

**Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de
Moldes na
Sonafi- Sociedade Nacional de Fundição Injectada, SA**

Ana Rita Cardoso Magalhães

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa

Orientador na Sonafi: Engenheiro Bernardo Cardoso



FEUP

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

2013-01-28

Aos meus Pais
Aos meus Avós
E à minha Irmã

Resumo

Na Sonafi, empresa especializada em fundição injetada de ligas de alumínio, o estudo das mudanças de molde é justificado pela necessidade permanente de as realizar e por estas possuírem falhas que acarretam custos e perdas de tempo acentuados. Assim, esta tese pretende encontrar procedimentos/métodos capazes de atuar sobre as mudanças de molde (*setup*) com o intuito de reduzi-las a sua duração (tempo de *setup*).

Este trabalho encontra-se dividido em três partes:

A primeira parte descreve algumas das ferramentas do *Lean Manufacturing* - filosofia Just-in-Time e metodologias SMED e 5S - com o objetivo de sustentar as ações de melhoria propostas. Para além disso, é realizado um estudo da situação atual da empresa no sentido de aprofundar os conhecimentos acerca da mesma, mais concretamente, entender os procedimentos realizados durante o processo de mudança de molde, para deste modo, identificar as falhas inerentes.

A segunda parte deste trabalho define um conjunto de possíveis soluções que se entende serem capazes de melhorar o procedimento de mudança de molde, no sentido, de diminuir o seu tempo de duração.

A terceira parte monitoriza a implementação das soluções propostas e averigua a eficácia das mesmas, através da análise dos ganhos obtidos.

Com a realização deste trabalho espera-se obter melhorias significativas no que diz respeito ao tempo dispendido nas mudanças de molde pois, desta forma, a empresa tornar-se-á mais eficiente e ganhará vantagem competitiva num mercado em que a concorrência é cada vez mais feroz, fruto da grave crise que assola o país.

Applying Lean Manufacturing Tools in the Changing of Molds

Abstract

At Sonafi, a company specialized in aluminum die casting, the study die changing is important and justified by the continuous need to do those changes and by all the amount of time and costs involved in it. So, this dissertation aims to find procedures / methods to act on such changes of dies (setup) in order to reduce its duration (setup time).

This work is divided into three parts:

The first part describes some of the tools of Lean Manufacturing - Just-in-Time philosophy, SMED and 5S methodologies - in order to sustain the improvement actions proposed. In addition, in order to deepen the knowledge about the company, a study of its current situation was conducted. More precisely, this study tries to understand the procedures involved in the process of changing of dies, in order to identify its inherent flaws.

The second part defines a set of possibles solutions that are meant to improve the procedures of those changes, in order to reduce its duration.

The third part monitors the implementation of the solutions that were proposed and evaluates their effectiveness, through the analysis of the gains obtained.

With this work it is expected to obtain significant improvements with regard to the time spent in changing dies, since through this, the company will become more efficient and gain advantage in a competitive market in which the competition is increasingly stronger, as a result of the severe economic crisis affecting the country.

Agradecimentos

Gostaria de manifestar os meus agradecimentos a todos aqueles que me auxiliaram ao longo de todo o trabalho e que contribuíram para a sua realização.

Em especial, desejo agradecer ao Engenheiro Bernardo Cardoso, orientador da empresa, e à Engenheira Ana Dias por todo o apoio, disponibilidade demonstrada, conselhos fornecidos e excelente acolhimento no seio da empresa.

Agradeço ao Professor Eduardo Gil da Costa, orientador da FEUP, pela sua orientação e disponibilidade, bem como, pelo contributo prestado no desenvolvimento do trabalho.

Gostaria também de agradecer aos meus pais, Helena e José Manuel, e à minha irmã, Inês, pelo apoio, incentivo, amizade e dedicação fornecidos ao longo de todo o meu percurso académico. Estes agradecimentos devem ser estendidos a toda a restante família por ter estado sempre presente em todos os momentos cruciais da minha vida.

Por último, agradeço a todas as pessoas que fazem parte da empresa e que de alguma forma contribuíram para o enriquecimento e execução deste trabalho.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Contexto Geral	1
1.2	Apresentação da Empresa	1
1.2.1	História da Empresa	1
1.2.2	Objetivos e Missão da Empresa	2
1.2.3	Materias-Primas	2
1.2.4	Áreas de Produção.....	2
1.3	Apresentação do Projeto: Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde na SONAFI	3
1.4	Metodologia Utilizada no Desenvolvimento do Projeto	4
1.5	Organização da Dissertação	5
2	Enquadramento Teórico.....	6
2.1	Setup.....	6
2.2	Metodologia Lean Manufacturing	7
2.2.1	Filosofia Just in Time.....	9
2.2.2	Metodologia SMED.....	9
2.2.3	Metodologia 5S.....	12
3	Caracterização do Estado Atual da Empresa	14
3.1	Fundição Injetada de Alumínio na Sonafi.....	14
3.1.1	Processo de Injeção	14
3.1.2	Molde para Injeção de Alumínio	17
3.2	Definição do Objeto de Estudo através do Levantamento de Dados Existentes.....	18
3.3	Caracterização das Mudanças de Molde	24
3.3.1	Metodologia Utilizada para a Caracterização das Mudanças de Molde	24
3.3.2	Levantamento das tarefas chave a executar durante uma mudança de molde.....	24
3.3.3	Análise da Média de Tempo de Mudanças de Molde	32
3.3.4	Custos Relativos aos Tempos de Mudanças de Molde.....	34
3.4	Identificação de Modos de Falha e Estudo do seu Impacto no Tempo de Ciclo da Mudança	35
4	Identificação, Implementação e Monitorização das Ações de Melhoria	40
4.1	Separação das Tarefas Internas das Externas	40
4.2	Soluções Apresentadas para os Modos de Falha Encontrados	41
4.2.1	Preparação Prévia da Mudança de Molde	46
4.2.2	Definição do Modo Operatório.....	49
4.2.3	Criação de uma Base de Dados para Consulta e Criação de Relatórios	51
4.3	Monitorização da Implementação e Eficácia das Ações de Melhoria	53
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	56
	Referências	57
ANEXO A:	Referência com maior número de mudanças de molde na Sonafi	58
ANEXO B:	Referências utilizadas na máquina 3.02.....	59
ANEXO C:	Referências utilizadas na máquina 4.15.....	60
ANEXO D:	Referências utilizadas na máquina 5.20.....	61

ANEXO E:	Referências utilizadas na máquina 6.17.....	62
ANEXO F:	Referências utilizadas na máquina 11.22.....	63
ANEXO G:	Exemplos de peças produzidas nos moldes utilizados como objeto de estudo	64
ANEXO H:	Tempo de cada tarefa de desmontagem e montagem de molde	65
ANEXO I:	Tarefas de desmontagem classificadas em internas e externas	78
ANEXO J:	Tarefas de montagem classificadas em internas e externas	81
ANEXO K:	Distribuição das tarefas de desmontagem e montagem por 2 operadores	85
ANEXO L:	Plano de ações	89
ANEXO M:	Ficha de desmontagem e montagem	94
ANEXO N:	Procedimentos de ajuste de posição de injeção, de posição da cabeça de lubrificação, colher de alimentação de alumínio líquido e afinação do estrator de peças.....	103
ANEXO O:	Tabela com características das máquinas	110
ANEXO P:	Fluxograma utilizado na base de dados.....	116
ANEXO Q:	Tempos das tarefas de mudança de molde com as implementações	121
ANEXO R:	Tabela que identifica quais as ações de implementadas.....	128
ANEXO S:	Estimativa do tempo de mudança de molde com todas as ações de melhoria implementadas	131

Siglas

BAI - Brabant Alucast International

JIT - Just-in-Time

SMED - Single Minute Exchange of Die

Sonafi - Sociedade Nacional de Fundição Injetada SA

TMC - Toyota Motors Company

TPS - Sistema Toyota de Produção

Índice de Figuras

Figura 1 – Layout fabril da Sonafi	3
Figura 2 – Organigrama da Sonafi.....	4
Figura 3 – Exemplo de mudança de pneu num carro comum e de Fórmula 1.....	6
Figura 4 – Sistema de Produção da Toyota.....	8
Figura 5 – Kanban.....	9
Figura 6 – Análise e registo das atividades executadas num processo.	10
Figura 7 – Estágios e respectivas tarefas do SMED.....	11
Figura 8 – Exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seiton.	12
Figura 9 – Exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seizo.	13
Figura 10 – Metodologia 5S	13
Figura 11 – À esquerda, exemplo de uma máquina de fundição injetada em câmara quente. À direita, exemplo de uma máquina de fundição injetada em câmara fria.	15
Figura 12 – Processo de câmara fria	15
Figura 13 – Jito.....	16
Figura 14 – Exemplo de um molde de cavidade simples (à esquerda) e de um molde de cavidades múltiplas (à direita) existentes na Sonafi	17
Figura 15 – Molde fixo (à esquerda) e Molde móvel com gavetas mecânicas (à direita).....	18
Figura 16 – Esquema representativo do tipo de mudanças de molde existentes.	19
Figura 17 – Número de mudanças de molde planeadas no 1º Semestre de 2012	19
Figura 18 – Número de mudanças de molde realizadas no 1º Semestre de 2012	20
Figura 19 – Número de mudanças de ensaio e de produção realizadas no 1º Semestre de 2012	20
Figura 20 – Número de mudanças de molde realizadas para cada família de máquinas no 1º semestre de 2012.....	21
Figura 21 – Tarefas chave a realizar na desmontagem do molde.....	25
Figura 22 – Máquina de injeção com capota recolhida.	26
Figura 23 – Placa extratora.	26
Figura 24 – Colunas	27
Figura 25 – Calços (à esquerda) e granzepes (à direita).	27
Figura 26 – Camisa de 3ª Geração (à esquerda), camisa de 2ª Geração (ao centro) e camisa de 1ª Geração (à direita)	28
Figura 27 – Tarefas chave a realizar na montagem do molde	29
Figura 28 – Extrator de peças afinado de acordo com a bolacha do molde móvel.....	31
Figura 29 – Fotocélulas.....	36

