



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Miguel Barros da Silva

Optimização da mudança de ferramenta
numa máquina de fundição injectada



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Miguel Barros da Silva

Optimização da mudança de ferramenta
numa máquina de fundição injectada

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Joaquim Barbosa

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

DECLARAÇÃO

Nome: Luís Miguel Barros da Silva

Correio electrónico: miguelmotar@hotmail.com

Tlm: 936797821

Número do Bilhete de Identidade: 13929564

Título da dissertação

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Ano de Conclusão: 2014

Orientador:

Professor Doutor Joaquim Barbosa

Responsável na empresa:

Engenheiro Jorge Pimenta

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudos Integrados conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Escola de engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

Resumo

A Labina é uma empresa dedicada à fundição injectada de ligas de alumínio. A constante necessidade de se efectuarem mudanças de ferramenta, faz com que a empresa despenda bastante tempo, o que se traduz em custos elevados. Esta tese pretende fazer o estudo das acções/métodos com o objectivo de reduzir o tempo actualmente inerente a essa operação.

Numa fase inicial é descrita a metodologia SEMED e é realizado um estudo acerca do funcionamento da empresa, no sentido de compreender todos os processos implícitos na mudança de molde.

Posteriormente é apresentado um conjunto de soluções possíveis, que visam melhorar o processo de mudança de molde e assim fazer com que o seu tempo de duração diminua.

No final é efectuado um estudo das soluções implementadas no sentido de verificar a eficácia das mesmas, através da análise de resultados.

Com este trabalho, pretende-se obter melhorias significativas no processo de mudança de molde que se traduzem numa economização de tempo tornando a empresa mais eficiente, fazendo com que esta se torne mais competitiva no mercado.

Abstract

Labina is a company dedicated to the die-casting of aluminum alloys. The constant need to pursue seedlings tool, makes the company to have a huge waste of time which translates into higher costs. This thesis aims to study the actions / methods with the aim of reducing the time changes.

Initially SEMED methodology is described, and a study is conducted on the operation of the company, in order to understand all the processes implicit in changing mold.

Subsequently a set of possible solutions is presented, aimed at the process of change in order to improve and thus decreasing its duration

At the end a study of the solutions implemented in order to verify their effectiveness, through the analysis of results is performed.

With this work, we intend to achieve significant improvements in the change of mold which translates into saving of time making the company more efficient, causing it to become more competitive in the market process.

Agradecimentos

Não poderia deixar de referir todos os que me apoiaram ao longo deste trabalho e contribuíram para a sua realização.

Em primeiro lugar queria deixar especial agradecimento à empresa Labina que ao longo destes meses me proporcionou todas as condições de trabalho para que este estudo fosse realizado.

Agradeço ao engenheiro Jorge Pimenta, coordenador na empresa, todo o apoio assim como a disponibilidade e acolhimento na empresa.

Agradeço ao professor Joaquim Barbosa, orientador na UM, pela disponibilidade partilha de conhecimentos e orientação do trabalho.

Ao professor e amigo António Galvão pela ajuda na base de dados.

Não posso deixar de manifestar o meu agradecimento aos meus pais, Luís e Esmerada pelo apoio, carinho e esforço que realizaram para que o meu percurso académico fosse possível. Estendendo estes agradecimentos ao meu irmão e cunhada que sempre acreditaram em mim.

Não poderia deixar de mencionar a minha namorada Dina Mara que esteve sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis e que nunca deixou de me transmitir o seu apoio e força para que realizasse o meu percurso académico.

Agradeço também a minha afilhada que embora tenha aparecido no meio do meu percurso académico veio proporcionar-me uma enorme felicidade.

Por último, agradeço a todos as pessoas da empresa que me acolheram da melhor forma e que muito contribuíram para a realização de um bom trabalho.

Índice de Conteúdos

1 - Introdução	1
1.1 - Contexto Geral	1
1.2 - Apresentação da empresa.....	1
1.2.1 - Objectivos da empresa.....	2
1.2.2 - Matérias-primas	2
1.2.3 - Áreas de produção.....	3
1.3 - Apresentação do projecto: Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada.....	3
1.4 - Metodologia utilizada no Desenvolvimento do projecto	4
2 - Enquadramento teórico.....	5
2.1 - Setup	5
2.2 – Lean manufacturing.....	6
2.2.1 - Metodologia SMED.....	7
2.2.2 – Metodologia 5s	9
3 - Processo de fundição Injectada na Labina.....	11
3.1 - Processo de injeção	11
3.2 - Molde para Fundição Injectada de alumínio.....	15
3.2.1 - Hastes.....	17
3.2.2 - Câmara	17
3.2.3 - Argolas	18
3.2.4 - Tubos de água	18
3.2.5 - Tubos de óleo	18
3.2.6 – Grampos de fixação do molde.....	20
4 - Análise de dados	22
4.1- Número de Mudanças.....	22
4.2 - Ferramenta com maior número de mudanças.....	23
4.3 -Máquina com maior número de mudanças	24
4.4 - Análise do peso das mudanças	24
5 - Caracterização das mudanças de molde	26

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

5.1 - Tarefas chave a executar na mudança de molde	26
5.1.1 - Desmontagem	26
5.1.2 - Montagem	27
6 - Identificação e implementação de acções de melhoria	34
6.1 - Análise dos tempos das tarefas	34
6.1.1 - Custos	35
6.2 - Separação de tarefas internas em externas	36
6.3 - Solucionar as falhas que ocorrem durante o processo	37
6.3.1 -Tubos de água	37
6.3.2 - Procura e transporte de ferramentas	39
6.3.3 - Ajuste do centro de injeção.....	39
6.3.4 - Limpeza da máquina muito demorada	41
6.3.5 - Retirada e colocação do molde em duas metades	42
6.3.6 - Grampos de aperto	43
6.3.7 - Falta de stock de consumíveis e ferramentas.....	44
6.3.8 - Check-list e ficha de instruções de trabalho para o operário	44
6.3.9 - Configuração do Maçarico.....	46
6.3.10 - Centramento do molde na máquina	47
6.3.11 - Ajuste do forno	48
6.3.12 - Organização de acessórios.....	51
6.3.13 - Identificação de acessórios	52
6.3.14 - Manual de procedimento de mudança de molde	54
6.3.15 - Realização da mudança com dois operários	57
7 - Criação de uma base de dados.....	60
7.1 - Inserção de informações sobre o molde	61
7.2 - Informações sobre a máquina.....	61
8 - Análise da eficácia das implementações.....	62
9 - Considerações finais e trabalhos Futuros	64
Referências	65
Referências de Figuras	65
ANEXO A: Planta da empresa	67
ANEXO B: Diagrama de Pareto.....	68
ANEXO C: Ciclos das máquinas	69

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

ANEXO D: Estimativa de Custos	70
ANEXO E: Plano de acções	71
ANEXO F: Tarefas antes das implementações (Máquina 20 E-140).....	76
ANEXO G: Tarefas efectuadas com as acções implementadas	77
ANEXO H: Tarefas com todas as implementações efectuadas.....	78
ANEXO I: Tabela de acções.....	79
ANEXO J: Folha de check-list e informações para a muda de ferramenta.	80

Siglas

Letras	Descrição
MFI	Máquina fundição Injectada
SMED	Single Minute Exchange of Die

Índice de Figuras

Figura 1 - Liga 24	2
Figura 2 – Liga 10.....	2
Figura 3 – Mudança de pneus na fórmula 1.....	5
Figura 4 - Motivação para a metodologia SMED.....	7
Figura 5 – Forno de fusão.....	11
Figura 6 – Processo de Injecção de câmara fria	12
Figura 7 – Sistema de vazamento por colher.....	13
Figura 8 – Sistema de vazamento pressurizado.....	13
Figura 9 – Cacho retirado do molde.....	14
Figura 10 – Inserção	16
Figura 11 – Sistema extractor	16
Figura 12 – Extractor	17
Figura 13 – Placas extractoras.....	17
Figura 14 – Haste	17
Figura 15 – Câmara simples.....	18
Figura 16 – Câmara Integral.....	18
Figura 17 - Argola	18
Figura 18 – Tubos de óleo	19
Figura 19 - Termorregulador	19
Figura 20 – Cilindro radial	20
Figura 21 – Sensor de fim de curso	20
Figura 22 – Fixação do molde ao prato da máquina	20
Figura 23 – Molde com diversas furações para hastes extractoras.....	21
Figura 24 - Número de horas para setup e horas de trabalho de cada máquina em termos absolutos.....	22
Figura 25 - Peças da estrutura E-119.....	23
Figura 26 – Peças da estrutura E-140.....	23
Figura 27 – Número de mudas por máquina.....	24
Figura 28 – Remoção da coluna	27
Figura 29 – Centro máquinas Colosio	28
Figura 30 - Ajuste do cilindro de injecção nas máquinas Colosio e Idra	28
Figura 31 – Centros das máquinas Idra	29
Figura 32 - Centro de injecção das máquinas Bulher.....	29
Figura 33 – Anilha das câmaras e encaixe no centro de injecção.....	30
Figura 34 - Configuração porta pistões com aumento	30
Figura 35 - Diferentes ponteiras	31
Figura 36 - Sistema Hidráulico manual do forno de manutenção	32
Figura 37- Situação Actual	37
Figura 38 - Molde com calços por baixo	38

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Figura 39 - Sextavado do tubo.....	38
Figura 40 - Tubos embutidos no molde	38
Figura 41 - Carrinho de ferramentas construído	39
Figura 42 - Centro de Injecção Bulher	40
Figura 43 – Centro de injecção Idra	40
Figura 44 - Centro de injecção Bulher com os calços identificados.....	40
Figura 45 - Princípio de funcionamento do sistema	41
Figura 46 - Molde com tranca de segurança.....	42
Figura 47 - Argola descentrada do centro de massa (molde inclinado)	42
Figura 48 - Novo calço de fixação do molde	43
Figura 49 – Novo calço em utilização.....	44
Figura 50 - Maçarico de duas ponteiros.....	47
Figura 51 - Pino de centragem	47
Figura 52 - Molde com pino de centragem	48
Figura 53 - Encaixe do pino de centragem com o prato da máquina	48
Figura 54 - Nível magnético	48
Figura 55 - Implementação de réguas graduadas	49
Figura 56 - Forno sem manivela.....	49
Figura 57 – Forno com manivela	49
Figura 58 - Mini central Hidráulica	50
Figura 59 - Câmaras e pistões desorganizados.....	51
Figura 60 - Estante das cavilhas e câmaras em construção	51
Figura 61 - Estante das cavilhas com local para tubos de água e óleo.....	51
Figura 62 - Estante das câmaras e argolas.....	52
Figura 63 - Estante dos pistões	52
Figura 64 - Identificação dos aumentos/calços de altura de centro.....	53
Figura 65 - Identificação dos aumentos do porta-pistões (25mm)	53
Figura 66 - Menu de selecção	60
Figura 67 - Menu de inserção	61

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Análise dos tempos das tarefas	34
Tabela 2 – Separação de tarefas internas e externas.....	36
Tabela 3 – Check-list de acessórios	45
Tabela 4 – Check-list de ferramentas	45
Tabela 5 – Check-list de verificação do molde	45
Tabela 6 – Referenciação das câmaras.....	54
Tabela 7 – Distribuição das tarefas por dois operários.....	57
Tabela 8 – Tempo total de muda antes e após implementações executadas.....	62
Tabela 9 – Tabela da economização resultante das implementações.....	63

1 - Introdução

1.1 - Contexto Geral

Tendo em conta a conjuntura actual, uma empresa necessita de estar em constante evolução no sentido de conseguir permanecer firme no mercado. Para tal necessita de implementar novas tecnologias, soluções e metodologias que lhe permitam alcançar maiores lucros e assim obter competitividade no mercado.

A redução do tempo de setup de molde é uma das soluções que as empresas do sector da fundição injectada devem adoptar, pois é uma solução que sem grande investimento permite aumentar os lucros, tornando-as mais eficientes e produtivas, conseguindo satisfazer as necessidades dos clientes dentro do prazo estabelecido.

1.2 - Apresentação da empresa

A empresa Labina, é uma empresa especializada na fundição injectada de ligas de alumínio.

A empresa foi fundada em 1968, e actualmente apresenta Clientes no mercado nacional e internacional.

A Labina aposta nas novas tecnologias, trabalhando com as melhores do mercado. A título de curiosidade possui a maior máquina de fundição injectada instalada em Portugal. Trabalha com grandes marcas do mercado automóvel tal como a Porsche e a Land Rover, fazendo peças que envolvem processos de acabamento tais como grenalhagem, vibração, jacto de areia.

1.2.1 - Objectivos da empresa

O principal objectivo da empresa é a satisfação dos seus clientes, sendo necessário cumprir com todas as especificações acordadas com o cliente dentro dos prazos estabelecidos. Aposta nas melhores tecnologias existentes no mercado procurando cumprir a legislação em vigor.

1.2.2 - Matérias-primas

A Labina apenas trabalha com duas ligas diferentes. A liga designada dentro da empresa por 10 e cuja cor de identificação é amarela, trata-se de uma liga cuja composição é Al10SiMg e é utilizada maioritariamente pelo mercado automóvel. Existe ainda a liga designada por 24 e cuja identificação é azul, trata-se de uma liga de composição Al24SiMg utilizada para diversos mercados com os quais a empresa trabalha.



Figura 1 - Liga 24



Figura 2 – Liga 10

1.2.3 - Áreas de produção

A Labina encontra-se dividida em 4 áreas: área de fusão, fundição, acabamentos e logística. No que diz respeito à fusão existem dois fornos com 2 Toneladas de capacidade de fusão. Existem 17 máquinas com força de injeção entre 250 e 1800 toneladas. Todas elas possuem fornos de manutenção e prensas para corte de gito. Os vibradores, grenalhadores e prensas hidráulicas são alguns dos mecanismos utilizados para retrabalho. A planta da empresa pode ser vista no anexo A.

1.3 - Apresentação do projecto: Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

O Projecto de optimização da mudança de ferramenta, surge quando a empresa Labina começa a produzir uma enorme variedade de peças e as mudanças constantes de molde começam a ser recorrentes. Estas começam a ter impacto muito significativo nos tempos de paragem das máquinas criando uma ineficiência por parte das trocas de ferramentas, pois as máquinas começaram a encontrar-se constantemente paradas e a empresa começou a ter muitos custos. A redução do tempo de setup tornou-se uma necessidade da empresa para assim conseguir cumprir com os clientes dentro dos prazos acordados e tornar-se mais competitiva no mercado.

Surge então o projecto “Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada” no âmbito de uma dissertação em Engenharia Mecânica da Universidade do Minho com o objectivo de reduzir o tempo de setup aumentando o tempo de produção e tornar a empresa mais eficiente.

Assim, esta dissertação assenta nos seguintes objectivos:

Definir procedimentos/técnicas a utilizar, de modo, a reduzir o tempo de mudança de ferramenta.

Verificar a aplicação do conjunto de procedimentos/técnicas/ inovações nas mudanças de ferramenta.

1.4 - Metodologia utilizada no Desenvolvimento do projecto

Numa fase inicial foi realizado um estudo da situação da empresa no sentido de se determinar um caso de estudo. Recorreu-se então aos dados de produção dos dois meses anteriores no sentido de determinar:

- As máquinas com mais mudanças de ferramenta;
- Número de mudanças de ferramenta;
- Identificação das ferramentas com mais mudanças;
- Peso das mudanças na produção em termos de tempo.

Ao longo do trabalho procurou-se acompanhar as mudanças no sentido de perceber todas as tarefas implícitas no processo e registar os seus tempos. Nesta fase foi muito importante a colaboração dos operários, assim como a opinião de cada um deles, para que se pudesse melhorar todo o processo.

2 - Enquadramento teórico

Este capítulo revê e analisa os conceitos da filosofia Lean Manufacturing, pois constitui a fundamentação teórica desta dissertação. Dar a conhecer a ferramentas SMED e 5s é o principal objectivo deste capítulo, nele é efectuada a descrição de todos os processos e métodos que servem de base para o estudo realizado no âmbito desta tese. No entanto, vamos começar por definir o que é o Setup.

2.1 - Setup

O setup é definido como o tempo que demora a preparar um equipamento, tempo que é contabilizado entre a última peça boa produzida e a primeira peça aprovada pela qualidade. É assim, o tempo necessário para preparar todos os equipamentos e operários para a fabricação de outra peça.

O setup pode ser separado em Interno e Externo. O setup interno, é o que apresenta maior custo, pois ele é efectuado quando o equipamento está parado, não estando em produção. O setup externo é o que apresenta menor custo, pois permite que seja efectuado com o equipamento em produção. [1]

Actualmente, em competição, os setups são estudados de forma a eliminar todos os atrasos, pois o tempo é o factor chave. Temos como exemplo a muda de pneus na fórmula 1 em que os pneus são rapidamente mudados de forma a não perder tempo que é crucial para que possam alcançar os seus objectivos.



Figura 3 – Mudança de pneus na fórmula 1 [1]

2.2 – Lean manufacturing

O Lean manufacturing visa a eliminação de desperdícios, isto é, excluir tudo aquilo que não tem valor para o cliente, procurando imprimir velocidade a empresa.

No núcleo do Lean manufacturing está a redução dos sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno: defeitos, excesso de produção de produtos, stock de produtos à espera de processamento ou consumo, processamentos desnecessários, movimentações desnecessárias, transportes desnecessários e espera dos funcionários para disponibilizar equipamento para realizar o trabalho.

