde e as coordenadas de referência. Esta zona é apelidada de “pínula de referência”. Nas peças mais pequenas, como postigos, é definida uma área de gravação do código, como se vê nas figuras seguintes:



a. Pínula de referência



b. Zona de gravação

Figura 10 - Marcação de componentes em peças grandes (a), e peças pequenas (b) (Imagem do Autor)

3.4.2 Erosão

O setor da erosão é um setor incontornável, uma vez que são realizadas operações como abertura/acabamento de frisos, grelhas, etc, que não podem ser efetuadas nas máquinas CNC.

Neste processo, a principal ferramenta é o eléctrodo. O eléctrodo consiste numa peça, de cobre ou grafite, com a geometria da peça na zona a erodir. Quando são feitos os modelos dos eléctrodos na preparação de trabalho é necessário ter em atenção o GAP quer no caso da erosão volumétrica quer na erosão por fio. O GAP é a distância necessária entre a parede da peça e o eléctrodo para existir um arco elétrico (o dieléctrico é utilizado para facilitar a ocorrência do arco elétrico). De notar que o GAP utilizado na fase de acabamento é inferior ao utilizado na fase de desbaste. As figuras seguintes mostram uma peça no processo de eletroerosão.

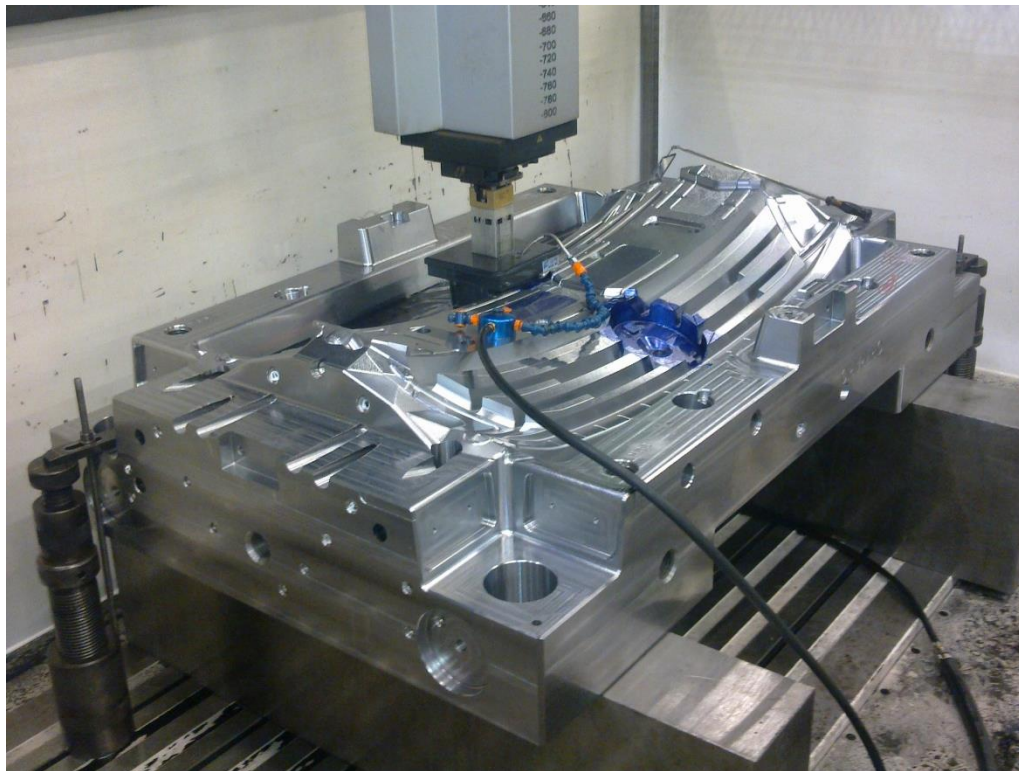


Figura 11 - Peça no processo de eletroerosão (Imagem do Autor)



Figura 12 - Setor da eletroerosão (Imagem do Autor)

Após a modelação, os eléctrodos de cobre são maquinados em paletes. No caso dos eléctrodos de grafite, uma vez que a maquinagem de grafite requer cuidados especiais, os eléctrodos são maquinados por um fornecedor externo.

3.4.3 Posto de CAM

O posto de CAM (Fig.13), tem como função fornecer os programas 3D e 2D para todas as máquinas CNC. Os modelos 3D chegam a este setor vindos do gabinete de projeto (DED/DES) para se poderem criar os programas de maquinagem através do *software* Powermill. Através deste *software*, o operador acede ao ficheiro do modelo tridimensional, mencionado no croqui do componente, fornecido pelo departamento técnico, analisa-o escolhendo a estratégia de maquinagem e a ferramenta mais apropriada à operação, enviando o ficheiro com o percurso de ferramenta calculado para a máquina que irá realizar o trabalho.

Tendo em conta, que os programas são calculados numa linguagem diferente da usada pelas máquinas, é necessário pós-processar todos os programas calculados. Após conversão em linguagem máquina, o programa irá conter informações relativas à identificação do molde, das ferramentas, da estratégia de maquinagem e das linhas de código correspondentes aos vários percursos da ferramenta.

Pode-se dizer que, de uma forma geral, a preparação de trabalho está organizada por tipo de operação:

- Preparação de programas de desbaste e redesbaste;
- Preparação de programa para maquinagem de eléctrodos e preparação de paletes (eléctrodos e componentes);
- Preparação de programas 2D (alojamentos, caixas, etc).



Figura 13 - Posto de CAM (Imagem do Autor)

3.4.4 Setor das Bancadas

No setor das bancadas, é onde se irão realizar as várias operações de ajuste, montagem, e acabamento, os aspetos determinantes são: a data do primeiro ensaio e a data limite de execução do molde.

Os trabalhos na bancada iniciam-se com a chegada dos componentes do molde provenientes das CNC, mandriladoras, erosão e das máquinas convencionais. Da ferramentaria chegam os componentes *standards* (parafusos, molas, tacos, bujões) de acordo com a lista de componentes. Previamente da sala de projeto (DED/DES) chega o modelo 3D do molde, desenhos e lista de materiais disponibilizados em formato digital. A consulta destes documentos pode ser feita através de um computador disponível para cada bancada, designado internamente por visualizador. Os visualizadores permitiram eliminar o papel do chão de fábrica.

Este setor é bastante rigoroso e moroso por diversos fatores:

- É frequente existirem componentes em *blocking* ao longo do processo de maquinagem, à espera de disponibilidade da máquina. O que leva a que os componentes não se encontrem disponíveis na bancada todos ao mesmo tempo;
- É comum verificar-se que existem erros na cinemática de alguns componentes, quando da altura da montagem, o que faz com que estes sejam remodelados tridimensionalmente e maquinados de novo;
- Devido ao desgaste das máquinas CNC, a sua exatidão vai diminuindo, o que leva a que algumas peças não sejam maquinadas com a exatidão desejada, obrigando a despendar mais tempo que o planeado a realizar ajuste de componentes na bancada;
- Este é um trabalho bastante exigente, pois é todo um trabalho manual que requer bastante minúcia e experiência por parte do operador;

- A falta de controlo de processos e os atrasos provenientes dos setores que antecedem a bancada, levam a que haja necessidade de acelerar todo o processo de montagem e ajustamento, devido à derrapagem temporal normalmente existente, traduzindo-se em maiores custos e pressão para os colaboradores.

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

Com o plano do molde determinam-se as ordens de trabalho a executar. Será necessário avaliar o estado dos componentes de forma a definir estratégias de execução e alocar os recursos necessários à execução das operações. Esta avaliação é da responsabilidade da chefia de cada setor.

O conjunto de operações realizado na bancada está designado da seguinte forma:

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

Com o ajustamento dos movimentos e posições já executado, inicia-se a fase de polimento. O polimento, assim como o ajustamento, é uma tarefa que na maior parte dos casos é bastante demorada, visto que a qualidade deste processo terá um impacto direto na qualidade das peças e no processo de injeção. O tempo que esta tarefa demora está diretamente relacionado não só com as dimensões do molde, mas também com o tipo de acabamento que se pretende (por exemplo: alto brilho).

Posteriormente ao ajustamento e polimento inicia-se a montagem do molde, ou seja, é feito o acoplamento de todos os componentes. Todos os componentes que se movimentem são devidamente lubrificados. São ainda montados nesta fase o sistema hidráulico, sistema de injeção, circuitos elétricos e mangueiras do sistema de refrigeração. Porém, devido a falhas por parte dos setores que antecedem à bancada, poderão ainda ocorrer outros tipos de operações tais como abrir roscas, quebrar quinas ou mandrilar e escarear furos.

Concluída a montagem e o polimento, inicia-se o ajustamento do molde na prensa, para garantir um perfeito alinhamento entre macho e cavidade.

De seguida o molde vai ser sujeito a uma série de ensaios para verificar o seu funcionamento, como temperatura de refrigeração, injeção, extração, registando os resultados no plano de inspeção. Caso haja alguma irregularidade o molde volta para a produção de modo a corrigir eventuais falhas/erros.

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

Chegando a esta etapa o molde estará pronto para expedir para o cliente.

4 Estudo do Setor das Bancadas

A bancada (Fig.14) foi o local de maior incidência do projeto. Este local permitiu-me aumentar o meu conhecimento sobre moldes, visto ser o local onde é efetuada a montagem, o ajuste e o acabamento dos moldes, o que envolve uma diversidade bastante grande de processos, os quais me permitiram ficar com uma visão alargada de todos eles, assim como algumas falhas dos mesmos.

Olhando para a bancada como o cliente final da linha de produção, é aqui que se refletem todos os problemas/erros não detetados/corrigidos nas secções precedentes, e que na sua grande maioria são responsáveis pelas derrapagens existentes neste setor.

Seguidamente vão ser apresentados os processos efetuados nas bancadas, que foram alvo de análise e estudo.



Figura 14 - Aspeto geral de uma bancada (Imagem do Autor)

4.1 Operações realizadas na bancada

Como referido em 3.4.4, as operações realizadas na bancada, encontram-se designadas da seguinte forma:

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

Porém, devido a falhas por parte dos setores que antecedem à bancada, poderão ainda ocorrer outros tipos de operações tais como abrir roscas, quebrar quinas ou mandrilar furos.

- Ajustamento de posições: os posições são elementos fixos que permitem reproduzir na peça, formas que sem a sua existência seria muito difícil ou mesmo impossível de realizar;
- Ajustamento de movimentos: os movimentos são elementos móveis que além de fazerem parte da zona de gravação da peça, fazem parte da extração, auxiliando na retirada da peça plástica do molde. Devido ao seu movimento inclinado relativamente ao molde, permitem criar contra- saídas;
- Ajustamento de levantadores: os levantadores são elementos móveis que apenas possuem movimento ortogonal com o molde. A sua função, é auxiliar a extração da peça plástica do molde.

A sequência de imagens seguinte, representa como se processa o ajustamento:



Figura 16 – Pintura da caixa com tinta de ajustamento (Imagem do Autor)

O operador pinta com tinta azul de marcação, a caixa onde vai encaixar a peça (Fig.16).



Figura 17 - Peça colocada na caixa (Imagem do Autor)

Seguidamente coloca a peça na caixa, e efetua um batimento com um malho de cobre (Fig.17). Posteriormente a peça é retirada por batimento, também com a ajuda de um malho de cobre (Fig.18).