Figura 30 – Carruagem sem referências que permitem um ajuste mais rápido.....	36
Figura 31 – Excerto da tabela que classifica as tarefas da desmontagem em internas e externas.....	40
Figura 32 – Excerto da tabela que classifica as tarefas da montagem em internas e externas.	41
Figura 33 – Cavalete ajustável.....	42
Figura 34 – Painel de fotocélulas por coordenadas.....	42
Figura 35 – Pino de centragem com diâmetro de 25mm (à esquerda) e diâmetro de 22mm (ao centro) e simulação do encaixe do pino no molde (à direita).....	43
Figura 36 – Identificação dos radiais.	43
Figura 37 – Protótipo do carrinho de transporte proposto pela empresa.	44
Figura 38 – Protótipo dos dois suportes de cabeça de lubrificação montados numa máquina de 500T e numa máquina de 700T.	44
Figura 39 – Procedimento a realizar antes da paragem da máquina criado para a Sonafi.....	46
Figura 40 – Exemplo de tabela de comparação de acessórios entre moldes criado para a Sonafi.....	47
Figura 41 – Check List Acessórios criado para a Sonafi	48
Figura 42 – Check List de Verificação do Molde para a Montagem de um molde criado para a Sonafi	48
Figura 43 – Exemplo de um Check List Ferramentas para Montagem de um molde, molde 223.10a na máquina 5.20, criado para a Sonafi.	48
Figura 44 – Exemplo de um Check List Ferramentas para Desmontagem de um molde, molde 223.10a na máquina 5.20, criado para a Sonafi.	49
Figura 45 – Exemplo de um modo operatório para a desmontagem de um molde criado para a Sonafi.	49
Figura 46 – Exemplo de um modo operatório para a montagem de um molde criado para a Sonafi. .	50
Figura 47 – Procedimentos a realizar após o arranque da máquina criado para a Sonafi.....	50
Figura 48 – Janela onde são inseridos a máquina e o molde na base de dados.....	52
Figura 49 – Janela da base de dados onde são inseridos as informações gerais do molde na base de dados.....	52
Figura 50 – Janela da base de dados onde são inseridos as informações sobre os acessórios na base de dados.....	52
Figura 51 – Excerto da tabela que identifica quais as ações de melhoria já implementadas.	53

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Ligas utilizadas na Sonafi	2
Tabela 2 – Tempos de mudança de molde referentes a cada máquina.	23
Tabela 3 – Tempos médios das tarefas chave que fazem parte da desmontagem do molde.	32
Tabela 4 – Tempos médios das tarefas chave que fazem parte da montagem do molde	33
Tabela 5 – Tempos de montagem e desmontagem para cada molde.	34
Tabela 6 – Custos de não produção para cada mudança de molde.	35
Tabela 7 – Tempos de mudança de molde antes e depois da implementação das ações de melhoria.	54
Tabela 8 – Custos de não produção para cada mudança de molde antes e depois da implementadas algumas das ações de melhoria e os ganhos reais obtidos.	54
Tabela 9 – Ganho médio real anual nas máquinas de 700 toneladas.....	55
Tabela 10 – Custos de não produção de uma mudança de molde numa máquina de 700 toneladas com todas as ações de melhoria implementadas	55
Tabela 11 –Ganho médio esperado.....	55

1 Introdução

1.1 Contexto Geral

Uma empresa deve estar em constante evolução, para isso necessita ter em conta a implementação de novas metodologias, equipamentos e conhecimentos que permitam alcançar maiores lucros.

Numa altura em que o país atravessa um momento complicado devido à atual conjuntura económica, mais do que nunca as empresas precisam de se destacar da concorrência, encontrando soluções que lhes permitam aumentar a produtividade, e consequentemente os lucros, sem grandes investimentos. É neste contexto que reduzir o tempo de *setup* ganha maior relevância.

Reduzir o tempo de *setup* é uma das soluções que as empresas devem adotar de modo a se tornarem mais eficientes e flexíveis, conseguindo assim fazer face às necessidades e expectativas do mercado, oferecendo produtos a mais baixo custo como resultado da diminuição dos custos de produção, e retirar o máximo partido dos equipamentos existentes.

1.2 Apresentação da Empresa

1.2.1 HISTÓRIA DA EMPRESA

A Sonafi - Sociedade Nacional de Fundição Injetada SA - é uma empresa especializada em fundição injetada de ligas de alumínio para a indústria automóvel (<http://www.sonafi.pt/>). A maior parte das peças produzidas são acabadas, recorrendo a processos de vibração ou granalhagem e maquinagem. O cliente tem a responsabilidade da conceção e do desenvolvimento do produto, competindo à empresa apenas a industrialização do produto com base nas especificações e requisitos do cliente (Manual da Qualidade, Sonafi 2012).

A Sonafi foi fundada em 1951, sendo a primeira fábrica de fundição injetada em Portugal. Especializou-se na produção de ferragens para a construção civil e indústria mobiliária, tendo em 1977 acrescentado a esta atividade o fabrico de fechaduras.

Em 1981, embora continuasse com a produção de ferragens, definiu como prioridade estratégica o mercado automóvel, aproveitando a entrada da Renault CACIA em Portugal.

Devido às elevadas especificações do mercado automóvel, em Janeiro de 1989, ocorre a rutura com o mercado das ferragens.

Em Dezembro de 2001, a Sonafi foi adquirida pelo grupo internacional EurALcom. Por esta altura já produzia em exclusividade para a indústria automóvel.

Em Dezembro de 2007, 6 empresas do antigo grupo Euralcom juntamente com a Sonafi constituem o Grupo BAI (Brabant Alucast International BV- Janivo Holding BV).

Desde Novembro de 2010, houve uma alteração da estrutura societária, passando a fazer parte dos acionistas da Sonafi a PME Investimentos, SA. (Manual da Qualidade, Sonafi 2012)

A Sonafi tem clientes no mercado nacional e internacional, tais como, Alemanha, Inglaterra, França, Brasil, Polónia, Austria, USA, Índia, Eslovaquia e Rússia.

Em Portugal, trabalha para a Renault CACIA, Delphi e Borg Warner.

No mercado internacional os seus clientes são a Volkswagen, Porsche, Renault, Opel/GM, GPM, Wahler, Mann Hummel, Daimler, Française Mechanique, Filtrauto/Sogefi, Valeo e Ispol (Manual da Qualidade, Sonafi 2012).

Atualmente, a Sonafi produz, entre outras, tampas da bomba de óleo, corpos da bomba de óleo, abraçadeiras da árvore de cames, bombas de água, filtros de óleo, válvula EGR, throttle e suportes de motor.

1.2.2 OBJETIVOS E MISSÃO DA EMPRESA

A principal missão da Sonafi é a satisfação do cliente sendo o seu lema: *“O triunfo do cliente é o nosso triunfo”*.

Este serviço comporta:

- Qualidade de acordo com as especificações e códigos acordados com o cliente;
- Preços concorrenciais, o que implica progresso e produtividade;
- Cumprimento de prazos;
- Apoio ao cliente no projeto dos componentes a produzir pela empresa;
- Desenvolvimento das tecnologias, dos materiais e/ou processos por forma a acompanhar o aumento de sofisticação e exigência do mercado;
- Implementação das melhores tecnologias disponíveis;
- Cumprimento da legislação ambiental aplicável em vigor;
- Respeito pelos colaboradores, comunidade envolvente, fornecedores e clientes (Manual da Qualidade, Sonafi 2012).

1.2.3 MATÉRIAS- PRIMAS

Na Sonafi produzem-se peças em 3 diferentes ligas. Na Tabela 1 abaixo está apresentada a correspondência entre a composição química da liga e a designação que a Sonafi lhes atribui, sendo a liga violeta a mais consumida na Sonafi (Manual da Qualidade, Sonafi 2012).

Tabela 1 – Ligas utilizadas na Sonafi.

LIGA	DESIGNAÇÃO SONAFI
AlSi9Cu3 (Fe)	Liga Violeta
AlSi10Mg	Liga Azul
AlSi12Cu1 (Fe)	Liga Branca

1.2.4 ÁREAS DE PRODUÇÃO

A produção está dividida em três áreas: fusão, fundição e acabamentos. No que respeita à área da fundição existem 23 máquinas de injeção com forças de fecho entre 200 e 1100 toneladas. Estas encontram-se representadas na Figura 1.