Os cinco princípios do pensamento Lean são:

- 1. Identificar o valor:** Definir, na perspectiva do cliente, o que é Valor. Sendo que este Valor deriva da necessidade do cliente, e as empresas necessitam de determinar essa necessidade e devem procurar satisfazê-la cobrando o preço que o cliente está disposto a pagar, pois só assim se conseguirá manter firme no mercado. [2]
- 2. Identificar Cadeia de Valor** – Identificar as diferentes actividades para a fabricação do produto, e dividir em três categorias: actividades que acrescentam valor; actividades que não acrescentam valor, contudo são fundamentais para a manutenção dos processos e qualidade, e por último, as actividades que não tem qualquer valor associado, sendo denominadas por desperdícios. Após a caracterização, deve-se eliminar o quanto antes as actividades consideradas como desperdício.
- 3. Estabelecer o Fluxo de Contínuo** – Definir o fluxo de produção contínuo, sem paragens. O efeito imediato desta criação pode ser verificado na redução dos tempos de concepção dos produtos, processamentos de pedidos e stocks capacitando a empresa de uma resposta mais rápida e eficaz para as necessidades do mercado. [3]
- 4. Produção Pull** – Produzir o produto apenas quando o cliente o pretender, ou seja, o cliente é que pede o produto, e não é a empresa a “empurrar” o produto para o cliente. Isto faz com que os stocks sejam reduzidos, produzindo em função da necessidade.
- 5. Excelência** – Focar todos os esforços da empresa na busca da perfeição, procurando a eliminação de desperdícios e criando valor, ou seja, aplicando a melhoria contínua.

A introdução ao Lean nas empresas baseia-se na identificação e eliminação de desperdícios, sendo necessário que este conceito seja aceite no seio da empresa.

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada
Posteriormente pode-se avançar para as várias ferramentas associadas ao Lean. Algumas delas são o SMED (Single Minute Exchange of Die) e os 5S, que vamos abordar a seguir.

2.2.1 - Metodologia SMED

A Metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die) surge em 1987 inventada por um engenheiro Industrial Japonês chamado Shingo. Esta tecnologia tem como principal objectivo a redução do tempo de muda de ferramenta, criando uma política de redução de custos através da análise das acções e implementação de melhorias. Inicialmente, esta técnica foi utilizada pela Mazda e foi motivo de grande sucesso conseguindo uma redução de 57% do tempo de Setup. Actualmente o SMED está a tornar-se universal a muitas indústrias.



Figura 4 - Motivação para a metodologia SMED [2]

No sentido de reduzir o tempo de setup, o SMED divide-se em 6 tarefas:

1-Identificar e separar as actividades do setup em internas e externas; Esta primeira tarefa consiste em perceber todas as tarefas que são realizadas no Setup. É necessário identificar todas as tarefas, assim como registar o tempo inerente a cada uma delas. Para ajudar na realização das tarefas deve-se recorrer ao cronómetro para registar tempos, ou a gravação de vídeo para que nada passe ao lado. É importante ouvir o colaborador no sentido de perceber as suas dificuldades e assim tentar melhorar o processo.

2- Converter as actividades de setup de Internas em Externas no sentido de reduzir o tempo de muda.

As actividades internas dizem respeito às actividades que só podem ser efectuadas quando a máquina está parada, todas as tarefas que possam ser efectuadas com a máquina em funcionamento devem ser efectuadas são chamadas de externas. No entanto é necessário que exista um planeamento prévio para que nada falte depois da máquina se encontrar parada. A utilização de um check list é muito importante pois permite que todos os acessórios estejam disponíveis assim como as ferramentas e deste modo não haja dispêndio de tempo.

3- Eliminação de ajustes, através da uniformização de processos ferramentas e procedimentos.

Toda a uniformização tende a eliminar a necessidade de ajustes resultando em tempos de muda reduzidos.

4- Melhorar operações manuais através da formação e treino.

Deve-se procurar envolver os operários tirando partido das suas sugestões e ideias melhorando continuamente os processos.

5- Melhorar (através de reconfigurações ou alterações) o equipamento.

O investimento de melhoria do equipamento deve ter sido em conta quando todas as acções de melhoria realizadas anteriormente forem realizadas. Nada adianta fazer grandes investimentos em melhorias técnicas se todo o processo ainda não foi melhorado.

6- Criar um gráfico de melhorias para acompanhar resultados [4]

A criação de um gráfico de melhorias, permite analisar se as tarefas da metodologia SMED estão a ser correctamente implementadas.

A aplicação do SMED tem como benefícios:

- Aumentar o tempo disponível de operação das máquinas;
- Reduzir os stocks de produtos acabados e de stocks gerados por processos intermédios;
- Responder rapidamente às flutuações da procura. [5]

2.2.2 – Metodologia 5s

O conceito 5s deriva de 5 palavras japonesas: **Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke**.

Seiri – Utilização

Deve-se seleccionar materiais ferramentas e equipamentos necessários. Tudo aquilo que é desnecessário deve ser removido do posto de trabalho. Os ganhos são evidenciados:

- Ganho de espaço
- Facilidade de limpeza e manutenção
- Melhor controlo dos stocks.
- Redução de custos
- Preparação do ambiente para aplicação dos demais conceitos de 5S

Seiton – Organização

Após seleccionar aquilo que é necessário deve-se proceder à sua organização, através da sua identificação e colocação num local específico para facilitar a sua procura. Resultará em:

- Economia de tempo;
- Facilidade na localização das ferramentas;
- Redução de pontos inseguros.

Seiso – Limpeza

Manter o local de trabalho limpo fazendo com que este se torne agradável para o cliente e operador. Pode ir além do aspecto físico, abrangendo também o relacionamento pessoal onde se preserva um ambiente de trabalho onde impere a transparência, honestidade, franqueza e o respeito. Resultados:

- Ambiente saudável e agradável;
- Redução da possibilidade de acidentes;
- Melhor conservação de ferramentas e equipamentos;
- Melhoria no relacionamento interpessoal.

Seiketsu – Normalização

Tem como principal finalidade manter os 3 primeiros S' de forma que eles não se percam. Nesta etapa, pretende-se normalizar os procedimentos de limpeza, e definir normas para se manter todas as alterações conseguidas até este ponto. Podem-se evidenciar como principais resultados da aplicação deste conceito:

- Facilidade de localização e identificação dos objectos e ferramentas;
- Equilíbrio físico e mental;
- Melhoria de áreas comuns (banheiros, refeitórios, etc.);
- Melhoria nas condições de segurança

Shitsuke - Senso de Disciplina ou Autodisciplina

A última etapa do programa 5S é definida pelo cumprimento e comprometimento pessoal para com as etapas anteriores. Esta é uma das etapas mais difíceis de implementar dado que por norma as pessoas são resistentes à mudança, e neste caso precisam de fazer uma mudança da rotina.

- Melhor qualidade, produtividade e segurança no trabalho;
- Trabalho diário agradável;
- Melhoria nas relações humanas;
- Valorização do ser humano;
- Cumprimento dos procedimentos operacionais e administrativos; [6]

A metodologia 5s será implementada no processo de mudança de ferramenta de forma a otimizar todo o processo. Com a combinação da metodologia SMED, pretende-se implementar soluções que abarquem os conceitos dos 5s e assim garanti-los no processo.

3 - Processo de fundição Injectada na Labina

A Fundição Injectada consiste em injectar a alta pressão, um metal no estado líquido no interior de um molde de aço. Esta operação é efectuada através de uma máquina específica, chamada de injectora de câmara.

Na Labina, a fundição injectada sobre pressão consiste na introdução de liga de metal não ferroso (ligas de alumínio) sob a força exercida por um pistão de injeção na cavidade moldante. Este processo permite a obtenção de peças com espessuras finas, com elevado acabamento superficial, boa resistência à corrosão, tolerâncias apertadas e elevada cadência de produção. Devido à elevada pressão, a peça fica muito compacta obtendo-se, assim, elevadas propriedades mecânicas.

3.1 - Processo de injeção

O alumínio chega à empresa sobre a forma de lingotes. Estes lingotes são fundidos nos fornos de fusão (figura5). Trata-se de fornos de soleira seca a gás natural com capacidade para duas toneladas. Posteriormente o alumínio é transportado para os fornos de manutenção existentes junto às máquinas de injeção num cadinho, com a ajuda de um empilhador. Os fornos de manutenção são alimentados electricamente, embora ainda existam alguns a gás.



Figura 5 – Forno de fusão

Existem dois processos de injeção, o processo de câmara quente e o processo de câmara fria. No processo de câmara quente a própria câmara está submersa no metal,

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada enquanto no de câmara fria, esta está a uma temperatura diferente pois encontra-se fora do forno de manutenção.

Na Labina, todas a máquinas existentes na empresa utilizam câmara fria (figura 6). Existem fornos em que o vazamento é efectuado por colher (figura 7), sendo a inclinação da colher que determina a quantidade de metal a vazar, existem outros em que o vazamento é efectuado pelo próprio forno (Sistema de pressurização) (figura 8). Este sistema consiste numa sobrepressão de ar na câmara do forno fechado, fazendo o alumínio ascender através de um tubo. O percurso de sobrepressão é regulado pelo software, quando se atinge o volume de dosagem pretendido é feita a descarga de pressão e desta forma termina o transporte de metal. [7]

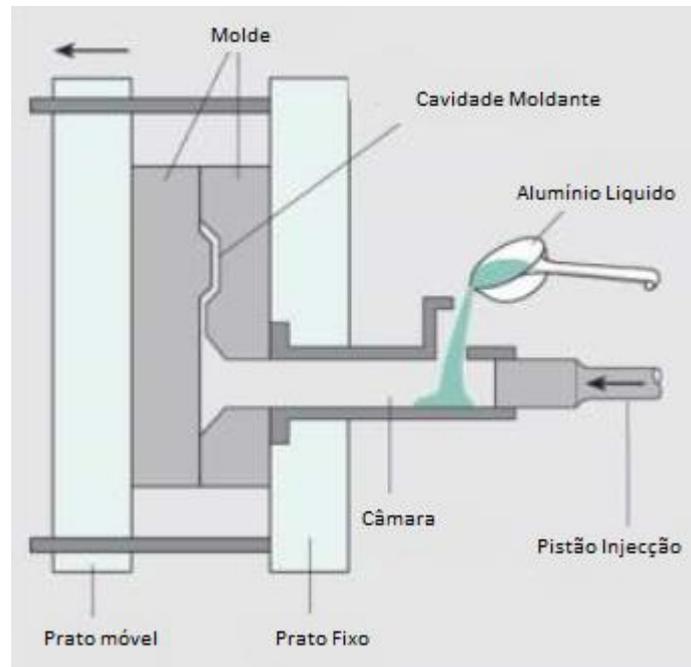


Figura 6 – Processo de Injecção de câmara fria

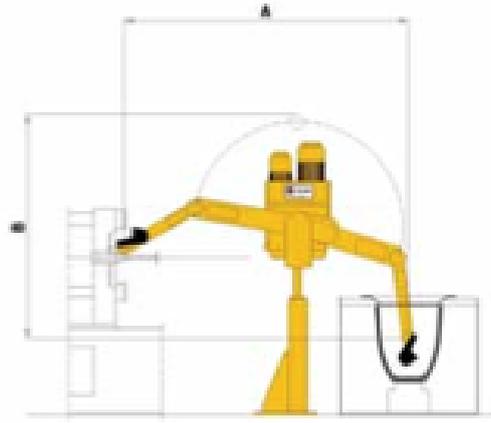


Figura 7 – Sistema de vazamento por colher [3]

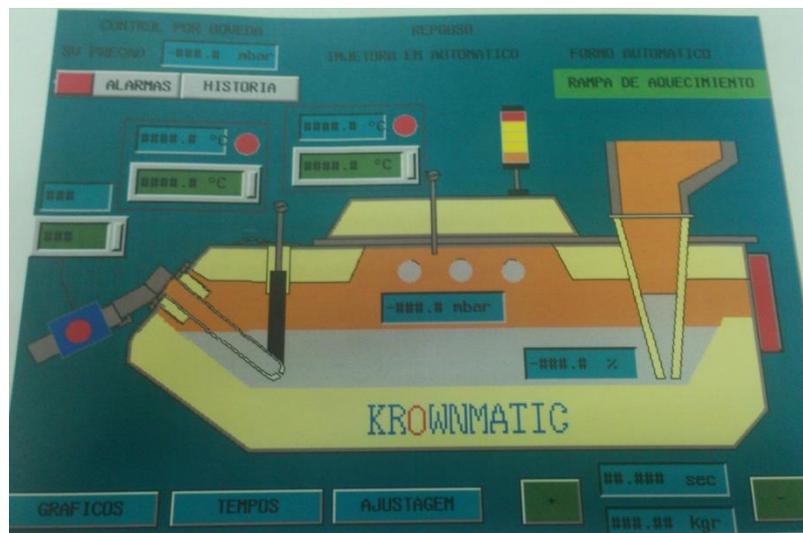


Figura 8 – Sistema de vazamento pressurizado [4]

O processo de enchimento/injecção é dividido em 3 fases:

1ª fase

O pistão, actuado pelo sistema hidráulico, empurra lentamente o alumínio até à entrada da cavidade em regime laminar, de forma a não incorporar ar no metal líquido.

2ª fase

Nesta fase eleva-se a velocidade de alumínio de forna a encher rapidamente toda a cavidade moldante, sem que exista arrefecimento precoce da liga.

3ª fase

Conhecida como fase de compactação, é aplicada elevada pressão com a finalidade de compactar a liga que está próxima da temperatura de solidificação. [8]

A quantidade de metal pré definida deve permitir encher toda a peça, assim como todo o sistema de alimentação, fazendo com que fique com uma bolacha relativamente espessa para que seja a última zona a solidificar. A zona da bolacha é também a zona onde o robot de extracção agarra a peça, a bolacha deve ser adequada para a pinça, em termos de dimensões. A bolacha permanece no interior da camisa e passa por uma fase líquida que permite a continuidade quer do enchimento, quer da pressão de injeção ver (figura 9).

Overflows – vulgarmente conhecidos por “masselotes”, são formas bem definidas gravadas ao longo das cavidades (s), com a dupla função de limpeza de impurezas existentes no molde provenientes da lubrificação, e permitir o escoamento do ar, evitando a sua retenção no interior da peça. [8]

Canais de alimentação – canais responsáveis pelo enchimento da peça durante a injeção do metal para o interior do molde.



Figura 9 – Cacho retirado do molde

3.2 - Molde para Fundição Injectada de alumínio

O molde para fundição injectada, possui no seu interior uma cavidade que contem a forma da peça que se pretende obter. Deve ser resistente para suportar as altas pressões exercidas pela máquina de fundição injectada e capaz de suportar as altas temperaturas de vazamento do alumínio.

O molde pode conter apenas uma única cavidade, produzindo apenas uma peça por injeção, ou então múltiplas cavidades produzindo mais do que uma peça por injeção.

O molde apresenta quatro funções básicas:

- Dar a forma da peça a fabricar
- Providenciar meios para o metal líquido atingir o espaço onde será mantido sob a forma desejada
- Remover calor do metal líquido permitindo que este solidifique
- Garantir e executar a remoção do fundido [8]

Assim um molde é composto por:

- Parte fixa
- Parte móvel
- Inserções
- Placas extractoras
- Extractores
- Câmara
- Hastes
- Argolas

A parte fixa é a parte que possui a câmara de injeção e a que permanece fixa na máquina, não realizando qualquer movimento durante o processo.

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

A parte móvel, contrariamente à parte fixa, possui movimento, ou seja, é a parte que abre no processo.

As inserções são colocadas no interior do molde e apresentam a geometria da peça, assim como todos os canais de alimentação e alimentadores da peça. As inserções permitem que um mesmo molde faça peças diferentes. Assim, toda a estrutura externa é a mesma mudando apenas as inserções. Quando o cliente altera a geometria da peça ou lança uma nova apenas necessita de efectuar a troca das inserções (figura10).



Figura 10 – Inserção

As placas extractoras (figura11) são as responsáveis por efectuar a extracção da peça após solidificação e possuem os extractores (figura 12) que empurram a peça para fora da cavidade moldante como podemos ver na figura. A placa é actuada por um cilindro extractor hidráulico. A figura 13 apresenta as placas extractoras que constituem o sistema extractor.



Figura 11 – Sistema extractor



Figura 12 – Extractor



Figura 13 – Placas extractoras

3.2.1 - Hastes

As hastes são responsáveis por fazer a ligação entre a placa extractora e o cilindro extractor. A sua configuração muda conforme o tipo de máquina e o tipo de molde. Consoante o tipo de molde existem diferentes tamanhos de roscas e consoante o tipo de máquina diferentes comprimentos de haste. Na figura 14 encontramos um tipo de haste utilizado numa das máquinas de fundição injectada.



Figura 14 – Haste

3.2.2 - Câmara

A câmara é a estrutura onde é vazado o alumínio para posteriormente ser empurrado para o interior da cavidade moldante. No entanto, podemos distinguir diferentes tipos de camisas as simples e as integrais. As simples não possuem camisa (figura 15), estando esta no molde, no entanto as integrais já possuem a camisa acoplada como podemos visualizar na figura 16.



Figura 15 – Câmara simples



Figura 16 – Câmara Integral

3.2.3 - Argolas

As argolas é o meio por onde se efectua a ligação entre o molde e a ponte que faz o transporte do molde (ver figura 17). As argolas podem variar relativamente ao tipo de rosca.



Figura 17 - Argola

3.2.4 - Tubos de água

Os tubos de água fazem a ligação entre a estrutura e as mangueiras de água de refrigeração do molde, podendo variar quanto à quantidade e quanto ao tamanho.

3.2.5 - Tubos de óleo

O molde poderá ter aquecimento a óleo, possuindo tubos responsáveis pela ligação das mangueiras de óleo ao molde (figura18). Estes tubos variam em número e em tamanho.



Figura 18 – Tubos de óleo

Quando há aquecimento a óleo é necessário ter junto à máquina um termorregulador (figura19). O aquecimento a óleo tem como finalidade fazer um aumento mais rápido da temperatura da estrutura e posteriormente estabilizar a sua temperatura.