Figura 18 - Peça retirada da caixa por batimento (Imagem do Autor)

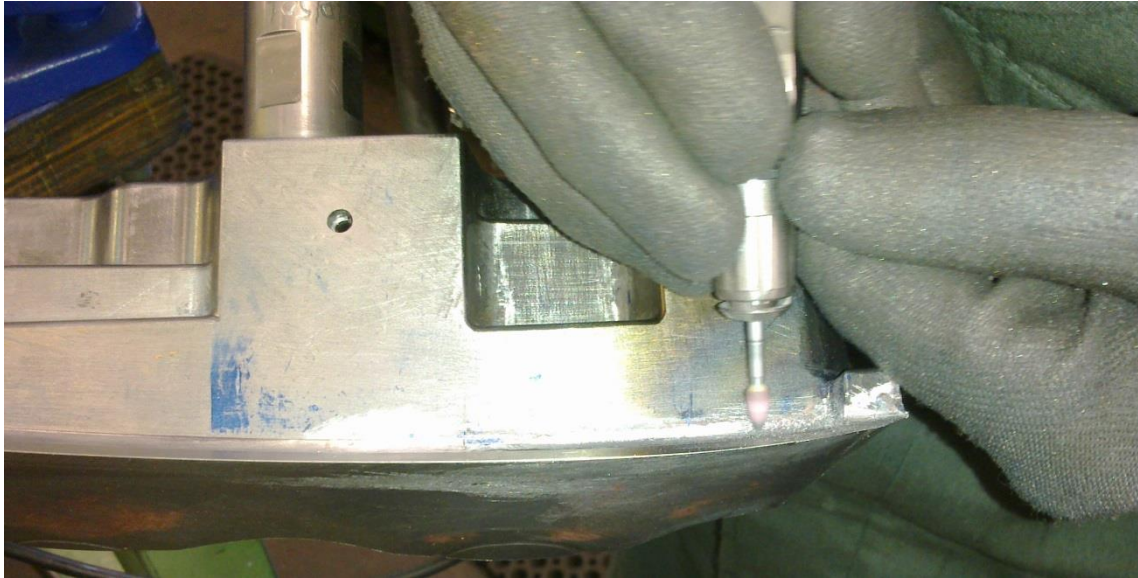


Figura 19 - Operador a passar retificador na peça (Imagem do Autor)

Após retirada da peça, o operador verifica as zonas onde a tinta está a marcar, passando ou não um retificador nas mesmas (Fig.19).

O processo dá-se como concluído quando a marcação da tinta azul é uniforme em todas as faces de ajuste.

4.3 Montagem

Posteriormente ao ajustamento e polimento parte-se para a montagem do molde, ou seja, é feito o acoplamento de todos os componentes. Nesta fase existe por norma uma derrapagem, pois o acoplamento das peças nem sempre é perfeito, acontecendo diversas vezes as peças chegarem à bancada inacabadas (por exemplo furos por roscar, e furos por mandrilar), o que leva a grandes gastos de tempo a realizar operações que não são da alçada da bancada, operações essas que em termos de acabamento, nunca ficam com a perfeição como se fossem realizadas na CNC.

4.3.1 Roscar furos

Existe uma norma interna que define que todos os furos roscados de diâmetro igual ou superior a M6 sejam roscados na CNC, porém, é frequente abrirem-se roscas na bancada de diâmetros superiores a M6. É comum partirem machos durante a operação de roscagem manual, o que implica por vezes que a peça vá para a eletroerosão, para erodir a parte do macho que ficou dentro do furo.

Por outro lado, na máquina conseguem-se roscar os furos através de macho direto, isto é, com apenas um macho, enquanto que na bancada essa operação passa pelo uso de 3 machos, e necessariamente pelo gasto de mais tempo. A Figura 20, mostra uma placa de guiamento de veio de movimento mecânico, com os seus furos M10 a serem roscados manualmente.

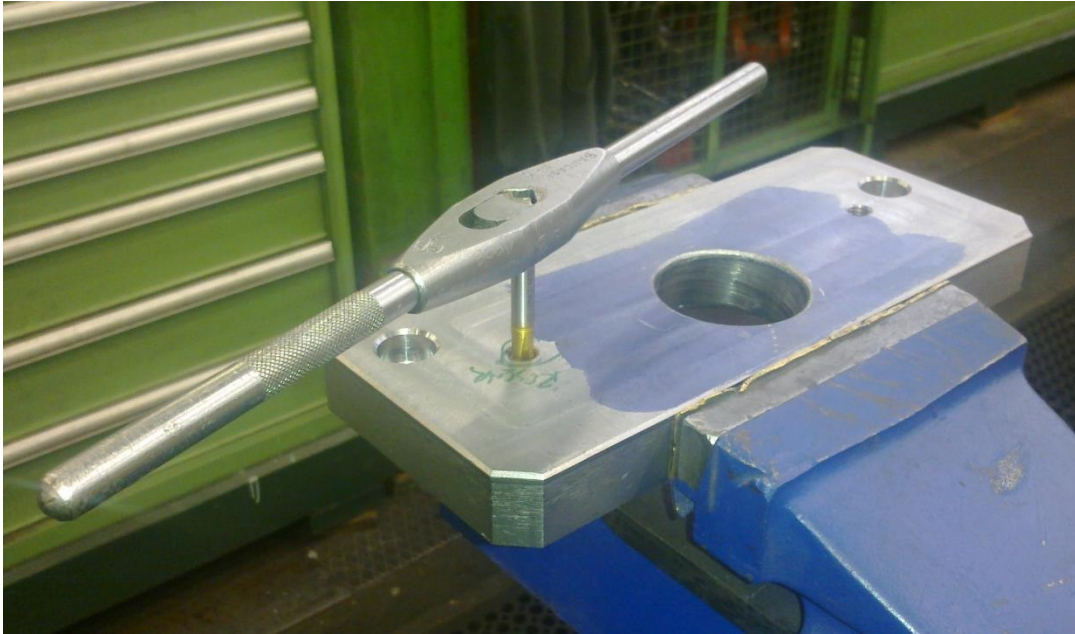


Figura 20 - Placa com furos M10 a serem roscados manualmente (Imagem do Autor)

4.3.2 Mandrilar furos

Os furos, por onde irão passar os veios dos movimentos, levantadores e extratores, vão alojar casquilhos de bronze auto lubrificados por grafite para impedir que ocorra gripagem devido ao movimento existente entre peças, como mostra a Figura 21.



Figura 21 - Casquilhos de bronze auto lubrificados (Imagem do Autor)

A operação de mandrilagem dos furos deveria ser realizada nas CNC, mas por falha deste setor, esta operação acaba muitas vezes por se realizar na bancada.

Quando esta operação é realizada na bancada, são necessários 2 operários (Fig.22), pois é frequente o mandril prender no furo, e devido ao elevado binário do berbequim (Fig.23), caso esteja somente um operador a realizar a operação este pode ser projetado, e sofrer sérias lesões. Assim, e como mostra a figura seguinte, são necessários 2 operários, um para mandrilar, e outro para segurar no berbequim.



Figura 22 - Operários a mandrilar furos manualmente (Imagem do Autor)



Figura 23 - Berbequim utilizado para mandrilagem manual (Imagem do Autor)

4.3.3 Quebrar quinas / escarear furos

No final da maquinagem, as peças saem com bastantes rebarbas e quinas vivas, que se podem tornar um perigo para os operadores e que dificultam a montagem dos componentes, sendo por isso todas as quinas quebradas. Pelos mesmos motivos todos os furos são também escareados.

Ambas as operações são frequentemente realizadas na bancada, como mostra a Figura 24, deixando um acabamento algo irregular, e roubando bastante tempo. Esta etapa pode também ser feita nas CNC.



**Figura 24 – Operações realizadas manualmente na bancada, (a) quebrar quinas (b) escarear furos
(Imagem do Autor)**

4.3.4 Traçar / tapar / experimentar águas / óleos

O operador imprime um esquema tridimensional do sistema de refrigeração do molde (Fig. 25). De seguida desenha no componente o sistema de refrigeração, incluindo os sentidos de circulação da água, para saber onde colocar os tacos que vão determinar em que sentido e por onde a água vai circular (Fig. 26).

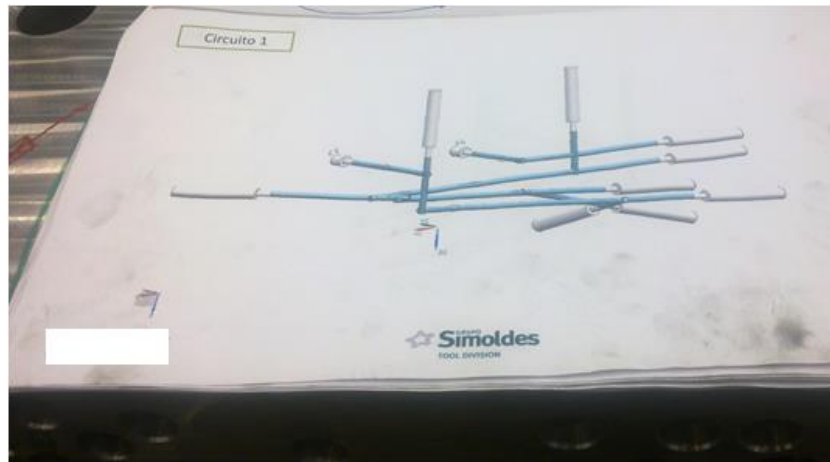


Figura 25 - Esquema tridimensional do sistema de refrigeração do molde (Imagem do Autor)

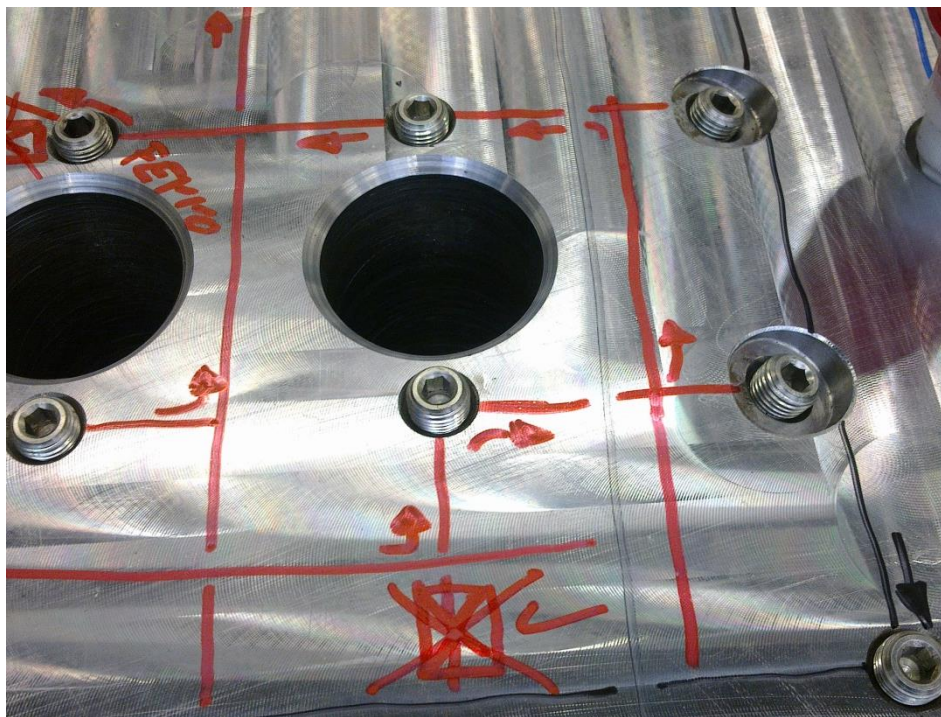


Figura 26 - Sistema de refrigeração desenhado na peça (Imagem do Autor)

Para verificar se o esquema desenhado no componente está correto, o operador insere varões de aço nos furos para verificar se estes se cruzam no local correto, para posteriormente colocar os tacos (Fig. 27).



Figura 27 - Varões de aço inseridos nos furos do circuito de refrigeração (Imagem do Autor)



a)



b)

Figura 28 – Tacos (a) e mecanismo para inserir tacos (b) (Imagem do Autor)

Colocados todos os tacos (Fig.28), segue-se a colocação dos bujões. Passa-se selante de roscas Loctite 577 na rosca e depois rosca-se o bujão (Fig.29) no respectivo furo.



Figura 29 – Selante de roscas Loctite 577 (a) e bujões utilizados (b) (Imagem do Autor)

Por último as águas são testadas com um aparelho específico, representado na Figura 30, onde é feito um teste a 10 bar para verificação de fugas, e um teste a 4 bar, onde é medido o caudal.



Figura 30 - Máquina de testar águas (Imagem do Autor)

4.3.5 Sistema de injeção

O sistema de injeção não é fabricado pela empresa, limitando-se esta a proceder á sua instalação (Fig.31).