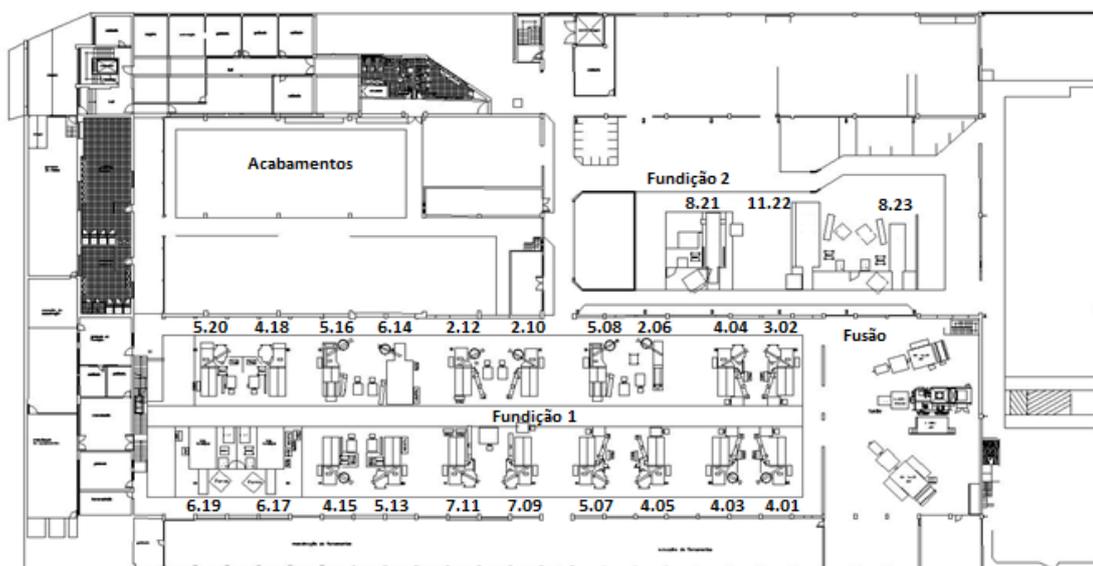


Fig.1 – Layout fabril da Sonafi

Junto a estas máquinas encontram-se prensas hidráulicas com os cortantes necessários para cortar os jitos.

1.3 Apresentação do Projeto: Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde na SONAFI

“Reduzir o *setup* é reduzir custos e ganhar a possibilidade de produzir em menores quantidades.” (Pinto, J. 2006). Ou seja, a existência de tempos de *setup* elevados implica a produção de grandes lotes. Por outro lado, a redução do tempo de *setup* proporciona a produção de pequenos lotes. Reduzir os tempos de *setup* deve ser uma preocupação permanente de todas as empresas. Os *setups* não acrescentam valor ao produto, apenas contribuem para o aumento do tempo improdutivo (tempos de paragem das linhas de produção), provocando um aumento de custos (Pinto, J. 2006).

Durante o 1º semestre de 2012, a Sonafi apresentou em média 10 mudanças de molde (*setups*)/semana resultado da grande variedade de peças que fabrica. Uma ineficiência que existia na empresa eram os elevados tempos de *setup*. As máquinas encontravam-se muito tempo paradas, o que significava que os tempos improdutivos e os custos eram elevados. Logo, reduzir os tempos de mudança de molde era uma necessidade da empresa, de forma a que, a Sonafi ganhasse vantagem competitiva e prosperasse a longo prazo.

Surge assim o projeto “Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde”, no âmbito do projeto de dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na FEUP, com o objetivo de aumentar o tempo de produção disponível e tornar a empresa mais eficiente e flexível. Este projeto foi desenvolvido no Departamento de Engenharia de Produção para ser aplicado na área da Fundição - Figura 2.

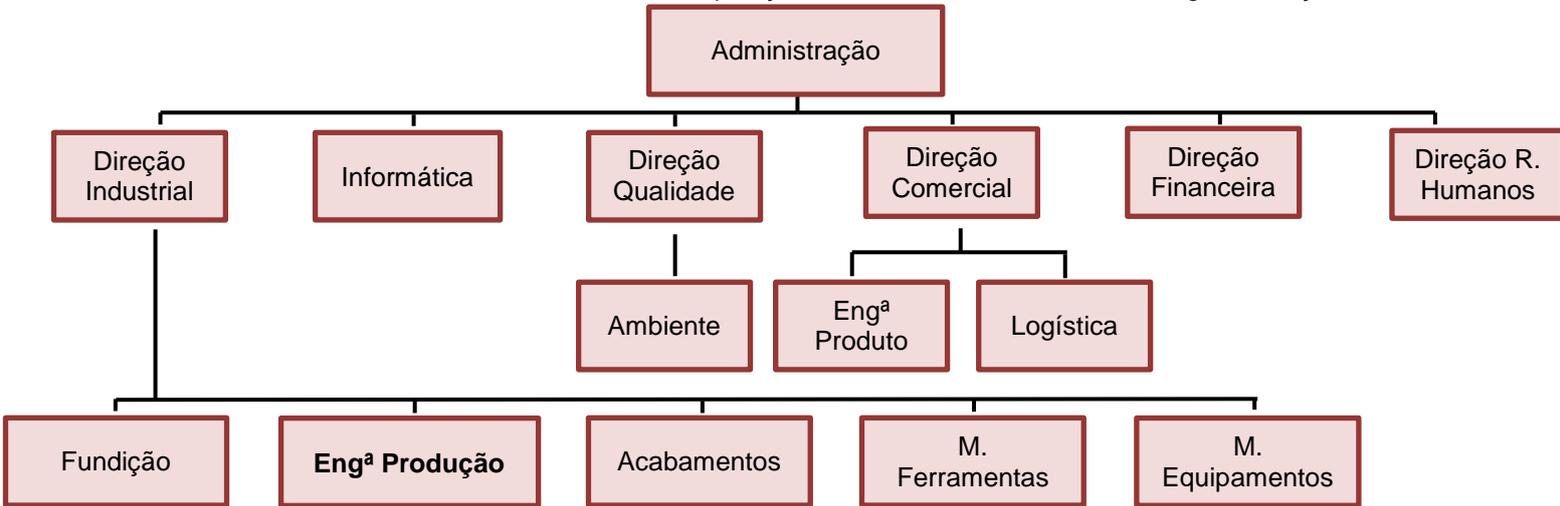


Fig.2 – Organograma da Sonafi.

Neste projeto foi aplicada a metodologia SMED - *Single Minute Exchange of Die* -, proposta por Shigeo Shingo, pois é com base nesta metodologia que é possível otimizar os *setups*.

Esta dissertação tem como objetivos a:

- Definição de um conjunto de procedimentos/métodos a utilizar, de modo, a reduzir o tempo de mudança de molde (*tempo de setup*) com base no estado de arte;
- Verificação da aplicabilidade do conjunto de procedimentos/métodos nas mudanças de molde.

1.4 Metodologia Utilizada no Desenvolvimento do Projeto

Este projeto iniciou-se com o estudo da situação atual da empresa permitindo, assim, escolher 2 ou 3 casos de estudo. O estudo baseou-se na análise do planeamento semanal da fundição, no que diz respeito a:

- Número de mudanças de molde;
- Identificação das referências com maior número de mudanças de molde na Sonafi;
- Identificação das máquinas com maior número de mudanças;
- Identificação das referências com maior número de mudanças de molde, nas máquinas com maior número de mudanças;
- Análise da quantidade de máquinas que representam as mudanças de molde;
- Análise do peso das mudanças de molde na produção.

Paralelamente foram acompanhadas várias mudanças de molde, tendo-se registado todas as tarefas que fazem parte de uma mudança e os respetivos tempos. Desta forma, conseguiu-se criar uma maior familiaridade com o processo, tornando-se mais fácil perceber quais os principais problemas que contribuíam para o aumento do tempo de *setup*.

Realizaram-se reuniões com os colaboradores da fundição para que fosse possível obter impressões de quem conhece bem o processo de mudança de molde e propuseram-se e selecionaram-se as melhorias que deveriam ser implementadas com base na metodologia *Lean Manufacturing*. Após a validação deste conjunto de melhorias seguiu-se a sua implementação e respetiva análise de impacto na empresa.

1.5 Organização da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, que serão sintetizados em seguida.

No Capítulo 1 foi feita uma breve apresentação da empresa, uma descrição do projeto e da metodologia utilizada no seu desenvolvimento.

No Capítulo 2 é feita uma investigação sobre as ferramentas do *Lean Manufacturing*, metodologias SMED e 5S, que permitem sustentar as ações de melhoria a aplicar às mudanças de molde.

O Capítulo 3 é dedicado à caracterização do estado atual da empresa, referindo as características do processo de fundição injetada e mudança de molde na Sonafi. Neste capítulo são identificados ainda os modos de falha encontrados.

O Capítulo 4 apresenta um conjunto de possíveis soluções de forma a reduzir os modos de falha identificados e analisa a implementação destas nas mudanças de molde.

O último capítulo é dedicado às conclusões, onde é exposta uma síntese de todo o trabalho realizado e apresenta as perspetivas de trabalhos futuros.

2 Enquadramento Teórico

Este capítulo tem como objetivo definir o conceito de *setup*, bem como, apresentar a metodologia *Lean Manufacturing* - dando principal destaque à metodologia SMED - que serviu de base à identificação dos procedimentos/métodos propostos no âmbito da tese.

A organização deste capítulo é a seguinte: secção 2.1 introduz o conceito de “*setup*” e a secção 2.2 apresenta a metodologia *Lean Manufacturing*.

2.1 Setup

Setup corresponde às atividades de mudança de ferramentas ou ajustes feitos ao longo do processo produtivo sempre que é necessário produzir um novo produto ou lote. O tempo de *setup* refere-se ao período de tempo em que o funcionamento de um equipamento é interrompido para fazer os ajustes necessários à produção de um novo produto ou lote (Pinto, J. 2006).

O *setup* não acrescenta valor ao produto final, apenas aumenta o custo do produto e o seu tempo de produção. Desta forma, é considerado desperdício, não podendo contudo ser totalmente eliminado. Numa altura, em que as empresas tendem a suprimir a existência de stocks, privilegiando a produção por encomenda, torna-se impossível a inexistência de *setups*, uma vez que, é necessário mudar mais frequentemente de série de fabrico. Assim, compete às empresas encontrar soluções que otimizem e reduzam estes tempos improdutivo, sendo esta uma necessidade para todas as empresas de qualquer tipo de indústria. Segundo Ohno “*reduzir o tempo de setup ajuda a melhorar a produção como um todo.*” (Cakmakci, M. 2009).

Como um exemplo de *setup* pode-se referir a mudança de um pneu. O tempo de *setup* num carro comum é bastante superior em comparação com o da Fórmula 1, onde já existe um procedimento estruturado de forma a suprimir todas as ineficiências - Figura 3.