Figura 19 - Termorregulador

Quando a peça apresenta uma geometria complexa muitas das vezes é necessário acoplarem cilindros radiais (figura 20) que são responsáveis por conferir características à peça como por exemplo um furo. Estes cilindros radiais são actuados hidráulicamente, no entanto utilizam sensores de fim de curso com sinal eléctrico (figura 21), pois quando se processa a extracção axial é necessário que os cilindros radiais já estejam recolhidos. No caso de não receber informação dos fins de curso a máquina pára pelo que entra em alarme.



Figura 20 – Cilindro radial



Figura 21 – Sensor de fim de curso

3.2.6 – Grampos de fixação do molde

Os moldes são fixados ao prato da máquina através de grampos como podemos ver na figura 22. No entanto estes grampos possuem calços que variam a seu tamanho consoante a espessura da placa do molde.

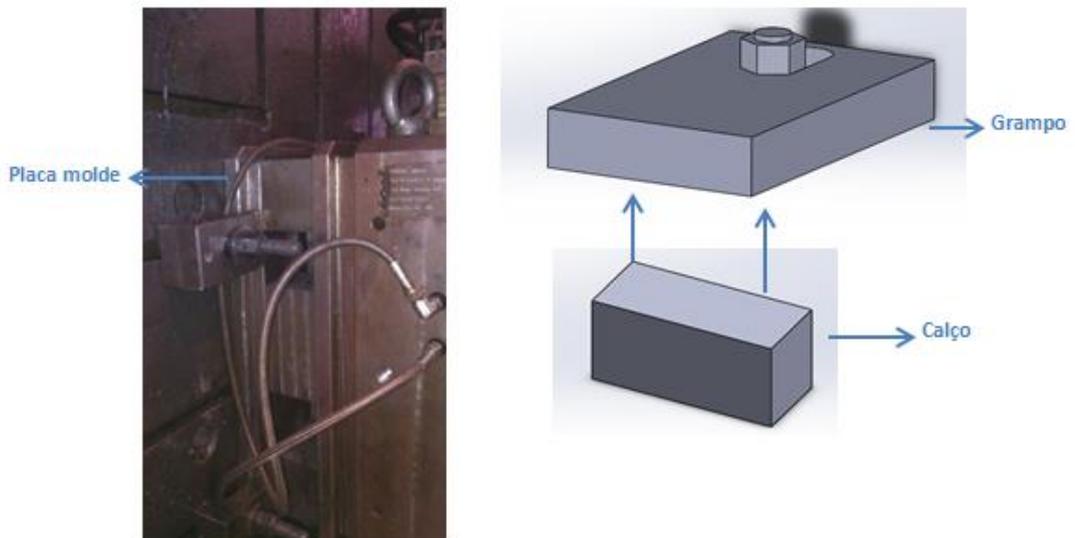


Figura 22 – Fixação do molde ao prato da máquina

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Na Labina, nem todos os moldes são compatíveis com todas as máquinas, devido a diversos factores:

- tamanho, como é óbvio se o molde for de elevadas dimensões para a máquina, não é possível montá-lo. No entanto, caso seja fisicamente possível, não é aconselhado colocar moldes de elevadas dimensões em máquina pequenas uma vez que irá esforçar demasiado a máquina.
- Furação, ou seja, as diferentes furações que a máquina possui no prato móvel. Se a furação for diferente da furação das hastes extractoras, não será possível montar o molde. Na indústria, o que se faz é alterar a furação para que o molde seja compatível com a grande parte das máquinas, o que faz com que o molde apresente muitas furações (figura 23).
- Câmara; quando se trata de um molde de grandes dimensões, e a quantidade de alumínio a injectar é grande, a câmara irá apresentar grandes dimensões pelo que o seu comprimento e diâmetro serão maiores, no sentido de suportar maior quantidade de alumínio. Este comprimento e diâmetro estão também limitados pela máquina e é outro factor que devemos ter em atenção. Muitas vezes a câmara é cortada ou o porta-pistões é cortado no sentido do molde poder ser adaptado à máquina, no entanto é necessário ter em atenção se o curso do cilindro injectador é suficiente para que se possa fazer uma boa injeção, isto é, realizando as 3 fases eficientemente. Se o curso do cilindro não for suficiente, é necessário colocar uma grande quantidade de alumínio para que se obtenha uma bolacha grande e seja possível exercer compactação durante a solidificação. No entanto estamos a desperdiçar matéria-prima.



Figura 23 – Molde com diversas furações para hastes extractoras

4 - Análise de dados

No sentido de se fazer uma análise da situação da empresa foi efectuada uma análise aos dois meses anteriores sendo estes Março e Abril de 2014.

4.1- Número de Mudanças

Podemos definir dois tipos diferentes de mudanças, as planeadas e as não planeadas. As planeadas são aquelas que estão previstas no planeamento de produção e as não planeadas são aquelas que ocorrem resultante do dano do molde (partir um perno ou extractor), mudanças nas necessidades do cliente ou avaria de máquina. Na Labina não existe ainda um planeamento de mudanças, no entanto está-se a trabalhar nesse sentido. Os dados das mudanças foram retirados dos registos de mudança existentes.

A figura 24 apresenta as horas de trabalho das máquinas e o tempo despendido para setup durante os meses de Março e Abril.

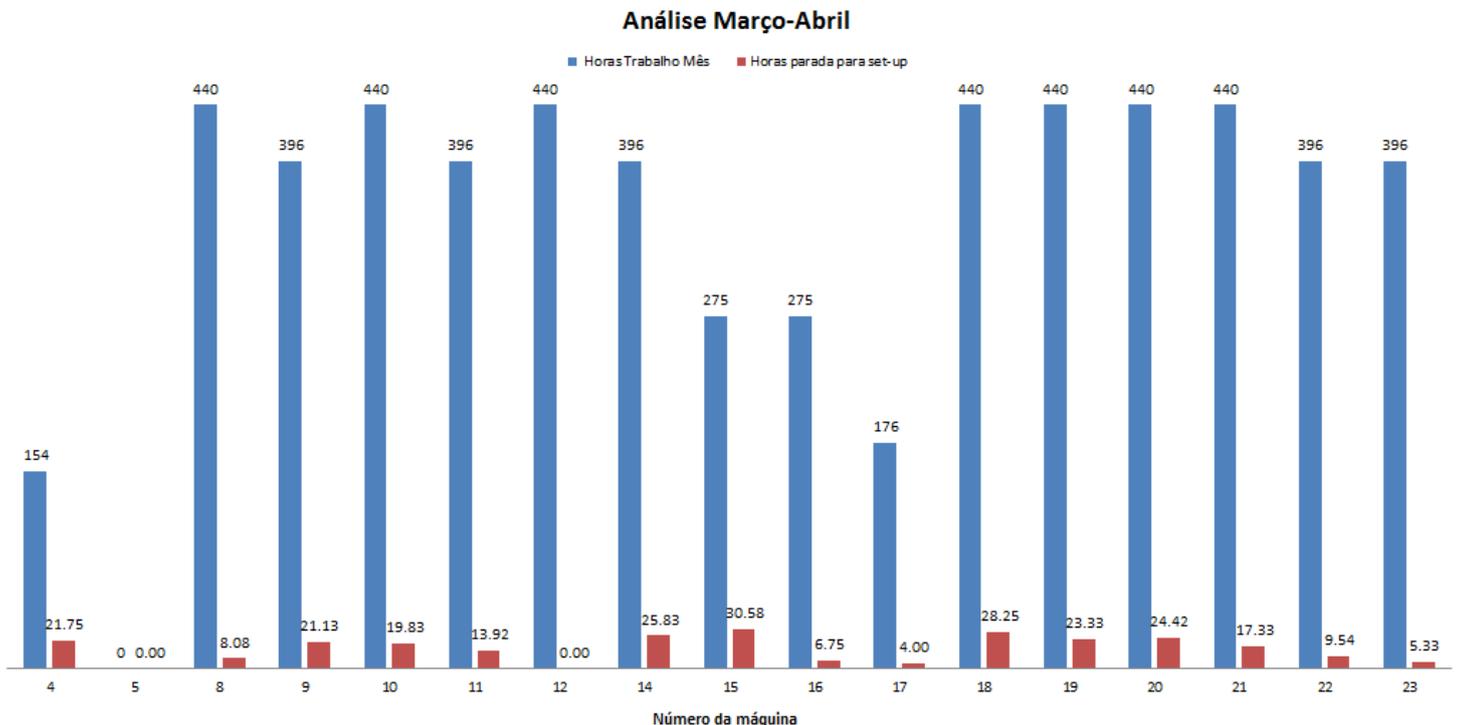


Figura 24 - Número de horas para setup e horas de trabalho de cada máquina em termos absolutos.

Através do gráfico podemos ver que a máquina 15 é a que se encontrou mais tempo parada para setup, embora não tenha sido a máquina com maior número de mudanças como

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada iremos ver a seguir. Este facto poderá dever-se a diversos factores, tais como, a má preparação da estrutura o que faz com que muitas vezes seja necessário retirá-la para corrigi-los, ou problemas técnicos na máquina. A colocação de moldes que nunca trabalharam na máquina, pelo que é necessário fazer os programas do robot. A máquina 15 é uma máquina onde se testam os novos moldes, ou seja, onde se retiram amostras para os clientes. Todos estes aspectos fazem com que haja dispêndio de tempo. Existe ainda o facto da máquina se encontrar numa zona mais afastada e o transporte das ferramentas e acessórios se processar de uma forma mais demorada. A partilha da ponte rolante com a serralharia faz com que esta esteja indisponível algumas das vezes.

4.2 - Ferramenta com maior número de mudanças

A construção de um diagrama de Pareto permitiu a identificação da ferramenta com maior número de mudas (ver anexo B). Da análise podemos observar que a estrutura E-119 é a que possui o maior número de mudas representando cerca de 15% do total das mudas efectuadas.

Visto que as estruturas com maior número de mudas são a E-119 na máquina 18 e a E-140 na máquina 20. Posto isto, estas referências são as que devem ser alvo de estudo. Optou-se por fazer-se o estudo da estrutura E-140, devido ao facto da grande parte das mudas serem efectuadas durante o horário de trabalho diurno e ainda porque é uma máquina que produz peças para um grande cliente, com o qual a empresa está com dificuldade em responder as suas encomendas. Daí a necessidade de se efectuar o estudo no sentido de economizar tempo e assim conseguir cumprir com as encomendas em carteira. As estruturas fazem peças de pequenas dimensões como podemos ver nas figuras 25 e 26.



Figura 25 - Peças da estrutura E-119



Figura 26 – Peças da estrutura E-140

4.3 -Máquina com maior número de mudanças

Através da visualização do gráfico seguinte (figura27) podemos constatar que a máquina 18 é a que apresenta o maior número de mudas seguindo-se a máquina 20, segundo dados retirados durante o mês de Março e Abril.

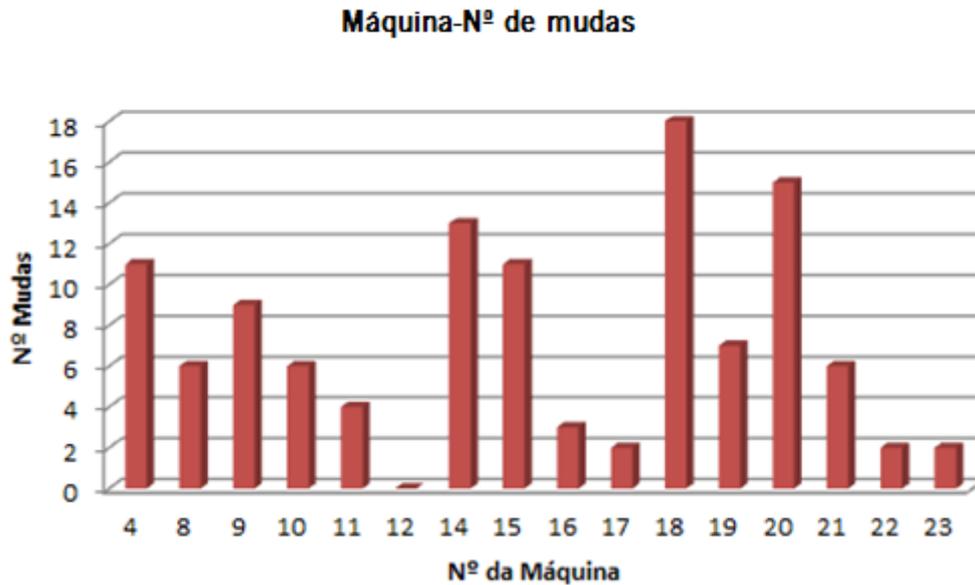


Figura 27 – Número de mudas por máquina

4.4 - Análise do peso das mudanças

Número de máquinas: 17

Número de horas de trabalho diárias: 20

Número de dias de trabalho semana: 5

Número de dias de trabalho ano: 242

Número de horas de trabalho ao ano (uma máquina): $242 \times 20 = 4840$ horas

Número de horas trabalhadas por ano no total das máquinas é de $4840 \times 17 = 82280$ horas

Número médio de mudas por semana: 15

Tempo médio de muda: 3,5 horas

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Semanas num ano (11 meses): 44

Número de mudas por ano é de: $15 \times 44 = 660$ mudas

Tempo total mudanças num ano: $660 \times 3,5 = 2310$ horas

Número de horas trabalhadas por ano no total das máquinas é de $4840 \times 17 = 82280$ horas

Assim, podemos constatar que o peso do tempo despendido em mudas na produção é de $(2310/82280) \times 100 = 2,81 \%$

5 - Caracterização das mudanças de molde

A metodologia a seguir para caracterizar as mudanças dividiu-se em 3 fases:

1. Observação das operações de troca de ferramenta
2. Integração nos trabalhos por parte do observador no sentido de compreender melhor as dificuldades aquando da mudança de molde.
3. Análise das operações de mudança de ferramenta

Inicialmente procedeu-se à observação das mudanças de molde no sentido de compreender todo o processo e quais os perigos e dificuldades que o operador enfrenta. Começou-se por documentar todas as operações, materiais necessários, ferramentas e ainda o tempo que demorava a executar cada uma das operações. Numa segunda fase, o aluno encarou o papel do operário do sentido de compreender todas as tarefas do processo e de alguma maneira poder entender as dificuldades do colaborador. Por fim foi feita a análise das operações através do registo em papel e fotográficos, que foram recolhidos na primeira fase.

5.1 - Tarefas chave a executar na mudança de molde

O processo de mudança de molde envolve 3 fases, a fase da desmontagem, montagem e arranque da máquina.

5.1.1 - Desmontagem

A desmontagem é a acção de retirar o molde da máquina de fundição injectada. Podemos dividir a desmontagem nas seguintes tarefas chave:

Colocação da máquina em segurança – O utilizador, antes de efectuar qualquer operação na MFI, deve colocar a máquina em segurança, no sentido de poder realizar o seu trabalho de modo seguro. Esta tarefa é uma das mais importantes, pois zela pela segurança do operário.

Retirar as mangueiras do molde – Todas as mangueiras de água e óleo devem ser retiradas do molde para poder ser feita a sua desmontagem.

Desapertar as hastes - O operador deve fazer o desaperto das hastes da placa extractora.

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Tirar colunas – Apenas algumas máquinas possibilitam esta acção, no entanto esta operação apenas é realizada quando as dimensões do molde o exigem, uma vez que facilita as acções de manuseamento do molde (Ilustração 28)



Figura 28 – Remoção da coluna

Tirar molde da máquina – Para retirar o molde da máquina o operador desaperda os grampos da parte fixa ou da móvel, que deve estar fixa na ponte.

Retirar tubos de água – O operário retira dos tubos de água do molde para que este possa ser pousado.

Retirar camisa da máquina- Podemos distinguir dois tipos de camisas integral ou Simples, no entanto quando a camisa não é integral e não sai directamente com o molde, a camisa fica na máquina (no centro de injeccção) pelo que deve ser retirada posteriormente, no caso do molde seguinte não utilizar a mesma camisa ou caso esteja danificada.

Retirar pistão – No caso do diâmetro da camisa a montar ser diferente da que estava colocada.

Retirar porta pistões – No caso da camisa seguinte ser de comprimento diferente é necessário efectuar uma aumento ou diminuição do mesmo. Este poderá ser efectuado com ajuda dos aumentos existentes ou então através da colocação de um porta-pistões diferente.

5.1.2 - Montagem

Limpeza – No início da montagem deve começar por efectuar-se uma limpeza do prato, nomeadamente nos rasgos para os grampos e nos grampos. Quanto a máquina se encontra em funcionamento acumulam-se resíduos de alumínio que ficam depositados nos rasgos do prato o que faz com que os grampos deslizem com alguma dificuldade, dificultando o processo de fixação do molde. Assim uma limpeza periódica ajuda a manter os rasgos limpos, facilitando as operações posteriormente.

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Ajuste do centro de injeção – O ajuste do centro de injeção apenas é obrigatório no caso do molde seguinte ser vazado noutra posição, pelo que é necessário proceder-se ao ajuste. No entanto o ajuste do centro de injeção é efectuado de diferentes formas para os diferentes tipos de máquina.

As máquinas Colosio apresentam um sistema como o que se segue na figura 28, em que apenas são permitidas 3 posições de injeção a posição superior (1), intermédia (2) e inferior (3).

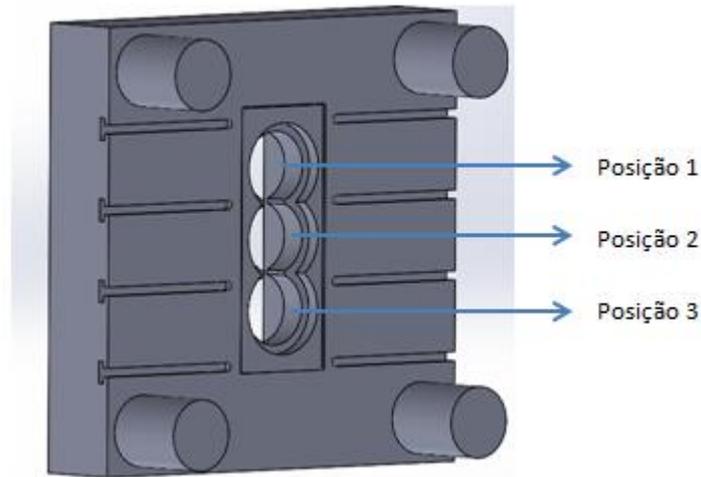


Figura 29 – Centro máquinas Colosio

Quando o molde é colocado noutra posição é necessário subir ou descer o centro de injeção. Os diferentes calços como se verifica na figura são responsáveis por ajustar a posição do cilindro para as diferentes medidas. Os calços são colocados na coluna que suporta o cilindro de injeção. O grande corresponde à primeira posição pois com a sua colocação o cilindro fica na posição superior, quando é colocado o aumento pequeno fica na posição intermédia e quando não tem calço fica na posição inferior.