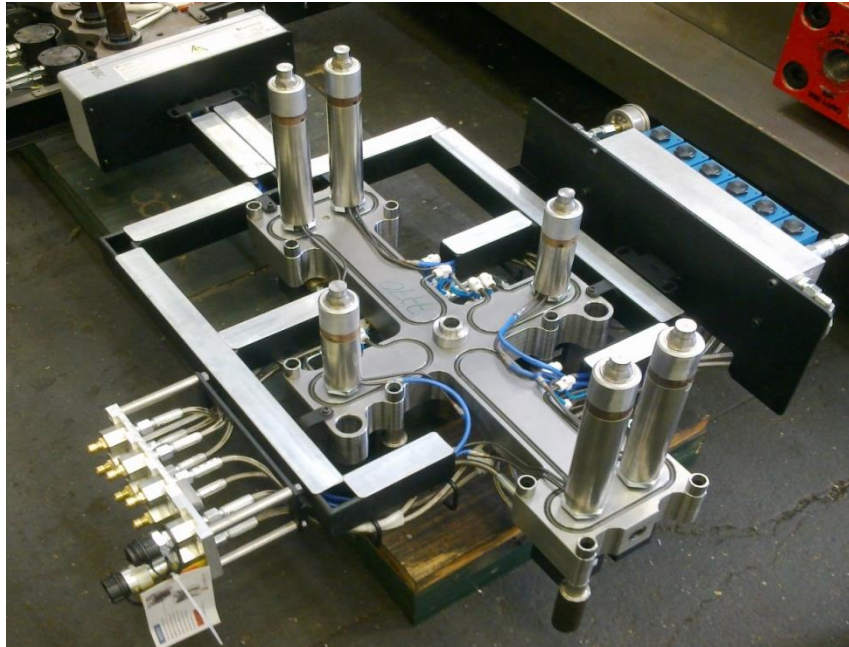


Figura 31 - Sistema de injeção (Imagem do Autor)

4.3.6 Sistema de extração

Regra geral, o sistema de extração é constituído pelo sistema hidráulico e por duas placas, denominadas placas de extração, onde irão ser acoplados todos os componentes, como os carrinhos onde se irão fixar os veios dos movimentos, levantadores e extratores, e também os pernos de retorno (Fig.32).



Figura 32 - Sistema de extração (Imagem do Autor)

4.3.7 Ajuste do molde na prensa

Após concluída a montagem, o molde é colocado na prensa para se proceder ao ajuste do macho com a cavidade.

Os operários fixam a cavidade na parte superior da prensa (Fig.33), e o macho na parte inferior (Fig.34). Este procedimento consiste em pintar as zonas de ajustamento, geralmente do lado da cavidade (linha de junta, placas de pressão, cones de travamento e pernos de retorno) com tinta azul de ajustamento. Seguidamente fecha-se o molde na prensa com uma pressão de fecho equivalente a 1/6 da pressão de fecho da máquina de injeção.



Figura 33 – Cavity na prensa, pintada com tinta de ajustamento (Imagem do Autor)



Figura 34 - Macho e cavidade na prensa (Imagem do Autor)

Com a abertura do molde é possível ver que ajustes são necessários nos elementos pintados através da quantidade de tinta que marcou o lado do macho com o fecho (Fig.35).

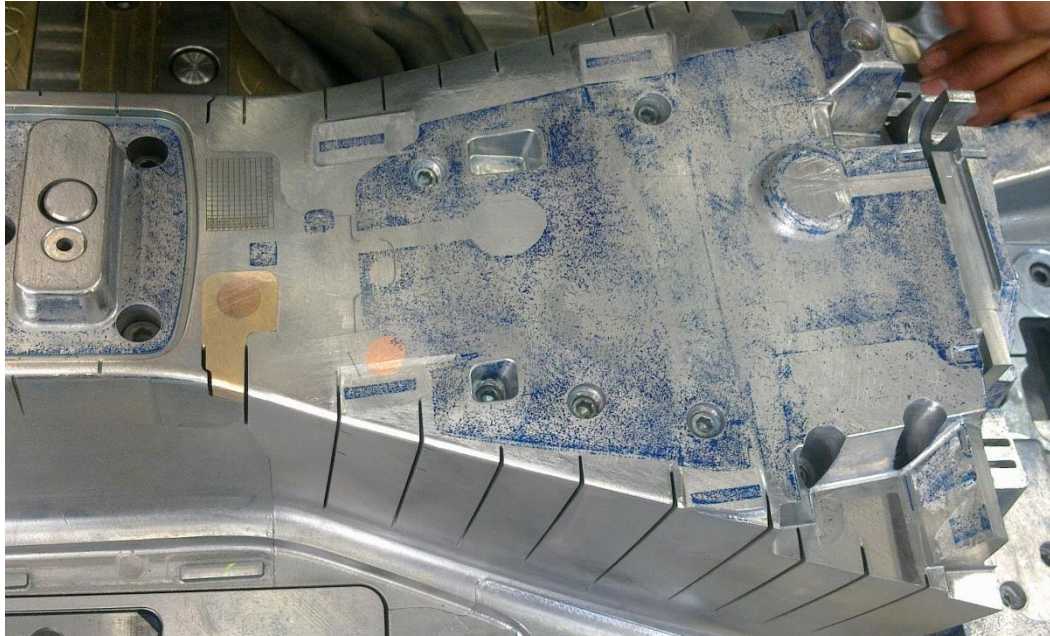


Figura 35 - Macho após ajustamento na prensa (Imagem do Autor)

Este é um processo iterativo, em que os operários o realizam até obter um ajustamento o mais perfeito possível.

4.3.8 Montagem de componentes *standards* e pintura

Já na fase final de produção, são montados os componentes *standards*, como mangueiras, fichas elétricas, sensores de fim de curso, etc.

É colocada também uma chapa de identificação do molde (Fig.36), que contém o nome da empresa, o número interno do molde, o nome do cliente, o número do molde do cliente, o projeto, o material a injetar, a máquina onde vai injetar, o número de cavidades, o peso do molde, as dimensões do molde e o gestor de projeto. Também é aplicada uma placa com o esquema das ligações elétricas e outra com o esquema cinemático do molde.

Tool N°	SA7747	Customer		Year	2015
Customer Tool N°	65866	Project			
Part Name	OILSUMP 3				
Nr. of Cavities	1	Material	PA6-GF35	Press	2300T
Dimensions	1925 X 1300 X 1485	Total Weight	18650		Kg
Fixed Half Weight	8500	Kg	Moving Half Weight	10150	Kg
Project Leader					
Customer Project Leader					

Figura 36 - Placa de identificação de um molde (Imagem do Autor)

Por fim, o molde é pintado de acordo com o esquema de cores fornecido pelo cliente, exceto órgãos de segurança, pés do molde e sistema de içamento, que são sempre pintados de vermelho, e calhas para proteção de fios, que são sempre pintadas de amarelo.

A pintura dos moldes é realizada na bancada. As peças pequenas como chapas de proteção, sistema de içamento, pés do molde, calhas, etc, são pintadas a spray, o que além da sujeidade provocada pela tinta, liberta gases que são irritativos para as vias respiratórias. O molde em si é pintado a rolo, como se vê na Figura 37 e na Figura 38.



Figura 37 - Pintura de moldes (Imagem do Autor)



Figura 38 - Pintura do molde a rolo (Imagem do Autor)

4.3.9 Situação atual – pintura de moldes a spray

Nesta secção vai ser analisada a pintura a spray, a qual foi alvo de uma proposta de melhoria em 5.4.

Números a considerar:

- Custo lata spray: 4,80 €;
- Volume por lata: 0,3 L.

Atualmente são utilizados sprays das seguintes cores, nas seguintes quantidades:

Tabela 2 - Descrição do processo de pintura spray

Descrição	Quantidades latas utilizada 2012	Valor	Litros por cor
Tinta spray cor amarelo	60	288,00 €	18
Tinta spray cor branco	36	172,80 €	10,8
Tinta spray cor cinzento primário fosco	138	662,40 €	41,4
Tinta spray cor preto	54	259,20 €	16,2
Tinta spray cor vermelho	192	921,60 €	57,6
Total	450	2.304,00 €	144

Tabela 3 - Quantidade de peças pintadas a spray, e custo associado

Peças pintadas a spray em 2012		Tempo utilizado em pintura a spray	
Chapas	423	Tempo de <i>setup</i>	55
Pés de molde	440	Tempo de pintura 10 peças- primário	25
Sistema de içamento	220	Tempo de pintura 10 peças- tinta vermelha	25
Barras de segurança	220	Total min por molde	105
Total	1303	Total horas por molde	1,75
		Total horas ano (110 moldes)	192,5

Como mostra a Tabela 3, para um molde são precisas sensivelmente 1,75 horas para o processo de pintura a spray. Extrapolando este valor para 110 moldes anuais, gastam-se cerca de 192,5 h a pintar componentes a spray. Este processo tem as seguintes desvantagens:

- Gases libertados pelo spray;
- Custo elevado;
- Tempo perdido;
- Qualidade da pintura;
- Sujidade causada.

A Figura 39 mostra um componente a ser pintado a spray.



Figura 39 - Pintura de componentes a spray (Imagem do Autor)

4.4 Rotação de moldes/componentes

Anualmente efetuam-se milhares de operações de rotação de moldes e componentes. Hoje em dia essas operações são realizadas através da ponte com o auxílio de troncos de madeira (Fig.40), no meio dos corredores destinados à circulação, em alguns casos os moldes/componentes são rodados em cima das mesas.



Figura 40 - Rotação de moldes com auxílio de troncos de madeira (Imagem do Autor)

Atualmente existem no Grupo Simoldes dois processos semelhantes para efetuar a rotação de moldes e componentes. Estes irão ser definidos como **processo 1** e **processo 2**.

O **processo 1**, utiliza pontes com apenas 1 guincho, enquanto que o **processo 2**, utiliza pontes com 2 guinchos. Ambos serão alvo de análise neste estudo, e caracterizam-se por:

- Morosos;
- Perigosos;
- Elevada dependência das pontes;
- Apenas permitem rotação até um máximo de 90 °.

Nota: salvo indicação contrária, considerarei 1 rotação = 90 °. Esse valor foi usado para todo o estudo do sistema para rotação de moldes.

4.4.1 Situação atual - Processo 1

Estima-se que um molde e os seus respetivos componentes sofram cerca de 200 rotações (de 90 °) durante o processo de fabrico. Este é o processo utilizado na maioria das empresas do grupo. Consiste em pousar o molde em cima de dois troncos de madeira, e com o mesmo preso pelos olhais ao guincho da ponte, efetuar o movimento de rotação (Fig.41).



Figura 41 - Rotação de moldes processo 1 (Imagem do Autor)

Números a considerar:

Tabela 4 - Tempo e número de rotações por molde - processo 1

Tempo 1ª rotação	10 min
Tempo 2ª rotação e seguintes	5 min
Nº rotações por molde	200

Tendo em conta que a cada 3 rotações, duas delas são de 5 minutos, e uma é de 10 minutos, temos que:

**Em 200 rotações por
molde/componentes**

■ Rotações 5 min ■ Rotações 10 min

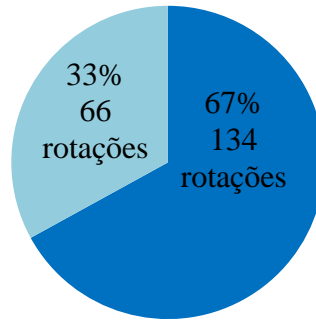


Gráfico 5 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - processo 1

Elaborou-se então uma análise de tempo e de custo para este caso:

Tabela 5 - Tempo e custo associado ao processo 1

Tempo Utilizado	
Rotações de 5 min	670 min
Rotações de 10 min	660 min
Por molde	1330 min (22,2h)
Por ano (110 moldes)	2442 h

Custo Associado	
Mão de obra/bancada	15 €/h
Por molde	333 €
Por ano (110 moldes)	36630 €

4.4.2 Situação atual - Processo 2



Figura 42 - Rotação de moldes processo 2 (Imagem do Autor)

Este processo é semelhante ao já descrito, a única diferença é o facto de as pontes possuírem 2 guinchos, o que se reflete ligeiramente no tempo de rotação (Fig.42).