Fig.3 – Exemplo de mudança de pneu num carro comum e de Fórmula 1.

(<http://qualidadeprodutividade-fernando.blogspot.pt/> e <http://wallpaperswide.com/> - acedido em 08/12/12)

2.2 Metodologia Lean Manufacturing

No final da 2ª Guerra Mundial, o Japão encontrava-se com graves problemas, principalmente no que diz respeito à indústria automóvel, que apresentava grande escassez de recursos (pessoas, espaço e material). Por outro lado, a indústria europeia e norte americana usufruía de enormes recursos e dominava os mercados. Este motivo levou Eiji Toyoda, o então presidente da Toyota, e Taiichi Ohno, engenheiro da empresa, a visitarem, em Detroit, a fábrica da Ford para perceberem o sistema de produção adotado. A partir desta visita, concluíram que existiam falhas tanto no sistema de produção em massa usado na Ford, como no artesanal da Toyota, pois nenhum estava adaptado à nova realidade do mercado. Assim, a Toyota Motors Company (TMC) decidiu criar um novo sistema designado Toyota Production System (TPS – Sistema Toyota de Produção).

“O objetivo principal do Sistema Toyota de Produção consiste na identificação e eliminação das perdas e na redução dos custos” (Shingo, Shigeo 1996) atendendo às exigências de qualidade. Segundo Ohno, o TPS tem como *“slogan de produção tamanhos de lotes pequenos e rápidos setups”*, permitindo a existência de uma maior variedade de produtos.

O TPS tem como pilares necessários à sustentação do seu sistema o *Just-in-Time* (JIT) e a Automação (Jidoka).

JIT significa produzir peças ou produtos, somente quando são necessárias, nas quantidades requeridas, sem gerar stocks ou atrasos. (Shingo, Shigeo 1996)

Jidoka refere-se à automação com características humanas, pretende criar condições que permitam atingir a perfeição dos processos, ou seja, os equipamentos param perante erros ou defeitos e posteriormente os operadores pararão a linha de produção.

A estabilidade é a base da “Casa Toyota”, pois os pilares de uma casa devem assentar num terreno estável. A eliminação do desperdício e a redução de custos só são conseguidos a partir de sistemas de fabrico estáveis. De acordo com Deming, em (Pinto, J. 2006), *“os objetivos da gestão não podem ser alcançados através de sistemas instáveis”*. Existem 3 pontos que contribuem para a estabilidade: o Heijunka, trabalho normalizado e Melhoria Continua (Kaizen).

Heijunka, programação nivelada, tem como objetivo nivelar o volume de produção, o tipo de produtos e o tempo de produção. O que significa garantir a obtenção de um fluxo contínuo da produção e satisfação das exigências dos clientes em termos de qualidade e de tempo.

Trabalho normalizado refere-se a processos executados todos do mesmo modo, tornando-os mais fáceis de gerir, uma vez que, são estáveis e previsíveis.

Melhoria Contínua significa melhorar o desempenho da organização de uma forma continuada tendo sempre em conta a eliminação do desperdício (Pinto, J. 2006).

A Figura 4 ilustra a “Casa Toyota” que representa a estrutura do sistema de produção da Toyota.

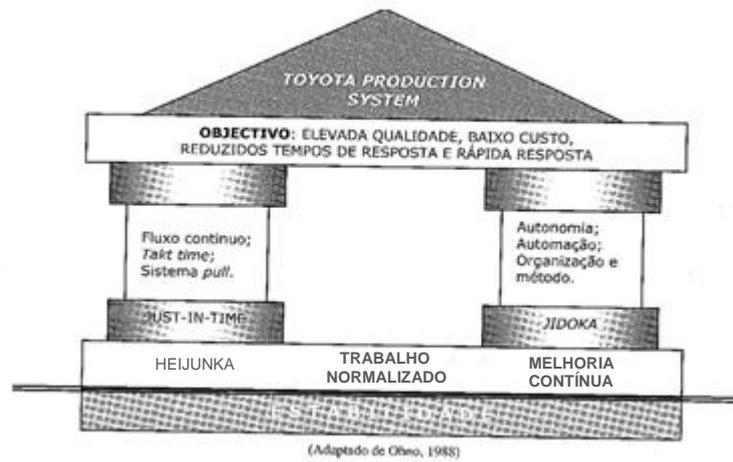


Fig.4 – Sistema de Produção da Toyota.

(adaptado de Pinto, J. 2006)

Durante quatro décadas o TPS sofreu um processo evolutivo dando lugar ao *Lean Thinking*, tendo sido Womack, em 1996, o primeiro a utilizar este termo.

O *Lean Manufacturing* assenta na filosofia *Lean Thinking*, sendo aplicada a empresas de produção. Por sua vez o *Lean Thinking* pretende alargar a sua aplicação às empresas de todos os setores de atividade.

Lean Manufacturing é uma abordagem que pretende aumentar a satisfação dos clientes, ou seja, fornecer-lhes produtos com a qualidade desejada e no tempo pretendido, através da eliminação dos desperdícios (em japonês *muda*) em todas as fases dos processos. Segundo Womack (2007) o objetivo do pensamento *Lean* é “*Getting the right value to the customer at the right time with the right cost to the organization is the key to survival and prosperity.*”

Exemplos de desperdícios que o *Lean Manufacturing* combate são: excesso de produção, tempos de espera, processos inadequados, excesso de stocks e movimentação desnecessária.

Os cinco princípios do pensamento *Lean* são:

- Valor: Especificar o que cria valor para o cliente, ou seja, compreender e conhecer as suas necessidades e expectativas, pois são eles e não a empresa que define o que é valor;
- Cadeia de Valor: Conhecer a sequência de processos cuja realização é necessária para produzir um produto final, separando-os em três tipos: os que geram valor, os que não geram valor mas são importantes para a qualidade e realização dos processos e os que não acrescentam valor (desperdício) e devem, por isso, ser eliminados;
- Fluxo: Permitir que o processo se torne o mais fluido possível, sem paragens e interrupções, de forma a proporcionar aos clientes produtos ao ritmo desejado;
- Puxar (Pull): Permitir que as empresas deixem de empurrar o produto para os clientes passando a ser estes a puxá-lo. Isto faz com que os stocks sejam reduzidos, produzindo o que é necessário e quando desejado;
- Excelência: Atingir a perfeição deve ser uma busca permanente de todas as organizações e é conseguida através da eliminação dos desperdícios, da identificação das atividades que geram valor e do alcance de tempos de entrega praticamente nulos.

2.2.1 FILOSOFIA JUST-IN-TIME

O JIT é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, tendo sido desenvolvido no Japão. O Just-in-Time significa “no momento certo” ou “oportuno”. Ohno (1988) considera que esta é uma filosofia “*que, num processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao stock zero. Do ponto de vista da gestão de produção, esse é o estado ideal.*”.

A filosofia Just-in-Time assenta em três ideias básicas.

A primeira consiste na otimização de todo o processo de fabrico, ou seja, o JIT pretende eliminar todas as atividades que não acrescentam valor. Esta otimização deve ter início na fase de conceção e projeto de um novo produto e continua até à entrega ao cliente.

A segunda ideia é a melhoria contínua. Numa empresa, deve-se ter em atenção a melhoria de processos, procedimentos e pessoas. Estas últimas devem ter uma atitude de persistência e perseverança perante o aparecimento de problemas (Pinto, J. 2006).

A terceira ideia assenta na necessidade de uma empresa fornecer produtos/serviços que vão ao encontro das necessidades e expectativas dos clientes, no que diz respeito à qualidade dos produtos/serviços, prazo de entrega e custo. De acordo com Taiichi Ohno “*A função mais importante de uma empresa é detetar as modificações do mercado e de estar pronta a agir em conformidade.*”.

O sistema Kanban é uma ferramenta que contribui para o funcionamento do JIT. Este é um sistema que puxa o processo de produção, isto é, os centros de trabalho antecedentes (primeira linha de montagem) só produzem quando os posteriores enviarem um cartão (Kanban) a autorizar a produção. A Figura 5 mostra um exemplo de um Kanban. Tem como vantagens conseguir manter um stock mínimo e permitir “*que a informação seja transmitida de forma organizada e rápida*”, uma vez que o Kaban fornece instruções no processo final (Shingo, Shigeo 1996).

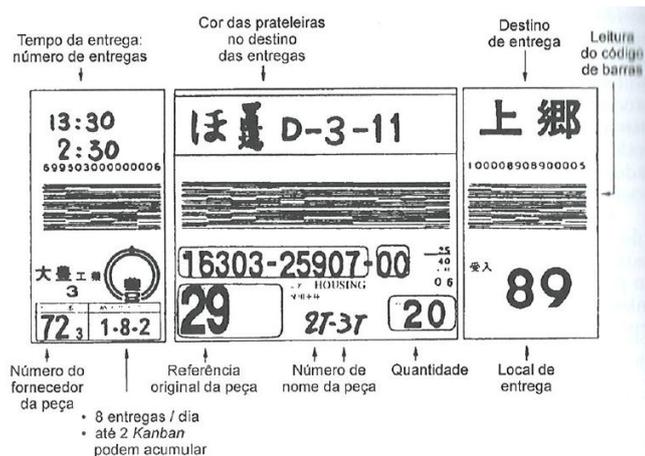


Fig.5 – Kanban.

2.2.2 METODOLOGIA SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida no Japão por Shigeo Shingo entre 1950 e 1969. Esta metodologia tem por base a redução do tempo de *setup* de máquinas através da aplicação sistemática de ações de melhoria resultantes do trabalho em

equipa permitindo assim a realização de um maior número de *setups* (Pereira, M. 2008). O SMED é fundamental para alcançar o JIT, uma vez que, com tempos de *setup* reduzidos se conseguirá dar resposta rápida a mudanças da procura (Cakmakci, M. 2009).