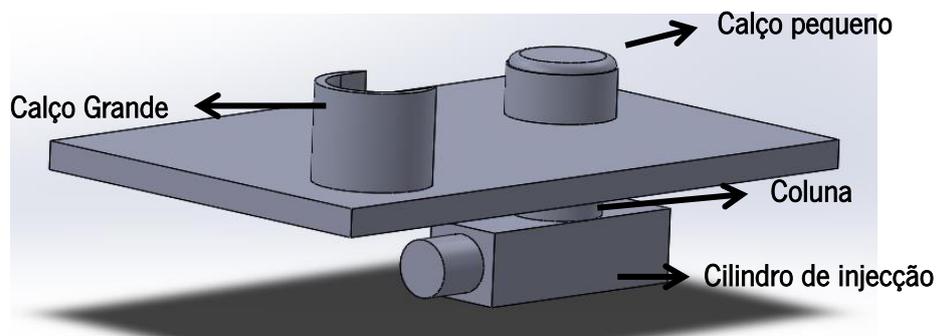


Figura 30 - Ajuste do cilindro de injeção nas máquinas Colosio e Idra

Relativamente as máquinas Idra, estas utilizam diferentes tipos de centros (figura31), no entanto o ajuste do cilindro de injeção funciona da mesma maneira que os das Colosio.

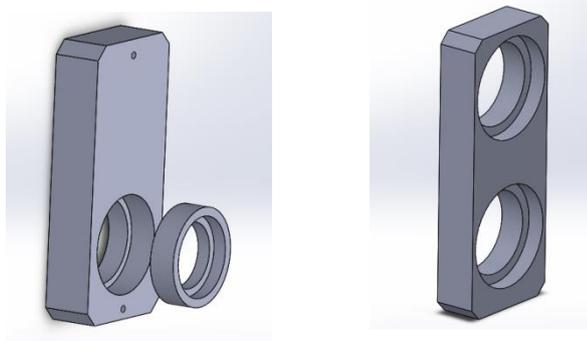


Figura 31 – Centros das máquinas Idra

As máquinas Bulher apresentam um sistema de calços que permite diversas posições do centro de injeção consoante o tamanho dos calços que sejam utilizados. Alguns modelos das Bulher nomeadamente as 53, apresentam 3 tipos de centros. O centro 150mm, o 165mm e o 180 mm, isto diz respeito ao diâmetro externo do anelho que a câmara terá de utilizar, que vamos falar a seguir. No entanto os calços/aumentos para ajuste do cilindro de injeção (figura 32) são colocados na parte de baixo do cilindro.

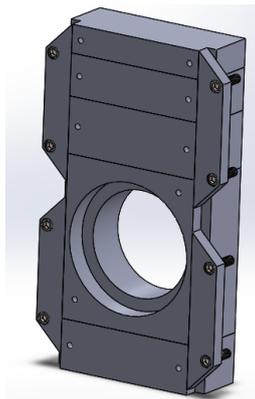


Figura 32 - Centro de injeção das máquinas Bulher

Colocação do anelho da câmara – Nem todas as câmaras têm o mesmo diâmetro, pelo que elas levam um anelho para centrar a câmara no centro de injeção (figura 33). O anelho deve ser colocado na câmara, se o possuir, no caso das máquinas bulher que possuem centros de

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada diferentes diâmetros como já referenciamos anteriormente, existe a possibilidade de colocar um anelho que compensa o diâmetro e assim não é necessário mudar o centro no caso de os moldes trabalharem à mesma altura. No entanto estes anelhos só existem para algumas camisas.

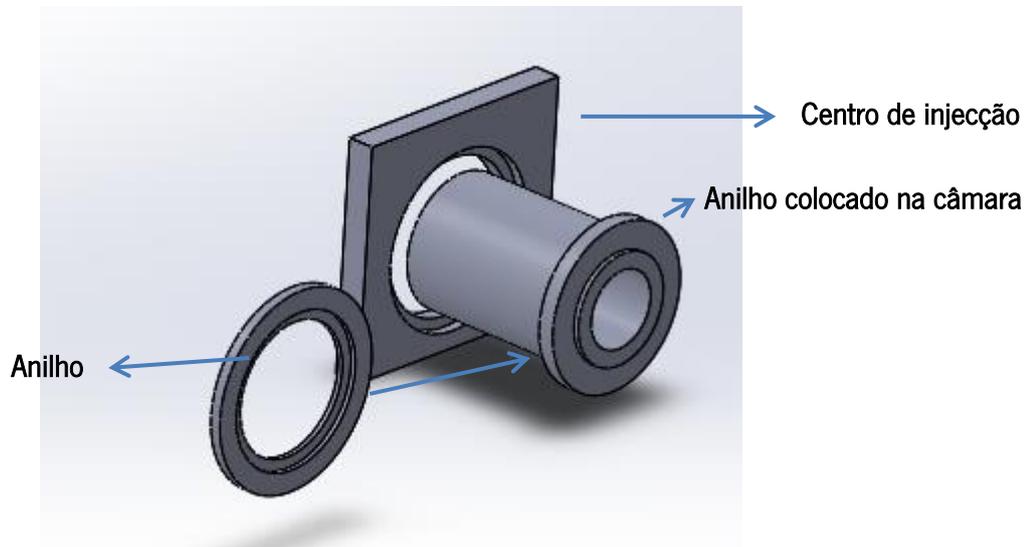


Figura 33 – Anelho das câmaras e encaixe no centro de injeção

Colocação câmara na máquina – Quando não se trata de uma câmara integral, pode ficar na máquina, no caso de ser igual ao molde seguinte e estar operacional. No caso de ser outra, esta deve ser colocada.

Colocação do pistão - No caso de a camisa ser diferente no diâmetro interno é necessário colocar novo pistão. Verificar ainda o estado do oring responsável pela vedação da água de arrefecimento caso esteja danificado deve fazer-se a troca.

Alteração do comprimento porta pistões – No caso de a câmara possuir comprimento diferente o porta pistões deve ser alterado através dos aumentos (figura 34) ou substituído por outro porta-pistões ajustado ao comprimento da câmara.

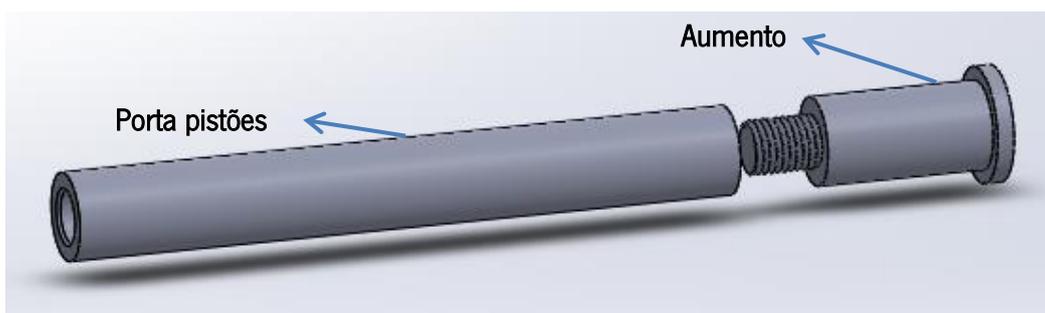


Figura 34 - Configuração porta pistões com aumento

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Alteração da ponteira – A ponteira tem de ser substituída por outra quando a rosca do pistão é diferente. É necessário ter em atenção a rosca do porta-pistões pois existem diferentes roscas. Assim existem ponteira de rosca 36/36 e rocas de 50/50 e ainda de 50/36 (figura35)



Figura 35 - Diferentes ponteiras

Colocação de tubos de água e óleo – Os tubos de água e de óleo são colocados no molde.

Colocação de molde na máquina – A colocação é efectuada por partes, primeiro a parte fixa e posteriormente a parte móvel ou vice-versa. Posteriormente é necessário centrar e prender com ajuda dos grampos o molde à máquina, colocar cunhas, anilhas parafusos, porcas nos locais de aperto, assim como as hastes de extracção.

Centramento do molde – é necessário que o molde fique centrado com o prato da máquina, para tal é utilizado uma fita métrica para garantir o seu alinhamento.

Ligação das manguerias – ligar as manguerias de água, e de óleo no caso de existirem e ainda ligar manguerias hidráulicas e extensão eléctrica caso seja necessário.

Ajuste de carruagem – O molde é colocado na maquina entre dois pratos, um estático e outro móvel que é accionado por um conjunto de engrenagens actuadas hidraulicamente (carruagem).

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Uma vez que os moldes apresentam diferentes espessuras, é necessário ajustar a carruagem para que no momento do fecho o molde feche completamente e com a máxima força. Actualmente as máquinas modernas estão programadas para fazer esta operação automaticamente, enquanto nas antigas esta operação é feita por tentativa erro.

Ajuste de posição do forno/colher – Quando a posição do centro de injeção, ou o comprimento das camisas é diferente, é necessário proceder a um ajuste da posição do forno de manutenção para conseguir ajustar a caleira de vazamento, no caso de as máquinas possuírem vazamento por pressurização. O forno pode ser ajustado em altura (figura 36) através de um sistema hidráulico manual ou em distância a máquina através de uma manivela com um fuso transmissor de movimento existente. Quando não existe fuso é efectuado com ajuda de um empilhador ou de um varão de aço. No caso de o vazamento ser efectuado através de colher é necessário proceder a um ajuste da colher, para que o vazamento seja efectuado no sítio correcto.



Figura 36 - Sistema Hidráulico manual do forno de manutenção

Carregar programas – Carregar programas nos robots e na máquina

Ajustar bicos lubrificadores - Para que a lubrificação da cavidade moldante seja efectuada correctamente, é necessário proceder a um ajuste dos bicos de forma a direcciona-los para as zonas correctas da cavidade moldante. Este passo é importante pois diferentes inserções podem apresentar geometrias completamente diferentes, a lubrificação pode estar a ser efectuada fora da cavidade e podem existir zonas maciças que requerem maior lubrificação.

Abrir água – Esta tarefa consiste na abertura do passador de água.

Ajuste da quantidade de alumínio a vazar – A quantidade de alumínio a vazar depende da estrutura e da inserção. Assim é necessário ajustar a quantidade de alumínio a vazar.

Algumas máquinas não permitem o carregamento de programas, pelo que a máquina apenas é colocada em modo automático, isto são as máquinas mais antigas. O operador deve

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada
verificar/acertar todos os parâmetros de funcionamento, tais como das fotocélulas e da posição
do cortante, caso ele exista. No entanto, as máquinas em estudo permitem o carregamento de
programas.

6 - Identificação e implementação de acções de melhoria

6.1 – Análise dos tempos das tarefas

Durante o período em que se acompanhou as mudanças de molde, foram registadas todas as tarefas efectuadas assim como o seu tempo, para tentar perceber quais as que tem maior impacto e que devem ser alvo de estudo (tabela 1). Porém foram analisadas algumas mudas na máquina 20 pois foi a escolhida para alvo de estudo como já foi referido anteriormente.

Tabela 1 – Análise dos tempos das tarefas

Tarefas	Tempo minutos	Nº Observações
Parar máquina	2.7	3
Ir buscar ponte	2.2	3
Limpeza fundo maquina	12	2
Ir buscar chave grampos	1.2	3
Desapertar grampos	3.8	3
Ir buscar alicate bico papagaio	1	3
Retirar parte móvel	5,2	3
Desapertar tubos de água	2	3
Ir buscar palete	1,5	3
Limpar molde	0,5	3
Mudar Argola	0,5	3
Ir buscar ponte	1,2	3
Desapertar grampos	1.1	3
Retirar caleira	1	3
Retirar parte fixa	3.6	3
Buscar Argola e Pistão Velho	1,2	3
Retirar camisa	2.0	3
Limpar parte fixa	0,7	3
Retirar pistão	4.1	3
Colocar novo pistão	3.3	3
Colocar parte fixa novo molde	0,5	3
Ir buscar fita métrica	0,8	3
Acertar molde	0,3	3
Apertar grampos	2,8	3
Apertar grampos do lado oposto	2,5	3
Retirar hastes	0,5	3
Ir buscar parte móvel	5,0	3
Colocar argola	0,3	3
Ir buscar tubos de água	2,2	3
Encaixar manguerias	0,2	3
Fechar máquina	1,3	3
Colocação de cavilhas de empurra	0,5	3
Arrumar ponte	0,7	3
Apertar grampos	3,5	3
Apertar grampos do lado oposto	4,1	3
Colocar caleira	0,7	3

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Arrumar fita e pistão velho; buscar cartão de utilizador	3,0	3
Ajustar carruagem	2	3
Colocar maçarico	0,3	3
Ir buscar cartão para acender maçarico	0,3	3
Acender no forno da máquina mais próxima	0,3	3
Arrumar camisa	4,5	3
Preencher folha para a manutenção	3,3	3
Aguardar manutenção/ tempo de aquecimento	15	3
Acertar prensa	4	3
Colocar programas	4	3
Acertar bicos	3	3
Preencher folha para a qualidade	2	3
Aguardar a qualidade	15	3
Acertar forno	10	2
Mudar centro	18	4

6.1.1 – Custos

Para analisarmos o impacto das mudanças de molde na economia da empresa, fez-se uma estimativa de custos. A análise efectuada é referente aos meses de Março e Abril. Considera-se que existem sempre 3 operários envolvidos, sendo estes o operador da máquina, o homem que efectua a troca de molde e o operário que faz o arranque da máquina. Como estes operários vão efectuando outros serviços considerou-se um rendimento de 50 %. Foi efectuada uma média aos tempos de ciclo das máquinas em função dos moldes que entraram nas máquinas nos meses de Março e Abril (Ver anexo C). Através do anexo D, podemos verificar que a paragem das máquinas apresenta custos elevados para a empresa. No entanto estes valores são apenas para estudo, uma vez que alguns valores são confidências à gerência.

6.2 - Separação de tarefas internas em externas

Durante a análise do processo o operário efectuou todas as tarefas normalmente como fazia até ao momento. A observação do seu procedimento permitiu a separação e classificação das tarefas em internas e externas. Como já foi referenciado as tarefas internas dizem respeito a todas as tarefas efectuadas com a máquina em funcionamento e as externas dizem respeito a todas as tarefas que sejam efectuadas com a máquina parada. Posteriormente fez-se uma análise das tarefas que poderiam ser convertidas para externas (tabela 2).

Tabela 2 – Separação de tarefas internas e externas

Tarefas	Interna	Externa	Converter para externa
Parar máquina	X		→ X
Ir buscar ponte	X		→ X
Limpeza fundo máquina	X		
Ir buscar chave grampos	X		→ X
Desapertar grampos	X		
Ir buscar alicate bico papagaio	X		→ X
Retirar parte móvel	X		
Desapertar tubos de água	X		
Ir buscar palete	X		→ X
Limpar molde	X		→ X
Mudar Argola	X		→ X
Ir buscar ponte	X		
Desapertar grampos	X		
Retirar caleira	X		
Retirar parte fixa	X		
Buscar Argola e Pistão Velho	X		→ X
Retirar camisa	X		
Limpar parte fixa	X		→ X
Retirar pistão	X		
Colocar novo pistão	X		
Colocar parte fixa novo molde	X		
Ir buscar fita métrica	X		→ X
Acertar molde	X		
Apertar grampos	X		
Apertar grampos do lado oposto	X		
Retirar hastes	X		
Ir buscar parte móvel	X		
Colocar argola	X		→ X
Ir buscar tubos de água	X		→ X
Encaixar mangueiras	X		
Fechar máquina	X		
Colocação de cavilhas de empurra	X		
Arrumar ponte	X		→ X
Apertar grampos	X		
Apertar grampos do lado oposto	X		
Colocar caleira	X		

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Arrumar fita e pistão velho; buscar cartão de utilizador	X	→	X
Ajustar carruagem	X		
Colocar maçarico	X		
Ir buscar cartão para acender maçarico	X		
Acender no forno da máquina mais próxima	X		
Arrumar camisa			X
Preencher folha para a manutenção			X
Aguardar manutenção/ tempo de aquecimento	X		
Acertar prensa	X		
Colocar programas	X		
Acertar bicos	X		
Preencher folha para a qualidade			X
Aguardar a qualidade			X
Acertar forno	X		
Mudar o centro	X		
Mudar o aumento porta pistões	X		

6.3 - Solucionar as falhas que ocorrem durante o processo

6.3.1 -Tubos de água

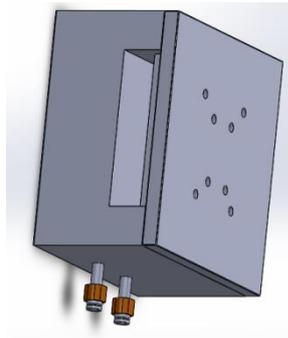


Figura 37- Situação Actual

Solução 1

Os tubos de água devem estar colocados no molde, no entanto o principal problema é pousar o molde (figura 37). Para isso um sistema de calços na base do molde (figura 38), permite o correcto assentamento do molde na palete sem danificar os tubos e sem os retirar. No entanto, após algum estudo verificou-se que esta não é a melhor solução, pois quando ocorre algum dano na cavidade moldante por exemplo, partir um perno, para não se perder tempo a retirar a inserção o molde é colocado na fresadora para rectificar e é necessário retirar estes calços para que possa ser efectuado o serviço. O facto de os tubos virem até ao exterior do molde faz com que sofram esforços nos tubos aquando da colocação das mangueiras que acabam por danifica-los.