Números a considerar:

Tabela 6 - Tempo e número de rotações por molde - processo 2

Tempo 1ª rotação	10 min
Tempo 2ª rotação e seguintes	4 min
Nº rotações por molde	200

Tendo em conta que a cada 3 rotações, duas são de 4 minutos e uma é de 10 minutos, temos que:

Em 200 rotações por molde/componentes

■ Rotações 4 min. ■ Rotações 10 min

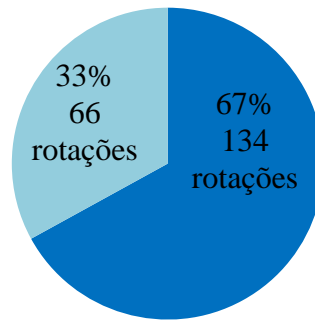


Gráfico 6 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - processo 2

Análise de tempo e de custo para este processo:

Tabela 7 - Tempo e custo associado ao processo 2

Tempo Utilizado		Custo Associado	
Rotações de 4 min	536 min	Mão de obra/bancada	15 €/h
Rotações de 10 min	660 min	Por molde	298,95 €
Por molde	1196 min (19,93h)	Por ano (110 moldes)	32 884 €
Por ano (110 moldes)	2192,7 h	Δ Custo (processo 1)	3746 €

Apesar dos 3746 € de poupança, esta solução tem uma grande desvantagem associada, que é o custo de manutenção anual de um guincho extra, além de não solucionar os problemas existentes com o processo atual.

5 Metodologias e Soluções Apresentadas

Neste capítulo são apresentadas possíveis soluções e metodologias, no sentido de fazer face aos problemas encontrados no decorrer do estágio.

5.1 Mapa de controlo de produção

Como foi referido em 3.4.4, a falta de controlo de processos e os atrasos provenientes dos setores que antecedem a bancada, levam a que haja necessidade de acelerar todo o processo de montagem e ajustamento, levando a que a bancada execute operações que não são da sua alçada, como referido em 4.3.

Resumidamente, o grande problema não está na bancada, mas sim nas secções precedentes, que não são sujeitas a controlo das tarefas a realizar.

Assim, foi completado o mapa de controlo de produção, que estava no início do seu desenvolvimento, para ser implementado no *software* interno utilizado para o registo de ponto e tarefas dos funcionários.

A Figura 43, representa o registo de ponto utilizado pelos funcionários, o qual possui dois botões (assinalados pelo número 8), que significam o início e o fim da tarefa do operador.

Registo de Ponto

Olá, Jessica Silva

"O novo botão das informações dá acesso a documentos acerca do Registo de Ponto! Descubram os novos códigos de paragem!". [Logout](#)

Trabalho a Realizar

(i)(C)(M)SA7749_100_A3_5º_2D Inclina
(C)SA7606_100_A7_8º_2D Inclinado
(C)SA7748_200_A3_7º_2D Inclinado
(C)SA7748_100_A1_6º_2D Frente e Trás

Setor Maquinação **Máquina** CNV **Data** 21-06-2013

Registo Tempo

Molde **Componente**

Tarefa **Código Operação**

Tempo efectivo

Horário Normal

Hora_N **Min_N**

0 : 0

Horário Extra

Hora_E **Min_E**

0 : 0

Paragens (Registadas em MINUTOS)

P01 - Aguardar DES 0 P02 - Aguardar DED 0

P03 - Aguardar Produção 0 P09 - Ponte 0

P25 - Trocar/Virar peça 0 P16 - Procura Ferr. 0

P27 - Trocar ferramenta 0 P19 - Limpeza 0

P21 - Ausência Operador 0 P22 - Almoço/Jantar 0

P14 - Espera programa 0

Iniciar **Terminar**

Validar

Comentários

registos efectuados:

Numero_molde	Codigo_compon	Data	Codigo_maquina	Codigo_operaca	Horas_n	Minutos_n	Horas-e	Minutos_e
0	0	20-06-2013	CNU	P22	0	0	0	0
0	0	20-06-2013	CNU	N	0	0	0	0

(i) - Tarefa Iniciada
!! - Ficheiro inserido automaticamente
(C) - Ficheiro com comentário

Total de Horas Normal 0h 0m Total de Horas Extra 0h 0m

Figura 43 - Registo de ponto utilizado pelos funcionários (Imagem do Autor)

Legenda:

- 1 – Ordem de trabalhos a realizar, realizado pelas chefias;
- 2 – Identificação setor, máquina e data;
- 3 – Botão para sair;
- 4 – Botão de informações;
- 5 – Registo de paragens;
- 6 – Histórico;
- 7 – Registo de tempo normal e extra;
- 8 – Botões de início/términos de tarefa.

O que se pretende, com a implementação deste mapa nas secções precedentes da bancada, é que quando um operário pressione o botão de fim de trabalho, imediatamente abra uma janela, com uma *check-list* referente ao trabalho que o operário acabou de realizar, com pontos-chave que devem ser efetuados/medidos, de modo a minimizar as falhas atualmente existentes.

A Figura 45 mostra um excerto do mapa de controlo de produção desenvolvido. O mapa encontra-se na íntegra no anexo B.


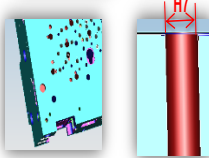
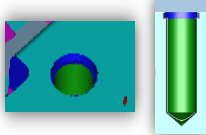

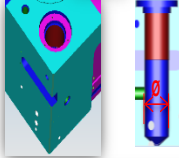
Setor	Zona a controlar	Imagem	Descrição	Tipo Inspeção	OK	NOK	Observações
2D F/T	Caixas Movimentos / Levantadores		Verificar dimensões das caixas dos movimentos (Largura, Profundidade e Raios)	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Diâmetros Furos H7		Verificação do diâmetro dos furos de precisão (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Roscas com $\phi \geq M6$		Verificar se todos os furos a roscar, com $\phi \geq M6$ estão roscados, e se rosca está bem feita	Calibre/ Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Cavilhas		Verificação do diâmetro dos alojamentos para cavilhas (H7)	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Guias Principais		Verificação do diâmetro das guias principais	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 45 - Mapa de controlo de produção (Imagem do Autor)

Como se pode ver, este mapa possui uma breve descrição do que se pretende controlar, assim como uma imagem para ser de fácil compreensão.

Este mapa está estruturado em 4 campos distintos: macho, cavidade, estrutura, movimentos/postiços.

Após o operador selecionar em qual dos campos está a trabalhar, é-lhe pedido que seleccione o setor em que está a trabalhar, sendo eles:

- 2D frente/trás;
- 2D inclinado;
- 2D lateral;
- 3D;
- Águas;
- Placas.

Dentro de cada setor aparecem os itens específicos de cada um deles, que devem ser alvo de verificação.

Após a *check-list* ser preenchida e submetida, esta fica guardada no sistema para posterior consulta.

5.2 Sistema para rotação de moldes/componentes

Tendo em vista a melhoria deste processo, foram estudadas duas soluções alternativas (denominadas de **Alternativa 1** e de **Alternativa 2**) para rotação de moldes/componentes, seguindo as seguintes fases:

- Fase 1 - Estudo dos processos atuais, e levantamento de dados da empresa (abordado em 4.4);
- Fase 2 - Procura de soluções no mercado, e avaliação de suas características;
- Fase 3 – Avaliação e comparação de soluções. Escolha da situação ideal.

5.2.1 Alternativa 1

Marca: Fast Rotator

Modelo: Mold Rotator

Princípio de Funcionamento:

Este mecanismo permite movimento vertical das colunas para colocar o molde à altura desejada, tem também a particularidade de uma das torres ser móvel, isto é, através da instalação de carris no solo, conseguimos ter uma distância entre torres de 1-7 metros. O movimento de rotação é transmitido ao molde através da rotação das correias a amarelo (Fig.46).



Figura 46 - Mold Rotator (Imagem cedida por Fast Rotator)

Características:

- Capacidade máxima: **30 toneladas**;
- Velocidade de rotação: **35 s/90°**;

- Potência: **22 kW**;
- Quantidade de óleo necessária: **200 litros**;
- Dimensão máxima (1 torre): **2500 x 2500 x 4600 mm**;
- Dimensão mínima (1 torre): **2500 x 2500 x 2800 mm**;
- Área máxima ocupada pelo sistema: **30 m²**;
- Área mínima ocupada pelo sistema: **15 m²**;
- Comprimento braço superior: **2100 mm**;
- Massa do conjunto: **10000 kg**;
- Custo com cintas: **64 000 €**.

Tabela 8 - Vantagens e desvantagens do Mold Rotator - alternativa 1

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do tempo de uso da ponte; • Não tem limite do ângulo de rotação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este sistema não permite que seja deslocado para vários locais da fábrica. Tem de ficar fixo; • Necessidade de instalação de carris, de modo a permitir o movimento de uma das torres; • Não permite rotação de peças de grandes dimensões: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Peças cilíndricas: Ø máx 2500 mm; ➤ Peças secção quadrada: 2000 x 2000 mm; ➤ Peças secção retangular: 2000 x 1000 mm; • Necessidade de unidade hidráulica, que requer manutenção acrescida; • Área ocupada demasiado grande; • Implica redefinição do <i>layout</i>.

Números a considerar:

Tabela 9 - Tempo e número de rotações por molde utilizando a alternativa 1

Tempo 1ª rotação	10 min
Tempo 2ª rotação e seguintes	35 s (anunciado) 49 s (calculado)
Nº rotações por molde	200

Apesar de o fabricante anunciar um tempo de viragem de 35 segundos, para os cálculos efetuados incrementou-se esse valor em 40% (49 segundos) para ter uma margem de segurança.

Tendo em conta que a cada 3 rotações, duas são de 49 segundos e uma é de 10 minutos, temos:

Em 200 rotações por molde/componentes

■ Rotações 49 s ■ Rotações 10 min

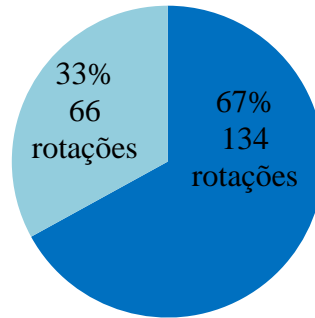


Gráfico 7 -Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - alternativa 1

Análise de tempo e de custo para esta proposta de melhoria:

Tabela 10 - Tempo e custo associado à alternativa 1

Tempo Utilizado		Custo Associado	
Rotações de 49 s	109,43 min	Mão de obra/bancada	15 €/h
Rotações de 10 min.	660 min	Por molde	192,3 €
Por molde	769,43 min	Por ano (110 moldes)	21 153 €
Por ano (110 moldes)	1410,6 h	Δ Custo (processo 1)	15 477 €
Δ tempo (processo 1)	1031,4 h		

5.2.2 Alternativa 2

Marca: Vetter

Modelo: Rotomax Compact

Princípio de Funcionamento:

Este mecanismo é suspenso no guincho da ponte, e transmite movimento à peça, através da rotação das cintas amarelas (Fig.47).



Figura 47 - Rotomax Compact (Imagem cedida por Vetter Krantechnik)

Características:

- Capacidade máxima: **20 toneladas;**
- Velocidade de rotação: **18,5 s/90 °;**
- Potência: **1,5 kW;**
- Dimensões: **1600 x 635 x 1400 mm;**
- Binário: **6400 Nm;**
- Massa do conjunto: **1500 kg;**
- Custo com cintas: **24 960 €.**

Tabela 11 - Vantagens e desvantagens do Rotomax Compact - alternativa 2

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas dimensões; • Sistema portátil; • Baixo peso; • Velocidade de rotação; • Admite moldes praticamente de todas as dimensões; • Investimento relativamente baixo; • Baixo consumo energético; • Não tem limite de ângulo de rotação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada dependência da ponte; • “Rouba” capacidade à ponte (1,5 Ton); • Implica redefinição do <i>layout</i>.

Números a considerar:

Tabela 12 - Tempo e número de rotações por molde utilizando a alternativa 2

Tempo 1ª rotação	5 min
Tempo 2ª rotação e seguintes	18,5 s (anunciado) 26 s (calculado)
Nº Rotações por molde	200

Apesar de o fabricante anunciar um tempo de viragem de 18,5 segundos, para os cálculos efetuados incrementou-se esse valor em 40% (26 segundos) para se ter uma margem de segurança.