Shingo, Shigeo (1996) defende que a implementação do método SMED permite que qualquer *setup* possa ser executado em menos de 10 minutos, com vista à melhoria da produtividade.

O SMED recorre a 8 tarefas para a redução de *setup*:

1. *Analisar e Identificar todas as atividades dos processos.*

A primeira tarefa consiste em analisar, identificar e registar (vídeos e fotografias) as atividades que fazem parte dos processos, bem como, registar os tempos inerentes a cada atividade recorrendo ao uso de cronómetros. É importante prestar atenção ao modo como o operador executa o seu trabalho, pois ele melhor que ninguém consegue explicar o que faz e identificar os problemas externos. A Figura 6 representa esta tarefa inicial.

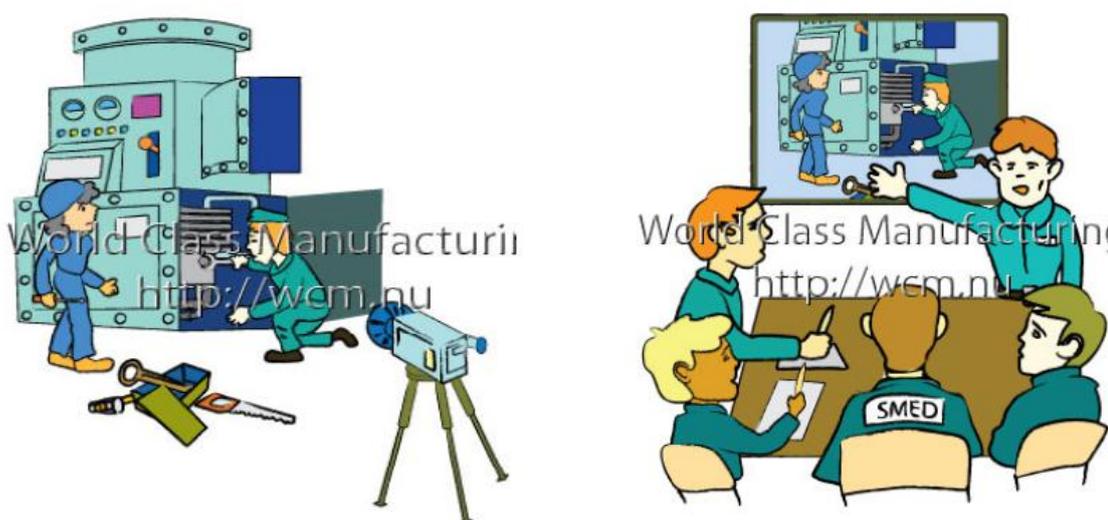


Fig.6 – Análise e registo das atividades executadas num processo.

(World Class Manufacturing - <http://world-class-manufacturing.com> - acedido em 08/12/12)

2. *Identificar e separar as atividades de setup internas e externas envolvidas no processo de mudança e ajuste de ferramentas.*

As atividades de *setup* internos dizem respeito às atividades que só podem ser realizadas enquanto a máquina estiver parada (exemplo: fixação e remoção de moldes). As atividades de *setup* externos dizem respeito às atividades que podem ser realizadas quando a máquina está em funcionamento (exemplo: transporte de moldes). Deverá existir uma lista de verificação (check-list) para as atividades de *setup* externas para que seja possível garantir a existência de todo o material necessário para a realização das atividades de *setup* internas. Estas atividades devem ser claramente identificadas e separadas, a realização desta tarefa permite reduzir o tempo de *setup* de 30 a 50% (Shingo, Shigeo 1996).

3. *Converter as atividades de setup internas em externas.*

Esta é a tarefa mais importante do SMED, sem ela não se conseguiria alcançar tempos de *setup* inferiores a 10 minutos. A execução desta tarefa obriga a uma análise das operações para averiguar as atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento.

4. Normalização de processos, ferramentas e procedimentos.

A normalização de processos, ferramentas e procedimentos permite eliminar a necessidade de fazer ajustes, resultando em tempos de *setup* menores. A realização de ajustes é responsável por 50 a 70% do tempo de *setup* interno (Shingo, Shigeo 1996).

5. Melhorar as operações manuais através da formação e treino.

Os operadores devem ser envolvidos e incentivados a fornecerem sugestões e ideias, pois isto permite a partilha de conhecimento e assim atingir-se uma melhoria dos processos sem elevados investimentos.

6. Adotar operações em paralelo.

Identificar as atividades internas que podem ser realizadas em paralelo. Assim, consegue-se uma economia de tempo, resultado da eliminação de movimentos desnecessários.

7. Mecanização.

O investimento na melhoria do equipamento com vista à redução do *setup* deve ser tida em conta somente após o *setup* ter sido reduzido através das tarefas descritas anteriormente. Isto deve-se ao facto de nada adiantar reduzir o *setup* com base em investimentos elevados quando no processo ainda não foram eliminadas ineficiências básicas.

8. Criar um gráfico de indicadores.

A criação de um gráfico de indicadores permite compreender e analisar as melhorias alcançadas através da aplicação das tarefas da metodologia SMED. Assim, é possível identificar se estas estão a ser corretamente implementadas.

Estas 8 tarefas estão divididas em 4 estágios básicos, uma vez, que o SMED é uma metodologia que conduz à melhoria do *setup* de forma progressiva. Estes estágios encontram-se definidos na Figura 7.

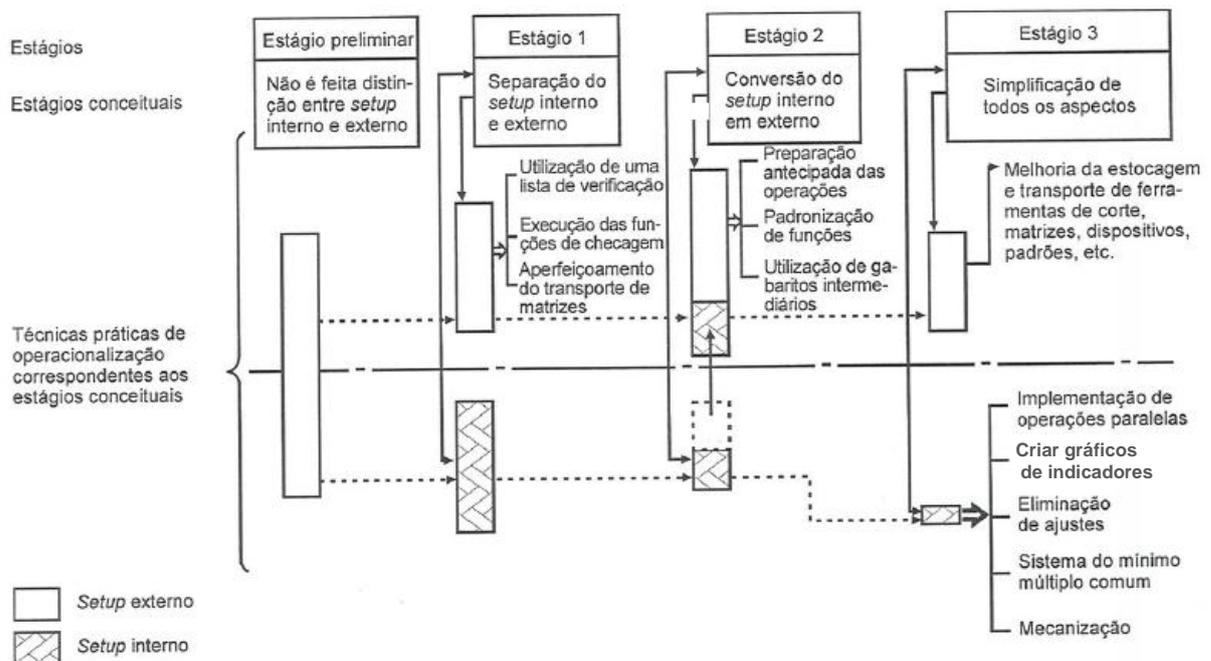


Fig.7 – Estágios e respetivas tarefas do SMED.

(Shingo, Shigeo 1996)

Shingo, Shigeo (1996) considera que 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.

A redução do *setup* de uma máquina injetora de plásticos de duas horas e meia para seis minutos e trinta e sete segundos e a troca de ferramentas de duas horas para dois minutos são exemplos de melhorias obtidas com base na implementação do SMED.

2.2.3 METODOLOGIA 5S

5S é uma metodologia que se refere a cinco práticas de organização do local de trabalho. Esta metodologia visa motivar e consciencializar toda a empresa para a importância de manter o local de trabalho mais seguro e eficiente. O nome 5S provém da primeira letra de cinco palavras japonesas: Seiri (organização), Seiton (arrumação), Seizo (limpeza), Seiketsu (uniformização) e Shitsuke (disciplina) (Lixia, Chen e Meng, Bo, 2008).

Seiri – Eliminar do local de trabalho tudo que é considerado inútil para a atividade. Assim, é preciso separar o necessário do desnecessário. Desta forma, consegue-se uma maior organização do espaço.

Seiton – Criar e identificar um lugar de armazenamento para cada material e equipamento, de modo, a facilitar a localização destes. Como resultado obtém-se uma redução do tempo despendido de procura. A Figura 8, ilustra um exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seiton.



Fig.8 – Exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seiton.

(World Class Manufacturing - <http://world-class-manufacturing.com> - acedido em 08/12/12)

Seizo – Limpar o local de trabalho é essencial para se conseguir trabalhar com qualidade. Pretende mentalizar cada um para a importância de manter a área de trabalho limpa como forma de alcançar a melhoria. A Figura 9, ilustra um exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seizo.



Fig.9 – Exemplo do antes e depois da aplicação da etapa Seiso.