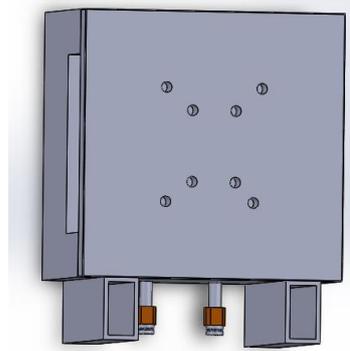


Figura 38 - Molde com calços por baixo

Solução 2

Os tubos de água podem ser embutidos no próprio molde sem que seja necessário existirem calços. No entanto para se efectuar esta alteração, os tubos terão de ser alterados para sextavados (figura 39) de modo a que a sua desmontagem possa ser efectuada facilmente com uma chave de caixa. Os moldes terão ainda de ser colocados na fresadora para se alargar o furo dos tubos e deste modo os tubos fiquem no seu interior (figura 40).

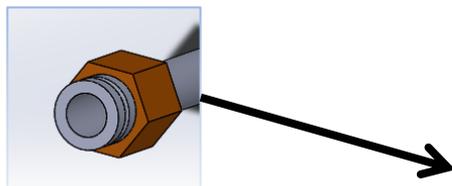


Figura 39 - Sextavado do tubo

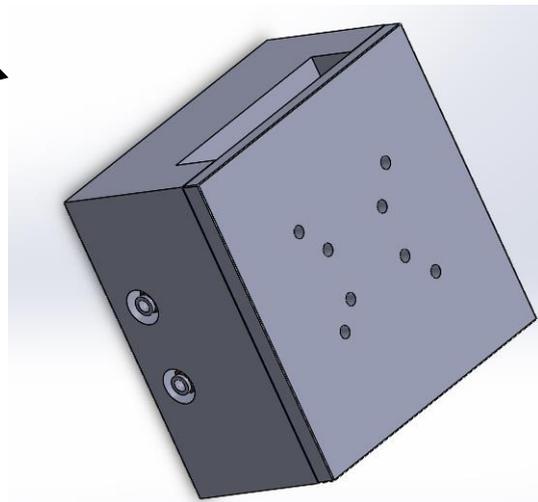


Figura 40 - Tubos embutidos no molde

6.3.2 - Procura e transporte de ferramentas

As ferramentas necessárias à mudança de molde serão organizadas num carrinho que faz o transporte das ferramentas e materiais (figura 41). Assim, o operador tem sempre à mão as ferramentas de um modo organizado e mais cómodo, sem ter que despende tempo à sua procura. Este carrinho faz o transporte da instrução de trabalho e respectiva check list, chaves sextavadas, alicate bico de papagaio, cabos de aço da ponte, chave de estrias e bocas, acessórios necessários à mudança, tais como pistão, tubos, orings, parafusos, hastes e argolas. Este carrinho destina-se a ser utilizado pelos operários que fazem a muda de ferramenta.



Figura 41 - Carrinho de ferramentas construído

6.3.3 – Ajuste do centro de injeção

O centro de injeção é uma das tarefas que suscita alguma dúvida dos operadores, pois estes não recebem informação acerca da sua configuração. A implementação de uma check list com as ordens de trabalho e com as configurações permite ao operador saber qual o centro a utilizar, assim como a sua posição. Para tal, foi também necessário fazer a identificação dos calços assim como dos centros de injeção. A má colocação do centro de injeção faz com que a furação das hastes de extracção do prato da máquina, não coincida com as furações do

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada molde, pelo que obriga o operador a retirar o molde novamente durante o processo para corrigir a posição do centro. Na figura 42 temos o centro de injeção Bulher e na figura 43 a configuração do centro das máquinas Idra. Na figura 44 e possível ver o centro Bulher com os calços identificados.

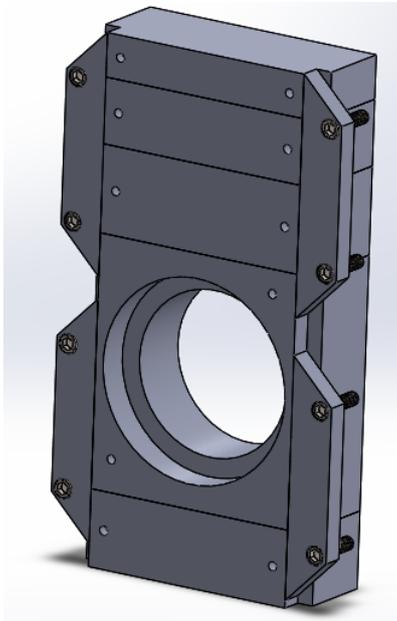


Figura 42 - Centro de Injecção Bulher

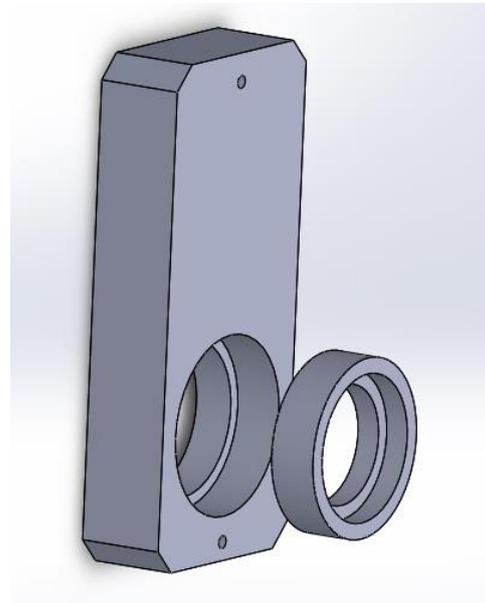


Figura 43 – Centro de injeção Idra

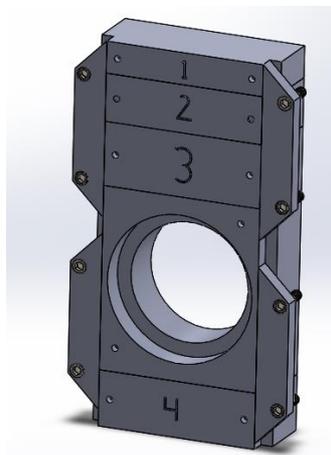


Figura 44 - Centro de injeção Bulher com os calços identificados

6.3.4 - Limpeza da máquina muito demorada

A acumulação de resíduos de alumínio no fundo da máquina é visível em todas as máquinas. A realização de limpezas periódicas irá manter o fundo da máquina mais limpo, pelo que não se gastará tanto tempo a efectuar esta limpeza.

A implementação do seguinte sistema permitirá que o lixo gerado seja extraído para o exterior sem que os operários percam horas a limpar o fundo da máquina (figura 45).

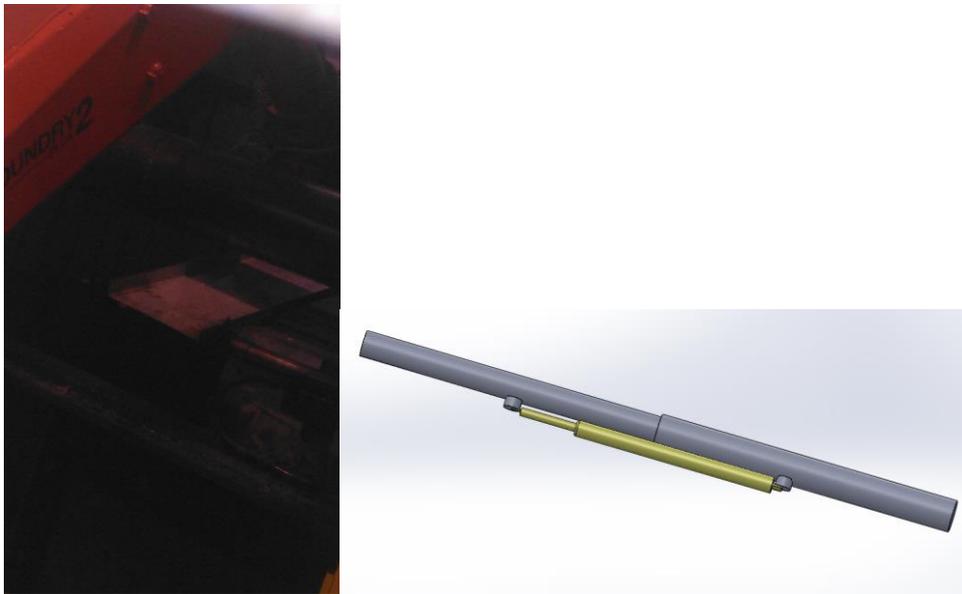


Figura 45 - Princípio de funcionamento do sistema

Este sistema foi concebido com o objectivo de conseguir recolher todo o alumínio que cai aquando do vazamento e extracção. Assim, o sistema de amortecedores permite que o tabuleiro acompanhe o movimento de abertura e fecho do molde. Os amortecedores permitem que o tabuleiro se movimente cerca de 300 mm e assim possa recolher o alumínio que salta aquando da extracção do cacho, pois o alumínio salta e não cai exactamente por baixo do plano de apartação. Ao cair no tabuleiro o alumínio desliza para fora da máquina caindo no recipiente.

6.3.5 - Retirada e colocação do molde em duas metades

A implementação de uma tranca de segurança que não permite abrir o molde quando está a ser transportado pela ponte rolante e a centragem das argolas com o centro de massa do molde permitem que o operário coloque o molde na máquina como uma peça única sem que seja necessário colocar meio molde de cada vez (figura 46). É claro que se as dimensões do molde forem grandes não é possível passar o molde através das colunas nas máquinas que não tem a função de extrair coluna.

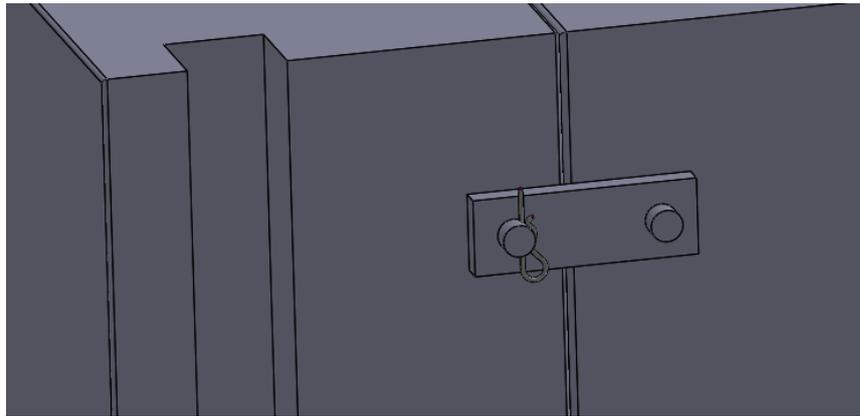


Figura 46 - Molde com tranca de segurança

É necessário proceder à centragem do centro de massa do molde com as argolas para que o molde possa entrar mais facilmente sem estar inclinado. Se o molde tiver inclinado é difícil encaixar a câmara no prato (figura 47).

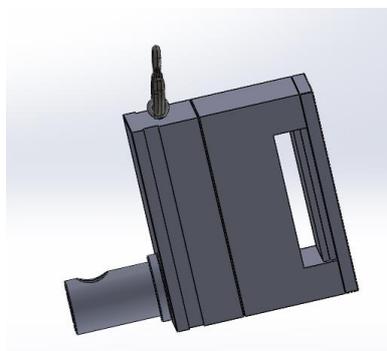


Figura 47 - Argola descentrada do centro de massa (molde inclinado)

6.3.6 - Grampos de aperto

Os grampos de aperto do molde levam calços de assentamento. Estes calços variam consoante a espessura do molde, pelo que existem calços com diferentes dimensões. Na altura do aperto do molde é necessário estar a colocar esses calços, que muitas das vezes são diferentes dentro do mesmo molde, ou seja, a parte fixa tem um tamanho de calços e a parte móvel possui tamanho de calços diferente.

Solução

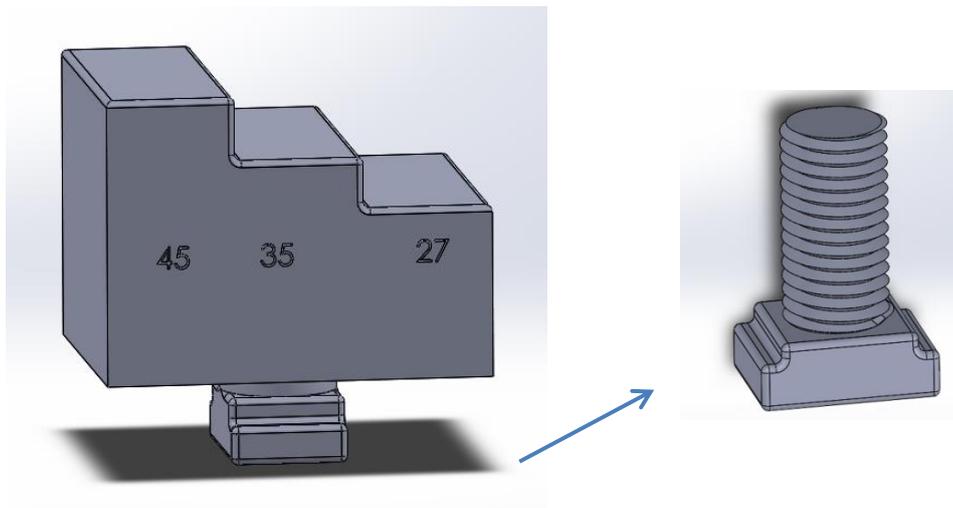


Figura 48 - Novo calço de fixação do molde

A utilização do calço da figura 48 torna-se universal uma vez que nas máquinas apenas entram moldes com as medidas para as quais eles foram previstos. O parafuso de fixação permite que o calço fique fixado no rasgo do prato e que não se perca quando é retirado. O facto de ser roscado permite que o calço rode e permita a sua fixação em posição contrária. Na figura 49 podemos ver o calço a ser utilizado na posição 35mm.

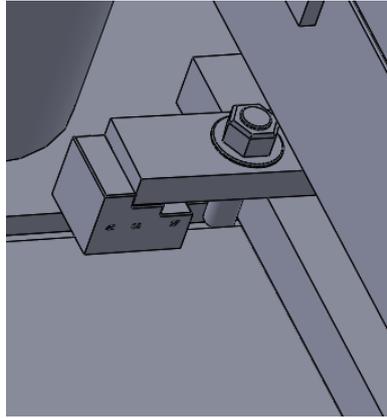


Figura 49 – Novo calço em utilização

6.3.7 - Falta de stock de consumíveis e ferramentas

Deve existir sempre em stock todos os materiais consumíveis assim como ferramentas suplentes para o caso de alguma se danificar. O facto de não existir um controlo do stock de ferramentas e acessórios faz com que quando seja necessário não exista. É claro que isto gera um atraso no processo uma vez que é necessário ir comprar ou mandar fazer o acessório em cima da hora, o que pode demorar várias horas ou mais de um dia de trabalho.

6.3.8 – Check-list e ficha de instruções de trabalho para o operário

A check-list permite que o operador saiba tudo aquilo que vai precisar aquando da mudança. Assim não se esquecerá de nada e não despenderá tempo a ir buscar ferramentas ou acessórios que se esqueceu. (No anexo J apresenta-se um exemplo de uma check-list)

Método de implementação das check-list:

- 1- Efectuar uma reunião com os operadores, apresentando-lhes o novo procedimento.
- 2- O responsável pela produção dá ordem para a preparação da mudança cerca de 15 minutos antes da máquina parar.
- 3- Disponibiliza as listas de verificação ao operário
- 4- No final da preparação o operário deverá entregar as listas devidamente preenchidas ao departamento de produção

De forma a não faltar nada o operário deverá efectuar 3 check-lists. Uma check-list de ferramentas (tabela3), uma de acessórios (tabela4) e outra de verificação do molde (tabela5).

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada
 Desta forma o operário deverá verificar todas as check-list e só posteriormente é que deverá avançar para a troca de ferramenta.

Tabela 3 – Check-list de acessórios

Acessório	Verificação
Pistão 52,5 mm	✓
Camara 52,5x250	
Cavilhas M24	✓
Parafusos M20x90/anilha	
Cunhas 27mm	
Tubos de óleo 12/1	

*colocar um visto quando se encontra disponível

O **check-list de acessórios** – tem como principal objectivo verificar se estão recolhidos todos os acessórios necessários à mudança.

Tabela 4 – Check-list de ferramentas

Ferramenta	Verificação
Alicate bico papagaio	✓
Chave umbraco 10	
Chave de canos	✓
Chave estrias 36mm	
Cartão de utilizador	

O **check-list de ferramentas** – tem como objectivo incluir no carrinho de transporte todas as ferramentas necessárias para as operações de troca de ferramenta.

Tabela 5 – Check-list de verificação do molde

Molde	Verificação
Verificar datador	✓
Verificar montagem inserção	

O **check-list de verificação do molde** – Verifica se o molde está nas condições necessárias para a produção de peças, evitando que tenha de ser desmontado posteriormente.

6.3.9 - Configuração do Maçarico

Na Labina, o pré-aquecimento do molde é efectuado com recurso a um maçarico embora não coloque o molde na temperatura de funcionamento, tem como função diminuir o choque térmico, quando é injectado o metal liquido no arranque.