Tendo em conta que a cada 3 rotações, duas são de 26 segundos e uma é de 5 minutos, temos:

Em 200 rotações por molde/componentes

■ Rotações 26 s ■ Rotações 5 min

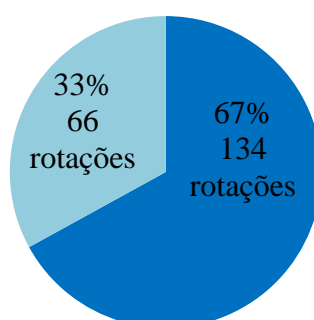


Gráfico 8 - Percentagem de rotações de 5 e de 10 minutos - alternativa 2

Análise de tempo e de custo para esta proposta de melhoria:

Tabela 13 - Tempo e custo associado à alternativa 2

Tempo Utilizado		Custo Associado	
Rotações de 26 s	58,07 min	Mão de obra/bancada	15 €/h
Rotações de 5 min	330 min	Por molde	97 €
Por molde	388,1 min	Por ano (110 moldes)	10 670 €
Por ano (110 moldes)	711,5 h	Δ Custo (processo 1)	25 960 €
Δ tempo (processo 1)	1730,5 h		

5.2.3 Comparação com a situação atual

A seguinte tabela mostra a comparação entre a situação atual e as alternativas em estudo:

Tabela 14 - Comparação entre a situação atual e as alternativas em análise

Modelo Características	Situação atual (processo 1)	Alternativa 1- Mold Rotator	Alternativa 2- Rotomax Compact
Tempo gasto por ano (h)	2442	1410,6	711,5
Custo por ano (€)	36 630	21 153	10 670
Poupança tempo (h)		1031,4	1730,5
Poupança €/ano		15 477	25 960

≈ N° horas de 1
trabalhador/ano

A tabela seguinte mostra a comparação entre as duas alternativas em estudo:

Tabela 15 - Comparação entre alternativas em estudo

Modelo Características	Alternativa 1- Mold Rotator	Alternativa 2- Rotomax Compact
Potência	22 kW	1,5 kW
Dimensões (C x L x H)	2500 x 2500 x 2800 / 4600 mm	1600 x 635 x 1400 mm
Capacidade carga	30 Ton	20 Ton
Velocidade Rotação	35 s / 90°	18,5 s / 90°
Fabricante	Fast Rotator	Vetter
Peso	10 000 kg	1500 kg
Custo	64 000 €	24 960 €

5.2.4 Avaliação económica

Na tabela abaixo podemos verificar o retorno de investimento de ambas as alternativas analisadas neste estudo:

Tabela 16 - Retorno de investimento

Modelo Características	Alternativa 1- Mold Rotator	Alternativa 2- Rotomax Compact
Investimento	64 000 €	24 960€
Poupança horas/molde	9,4	15,7
Poupança horas/ano	1031,4	1730,5
Poupança €/molde	141	235,5
Poupança €/ano	15 477	25 960
ROI (n° moldes)	454	106
ROI (anos)	4,13 (4 anos e 2 meses)	1

5.2.5 Conclusão

Com a realização deste estudo, foi possível concluir que apesar de as duas alternativas trazerem ganhos quer de rentabilidade quer de produtividade relativamente à situação atual, a alternativa 2- Rotomax Compact é a que mais benefícios trás, senão vejamos:

O sistema Mold Rotator (alternativa 1) (Fig.46) permite uma redução anual do tempo de rotação em **1031,4 h (43%)**, o que se traduz num ganho de **15 477 € anuais** mas tem uma série de desvantagens associadas, tendo também à partida um investimento bastante elevado.

Relativamente ao sistema Rotomax – Compact (alternativa 2) (Fig.47), este permite uma redução anual do tempo de viragem de moldes e componentes em **1730,5 h (71%)**, o que se traduz num ganho de **25 960 € anuais**. Este sistema, apesar de ter uma forte dependência da ponte e de “roubar” capacidade à mesma, tem uma série de valências, assim como um investimento inicial relativamente baixo, e um ROI bastante elevado.

Nota 1: os dados apresentados são uma estimativa, dado não ser possível afirmar ao certo quantas operações de rotação se efetuam num molde.

Nota 2: neste estudo, não foram contabilizados os tempos de espera da ponte.

5.3 Uniformização do chão de fábrica

O chão de fábrica está bastante irregular, fruto da idade e do uso intensivo, assim como bastante contaminado com óleos / fluidos de corte (Fig.48).



Figura 48 - Chão de fábrica (Imagem do Autor)

Assim, foi realizado um estudo de modo a uniformizar o pavimento. Para realizar o revestimento do pavimento são necessários os seguintes passos:

- Preparação da base:
 - Desbaste do chão numa espessura de 5 mm;
 - Regularização pontual da superfície com argamassa de epoxy;
 - Aplicação de primário de epoxy incolor, de modo a garantir uma boa aderência das camadas seguintes;
 - Aplicação de tela de fibra de vidro;
- Selagem da base, com base em resina epoxy;
- Aplicação de argamassa com resina epoxy pigmentado;
- Selagem com resina epoxy pigmentada;
- Aplicação de verniz à base de poliuretano.

Inicialmente seria revestida uma zona de teste (150 m²) para verificar o comportamento dos materiais escolhidos face ao ambiente a que estes irão ser sujeitos, sendo posteriormente revestido todo o chão de fábrica à exceção das áreas onde assentam as máquinas CNC e eletroerosoras. A Figura 49 mostra um pavimento com acabamento semelhante.



Figura 49 - Pavimento revestido (Imagem do Autor)

A aplicação deste revestimento não vai afetar diretamente a qualidade e a quantidade de moldes produzidos anualmente, mas vai ser uma melhoria no âmbito HST. Porém tem uma grande “desvantagem” que é o tempo de cura entre camadas, tempo necessário até se poder realizar um tráfego normal sobre o pavimento. O fabricante anuncia cerca de 30-35 dias de cura total, sendo que nesse tempo forçosamente a produção teria de ser interrompida, o que se torna um pouco difícil, visto que a paragem anual para manutenção é de apenas duas semanas.

5.3.1 Avaliação económica

A seguinte proposta, apresenta os seguintes custos:

- Preço por m² de revestimento: 62,70 €;
- Custo zona teste: 9405 €;
- Custo totalidade pavimento (1000 m²): 62 700 €.

5.3.2 Conclusão

Apesar de esta proposta não influenciar diretamente o número de moldes produzidos anualmente, apresenta ganhos no âmbito HST. Irá permitir também ter um piso regular, o que facilita o movimento dos carrinhos de transporte, assim como uma melhor identificação de todas as zonas através de um esquema de cores.

5.4 Cabine de Pintura

Como referido em 4.3.9, no final do processo construtivo os moldes são pintados para posteriormente serem expedidos para o cliente.

Atualmente os moldes são pintados a rolo, na bancada, sendo que as peças mais pequenas são pintadas a spray.

A pintura a spray tem as seguintes desvantagens:

- Gases libertados pelo spray;
- Custo elevado;
- Tempo perdido;
- Qualidade da pintura;
- Sujidade causada.

Como proposta de melhoria, foi estudada a implementação de uma cabine de pintura, para se proceder a pintura à pistola, em substituição da pintura a spray. Contudo este estudo focou apenas as peças de pequena dimensão que atualmente são pintadas a spray, não estando contemplado a pintura do molde, que atualmente é pintado a rolo.

Esta solução de cabine de pintura apresenta as seguintes características:

Tabela 17 - Vantagens e desvantagens da instalação da cabine de pintura

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• Rapidez;• Qualidade de pintura;• Eliminação de vapores, cheiros e sujidade inerentes ao spray.	<ul style="list-style-type: none">• Ocupação de 12 m²;• Obriga a reorganização de <i>layout</i>.

Assim, foi feita uma análise na perspetiva de melhorar este processo, tendo como objetivo, as peças mais pequenas passarem a ser pintadas numa cabine de pintura, através de pintura à pistola, o estudo passou pelas seguintes fases:

- Fase 1 - Estudo dos processos atuais, e levantamento de dados da empresa (abordado em 4.3.9);
- Fase 2 - Procura de soluções no mercado, e avaliação de suas características;
- Fase 3 – Avaliação e comparação de soluções.

5.4.1 Tintas

Começou-se por saber cotação das tintas necessárias para pintura à pistola, tendo como referência as quantidades utilizadas em 2012, e apresentadas em 4.3.9.

Tabela 18 - Descrição das tintas a utilizar

Tintas SILACA			
Descrição	Quantidade necessária ano (Latas)	Valor	Litros por cor
Esmalte sintético amarelo	1 (20 L)	154,00 €	20
Esmalte sintético branco	1 (10 L)	77,00 €	10
Esmalte sintético vermelho	3 (20 L)	462,00 €	60
Esmalte sintético preto	1 (20 L)	154,00 €	20
Primário sintético branco	2 (20 L)	231,00 €	40
Total	8	1078,00 €	150

Estas tintas utilizam como solvente, diluente sintético, a 20%, o qual para efeitos de custo vai ser considerado em 5.4.7.

5.4.2 Cabine

Relativamente à cabine de pintura, foi estudada uma solução de dimensões 4000 mm x 3000 mm x 2700 mm, sendo 50% da área do teto, de abrir, para permitir a entrada de peças de grandes dimensões, (Fig.50).

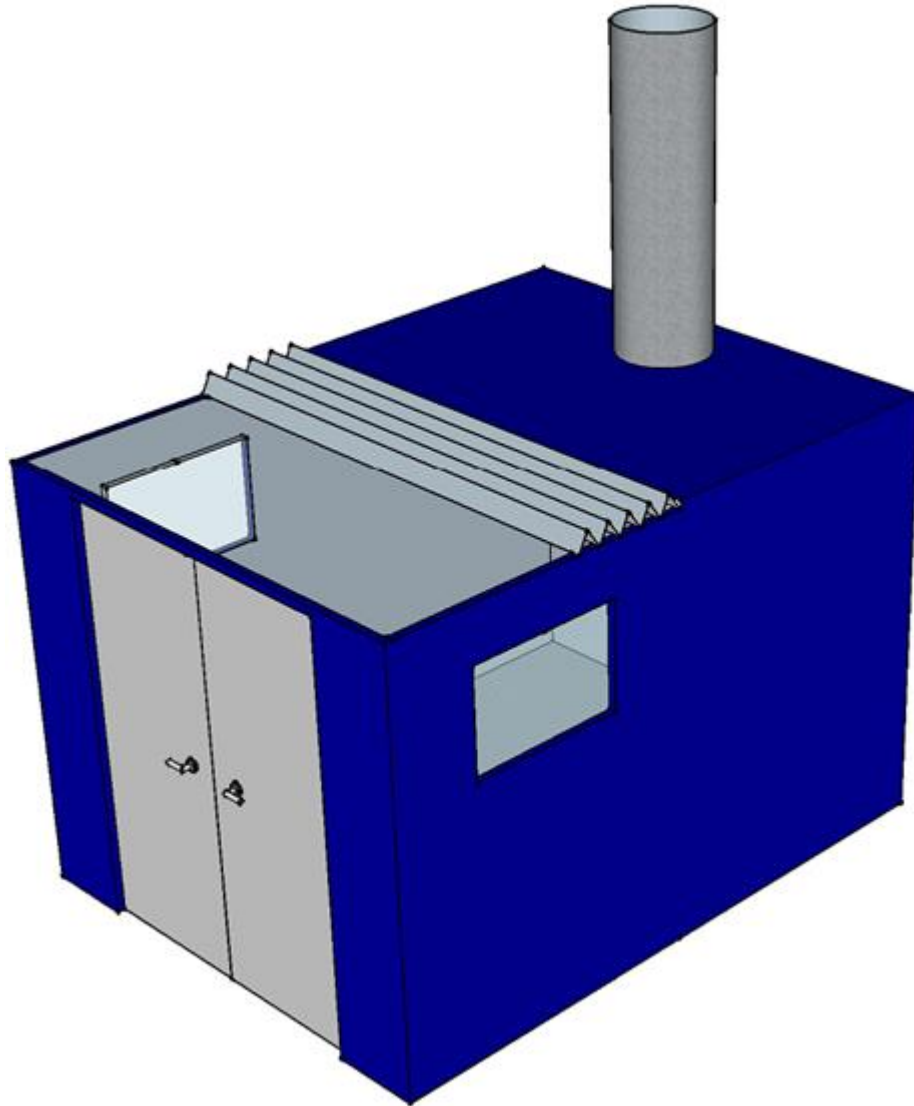


Figura 50 - Cabine de pintura (Imagem do Autor)

5.4.3 Sistema de filtragem

Tendo em conta que esta vai ser uma cabine de via seca, a filtragem é normalmente feita em 2 estágios. No 1º estágio usa-se um pré filtro cartonado de harmónio e no 2º estágio um filtro *Paint Stop* para reter as partículas mais finas que escapam à primeira filtração.