(World Class Manufacturing - <http://world-class-manufacturing.com> - acedido em 08/12/12)

Seiketsu – Uniformizar todos os procedimentos que asseguram um local de trabalho organizado, limpo e seguro, possibilitando, assim, compreender e manter os progressos e melhorias alcançados.

Shitsuke – Disciplinar o grupo de trabalho para que seja possível a aplicação das etapas anteriores. Devem ser definidas regras e normas de organização, arrumação e limpeza.

A figura 10 ilustra as 5 etapas da metodologia 5S.



Fig.10 – Metodologia 5S.

(Adaptado de <http://www.tpfeurope.com> – acedido em 02/12/12)

A correta implementação da metodologia 5S proporciona benefícios para as empresas, tais como, redução do tempo despendido na procura de matérias/equipamentos, menor número de acidentes de trabalho e maior satisfação dos trabalhadores. Contudo, a sua aplicação exige uma mudança comportamental e um esforço de toda a empresa (Lixia, Chen e Meng, Bo, 2008).

3 Caracterização do Estado Atual da Empresa

Neste capítulo, será efetuada uma apresentação do processo de fundição injetada de alumínio na Sonafi e a caracterização do estado atual da empresa, com base no 1º Semestre de 2012, através da análise das mudanças de molde, assim como a especificação dos problemas encontrados no processo de mudança de molde. O objetivo é apresentar o modo como a empresa realiza as mudanças de molde, de forma, a perceber quais as possíveis áreas de melhoria.

Este capítulo está estruturado da seguinte forma: secção 3.1 apresenta o processo de fundição injetada de alumínio na Sonafi; secção 3.2 define o objeto de estudo através do levantamento de dados existentes; secção 3.3 caracteriza as mudanças de molde através do levantamento das tarefas chave, da análise da média do tempo decorrido e dos custos associados e descreve a metodologia utilizada para esta caracterização e secção 3.4 identifica os problemas encontrados nas mudanças de molde.

3.1 Fundição Injetada de Alumínio na SONAFI

A fundição injetada é um processo que consiste em injetar, a alta pressão, um metal líquido (matéria-prima) dentro de uma cavidade moldante. A fundição injetada de alumínio destina-se a grandes produções de peças metálicas de precisão elevada (Acetatos da disciplina de Processos de Fabrico II, Prof. A. Barbedo Magalhães, 2009, FEUP). Estas são peças que necessitam de acabamento superficial, como a granalhagem ou vibração que permitem retirar rebarbas e arredondar quinas para tornar a peça mais uniforme. Na maioria dos casos, as peças precisam também de ser maquinadas posteriormente. O acabamento superficial e as propriedades mecânicas das peças dependem da liga utilizada.

As vantagens da fundição injetada passam por:

- Obter peças com tolerâncias apertadas;
- Obter peças com elevado tempo de vida;
- Obter peças com boa resistência à corrosão;
- Ter elevadas cadências;
- Produzir peças de paredes finas.

Tampas de bomba de óleo, corpo da bomba de óleo e bombas de água são exemplos de componentes da indústria automóvel obtidos por fundição injetada de alumínio na Sonafi.

3.1.1 PROCESSO DE INJEÇÃO

O processo de fabrico na empresa começa com a fusão de lingotes de alumínio. Posteriormente, o metal líquido é transferido, através de colheres metálicas, isoladas com refratário, para os fornos de manutenção que existem junto às máquinas de injeção. Os fornos são aquecidos eletricamente com controlo automático de temperatura. Posto isto, dá-se o processo de injeção.

Em seguida, vai ser apresentado com algum detalhe o processo de injeção.

Existem dois processos de fundição injetada: o processo de câmara quente e o processo de câmara fria – Figura 11.

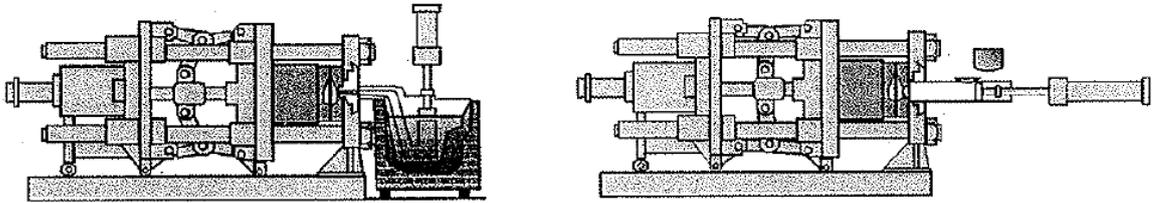


Fig.11 – À esquerda, exemplo de uma máquina de fundição injetada em câmara quente. À direita, exemplo de uma máquina de fundição injetada em câmara fria.

(Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”)

No processo de câmara quente a câmara de injeção, encontra-se quente, uma vez que, está submersa no metal.

No processo de câmara fria, que é o realizado na Sonafi, a camisa ou câmara de injeção, encontra-se fria em relação à temperatura do metal nela vazado, pois situa-se fora do forno de manutenção que por sua vez é adjacente à máquina de fundição. O processo de injeção inicia-se com a recolha de uma determinada quantidade de metal do forno de manutenção, através de um sistema de transferência de metal, que posteriormente é colocado na camisa, como ilustra a figura 12. A quantidade de metal é pré-definida e permite encher na totalidade a cavidade, o sistema de canais de alimentação e que possibilite ter uma bolacha espessa o suficiente, de forma a que o metal continue líquido à medida que se inicia a solidificação. Este facto advém da necessidade de ser aplicada pressão sobre o fundido através do canal de alimentação.

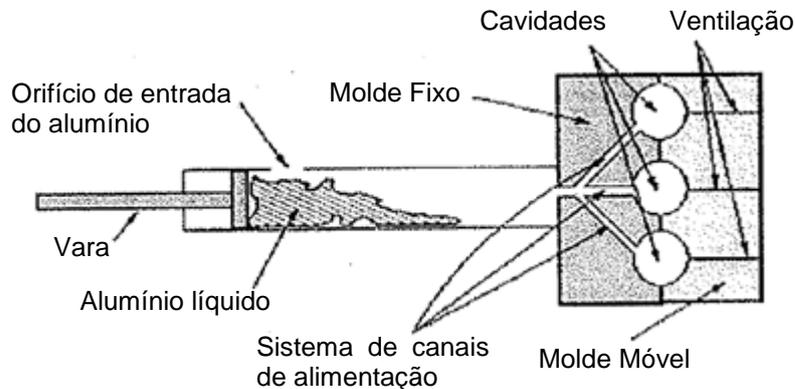


Fig.12 – Processo de câmara fria.

(Adaptado de Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”)

Este processo divide-se em 3 fases.

Na 1ª fase o pistão de injeção, situado na extremidade da vara, atuado pela pressão fornecida por um sistema hidráulico, desloca-se a baixa velocidade empurrando a liga. Nesta fase, o objetivo é deslocar o alumínio líquido até à entrada da cavidade moldante em regime de fluxo laminar de forma a não incorporar ar no metal líquido.

Na 2ª fase, denominada “fase de enchimento”, quando a liga atinge a entrada da cavidade, a velocidade do pistão aumenta levando ao enchimento da cavidade do molde. Este enchimento deve ser realizado rapidamente para que não exista o arrefecimento precoce da liga.

Na 3ª fase, denominada “fase de compactação”, é aplicada uma elevada pressão ao pistão com a finalidade de compactar a liga, que está perto da sua temperatura de solidificação, quando o molde está cheio (Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”).

Destas 3 fases resulta o jito – Figura 13.

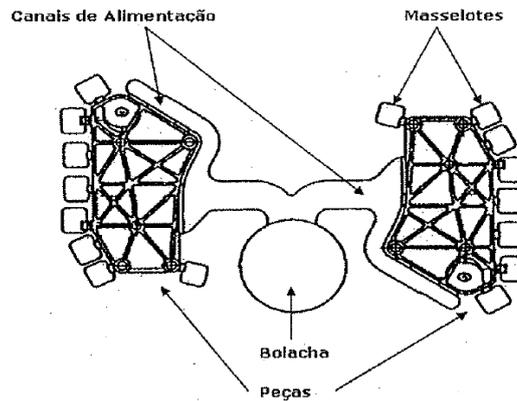


Fig.13 – Jito (cinfu)

(Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”)

Este é constituído por:

- Peça fundida – produto que se pretende obter do processo;
- Alimentação – parte fundida originada do enchimento do canal de alimentação no decorrer da injeção do metal para a cavidade;
- Bolacha – parte do metal fundido que se mantém no interior da camisa de injeção. Esta vai possibilitar a continuidade quer do enchimento, quer da pressão de injeção;
- Masselotes – são formas bem definidas que estão gravadas ao longo da cavidade. Têm as funções de limpeza das impurezas que existem no molde provenientes da lubrificação e proporcionar o escoamento do ar evitando a sua localização no interior da peça.

A bolacha deve ser a última parte do jito a solidificar, pois se esta ou o canal de alimentação solidificarem primeiro que o metal na cavidade, a 3ª fase não terá efeito dando origem a peças defeituosas (Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”).

Terminado o processo de injeção, faz-se o corte do jito e da película nas prensas hidráulicas, colocadas também elas junto às máquinas de injeção. Em seguida, as peças produzidas são limpas e sofrem os processos de acabamento superficial e de maquinagem, se necessário. Ao longo do processo de fabrico é realizado um controlo do processo e do produto, em regime de auto controlo ou com a participação e o apoio de elementos do controlo do processo e qualidade.

3.1.2 MOLDE PARA INJEÇÃO DE ALUMÍNIO

O molde de injeção é uma ferramenta que contém uma inserção/cavidade moldante, que tem o tamanho e forma da peça que se pretende produzir, no qual será injetado o metal líquido, que ao solidificar dará origem à peça fundida. O molde deve ser capaz de produzir milhares de injeções e de ter uma resistência suficiente para conseguir suportar e resistir às elevadas forças exercidas pela máquina de injeção (Acetatos da disciplina de Processos de Fabrico II, Prof. A. Barbedo Magalhães, 2009, FEUP).