O facto de o maçarico estar apoiado num suporte faz com que a chama incida sempre na mesma zona do molde e o aquecimento não seja uniforme. Se o aquecimento for efectuado pelo operário do setup, este deve fazê-lo por toda a superfície da inserção, não estando assim a danificar o aço. O facto de o operário estar a segurar o maçarico faz com que esta operação seja efectuada no menor tempo possível, pois assim não ocorrem esquecimentos do maçarico que acaba por ficar horas a aquecer a mesma zona do aço, quando o operário que vai fazer o arranque da máquina não está disponível no momento. Elimina-se o tempo gasto a fixar o maçarico e as quedas que muitas das vezes acontecem, ficando a gastar gás ou a danificar mangueiras, levando a perdas de tempo no reaquecimento do molde e na troca de mangueiras danificadas.

No entanto, existem moldes em que o aquecimento requer bastante tempo, sendo necessário segurar o maçarico durante esse tempo. São aqueles moldes que fabricam peças de pequenas dimensões. A quantidade de alumínio a injectar é pequena e por isso o aquecimento demora bastante tempo, pois a quantidade de alumínio injectada não é suficiente para aquecer o molde rapidamente. Se o aquecimento não for bem efectuado terá que se efectuar muitas injeções até acertar o processo.

Assim, um bom aquecimento é realizado nas duas partes do molde, o que implica que o operário aqueça primeiro uma parte e vá posteriormente mudar o maçarico para aquecer a outra parte do molde.

A utilização de um maçarico de dois bicos permite que o aquecimento das duas partes seja efectuado ao mesmo tempo, poupando tempo e fazendo um melhor aquecimento pois a outra parte não fica a arrefecer enquanto a outra aquece. Para tal foi implementado o maçarico da figura 50.



Figura 50 - Maçarico de duas ponteiros

6.3.10 - Centramento do molde na máquina

Solução 1

O centramento do molde poderá ser efectuado através da utilização de um pino que encaixa no rasgo do prato da máquina, no entanto serão necessários diversos pinos, pois existem máquinas diferentes e a dimensão dos rasgos é diferente. Assim, o pino a utilizar terá de fazer parte das instruções de montagem do molde.

O pino de centragem (figura 51) é responsável pelo centramento, pois tem como função encaixar no rasgo do prato da máquina (figura 52). Assim, consoante o tipo de máquina que o molde irá entrar a sua colocação deverá ter sido em consideração pois em função da máquina existirão diferentes posições para o rasgo do prato, pelo que deverá constar nas informações para a montagem. O encaixe da câmara e do pino com o centro de injeção e com o prato, respectivamente permitem que o molde fique centrado na máquina (figura 53).

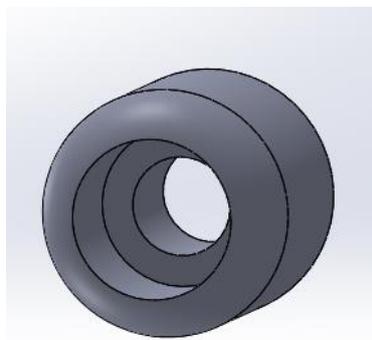


Figura 51 - Pino de centragem

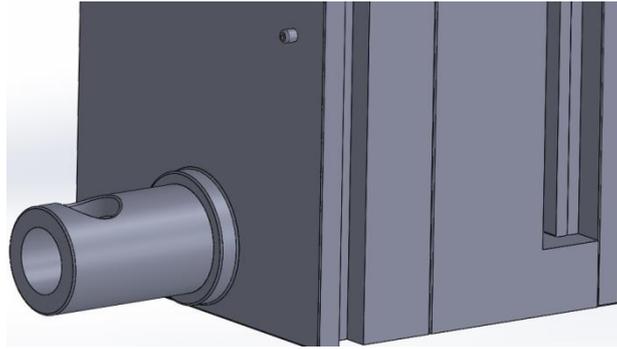


Figura 52 - Molde com pino de centragem

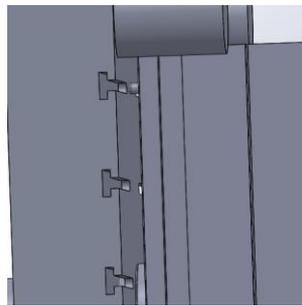


Figura 53 - Encaixe do pino de centragem com o prato da máquina

Solução 2

A utilização de um nível magnético resolve este problema de uma maneira mais simples (figura 54). O operário apenas terá de colocar o nível na face no molde e verificar se este se encontra correctamente posicionado.



Figura 54 - Nível magnético [5]

6.3.11 - Ajuste do forno

O ajuste do forno é uma tarefa efectuada quando o vazamento do metal é efectuado através do forno (sistema de pressurização). O forno tem de estar ajustado à máquina para que a caleira seja colocada correctamente sobre a câmara e o metal caia dentro da camara. O ajuste

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada apenas é necessário quando é colocado um molde com posição diferente do anterior ou quando a câmara possui tamanho diferente.

Ajuste do forno sem referências

O ajuste do forno é uma tarefa que despende bastante tempo. O acerto do forno é efectuado por tentativa erro pois não existe nenhuma referência. A implementação de réguas graduadas constitui uma mais-valia pois assim para cada câmara será associado uma medida da distância da máquina ao forno e uma altura para o forno (figura 55).

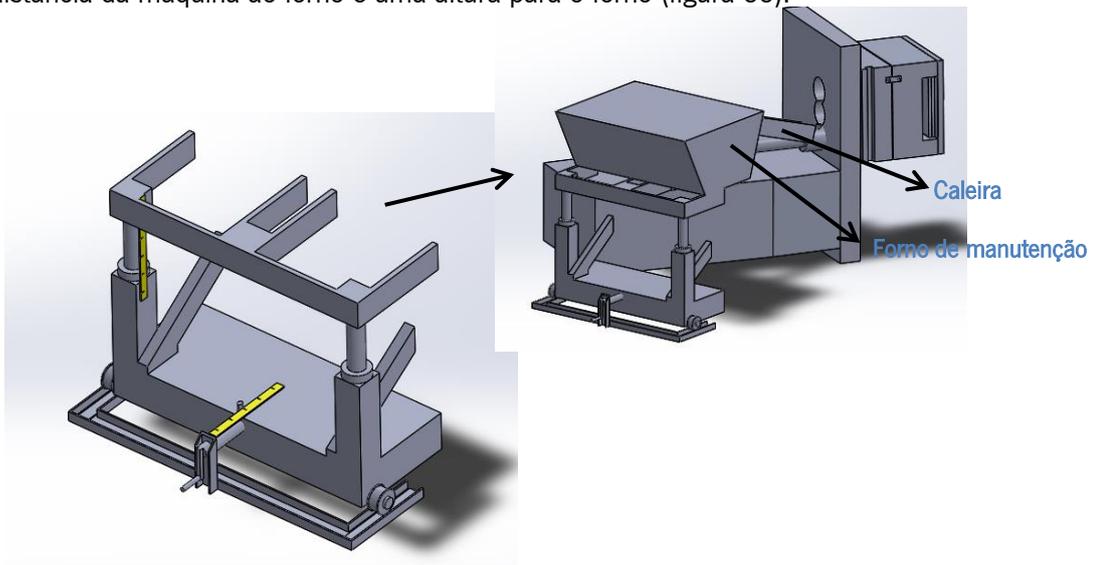


Figura 55 - Implementação de réguas graduadas

Ajuste da distância à máquina

O operador tem ainda a dificuldade dos fornos Striko não possuírem manivela de ajuste pelo que tem de arranjar um varão que os auxilie a puxar o forno, ou, muitas vezes, pedir o auxílio do empilhador. A implementação de manivelas com fuso transmissor de movimento nos fornos é umas das soluções pois permite ao operário movimentar o forno sem grande esforço e rapidamente, poupando tempo.



Figura 56 - Forno sem manivela



Figura 57 – Forno com manivela

Ajuste do forno em altura

O ajuste em altura do forno é realizado através de uma bomba manual que faz o ajuste do forno em altura como se viu anteriormente, além de ser uma tarefa bastante cansativa para os operários é também factor de perda de tempo, pois quando é necessário proceder a troca de liga é necessário esvaziar o forno pelo que tem de elevar o mesmo para próximo do limite máximo do cilindro hidráulico.

Solução

A implementação de uma central hidráulica (figura 58) de pequenas dimensões possibilita ao operário realizar as operações de uma forma mais simples e menos cansativa o que resulta num processo mais rápido. Esta bomba poderá ser transportada facilmente num carrinho de transporte devido as suas pequenas dimensões. Implementação de uma bomba com um reservatório de 5 litros, 3 CV de potência e com o débito de pressão de 160 Bar, levantará o forno em apenas 13s uma vez que os cilindros têm êmbolos com 70 mm de diâmetro e curso de 400 mm. No entanto, esta solução ainda não foi implementada devido à resposta tardia do fornecedor.



Figura 58 - Mini central Hidráulica [6]

6.3.12 - Organização de acessórios

A desorganização dos acessórios é visível na figura 59, para solucionar este problema foram realizadas duas estantes para os organizar (figura 60). Assim as hastes, argolas, câmaras, tubos e pistões estão correctamente organizados e identificados nas seguintes estantes (figura 61, 62 e 63). A organização dos acessórios reduz significativamente as horas à procura do material. A estante dos pistões passa para a ferramentaria onde é efectuada a gestão do stock e encontrando-se em local seguro.



Figura 59 - Câmaras e pistões desorganizados



Figura 60 - Estante das cavilhas e câmaras em construção



Figura 61 - Estante das cavilhas com local para tubos de água e óleo.



Figura 62 - Estante das câmaras e argolas



Figura 63 - Estante dos pistões

A estante dos pistões encontra-se dividida para os pistões para recuperação e os pistões recuperados em utilização. Assim, o colaborador responsável por fazer a reposição do stock, mantém o stock através da rectificação dos pistões para a medida inferior. Assim, um pistão de diâmetro 52.5mm, se não possuir danos de maior poderá ser rectificado para 50mm, medida imediatamente abaixo. O controlo de stock faz com que existam sempre as medidas necessárias, não sendo necessário estar a máquina parada na altura da mudança de ferramenta. O facto de estarem organizados facilita muito a sua reposição, encontrando-se divididos pelas medidas. Existem ainda os pistões que possuem a ponteira acoplada, devido ao facto de não se conseguir que ela saia. Assim o pistão será recuperado mesmo com a ponteira, no sentido de se fazer o seu reaproveitamento.

6.3.13 - Identificação de acessórios

A identificação de acessórios já era visível em alguns calços, no entanto, os centros assim como a maioria dos calços e aumentos (figura 64 e 65) não estavam identificados, bem

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada como os porta pistões. Com a ajuda de uma fresa pneumática fez-se a identificação dos acessórios. A identificação é muito importante para que se possam seleccionar facilmente os acessórios.



Figura 64 - Identificação dos aumentos/calços de altura de centro



Figura 65 - Identificação dos aumentos do porta-pistões (25mm)

Referenciação das câmaras

A referenciação das câmaras é algo muito importante, pois como os lugares na estante realizada estão identificados com a referência, o operador pode fazer a colocação na prateleira sem que existam dúvidas. Para se fazer a identificação criou-se a tabela 6. Posteriormente todas as câmaras foram identificadas tal como os calços/aumentos.

Tabela 6 – Referenciação das câmaras

Tipo	Código	Diâmetro	Código Diâmetro	Comprimento	Código comprimento
Integral	CI	47	A	215	1
Simples	CS	49	B	230	2
		50	C	240	3
		52.50	D	250	4
		54.2	E	255	5
		55	F	265	6
		56	G	300	7
		57	H	340	8
		57.50	I	350	9
		58.75	J	355	10
		60	L	390	11
		61.25	M	400	12
		62.50	N	450	13
		64	O	460	14
		65	P	480	15
		69	Q		
		70	R		
		73.75	S		
		75	T		
		79.20	U		
80	V				
82.70	X				
90	Z				
105	AA				

Por exemplo uma camara CI – N9 é uma camara integral cujo diâmetro interno é 62,50 e o comprimento é 350.

6.3.14 - Manual de procedimento de mudança de molde

O operador sem manual de procedimento de mudança de molde faz as tarefas segundo a ordem que lhe apetece. Assim com a implementação de uma folha de procedimentos, o utilizador realiza as tarefas de uma forma ordenada podendo fazer tarefas enquanto outras estão a ser realizadas, economizando tempo, ou seja, existe uma coordenação de tarefas. Foi então efectuado o seguinte manual de procedimento.

Procedimentos de mudança de molde

Antes da paragem da máquina

1. Fazer o check list das ferramentas e acessórios.
2. Colocar junto à M.F.I o carrinho de ferramentas
3. Colocar junto à M.F.I a palete com o molde a ser montado
4. Colocar a ponte sobre a M.F.I

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

5. Colocar palete para molde a sair
6. Colocar camisa no molde no caso de estar fora ou não estar a ser utilizada na máquina.
No caso de ser a mesma camara o molde deve estar de pé para que seja efectuada a troca rapidamente com a máquina parada.

Depois da paragem da máquina – Retirar molde

7. Colocar máquina em modo de mudança molde
8. Desligar água no passador
9. Fechar a máquina
10. Desapertar parafusos das hastes
11. Retirar tubos de água e de óleo se for o caso
12. Fixar molde à ponte
13. Desapertar grampos da parte móvel do molde
14. Abrir máquina até a cota máxima
15. Desapertar hastes de extracção
16. Desapertar grampos parte móvel
17. Retirar molde para palete.
18. Retirar os tubos de água antes de colocar na palete

Depois da paragem da máquina – Colocar molde

19. Se necessário ajustar posição do centro injeção conforme instrução
20. Limpar prato da máquina (rasgos grampos), grampos e colunas
21. No caso de a câmara não ser a mesma fazer a troca.
22. Trocar o pistão no caso de estar danificado ou a camara for de diâmetro diferente.
23. Se a camisa tiver comprimento diferente fazer o ajuste do porta-pistões.
24. Colocar os tubos de água no molde, quando este se encontra em suspensão.
25. Colocar molde na máquina fazer o aperto da parte fixa.
26. Colocar as cavilhas no molde
27. Puxar prato móvel a frente e fazer o aperto dos grampos na parte móvel.
28. Apertar as cavilhas ao prato extractor
29. Desapertar tranca de segurança
30. Ajustar a carruagem em automático

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

31. Abrir máquina e avançar prato extractor
32. Colocar maçarico
33. Caso de verifique o ponto 20 ou 24 proceder ao ajuste do forno, aquando da colocação da caleira
34. Trocar a colher caso seja indicado.
35. Preencher folha para o operador que vai arrancar a máquina e entregar-lhe em mão, no caso de o arranque não ser efectuado pelo mesmo operário.

*No caso de não serem efectuados o ponto 34/35 começar a fazer os seguintes.

Arranque da máquina

36. Colocar programa no robot de lubrificação
37. Fazer o ajuste dos bicos de lubrificação, direccionando-os para a cavidade moldante, no caso de o molde ter sido mudado.
38. Colocar a quantidade de alumínio a vaziar.
39. Colocar programa na MFI.
40. No caso de ter aparador fazer o ajuste do aparador.
41. Colocar massa na cavidade moldante.
42. Iniciar as operações
43. Preencher folha para a qualidade.

Após arranque da máquina ou durante o tempo de aquecimento

44. Limpar o molde que saiu
45. Limpar ferramentas que foram utilizadas e colocar no respectivo lugar.
46. Arrumar ponte.
47. Arrumar carrinho e fazer a reposição dos consumíveis.
48. Levar molde para a estante. Colocar papel de reparação se for o caso.
49. Arrumar camisa que saiu na estante
50. Se for caso entregar pistão que sai na ferramentaria.

Notas:

*Molde para reparar: Caso o molde saia para reparar, devem ser verificado todos os componentes e substituir aquilo que é necessário enquanto o molde se encontra em reparação.

6.3.15 - Realização da mudança com dois operários

A inclusão de mais um operário na muda de molde faz com que as tarefas sejam efectuadas com maior rapidez de execução. Assim os operários poderão realizar tarefas diferentes em simultâneo assim como ajudar-se entre si na realização de tarefas mais complexas. A existência de alguma falha ao processo é mais rapidamente resolvida, pois enquanto um dos operários continua a realizar a tarefa, o outro poderá resolver o problema, sem depender tempo. Por exemplo, ir buscar alguma ferramenta suplente no caso de alguma se danificar. A inclusão de operários com formação no processo faz com que este possa ser feito simultaneamente, sem que seja necessário estar por exemplo a perder tempo a preencher folha, embora tenha que ser feito, pode ser uma tarefa externa ao processo. Um operário a fazer o arranque da máquina (carregamento dos programas e dados da máquina), enquanto o outro processa a montagem do molde, deixando-a pronta para o operador da máquina. Foi elaborado o seguinte procedimento de mudança de molde para dois operários no sentido de dividir algumas das tarefas (tabela 7).