Os filtros de harmónio são normalmente fornecidos em caixas, o filtro tem a dimensão de 750 mm x 10 000 mm.

O filtro *Paint Stop* pode ser fornecido de duas formas:

- Inserido em cassetes metálicas com dupla rede e caixilho com 780 mm x 865 mm x 48 mm para serem adaptadas à estrutura de suporte a criar na cabina;
- Em rolo filtrante, 760 mm x 25 000 mm, para ser cortado e adaptado como se pretender para fazer o segundo estágio de filtração.

O sistema de filtragem seria semelhante ao da Figura 51:



Figura 51 - Sistema de filtragem (Imagem do Autor)

5.4.4 Sistema de exaustão

O sistema de exaustão, seria um ventilador centrífugo, específico para cabines de pintura, com voluta em aço laminado, boca de entrada anti chispas, porta de inspeção e motor exterior de 1,5 kW isolamento classe F proteção IP 55, (Fig.52).



Figura 52 - Ventilador centrífugo (Imagem do Autor)

5.4.5 Mecanismo para suporte das peças

De forma a colocar as peças suspensas no sentido de facilitar a pintura, irá ser utilizado um sistema de calha, o qual irá ser acoplado a uma estrutura em aço como exemplificado na Figura 53.



Figura 53 - Mecanismo para suporte de peças (Brasibras, 2014)

5.4.7 Comparação com a situação atual

Apesar de não ter sido efetuada pintura à pistola, para apurar com exatidão o tempo utilizado com este processo, estima-se uma melhoria na ordem dos 40%, relativamente ao processo atual. Esta estimativa é baseada em testes que em tempos foram realizados com pintura à pistola.

Tabela 19 - Comparação entre a situação atual e a alternativa em análise

Modelo Características	Situação atual	Cabine de pintura
Tempo utilizado/ano	192,5 h	115,5 h
Custo consumíveis/ano	2304,00 €	1172,50 €
Custo mão-de-obra/ano	2887,50 €	1732,50 €
Poupança mão-de-obra		1155,00 €
Poupança consumíveis		1131,50 €
Poupança anual		2286,50 €

5.4.8 Avaliação económica

Esta proposta de melhoria tem os seguintes custos de implementação:

Tabela 20 - Custos de implementação da cabine de pintura

Custos implementação	
Tintas	1078,00 €
Kit Pintura	230,00 €
Cabine 4000 x 3000 x 2700 mm	4155,00 €
Sistema exaustão	1735,00 €
Sistema filtragem	140,50 €
Mecanismo para suporte das peças	800,00€
Diluyente	94,50 €
Mesa/armário	75,00 €
Total	8308,00 €

Tabela 21 - ROI da proposta de implementação da cabine de pintura

ROI	
Custos de implementação	8308,00 €
Poupança anual	2286,50 €
ROI	3,63 anos (3 anos e 8 meses)

5.4.9 Conclusão

Esta proposta de melhoria traz vantagens ano nível de HST, pois elimina todos os vapores, cheiros e sujidade inerentes à pintura com spray. Permite também ter pinturas com qualidade superior.

Relativamente ao tempo despendido a pintar à pistola, estima-se uma melhoria de cerca de 40%, apesar de não ter sido possível recolher dados concretos, é unânime a opinião por parte de todos os colaboradores, de que esta proposta é vantajosa, pois em tempos este processo já foi alvo de teste.

6 Conclusões Finais e Perspetivas de Trabalhos Futuros

Neste capítulo vão ser sumariadas as conclusões finais deste projeto.

Durante o estágio foram estudadas soluções que conduzissem a uma melhoria no setor das bancadas, último setor da cadeia produtiva de um molde, de forma a servir de base para uma futura implementação dos mesmos.

Numa primeira fase analisaram-se os processos atuais, para uma melhor compreensão das necessidades da empresa. Seguidamente realizou-se uma pesquisa de mercado para determinar soluções que pudessem servir de suporte ao tema em estudo.

Após uma análise intensiva de todos os procedimentos efetuados na zona da bancada, os dados apontam para que a maior causa das elevadas derrapagens existentes na mesma, é, em grande parte provocada pelos setores a montante desta, uma vez que não há um controlo rigoroso das operações que devem ser realizadas em cada um dos setores, sendo frequente realizarem-se muitas operações manualmente na bancada, que deviam ser feitas nas CNC (quebrar quinas, abrir roscas, mandrilar furos).

Na montagem, por vezes alguns componentes só são disponibilizados numa fase próxima da data de expedição do molde.

Assim considerou-se primordial a instalação, de uma ferramenta que permita realizar um controlo de produção ao longo do processo produtivo, de forma a minimizar as atuais derrapagens existentes.

Relativamente ao sistema de rotação de moldes e componentes, este poderá trazer uma redução do tempo na ordem dos 71%. Implementar esta solução em todas as empresas do grupo, iria refletir-se num grande impacto económico no que respeita à redução de custos.

A solução da cabine de pintura, além de libertar espaço útil na zona da bancada, permite melhorar as condições de trabalho dos operários, pois elimina a libertação de vapores e gases, que são uma das grandes lacunas do processo de pintura atual. Vai possibilitar também aumentar a rapidez do processo, assim como a qualidade do mesmo.

Por último, mas não menos importante, palavras como mudança e inovação são fáceis de dizer mas muito difíceis de implementar, quando as rotinas e paradigmas sem sentido prevalecem no dia a dia. A resistência à mudança e a perseverança em velhos paradigmas fazem-se sentir nesta empresa, fazendo com que novas ideias ou procedimentos frequentemente esmorecessem, pois as pessoas estavam presas em velhos hábitos e rotina de tarefas.

6.1.1 Trabalhos Futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, seria de todo o interesse aperfeiçoar o mapa de controlo de produção, sendo um complemento ao *software* existente para controlo dimensional utilizado pelas máquinas de maquinação de precisão.

Inicialmente o objetivo seria implementar este *software* na célula de maquinação de placas, passando depois a todas as CNC de precisão da empresa.

Este *software*, o Power Inspect, permite que a peça após maquinação seja medida na CNC através de uma ponteira de medição, já existente no carrossel de ferramentas da CNC. A ponteira em questão é a Heidenhain TS 640 que tem uma precisão de $\pm 0,002$ mm (Fig.55)



Figura 55 - Ponteira de medição Heidenhain

Esta ponteira em conjunto com o Power Inspect permite medir um infinito número de pontos (Fig.56), compará-los com o modelo 3D e com as tolerâncias admitidas, fazendo automaticamente um relatório onde constam todos os parâmetros de medição.

Medindo várias placas, que têm formas semelhantes, daria para perceber que tipo de geometria na maquinação, está mais propícia ao erro, isto é, se por exemplo a abertura de caixas para alojamento de carrinhos costuma estar fora de cota, ou se a abertura de furos para passagem de veios fica com um diâmetro fora de tolerância.

Com esta informação elaborava-se uma *check list*, contendo os pontos que teriam de ser sempre alvo de medição.

Isto iria permitir reduzir os tempos de ajustamento, que atualmente são muito elevados, devido ao facto de não se saber, em termos dimensionais, como é que os moldes e os componentes chegam à bancada.

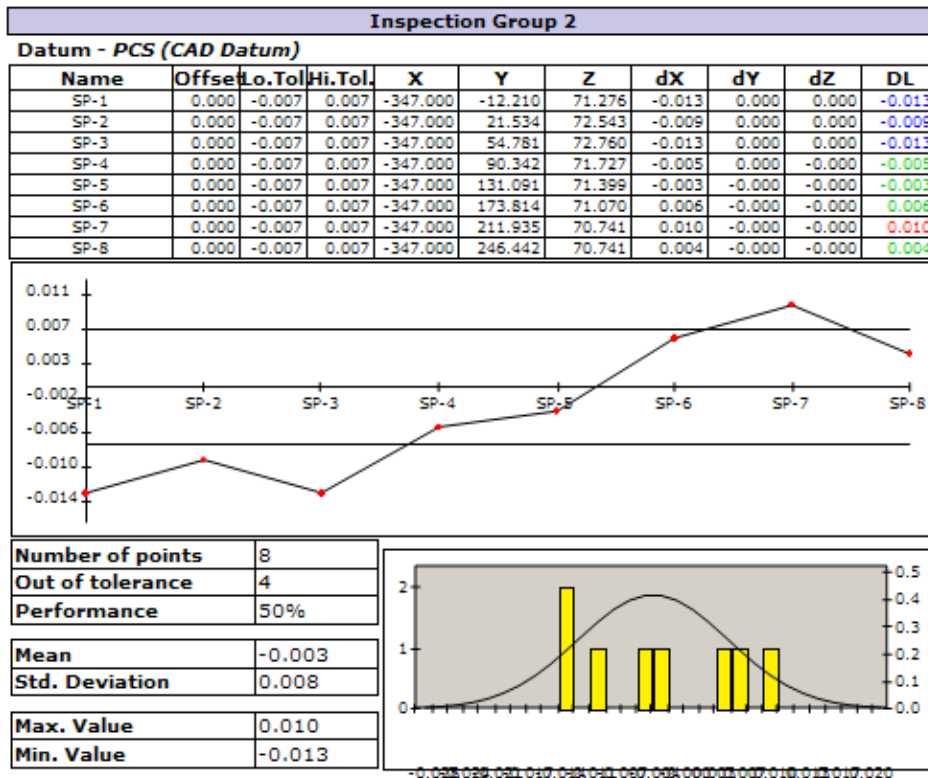
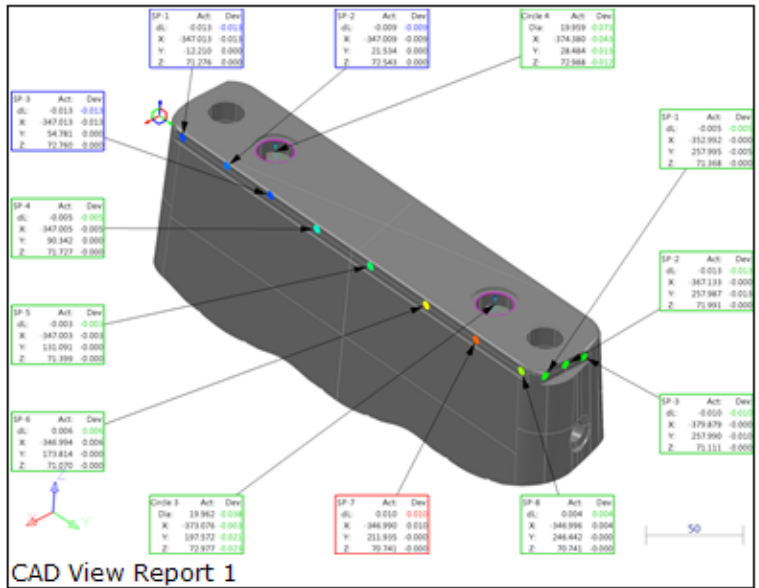


Figura 56 - Pontos medidos e relatório efetuado pelo software Power Inspect

7 Referências e Bibliografia

- Almeida, Joaquim Pedro Valente. 2007. *Ind. Componentes para Automóveis. Que futuro?* Congresso realizado em Lisboa: AFIA.
- Branco, Luís Fernando Pereira. 2011. "Aplicação do Lean Management na produção de unidades de ventilação da RIOX", FEUP: Porto.
- Brasibras. 2014. "Cabine de Pintura Cortina D'água". Acedido a 5 dezembro 2013. <http://www.brasibras.com.br/index.php/cabine-de-pintura-cortina-dagua/>.
- Cefamol. 2010a. *Estudo Posicionamento Competitivo da Indústria Portuguesa de Moldes*.
- Cefamol. 2010b. *Projecto, Molde de Injecção de Plástico*.
- Chase, Richard B, F Robert Jacobs, Nicholas J Aquilano e Jianbiao Ren. 2006. *Operations management for competitive advantage*. McGraw-Hill New York, NY.
- Cheng, Tai C Edwin e Susan Podolsky. 1996. *Just-in-time manufacturing: an introduction*. Springer.
- Fast Rotator. 2013. "Fast Rotator". Acedido a 1 dezembro. <http://www.fastrotator.com/>.
- Gemba. 2013. "Metodologias Lean". Acedido a 1 outubro. <http://www.gemba.com/consulting.cfm?id=144>.
- Jacobs, F Robert, Richard B Chase e Nicholas J Aquilano. 2009. *Operations and supply management*. McGraw-Hill New York, NY.
- Menges, Mohren. 1986. *How to Make Injection Molds*. Hanser Publishers.
- Monden, Yasuhiro. 1988. *El sistema de producción de Toyota*. Edited by S.A. Editorial CDN Ciencias de la Direccion. 3ª ed.
- Neto, Henrique. 2001. "O prazo dos moldes: Respostas para uma concorrência activa". *O Molde nº7*.
- Piloto, P.A.G. 1996. *Moldes para plásticos - Abordagem estrutural, térmica e reológica; Sebenta de auxílio à disciplina de projecto da ESTIG*. Instituto Politécnico de Bragança
- Pinto, João Paulo. 2009a. "Introdução ao Lean Thinking: criando valor eliminando desperdício."
- Pinto, João Paulo. 2009b. "Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras." *Lidel: Lisboa*.
- Reinert, Adriano Francisco. 2004. *Moldes de Injecção*. Sociedade Educacional de Santa Catarina - Centro de Educação Tecnológica do Paraná - CETT PR.
- Revista "European Tool & Mould Making, ". Maio 2008. Volume X. Number 4. *Access Communications*.
- Silva, Jessica Ann da. 2011. "Sistema de seguimento de componentes em fabrico na produção Simoldes Aços". MS, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

http://digitool.fe.up.pt:1801/webclient/DeliveryManager?custom_att_2=simple_view&r&metadata_request=false&pid=235364.