Um molde poderá ter uma única cavidade, molde de cavidade simples, ou várias cavidades, molde de cavidades múltiplas - Figura 14. No molde de cavidade simples só é produzida uma peça por cada ciclo de injeção, enquanto no molde de cavidades múltiplas produz-se, por cada ciclo de injeção, um número de peças que depende do número de cavidades existentes.

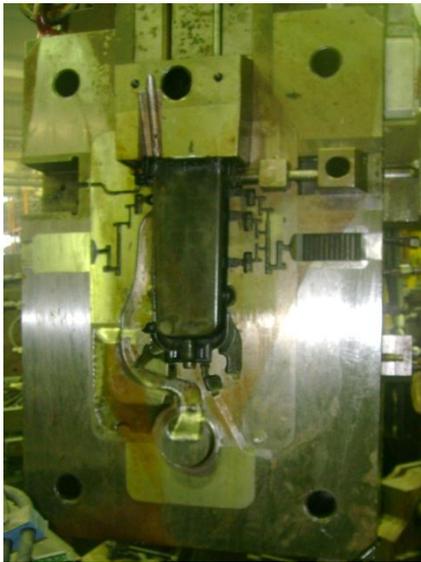


Fig.14 – Exemplo de um molde de cavidade simples (à esquerda) e de um molde de cavidades múltiplas (à direita) existentes na Sonafi.

O molde é constituído pelos seguintes elementos, que variam de acordo com a complexidade da peça e com determinadas características do processo:

- Estrutura do lado móvel;
- Estrutura do lado fixo;
- Inserções;
- Sistema de alimentação;
- Sistema de extração;
- Gavetas;
- Squeeze-pin (compactador externo que tem a função de compactar uma determinada zona da peça com a finalidade de eliminar possíveis defeitos localizados);
- Acessórios (Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”).

A estrutura do molde consiste num bloco de aço que tem a função de sustentar todos os elementos que constituem o molde.

Para facilitar a remoção do jito, o molde é constituído pelo molde móvel e molde fixo, em que a linha que os separa tem o nome de linha de apartação.

O molde fixo é montado no prato fixo da máquina, onde deverá ser também ajustada a camisa de injeção. Tem como função moldar a parte da peça que está gravada nas inserções deste molde. Para a sua fixação ao prato da máquina podem ser utilizados granzepes ou calços de aperto. Deverá ainda possuir pernos-guia, que asseguram o alinhamento entre o molde fixo e móvel (Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”).

O molde móvel é montado ao prato móvel, que se movimenta para a frente e para trás de forma a abrir e fechar o molde, e tem a mesma função do molde fixo. O jito deve ficar “agarrado” ao molde móvel durante a abertura do molde, logo tem de ter acoplado o sistema de extração que permite expulsar o jito do molde. Este sistema é constituído por pernos de extração que atravessam o molde móvel a partir de furos que existem no molde. Os pernos são atuados pela placa extratora que é acionada pela máquina depois do molde abrir e a peça estar pronta a sair. O sistema de extração é constituído pelos pernos impulsores que permitem o funcionamento da placa extratora do molde através do movimento transmitido pela máquina.

O sistema de alimentação é constituído por canais que permitem a deslocação do metal desde a camisa de injeção até à inserção do molde.

Ambas as partes do molde têm meia cavidade moldante e o respetivo sistema de refrigeração e de aquecimento. A temperatura das superfícies das cavidades do molde é máxima após cada injeção e mínima após o jito ser ejetado. Este diferencial de temperatura deve ser uniforme para que seja possível obter peças de boa qualidade.

Devido à complexidade de algumas peças, estas não podem ser produzidas em moldes que possuam um único sentido de abertura, logo faz com que seja necessário a existência de gavetas para os moldes destas peças. Estas vão moldar as zonas da peça perpendiculares à direção de abertura do molde, podendo ser acionadas mecanicamente, através de pinos, que existem normalmente no molde fixo, que obrigam as gavetas a descer quando o molde fecha, figura 15, ou hidraulicamente, através de cilindros hidráulicos, ou ambos (Boas, Villas; “Cinfu-Fundição Injetada: princípios e equipamentos”).

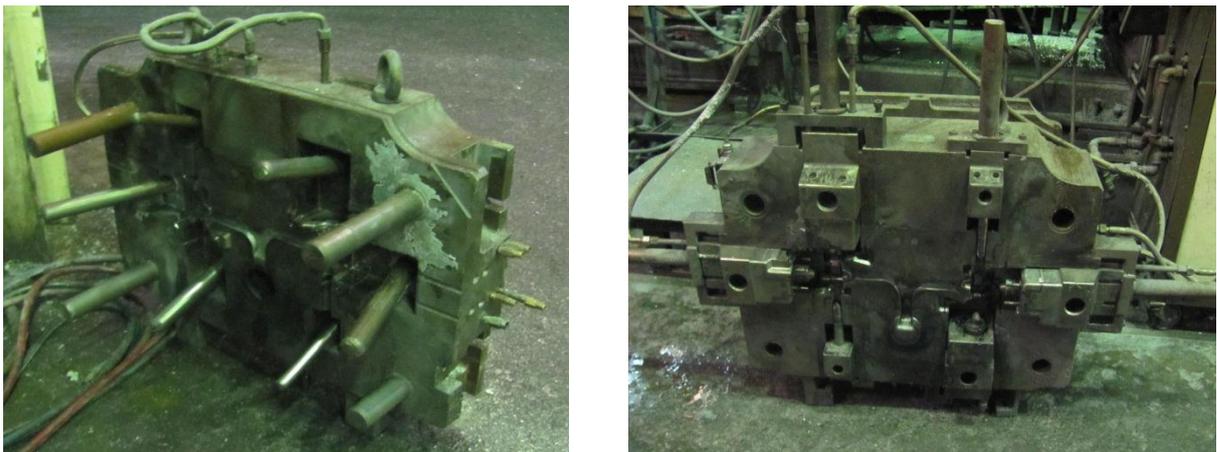


Fig.15 – Molde fixo (à esquerda) e Molde móvel com gavetas mecânicas (à direita).

Existe normalmente uma relação entre o tamanho do molde e a máquina em que este trabalha. Moldes maiores são geralmente mais difíceis de desmontar e montar na máquina.

3.2 Definição do Objeto de Estudo Através do Levantamento de Dados Existentes

De modo, a possibilitar a definição do objeto de estudo, foi realizado um estudo da situação atual da empresa sustentado nos dados existentes referentes ao 1º Semestre de 2012, ou seja,

nas primeiras 30 semanas do ano (a semana 31 não foi estudada por se tratar de uma semana atípica). O resultado desse estudo será apresentado com detalhe em seguida.

- Número de Mudanças de Molde

Na Sonafi existem mudanças de molde planeadas e não planeadas - figura 16.



Fig.16 – Esquema representativo do tipo de mudanças de molde existentes.

As mudanças planeadas são aquelas que estão previstas acontecer e que fazem parte do planeamento semanal da fundição, contrastando com as não planeadas, que resultam de imprevistos que possam surgir e que implicam alterações ao planeamento. Acidentes com os moldes (exemplos: partir um perno, ficar uma peça presa dentro da cavidade, entre outros), avarias nas máquinas, atrasos na receção de moldes, atrasos na desmontagem/montagem de moldes e por vezes a existência de alterações nas necessidades de produção são alguns imprevistos que obrigam a modificações do planeamento. Na Figura 17, apresenta-se o número de mudanças de molde planeadas para cada máquina em função da semana, onde cada um dos números 2.06 a 11.22 designa uma máquina específica.

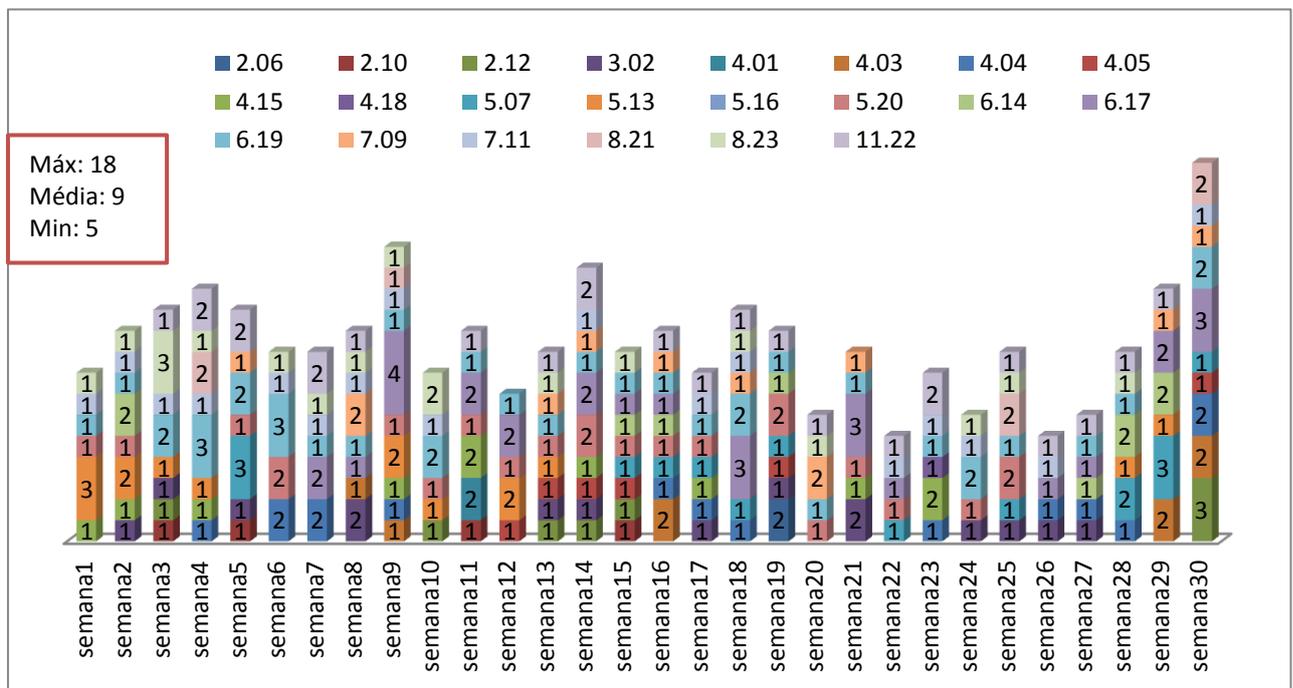


Fig. 17 – Número de mudanças de molde planeadas no 1º Semestre de 2012.