Tabela 7 – Distribuição das tarefas por dois operários

Tarefas	Operário 1	Operário2	Simultaneidade
Fazer o check list das ferramentas e acessórios.	X	X	
Colocar junto à M.F.I o carrinho de ferramentas	X		1
Colocar junto à M.F.I a palete com o molde a ser montado		X	1
Colocar a ponte sobre a M.F.I	X		2
Colocar palete para molde a sair		X	2
Colocar camisa no molde no caso de estar fora ou não estar a ser utilizada na máquina. No caso de ser a mesma camara o molde deve estar de pé para que seja efectuada a troca rapidamente com a máquina parada.		X	3
Depois da paragem da máquina – Retirar molde	Operário1	Operário2	
Colocar máquina em modo de mudança molde	X		3
Desligar água no passador		X	3
Fechar a máquina	X		
Desapertar parafusos das hastes	X		4
Retirar tubos de água e de óleo se for o caso	X		4
Fixar molde à ponte		X	
Desapertar grampos da parte móvel do molde	X	X	
Abrir máquina até a cota máxima	X		
Desapertar hastes de extracção	X	X	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Desapertar grampos fixa	X	X	
Retirar molde para palete.	X		5
Retirar os tubos de água antes de colocar na paleta		X	5
Depois da paragem da máquina – Colocar molde	Operário1	Operário2	
Se necessário ajustar posição do centro injeção conforme instrução	X	X	
Limpar prato da máquina (rasgos grampos), grampos e colunas	X	X	
No caso de a câmara não ser a mesma fazer a troca.	X	X	
Trocar o pistão no caso de estar danificado ou a camara for de diâmetro diferente.		X	
Se a camisa tiver comprimento diferente fazer o ajuste do porta pistões.	X	X	
Colocar os tubos de água no molde, quando este se encontra em suspensão.	X	X	
Colocar molde na máquina fazer o aperto da parte fixa.	X	X	
Colocar as cavilhas no molde	X	X	
Puxar prato móvel a frente e fazer o aperto dos grampos na parte móvel.	X	X	
Apertar as cavilhas ao prato extractor	X		
Ajustar a carruagem em automático	X		
Abrir máquina e avançar prato extractor	X		
Colocar maçarico		X	
Caso se verifique o ponto 20 ou 24 proceder ao ajuste do forno, aquando da colocação da caleira	X	X	
Trocar a colher caso seja indicado.		X	6
Preencher folha para o operador que vai arrancar a máquina e entregar-lhe em mão, no caso de o arranque não ser efectuado pelo mesmo operário.	X		6
Arranque da máquina	Operário1	Operário2	
Colocar programa no robot de lubrificação	X		7
Fazer o ajuste dos bicos de lubrificação, direccionando-os para a cavidade moldante, no caso de o molde ter sido mudado.	X	X	
Colocar a quantidade de alumínio a vaziar.	X		7
Colocar programa na MFI.		X	7
No caso de ter aparador fazer o ajuste do aparador.	X		8
Colocar massa na cavidade moldante.		X	8
Iniciar as operações	X		
Preencher folha para a qualidade.	X	X	
Após arranque da máquina ou durante o tempo de aquecimento	Operário1	Operário2	
Limpar o molde que saiu	X	X	
Limpar ferramentas que foram utilizadas e colocar no	X	X	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

respectivo lugar.			
Arrumar ponte.	X		9
Arrumar carrinho e fazer a reposição dos consumíveis.		X	9
Levar molde para a estante. Colocar papel de reparação se for o caso.	X		9
Arrumar camisa que saiu na estante		X	9
Se for caso entregar pistão que sai na ferramentaria	X		9

7 - Criação de uma base de dados

A informação relativa ao processo de muda de ferramenta, não existia na empresa, pelo que apenas os operários mais antigos a tinham memorizado ao longo dos anos. Assim, toda a informação se encontrava dispersa.

A criação de uma base de dados em Microsoft Office Access permitiu a geração de um relatório com todas as informações necessárias a muda de molde (Ver anexo J). A utilização do programa Access, deve-se ao facto do aluno já estar familiarizado com a ferramenta, pois foi alvo de estudo durante o seu percurso académico.

Assim, o responsável pela gestão da produção, através do menu **Seleção de equipamento** (figura 66), selecciona a máquina na qual se vai efectuar a mudança. Em função da máquina, aparece uma caixa de listagem com todos os moldes que são possíveis montar naquela máquina. Depois, em função da máquina e do molde seleccionado, aparece quais as câmaras que são possíveis de utilizar naquela máquina, com aquele molde. Por fim, em função do molde, aparece nas caixas de listagem as inserções para o molde.

No final é só carregar no botão **listagem** e a base de dados gera automaticamente o relatório com a estrutura apresentada no anexo J.

Seleção de equipamento

Máquina: 20

Molde: E-140 B

Câmara: Integral 61.25 x 265

Bloco 1: 236526.01.01-236526.02

Bloco 2: 236535.01.01-236535.02

Listagem

Figura 66 - Menu de selecção

7.1 - Inserção de informações sobre o molde

Na base de dados são inseridas nas tabelas todas as informações com as variáveis relativas ao molde. Assim, cada vez que surge um molde novo, é necessário colocar na base de dados todas as informações relativas ao molde nos diferentes formulários existentes (figura 67).

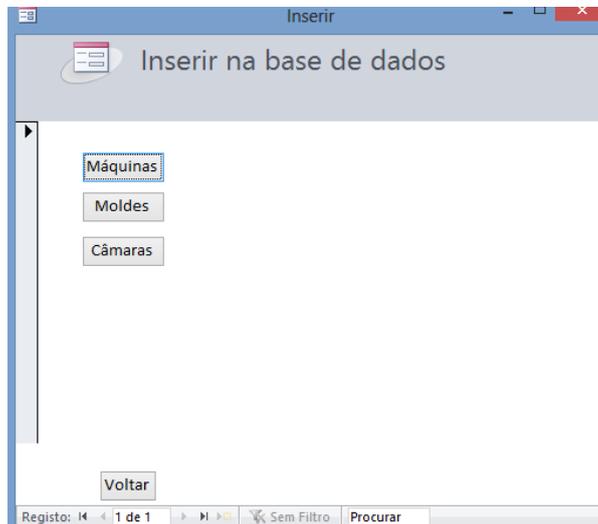


Figura 67 - Menu de inserção

7.2 - Informações sobre a máquina

Na Labina existem diferentes máquinas, assim, é necessário inserir todas as informações relativas às máquinas, nos formulários, ou directamente nas tabelas.

Posteriormente, é necessário efectuar os relacionamentos através dos ID. Por exemplo, a câmara depende da máquina e depende do molde. Assim é necessários relacionar o id do molde com os id das câmaras que podem entrar do molde, e ainda com o id da máquina onde as câmaras podem entrar. Por exemplo um molde numa máquina utiliza camaras de diâmetro 52,5/55/57,5 x 250 e o mesmo molde para entrar noutra máquina já terá de utilizar uma camara 62,5 ou 64 x 350. Isto acontece porque na empresa os moldes estão adaptados para trabalhar em diferentes máquinas.

8 - Análise da eficácia das implementações

Depois de definidas todas as acções de melhoria, no sentido de eliminar os pontos críticos na mudança de ferramenta, é necessário verificar a sua eficácia no sentido de perceber quais os ganhos. Foram acompanhadas algumas mudanças, já com as acções de melhoria implementadas. Contudo nem todas as soluções tenham sido implementadas devido ao facto de serem soluções que requerem bastante tempo e investimento (Ver tabela 8).

De modo a averiguar a eficácia das implementações foi efectuado o registo dos tempos antes (anexo F) e após a implementação das novas soluções (Anexo G).

Tabela 8 – Tempo total de muda antes e após implementações executadas

Máquina	T. total Mudança (antes)	T. total Mudança (após)	Redução
20	164.35 min.	123.4 min.	24.91%

Através das soluções implementadas temos uma redução de 24.91 % nesta máquina no final do mês representa uma economia de 221.27 euros, no total das máquinas e considerando esta redução a cada mudança, estamos a falar de 2365.61 euros mês. No entanto, nem todas as soluções foram implementadas. Com a implementação de todas as soluções, prevê-se uma diminuição do tempo de muda de 37.2 % (ver anexo H) o que representara uma economia de 330.43 euros mês, e no total das máquinas representa uma economia de 3532.75 euros/mês. É importante salientar que, nestas mudas, os materiais estavam todos disponíveis, no entanto, durante o tempo em que permaneci na empresa ocorreram diversas situações. Quando não existiam materiais em stock aliado à inexistência da check list, por exemplo a inexistência de pistões, originava a paragem da máquina cerca de 4 horas até que o novo pistão fosse fabricado. Este acontecimento acontecia regularmente em média 4/5 vezes por mês. A não verificação da existência do datador no molde que levou a paragem da máquina por mais 4 horas, ou a retirada do molde por má montagem da inserção. Numa máquina como a que foi efectuado o estudo se a inexistência do datador ocorrer uma vez por mês e a inexistência do pistão e das cavilhas 4 vezes representa uma paragem de 16 horas. Estamos a falar de um custo de cerca de 1164 euros por mês; se estendermos este acontecimento ao total das máquinas conseguimos uma economização de 18904 euros mês. Tendo em conta o custo hora de cada máquina, no final do ano considerando que a empresa trabalha 11 meses por ano representa um total de 207947 euros.

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

Tabela 9 – Tabela da economização resultante das implementações.

Máquina	Redução	Economização mês	E. Ano (11 meses)
20	24.91%	221.27 €	2433.97 €
20	37.2%	330.43 €	3634.73 €
Todas máquinas	24.91 %	2365.98€	28643.78 €
Todas máquinas	37.2%	3532.75€	38860.25 €
20	16 Horas/mês	1164 €	12804 €
Todas máquinas	16 Horas/mês	18904€	207947€
Todas máquinas	16 Horas/mês+ 37.2%	18904+3532.75 = 22436.75	207947+38860.25= 246807.25€

9 - Considerações finais e trabalhos Futuros

O principal objectivo deste estudo foi encontrar soluções que levassem à redução dos tempos de muda de ferramenta, de modo a aumentar o tempo de produção das máquinas, através da aplicação da metodologia SMED.

Através do estudo feito às mudanças de molde, verificou-se que existiam falhas no procedimento que aumentavam o tempo da troca da ferramenta. Assim, à luz da metodologia SMED, foram encontradas soluções que visam melhorar o método. Todo o processo organizacional é de importância vital para que todo o processo seja efectuado da melhor forma. A Labina trabalha com as melhores tecnologias do mercado e o seu crescimento rápido originou uma falta de organização que se vinha arrastando há muito tempo. Assim, todo este processo organizacional facilita a preparação prévia da muda, e o facto de existir uma base de dados com toda a informação necessária, que é incorporada numa ficha de muda, permite alcançar melhorias significativas, pois tende a eliminar grande parte das falhas verificadas.

O acompanhamento das inovações permitiu verificar que existem reduções de tempo que geram ganhos consideráveis para a empresa. Assim, a extensão destas inovações a todas as máquinas e moldes permitirá o aumento destes ganhos, o que vem reforçar a necessidade da sua aplicação.

O principal obstáculo a este trabalho foi conciliar as mudanças com o horário normal de trabalho. Embora existissem mudas, era necessário que fossem efectuadas na máquina e na estrutura em estudo. É importante referir que algumas dessas mudas eram efectuadas durante a noite e quando o turno de trabalho acabava a muda era efectuada no dia seguinte o que dificultava o estudo.

A muda dos hábitos dos operários também constituiu um grande obstáculo e foi necessário alguma pressão por parte dos quadros da empresa para que os operários não recaíssem nos hábitos que possuíam, pois são pessoas que trabalham na empresa há muitos anos e existe sempre dificuldade em mudar os seus costumes. É importante que os quadros continuem a fazê-lo.

Como trabalho futuro, pretende-se que estas soluções sejam todas implementadas para que se possa fazer um estudo daquilo que efectivamente se conseguirá ganhar com a sua aplicação. Como já foi referenciado anteriormente, a aplicação de todas as soluções em todas as máquinas e moldes é algo que deverá ser efectuado e que contribuirá para ganhos significativos por parte da empresa.

Referências

- [1] - *Setup – troca de ferramenta*. Santo André, 2010
- [2] - Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. . *Staying Lean: Thriving, Not just Surviving*. New York: Productivity Press (2010).
- [3] - Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- [4] – Murilo Del Nero Bacci, Miguel Sugai, e Olívio Novaski; *Proposta de modelo de tomada de decisão para aplicação da metodologia SMED*
- [5] - Shingo, Shigeo (1996). *O Sistema Toyota de Produção*. Bookman, Brasil.
- [6] - *O que é a metodologia 5s e como ela é utilizada* [Consult. 13 Jun.2014] Disponível em: WWW:<URL: <http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-a-metodologia-5s-e-como-ela-e-utilizada/>
- [7] - Labina Ltda - *Manual de Instrução Westomat 900 SL ProDos DPC F9082*.Braga
- [8] – Ordem dos engenheiros – *Fundição injectada de alumínios, Princípios e desafios*. [Consult. 21 Jun. 2014] Disponível em WWW:<URL:http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/fundicaoinjectadaprincipiose desafios_1_1208287684533548e9ec8a0.pdf

Referências de Figuras

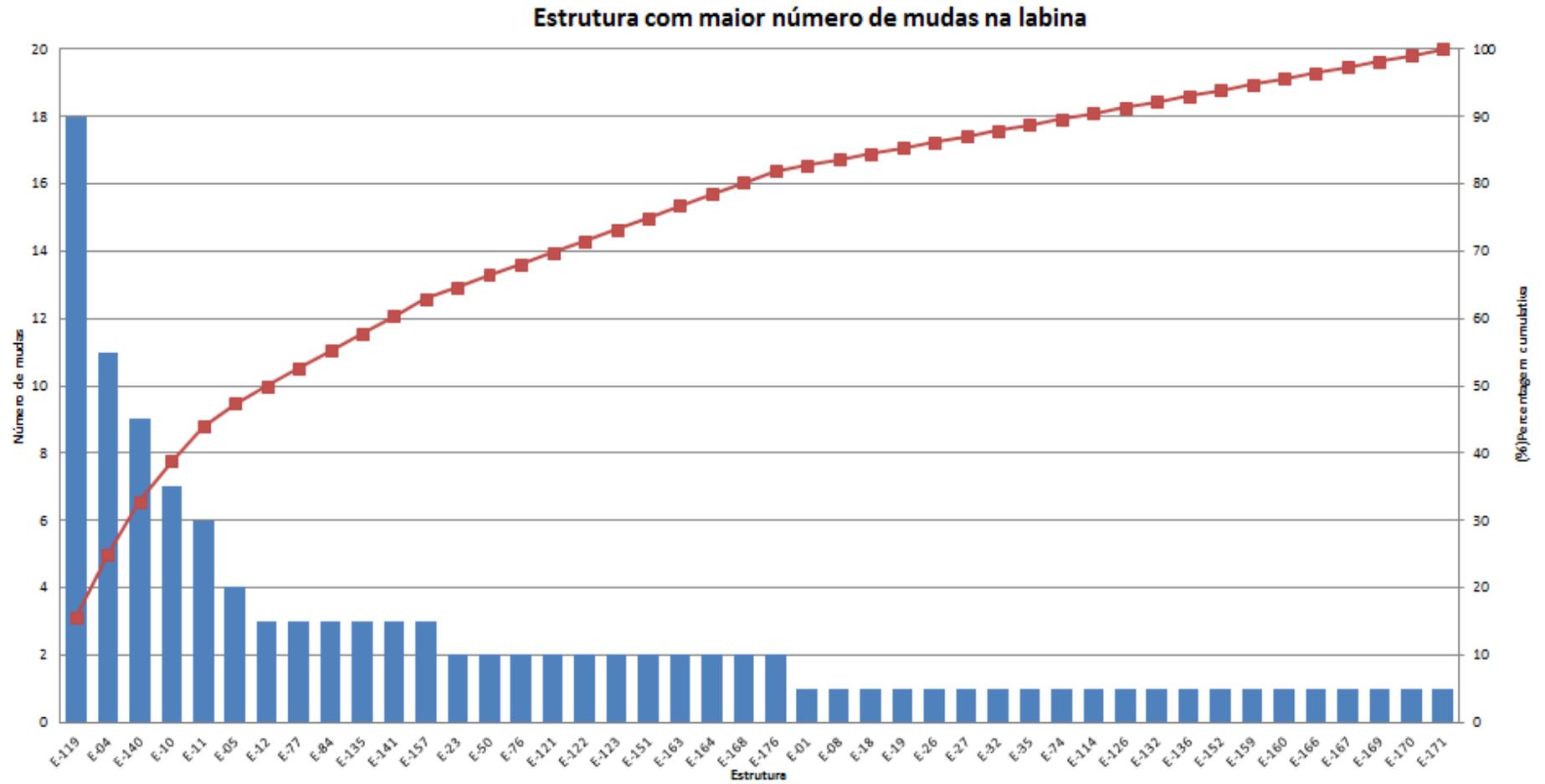
- [1] – Página: www.blogdaggoo.blogspot.pt/2013_02_01_archive.html, com endereço: https://www.google.pt/search?q=mudar+pneus+formula+1&newwindow=1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=EqBPVLK6D4vLaOHegpgH&ved=0CAgQ_AUoAQ&biw=1093&bih=514#facrc=_&imgdii=_&imgrc=gyUmbmAIRTyBfM%253A%3B8AvSnyCWGfMa8M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.totalrace.com.br%252Fblog%252Fblogdoico%252Ffiles%252F2013%252F02%252Fjm1320fe17Kopie.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fblogdaggoo.blogspot.com%252F2013_02_01_archive.html%3B2048%3B1365 acedido em 26/07/14
- [2] – Raul Lopes, Carlos Neto, e João Carlos pinto; **Quick Changeover** (Aplicação prática do método SMED)
- [3] – Página: www.euromaher.com, da empresa euromaher, com endereço: https://www.google.pt/search?newwindow=1&biw=1093&bih=514&tbm=isch&sa=1&q=manual+rotofast+colosio&oq=manual+rotofast+colosio&gs_l=img.3...2180.6611.0.6854.18.13.5.0.0.0.75.804.13.13.0....0...1c.1.56.img..18.0.0.Zw7kudJVfTY#facrc=_&imgdii=_&imgrc=ElTcJUYQ5rPxdM%253A%3BDEpMiE9yTQZDtM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.euro-inyectados.es%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F08%252FCaptura-de-pantalla-2012-08-23-a-las-

12.07.25.png%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.euromaher.com%252Finyeccion-de-metal%252Falimentadores-de-metal%252F%3B178%3B160; acedido em 30/08/14

[4] - Labina Ltda - **Manual de Instrução Westomat 900 SL ProDos DPC F9082**.Braga