Simoldes Aços. *Caderno Técnico*

Simoldes Aços. 2012. Manual da Qualidade.

Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações Lean—Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. LeanOp, 1ª Edição, setembro de 2010.

Vetter Krantechnik. 2014. Acedido a 5 dezembro 2013. http://www.vetter-krane.de/html/load_turning_devices-224.html?lng=en.

Vollmann, Thomas E, William L Berry e Clay D Whybark. 1997. *Manufacturing planning and control systems*. McGraw-Hill/Irwin, 1997.

ANEXO A: Ficha técnica do molde

Ficha Técnica de Molde		Nº Molde :	SA	7727/A
Cliente :	[REDACTED]	Gestor Proj. :	[REDACTED]	País : ARGENTINA
Gestor Comercial :	[REDACTED]			Data Molde : 2012/12/20
Molde				
Descrição : Aplique Traseiro Manual LD-LÉ / Aplique base de cuerpo (apoyabrazos) Vidrio Manu				
Tp. Estrutura : Monobloco				
Cavidades : 1+1		Tp. Molde : 4 - Série		
Produção/Injeção				
<input checked="" type="checkbox"/> Cliente	Cliente :			
<input type="checkbox"/> Entidade	País :	Fábrica :		
Projecto :	[REDACTED]	Sector :	AUTO - Automóvel	
Grp. Peça :	A - Painel de Porta	Caract. Espec. :	ND - Não definido	
Peça Esp. :	006 - Embelezador	Tec.Moldação :	STD - Injeção Standard	
Sistema de Injeção				
Nº Bicos :	1	Tp. Injec. :	Aberto	
		Lado Injec. :	Lado da Cavidade	
		Marca : Synventive		
Nº Bicos	Altura	Descrição		
1	0	Bayer		
			<input type="checkbox"/> Vestígio Admissível	Tipo Canal
			Valor : (mm)	<input type="checkbox"/> Quente <input checked="" type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> ND
			<input type="checkbox"/> Baixa Pressão	Tipo Bico
			<input type="checkbox"/> Bicos Inclinados	<input checked="" type="checkbox"/> Quente <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> ND
			<input type="checkbox"/> Sensores de Temperatura	<input type="checkbox"/> Sensores de Pressão
			Ligações : Eléctricas	<input type="checkbox"/> Mudança de Cor
				<input type="checkbox"/> Estudo Reológico
Tp. Bico/Sistema : Aberto				
<input type="checkbox"/> Electroválvulas			Tp. Electroválvulas :	
Obs. :				
Sistema de Extracção				
Tp. Extracção : Convencional (Lado Móvel)		<input type="checkbox"/> Prever Válvula de Ar <input type="checkbox"/> Linha de junta escondida		
Tp. Accionamento : Robot		Tp. Accionamento Mecânica (KOs da máq.)		
Marca	<input type="checkbox"/> Dupla Extracção	Frente da Extracção		
Hidráulico :	Accionamento :	Extractores/Levantadores		
Movimentos				
Mecânicos : 0	Hidráulicos/Pneumáticos : 0	Extracção : 0	Levantadores : 8	Sol. Cinemát. Mld. :
Obs. :				
Aço - Estrutura				
Artigo : 010100100001 - Aço 1.1730 - rectangular block		Marca :		
Aço - Porta Macho/Cavidade				
Artigo :		Dureza : Inicial Final		
Tp. Tratamento :		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Cavidade				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-345 HB)		Dureza : Inicial 32,0 Final 34,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Macho				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-345 HB)		Dureza : Inicial 32,0 Final 34,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Postiços				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-345 HB)		Dureza : Inicial 32,0 Final 34,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Movimentos				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-345 HB)		Dureza : Inicial 32,0 Final 34,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado mais Nitruração		Trat. Superficial : Marca :		
Tipo Acabamento				
Polimento da Cavidade : [REDACTED]		Polimento do Macho : Acabamento fino fresa		
<input checked="" type="checkbox"/> Textura				
Textura da Cavidade : sim		Textura do Macho :		
Obs. :				

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

Ficha Técnica de Molde

Nº Molde : SA 7727/A

Ensaio

Nº Ensaio	:	3	Quantidade de Injecção	:	150
Material Plástico	:	PP/PE	Contração(%)	:	1,700
Máquina de Injecção para Ensaio					
Força	:	(t)	Máquina	:	Maquina de Ensaio KM 350
Máquina de Injecção do Cliente					
Força	:	(t)	Máquina	:	Engel 260 t S/C+ ROMI 300 t+BMB-500t

Fornecimentos

Código	Descrição	Grupo	Cliente	Código	Descrição	Grupo	Cliente
1	Estudo preliminar/projecto	X		2	Aços	X	
3	Acessórios eléctricos/Hidr. Se	X		4	Sistema de injecção	X	
5	Textura	X		6	Moldflow	X	
7	Controlo Dimensional molde	X		9	Mão de Robot (Mão Presa)		X
10	Robot (Completo)		X	11	Gabarit		X
12	Transporte de Peças(Terrestre)	X		16	Embalagens	X	
17	Controlo dimensional de peças		X	18	Material plástico		X
22	Transporte de Molde		X				

Observações

Molde igual ao SA7482

Máquinas alternativas:

BM (BIRAGH) 330 Tn. / BMB 350 [KW 35 PJ]

ANEXO B: Mapa de controlo de produção

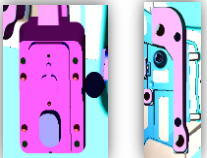
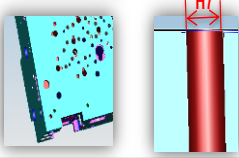
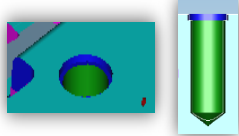
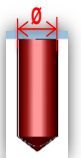
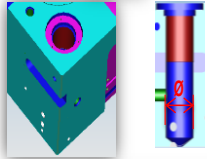
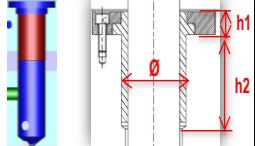
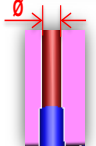
 SIMOLDESAÇOS

MAPA DE CONTROLO DE PRODUÇÃO

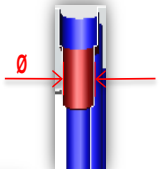
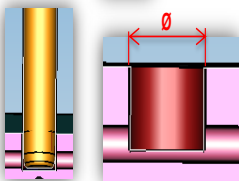
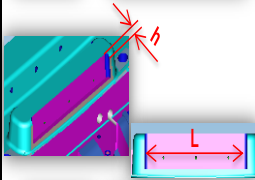
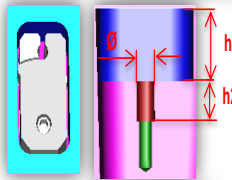
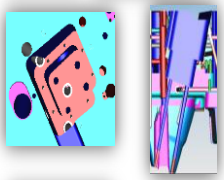
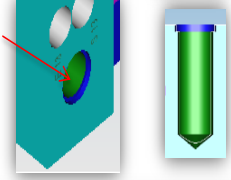
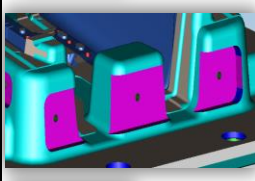
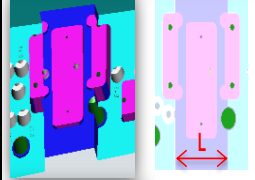
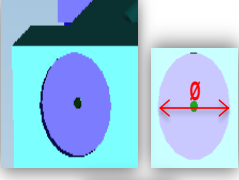
Nº Molde
Componente:

MACHO - 200

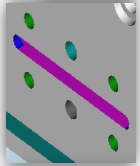
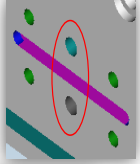
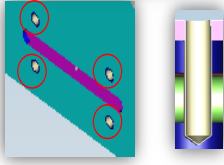
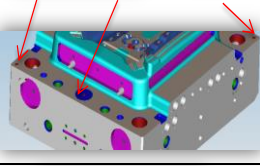
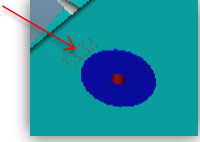
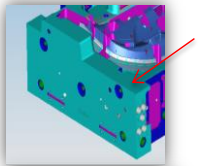
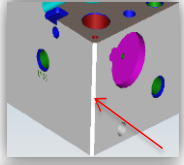
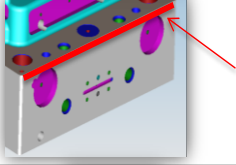
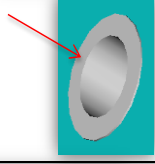
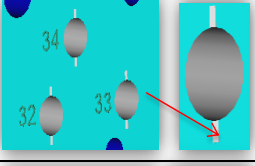
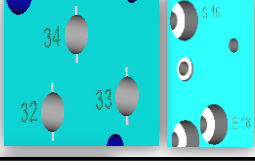
Realizado por:
Modelo:

Setor	Zona a controlar	Imagem	Descrição	Tipo Inspeção	OK	NOK	Observações
2D F/T	Caixas Movimentos / Levantadores		Verificar dimensões das caixas dos movimentos (Largura, Profundidade e Raios)	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Diâmetros Furos H7		Verificação do diâmetro dos furos de precisão (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Roscas com $\varnothing \geq M6$		Verificar se todos os furos a roscar, com $\varnothing \geq M6$ estão roscados, e se rosca está bem feita	Calibre/ Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Cavilhas		Verificação do diâmetro dos alojamentos para cavilhas (H7)	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Guias Principais		Verificação do diâmetro das guias principais	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Casquilhos - Guias Principais		Verificação das dimensões do alojamento dos casquilhos (Diâmetro \varnothing - H7; Alturas - h1 e h2)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Extractores		Verificação do diâmetro dos extractores (H7) (diâmetro= \varnothing - 0.1)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

2D F/T	Alojamento Casquilhos - Extractores Tubulares		Verificação do diâmetro (H7) dos alojamentos dos casquilhos dos Extractores Tubulares	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Guia Extração		Verificação do diâmetro do alojamento das guias de extração (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Alojamentos placas de ajustamento		Verificação das dimensões das caixas das placas de pressão/deslize (Profundidade - h; Largura - L)	Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Retentores - Movimentos Mecânicos		Verificação das dimensões da caixa para a pregadeira (Profundidade - h1) e do alojamento do parafuso (Diâmetro - Ø; Altura - h2)	Calibre / Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Lateral	Caixas - Movimentos Hidráulicos		Verificação das dimensões das caixas dos movimentos hidráulicos	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT e Lateral	Rosca olhais		Verificação das roscas dos olhais	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Inclinado	Alojamentos placas de ajustamento		Verificação do ângulo e da cota Z do fundo das caixas (Cota Z igual para todas as caixas)	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Largura caixa guias prismáticas		Verificação da largura (L) das caixas para as guias prismáticas	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamento dos Pés do Molde		Verificação do diâmetro e profundidade dos alojamentos dos pés do molde	Calibre / Acessório	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Furação barra segurança		Verificação da existência da furação para a barra de segurança	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