[5] – Página: **www.newshop.com.br** da empresa TEND TEND, com endereço:[\[6\] - Página: **www.solostocks.pt** da empresa solostocks com endereço; \[66\]\(https://www.google.pt/search?newwindow=1&biw=1093&bih=514&tbm=isch&sa=1&q=mini+central+hidraulica&oq=mini+central+hidra&gs_l=img.1.0.0i24.981240.986684.0.987949.23.19.1.2.2.0.183.1804.6j9.15.0...0...1c.1.58.img.6.17.1723.TWt5vLHhpug#facrc=_&imgdii=_&imgrcqXLfUgTp1DfmM%253A%3BlgsO3frDrPJ75M%3Bhttp%253A%252F%252Fassets.cimm.com.br%252Fuploads%252Fcimm%252Fproduto%252Fimagem%252F16882%252FDSC00574.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.cimm.com.br%252Fportal%252Fprodutos%252Fexibir%252F16882-mini-central-hidraulica-simples-acao%3B400%3B267; acedido em 05/10/14</p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.pt/search?q=Nivel+magnetico&newwindow=1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=HttOVKX8Mc_lavCJgLAD&ved=0CAgQ_AUoAQ&biw=1093&bih=514#facrc=_&imgdii=_&imgrc=E4_w256PxRe5zM%253A%3BASxn9J9AjmN2-M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.newshop.com.br%252Fprodutos%252Ffoto1%252Fgrande%252Fnivel_aluminio_gp_magnetico_12polegadas_305m_stanley.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.newshop.com.br%252Fdetalhes.asp%253Fid%253D6%2526produto%253D165%3B600; acedido em: 4/09/14</p></div><div data-bbox=)

ANEXO B: Diagrama de Pareto



ANEXO D: Estimativa de Custos

Máquina	Tempo Setup	Custos Laborais				Custos perda produção				Custos energéticos				Total custos	Redução Setup	Economização	
		Nº Operários Envolvidos	Custo Hora/empresa	Rendimento	Total	Tempo ciclo	Injecções Hor	Nº peças	Lucro/peça	Total	Forno man.	Potencia N. Máq.	Custo kw				total gasto
4	1305	3	28.98	14.49	315.13	37.4	96.25668449	1	0.5	1046.79	20	15	0.12	41.55	1403.46928	261	€ 280.69
5	0				0.00					0.00					0	0	
8	485	3	28.98	14.49	117.12	34.25	105.1094891	5.81818	0.1	494.33	20	22.5	0.12	24.225	635.674435	97	€ 127.13
9	1267.5	3	28.98	14.49	306.07	43.88	82.04193254	1	0.5	866.57	22	30	0.12	78.69	1251.33036	253.5	€ 250.27
10	1190	3	28.98	14.49	287.36	50.54	71.23070835	1	0.5	706.37	22	37	0.12	90.7	1084.42915	238	€ 216.89
11	835	3	28.98	14.49	201.63	38	94.73684211	1	0.5	659.21	22	60	0.12	102.84	963.684049	167	€ 192.74
12	0	3	28.98	14.49	0.00	73.5	48.97959184	1	0.5	0.00	22	45	0.12	2.64	2.64	0	€ 0.00
14	1550	3	28.98	14.49	374.29	34.29	104.9868766	5.81818	0.1	1577.98	20	18.5	0.12	59.75	2012.02385	310	€ 402.40
15	1835	3	28.98	14.49	443.11	49	73.46938776	1	0.5	1123.47	22	30	0.12	112.74	1679.32018	367	€ 335.86
16	405	3	28.98	14.49	97.80	39	92.30769231	1	0.5	311.54	22	22	0.12	20.46	429.796757	81	€ 85.96
17	240	3	28.98	14.49	57.95	52	69.23076923	1	0.5	138.46	18	22	0.12	12.72	209.136084	48	€ 41.83
18	1695	3	28.98	14.49	409.30	29.85	120.6030151	5.81818	0.1	1982.27	18	22	0.12	76.74	2468.31837	339	€ 493.66
19	1400	3	28.98	14.49	338.07	30.42	118.3431953	1	0.5	1380.67	18	22	0.12	63.76	1782.49879	280	€ 356.50
20	1465	3	28.98	14.49	353.76	38.375	93.81107492	5.81818	0.1	1332.69	18	30	0.12	90.06	1776.5096	293	€ 355.30
21	1040	3	28.98	14.49	251.14	39.29	91.62636803	1	0.5	794.10	18	30	0.12	64.56	1109.79155	208	€ 221.96
22	572.5	3	28.98	14.49	138.25	73.5	48.97959184	1	2.3	1074.90	22	75	0.12	88.515	1301.6587	114.5	€ 260.33
23	320	3	28.98	14.49	77.27	78.5	45.85987261	1	3	733.76	35	110	0.12	74.6	885.630689	64	€ 177.13
																Total	€ 3,798.65

ANEXO E: Plano de acções

Plano de acções						
Melhoria do processo de mudança de molde						
Factores que levam a perda de tempo durante o processo						
Nº	Observações	Causa	Acção correctiva/Preventiva	Responsável	Estado	Verificação
1	Falta de acessórios a ser utilizados na mudança de molde	- Cavilhas partidas/danificadas. O mesmo acontece para os tubos de água e óleo.	- Reposição destes acessórios em stock.	Armando Romano	Por realizar	
2	A inexistência de um carrinho de transporte de ferramentas e acessórios		- Concepção de um carrinho de ferramentas e acessórios, devidamente organizado que permita o seu transporte	Miguel Silva	Realizado	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

3	Inexistência de um espaço organizado para armazenamento de câmaras	As câmaras encontram-se espalhadas pela fábrica, pelo que o operador tem de andar a percorrer a fábrica à procura.	- Construção de uma estante devidamente organizada, em que cada câmara tem o seu espaço próprio devidamente identificado.	Miguel Silva	Realizado	
4	Inexistência de um espaço para colocação de acessórios (argolas e tubos).	Tal como as câmaras os acessórios encontram-se dispersos pela fábrica	Construção de uma estante, onde são colocados os acessórios necessários aquando da realização da mudança de molde	Miguel Silva	Realizado	
5	Inexistência de um procedimento de mudança de moldes	O operário não tem as tarefas definidas, optando por realiza-las na ordem que lhe apetece.	- Realização de um procedimento de mudança de molde.	Miguel Silva	Realizado	
6	Construção de uma estante para armazenar os pistões	Tal como os acessórios os pistões também se encontram dispersos pela fábrica	-Realização de uma estante, para colocar na ferramentaria, onde os pistões ficarão guardados e a reposição do stock ficará a cargo do responsável pela ferramentaria	Miguel Silva	Por realizar	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

7	Os fornos de manutenção demoram bastante tempo a colocar na posição correcta.	A inexistência de manivelas com varão roscado para transmissão de movimento.	A implementação de manivelas. Réguas graduadas, utilização de central hidráulica.	Magalhães	Por realizar	
8	A inexistência de uma check-list onde é feita a verificação de todos os acessórios e ferramentas indispensáveis à mudança	- O facto do operário se esquecer de acessórios ou ferramentas faz com que este perca tempo na sua reposição - A falta de informação também dificulta as operações	Construção de uma base de dados, onde é gerada uma check-list com ferramentas, acessórios e informação necessária à mudança	Miguel Silva	Em curso	
9	A impossibilidade de se colocar os tubos de água previamente no molde	- Este facto faz com que o operário perca tempo a colocar os tubos	Abertura de caixas no molde para embutir os tubos dentro do molde	Armando Romano	Não realizado	
10	Tarefas executadas em série quando poderiam ser efectuadas em paralelo	Dispêndio de tempo na mudança	- Colocação de dois operários na realização da mudança - Criação de plano de procedimento de muda de moldes para dois operários, mostrando as tarefas executadas em simultâneo	Manuel Lomba Miguel Silva	Em curso	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

11	Limpeza muito demorada		Limpezas mais frequentes diminuem o tempo de limpeza, implementação de sistema limpeza.	Nicolau Miguel Silva	Em curso	
12	Configuração do maçarico	O maçarico é esquecido durante muito tempo, o facto de o operário estar a segurar no maçarico faz com que o aquecimento seja feito rapidamente. O aquecimento do molde com o maçarico é efectuado primeiro numa parte do molde e posteriormente na outra.	Colocação de um operário do Setup a aquecer o molde manualmente, em moldes que requerem pouco aquecimento. Implementação de um maçarico de duas ponteiros para aquecer ambas as partes do molde ao mesmo tempo.	Nicolau Miguel Silva	Em curso	
13	Centrar as argolas com o centro de massa do molde	Faz com que seja difícil colocar o molde na máquina uma vez que este fica inclinado	Centragem das argolas	Armando Romano	Por realizar	
14	Inexistência de tranca de segurança para colocação do molde completo na máquina	A inexistência desta tranca permite a abertura do molde durante o seu transporte na ponte.	Colocação de uma tranca de segurança entre a parte fixa e móvel do molde	Armando Romano	A realizar	

Optimização da mudança de ferramenta numa máquina de fundição injectada

15	Centrar molde no prato utilizando uma fita métrica	A centragem no prato é efectuada através da utilização de uma fita métrica tornando esta operação demorosa.	A utilização de um nível magnético. Colocação de pino de centramento.	Armando Romano	Por realizar	
----	--	---	--	----------------	--------------	--

ANEXO F: Tarefas antes das implementações (Máquina 20 E-140)

Tarefas	Tempo minutos
Parar máquina	2.7
Ir buscar ponte	2.2
Limpeza fundo maquina	12
Ir buscar chave 36	1.2
Desapertar grampos	3.8
Ir buscar alicate bico papagaio	1
Retirar parte móvel	5,2
Desapertar tubos de água	2
Ir buscar palete	1,5
Limpar molde	0,5
Mudar Argola	0,5
Ir buscar ponte	1,2
Desapertar grampos	1.1
Retirar caleira	1
Retirar parte fixa	3.6
Buscar Argola e Pistão Velho	1,2
Retirar camisa	2.0
Limpar parte fixa	0,7
Retirar pistão	4.1
Colocar novo pistão	3.3
Colocar parte fixa novo molde	0,5
Ir buscar fita	0,8
Acertar molde	0,3
Saber de cunhas grampos	2
Apertar grampos	2,8
Apertar grampos do lado oposto	2,5
Retirar hastes	0,5
Ir buscar parte móvel	5,0
Colocar argola	0,3
Ir buscar tubos de água	2,2
Encaixar mangueiras	0,2
Fechar máquina	1,3
Colocação de cavilhas de empurra	0,5
Arrumar ponte	0,7
Apertar grampos	3,5
Apertar grampos do lado oposto	4,1
Colocar caleira	0,7
Arrumar fita e pistão velho; buscar cartão de utilizador	3.0
Ajustar carruagem	2
Colocar maçarico	0,3
Ir buscar cartão para acender maçarico	0,3
Acender no forno da máquina mais próxima	0,3
Arrumar camisa	4,5
Preencher folha para a manutenção	3.3
Aguardar manutenção/ tempo de aquecimento	30
Acertar prensa	4
Colocar programas	4
Acertar bicos	3
Preencher folha para a qualidade	2
Aguardar a qualidade	15
Acertar forno	10
Mudar centro	17
<u>Total:</u>	164.35 minutos

ANEXO G: Tarefas efectuadas com as acções implementadas

Tarefas	Tempos tarefas	Redução
Parar máquina	2.7	
Ir buscar ponte	2.2	
Limpeza fundo maquina	12	
Ir buscar chave 36	1.2	
Desapertar grampos	3.8	
Ir buscar alicate bico papagaio	1	
Retirar parte móvel	5,2	
Desapertar tubos de água	2	
Ir buscar palete	1,5	
Limpar molde	0,5	
Mudar Argola	0,5	
Ir buscar ponte	1,2	
Desapertar grampos	1.1	
Retirar caleira	1	
Retirar parte fixa	3.6	
Buscar Argola e Pistão Velho	1,2	
Retirar camisa	2.0	
Limpar parte fixa	0,7	
Retirar pistão	4.1	
Colocar novo pistão	0,5	
Colocar parte fixa novo molde	3,3	
Ir buscar fita	0,8	
Acertar molde	0,3	
Saber de cunhas grampos	2	
Apertar grampos	2,8	
Apertar grampos do lado oposto	2,5	
Retirar hastes	0,5	
Ir buscar parte móvel	5,0	
Colocar argola	0,3	
Ir buscar tubos de água	2,2	
Encaixar manguerias	0,2	
Fechar máquina	1,3	
Colocação de cavilhas de empurra	0,5	
Arrumar ponte	0,7	
Apertar grampos	3,5	
Apertar grampos do lado oposto	4,1	
Colocar caleira	0,7	
Arrumar fita e pistão velho; buscar cartão de utilizador	3.0	
Ajustar carruagem	2	
Colocar maçarico	0,3	
Ir buscar cartão para acender maçarico	0,3	
Acender no forno da máquina mais próxima	0,3	
Arrumar camisa	4,5	
Preencher folha para a manutenção	3.3	
Aguardar manutenção/ tempo de aquecimento	30	
Acertar prensa	4	
Colocar programas	7	4
Acertar bicos	3	
Preencher folha para a qualidade	2	
Aguardar a qualidade	15	
Acertar forno	10	
Mudar centro	17	7

Total:

123.4 minutos

ANEXO H: Tarefas com todas as implementações efectuadas

Tarefas	Tempos tarefas	Redução
Parar máquina	2.7	
Ir buscar ponte	2.2	
Limpeza fundo maquina	12	
Ir buscar chave 36	1.2	
Desapertar grampos	3.8	
Ir buscar alicate bico papagaio	1	
Retirar parte móvel	5.2	
Desapertar tubos de água	2	
Ir buscar palete	1.5	
Limpar molde	0.5	
Mudar Argola	0.5	
Ir buscar ponte	1.2	
Desapertar grampos	1.1	
Retirar caleira	1	
Retirar parte fixa	3.6	
Buscar Argola e Pistão Velho	1.2	
Retirar camisa	2.0	
Limpar parte fixa	0.7	
Retirar pistão	4.1	
Colocar novo pistão	0.5	
Colocar parte fixa novo molde	3.3	
Ir buscar fita	0.8	
Acertar molde	0.3	
Saber de cunhas grampos	2	
Apertar grampos	2.8	
Apertar grampos do lado oposto	2.5	
Retirar hastes	0.5	
Ir buscar parte móvel	5.0	
Colocar argola	0.3	
Ir buscar tubos de água	2.2	
Encaixar mangueiras	0.2	
Fechar máquina	1.3	
Colocação de cavilhas de empurra	0.5	
Arrumar ponte	0.7	
Apertar grampos	3.5	
Apertar grampos do lado oposto	4.1	
Colocar caleira	0.7	
Arrumar fita e pistão velho; buscar cartão de utilizador	3.0	
Ajustar carruagem	2	
Colocar maçarico	0.3	
Ir buscar cartão para acender maçarico	0.3	
Acender no forno da máquina mais próxima	0.3	
Arrumar camisa	4.5	
Preencher folha para a manutenção	3.3	
Aguardar manutenção/ tempo de aquecimento	30	15
Acertar prensa	4	
Colocar programas	7	4
Acertar bicos	3	
Preencher folha para a qualidade	2	
Aguardar a qualidade	15	
Acertar forno	10	5
Mudar centro	17	7

Total: 103.2 minutos

ANEXO I: Tabela de acções

Nº	Acção de melhoria	Implementação	Investimento
1	Acessório para mudança molde	Sim	Sim
2	Carinho transporte ferramentas	Sim	Sim
3	Espaço organizado camaras (estante)	Sim	Sim
4	Espaço para colocação de acessórios	Sim	Sim
5	Inexistência procedimento mudança molde	Sim	Não
6	Construção estante para pistões	Sim	Sim
7	Implementação réguas, manivelas e minicentral hidráulica	Não	Sim
8	Check-list	Sim	Sim
9	Abertura de caixas no molde para embutir tubos de água	Não	Sim
10	Colocação de dois operários na muda de molde	Não	Sim
11	Criação do plano de muda para dois operários	Sim	Não
12	Identificação de acessórios	Sim	Sim
13	Implementação pino centragem	Não	Sim
14	Centragem das argolas com o centro de massa	Sim	Sim
15	Implementação de tranca de segurança	Sim	Sim
16	Limpezas frequentes	Sim	Não

ANEXO J: Folha de check-list e informações para a muda de ferramenta.



28 de outubro de 2014

00:51:56

Muda de Molde

Máquina: 20 Molde: E-140 B

bloco 1 236526.01.01-236526.02

bloco 2 236535.01.01-236535.02

Acessórios

Câmara: Integral 58.75x265	<input type="checkbox"/>	Calço: 180	<input type="checkbox"/>
Pistão: 58,75	<input type="checkbox"/>	Oring: 36	<input type="checkbox"/>
Haste: 4- M24	<input type="checkbox"/>	N.º Taça: 1	<input type="checkbox"/>
Parafuso haste: M16x90	<input type="checkbox"/>	Mangueiras água (quant.): 4	<input type="checkbox"/>
Porta Pistões: 85	<input type="checkbox"/>	T. água: 12/1	<input type="checkbox"/>
Centro: A - 150	<input type="checkbox"/>	Argolas: M16;M20;M24;	<input type="checkbox"/>

Ferramentas

Chave grampos: 36	<input type="checkbox"/>	Chave centro: Umbraco 10	<input type="checkbox"/>
Chave forno: 17 mm	<input type="checkbox"/>	Chave bicos: Alicate; Umbraco 6 e3	<input type="checkbox"/>
Chave canos	<input type="checkbox"/>	Alicate bico papagaio	<input type="checkbox"/>
Chave ajuste centro injeção: Umbraco 10	<input type="checkbox"/>	Chave mangueira óleo: Bocas 12	<input type="checkbox"/>
Chave radiais:	<input type="checkbox"/>	Chaves parafusos: Umbraco 10	<input type="checkbox"/>

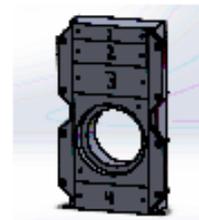
Dados muda

Quant. aluminio: 1.5 Programa Robot Ext E-140

Temperatura forno: 720 Programa Robot Lub E-140

Programa máquina: E-140

Ajuste forno Alt.x Comp. 50mmx 80mm



Dados do molde

Datador

Montagem