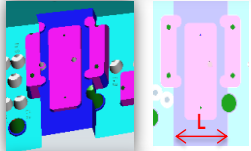
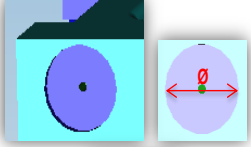
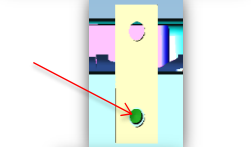
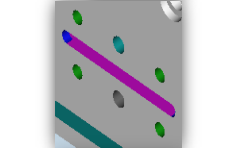
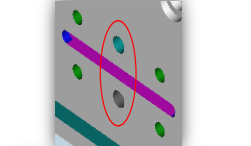
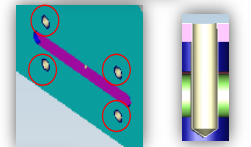
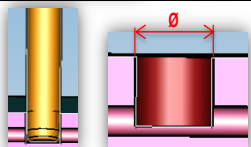
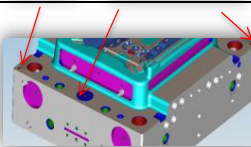
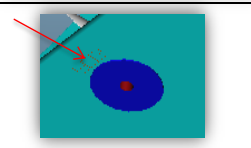
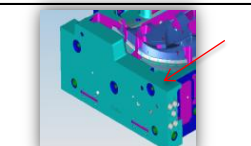
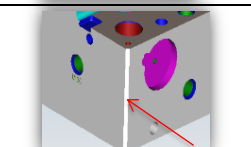
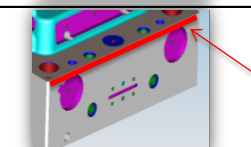
2D Lateral	Alojamentos cilindros hidráulicos de extracção		Verificação da existência de chavetas e furação dos alojamentos do cilindro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamentos cilindros hidráulicos de extracção		Verificação da existência da furação/ponteado das entradas e saídas do circuito de óleo do cilindro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Roscas dos alojamentos dos cilindros de extracção		Verificação das roscas do alojamento dos cilindros da extracção	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Pínulas		Verificação da existência de pínulas: central e diagonais	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Nº molde - pínula		Verificação da existência de marcação do número de molde na pínula	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Planos		Verificação da cota (Z) dos planos do cone	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Chanfro		Verificação da existência do chanfro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Mestras		Verificação da existência de mestras	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Rebaixos - Circuito de óleo		Verificação dos rebaixos das entradas e saídas dos circuitos de óleo (1 mm)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Rasgo Palhetas		Verificação da realização dos rasgos das palhetas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Letras		Verificação da marcação das Letras (Entradas, saídas e numeração das palhetas)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

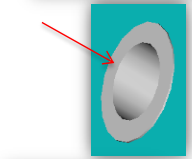
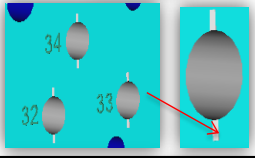
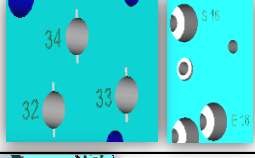
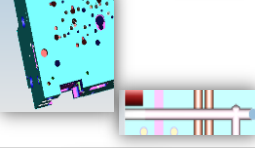
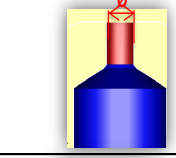
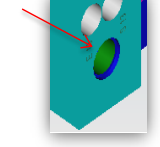
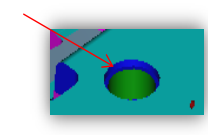
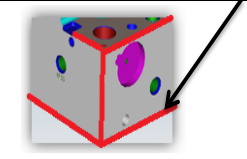
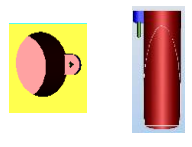
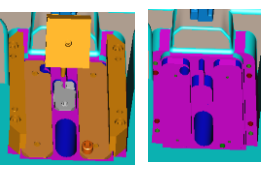
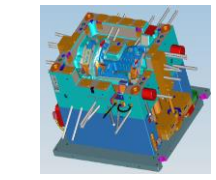
Águas	Roscas dos circuitos		Verificação das roscas dos circuitos de água e óleo	Calibre / Acessório	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT e Lateral	Rebaixos- olhais		Verificação dos rebaixos dos furos roscados dos olhais (M56)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT	Escarear Furos		Verificar se todos os furos estão escareados	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT e Lateral	Quebrar quinas		Verificar se todas as quinas estão quebradas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT	Chapas de deslize		Verificar dimensões das caixas das placas de deslize (Largura e Profundidade)	Medição na máquina/ Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT	Granzepes		Verificar dimensões do alojamento dos granzepes (Largura e profundidade)	Medição na máquina/ Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Todos	Limpar Peça		Limpar limalhas e fluidos de todos os orifícios	Visual/Ar comprimido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Sector	Zona a controlar	Imagem	Descrição	Tipo Inspeção	OK	NOK	Observações
2D F e Lateral	Rosca olhais		Verificação das rosças dos olhais	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Diâmetros Furos H7		Verificação do diâmetro dos furos de precisão (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Roscas com $\varnothing \geq M6$		Verificar se todos os furos a rosçar, com $\varnothing \geq M6$ estão roscados, e se rosca está bem feita	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Cavilhas		Verificação do diâmetro dos alojamentos para cavilhas (H7)	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Guias Principais		Verificação do diâmetro das guias principais		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Casquilhos - Guias Principais		Verificação das dimensões do alojamento dos casquilhos (Diâmetro \varnothing - H7; Alturas - h1 e h2)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Alojamentos placas de ajustamento/pressão		Verificação das dimensões das caixas das placas de pressão/deslize (Profundidade - h; Largura - L)	Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Casquilhos Movimentos Mecânicos / Extração		Verificação do diâmetro (H7) dos alojamentos dos casquilhos das guias dos Movimentos Mecânicos	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Inclinado	Alojamentos placas de ajustamento/pressão		Verificação do ângulo e da cota Z do fundo das caixas (Cota Z igual para todas as caixas)	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

2D Lateral	Largura caixa guias prismáticas		Verificação da largura (L) das caixas para as guias prismáticas	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamento dos Pés do Molde		Verificação do diâmetro dos alojamentos dos pés do molde	Calibre / Acessório	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Furação barra segurança		Verificação da existência da furação para a barra de segurança	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamentos cilindros hidráulicos de extracção		Verificação da existência de chavetas e furação dos alojamentos do cilindro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamentos cilindros hidráulicos de extracção		Verificação da existência da furação/ponteado das entradas e saídas do cricuito de óleo do cilindro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Roscas dos alojamentos dos cilindros de extracção		Verificação das roscas do alojamento dos cilindros da extracção	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D T	GuiaPrincipal		Verificação do diâmetro do alojamento da guia principal (H7)	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Pínulas		Verificação da existência de pínulas: central e diagonais	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Nº molde - pínula		Verificação da existência de marcação do número de molde na pínula	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Planos		Verificação da cota (Z) dos planos do cone	Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Chanfro		Verificação da existência do chanfro	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Mestras		Verificação da existência de mestras	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

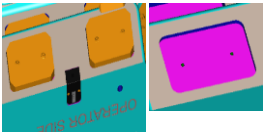
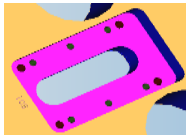

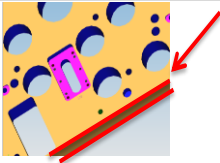
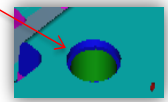
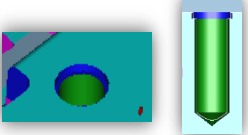
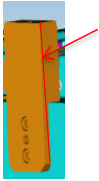

Águas	Rebaixos - Circuito de óleo		Verificação dos rebaixos das entradas e saídas dos circuitos de óleo (1 mm)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Rasgo Palhetas		Verificação da realização dos rasgos das palhetas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Letras		Verificação da marcação das Letras (Entradas, saídas e numeração das palhetas)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Roscas dos circuitos		Verificação das roscas dos circuitos de água e óleo	Calibre / Acessório	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Bicos de Injeção		Verificação do diâmetro do alojamento dos bicos de injeção (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT/lateral	Rebaixos- olhai		Verificações dos rebaixos dos furos dos olhai (M56)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Escarear Furos		Verificar se todos os furos estão escareados	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT/ Lateral	Quebrar quinas		Verificar se todas as quinas estão quebradas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Alojamento Casquilhos - Movimentos Mecânicos		Verificação do diâmetro do alojamento dos casquilhos dos Movimentos Mecânicos	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT	Chapas de deslize		Verificar dimensões das caixas das placas de deslize (Largura e Profundidade)	Medição na máquina/ Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Todos	Limpar Peça		Limpar limalhas e fluidos de todos os orifícios	Visual/Ar comprimido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

MAPA DE CONTROLO DE PRODUÇÃO

Nº Molde:
Componente:

ESTRUTURA

Realizado por:
Modelo:

Setor	Zona a controlar	Imagem	Descrição	Tipo Inspeção	OK	NOK	Observações
2D Lateral	Alojamentos Placas de Pressão		Verificação da dimensão das caixas das placas de pressão (Profundidade)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Placas	Caixas carinhos movimentos à extracção		Verificar dimensões (Comprimento, largura e profundidade) das caixas para alojamento dos carrinhos dos movimentos à extracção	Calibre/Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Placas	Alojamentos parafusos/ pernos		Verificar a existencia de rebaiços para o alojamento das cabeças dos parafusos /pernos	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Placas	Quebrar quinas		Verificar se todas as quinas nas placas foram quebradas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Placas	Escarear		Escarear todos os furos	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Placas	Roscas com $\varnothing \geq M6$		Verificar se todos os furos a roscar, nas placas de extracção com $\varnothing \geq M6$ estão roscados, e se rosca está bem feita	Calibre/visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Quebrar quinas guias prismaticas		Verificar se as quinas estão quebradas	visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D Lateral	Alojamento placas de ajustamento		Verificar a dimensão das caixas das placas de ajustamento (Profundidade)	Calibre/micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Novas Técnicas e Ferramentas para Operações de Montagem e Afinação de Componentes na Indústria para
Moldes de Injeção Termoplástica

Placas	Ø furo anilha injeção		Verificar se Ø furo da anilha de injeção é o correto	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Nº molde		Verificação da existência de marcação do número de molde	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D FT e Lateral	Marcações		Verificação da marcação das Letras e números	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Veios	Chavetas		Verificar a abertura de chavetas nos veios, assim como as suas dimensões	Paquímetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Todos	Limpar Peça		Limpar limalhas e fluidos de todos os orifícios	Visual/ Ar comprimido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Nº Molde:
Componente:

Modelo:

Setor	Zona a controlar	Imagem	Descrição	Tipo Inspeção	OK	NOK	Observações
2D F e Lateral	Rosca olhais		Verificação das roscas dos olhais	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Diâmetro Furos (H7)		Verificação do diâmetro dos furos de precisão (H7)	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Roscas com $\varnothing \geq M6$		Verificar se todos os furos a roscar, com $\varnothing \geq M6$ estão roscados, e se rosca está bem feita	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T	Cavilhas		Verificação do diâmetro dos alojamentos para cavilhas (H7)	Calibre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Alojamentos placas de ajustamento		Verificação das dimensões das caixas das placas de pressão/deslize (Profundidade - cota Z; Largura - L)	Paquímetro / Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2D F/T e Inclinado	Guias Movimentos Mecânicos		Verificação do diâmetro dos alojamentos das guias dos Movimentos Mecânicos	Calibre / Micrómetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Pinulas		Verificação da existência de pinulas	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Nº molde		Verificação da existência de marcação do número do molde	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Mestras		Verificação da existência de mestras	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3D	Movimentos Mecânicos		Verificação das dimensões da base dos movimentos mecânicos (Alturas - h; Largura - L)	Paquímetro / Medição na máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Águas	Rebaixos - Circuito de óleo		Verificação dos rebaixos das entradas e saídas dos circuitos de óleo (1 mm)	Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	