As mudanças de molde realizadas representam o conjunto das mudanças planeadas e não planeadas. Estas referem-se às mudanças que efetivamente foram concretizadas. Na Figura 18, apresenta-se o número de mudanças de molde realizadas para cada máquina em função da semana, bem como, o erro semanal das mudanças planeadas em relação às realizadas.

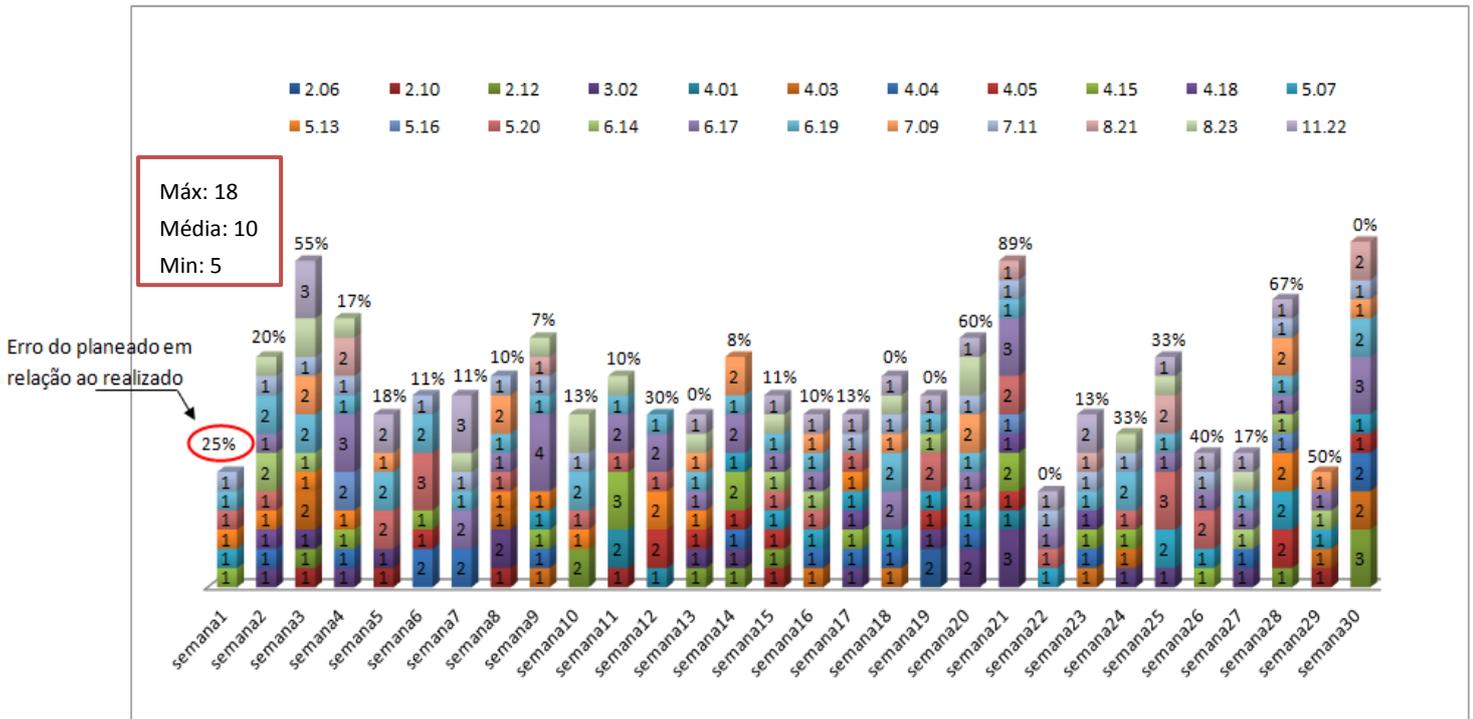


Fig. 18 – Número de mudanças de molde realizadas no 1º Semestre de 2012.

A análise da figura 17 e 18 permite concluir que são planeadas em média 9 mudanças de molde por semana, no entanto, em média, 10 mudanças são realizadas. A diferença entre as mudanças de molde planeadas e realizadas é de 12.5%, ou seja, este valor representa o erro médio das mudanças planeadas em relação as realizadas no 1º semestre de 2012. Isto decorre do facto, de como já referido anteriormente, existirem situações imprevistas e, por vezes, incontrolláveis que obrigam à realização de mudanças que não estavam planeadas.

As mudanças realizadas subdividem-se em mudanças de ensaio e de produção. As primeiras dizem respeito a moldes/referências que são novos, que nunca produziram e que vão ser montados pela primeira vez. As mudanças de produção dizem respeito a moldes/referências que já são conhecidos da produção. A Figura 19 apresenta uma comparação relativamente ao número de mudanças de ensaio e de produção em função da semana.

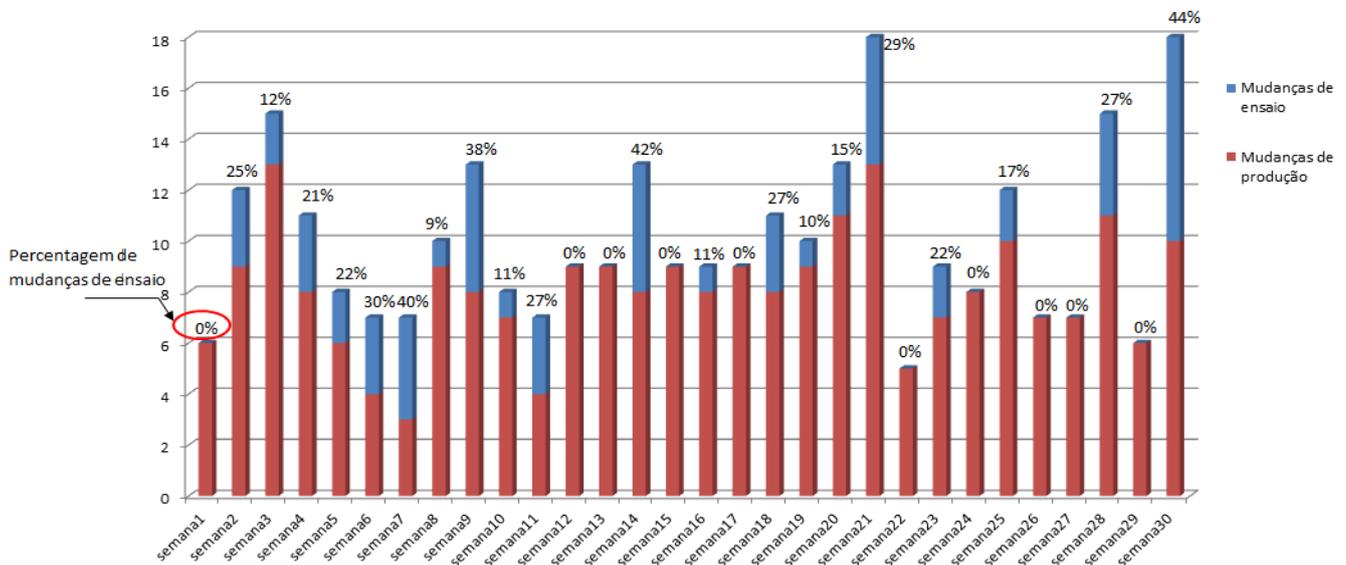


Fig. 19 – Número de mudanças de ensaio e de produção realizadas no 1º Semestre de 2012.

A partir da Figura 19 é possível observar que, na Sonafi, durante o 1º Semestre de 2012, realizaram-se 318 mudanças de molde, das quais 60 foram mudanças de ensaio, ou seja, representando 19% do total das mudanças realizadas, tendo um peso pouco significativo. Desta forma, entende-se que a maior parte das mudanças realizadas correspondem a mudanças de produção. Por este motivo, será sobre estas que o estudo incidirá.

- Identificação da referência com maior número de mudanças de molde na Sonafi

De forma a identificar qual a referência com maior número de mudanças na empresa, construiu-se um gráfico de Pareto, onde está representado o número de mudanças de molde em função de todas as referências existentes na Sonafi. A curva a vermelho apresenta as percentagens cumulativas do número de mudanças de molde para cada referência - Anexo A.

Da análise da figura, do Anexo A, observa-se que é a referência 480 a que sofre maior número de mudanças de molde (7.4%). Em contrapartida, as referências 277, 364, 459, 493, 499, 504, 510 e 525 são as que têm menor número de mudanças, em conjunto, têm uma percentagem de número de mudança de molde de 7.4%.

- Identificação das máquinas com maior número de mudanças

A análise da figura 18 permite verificar que as máquinas com maior número de mudanças de molde são: 3.02, 4.15, 6.17, 5.20, 11.22 (foram consideradas aquelas que tivessem 3 ou mais mudanças por semana). Por este motivo, seriam estas as máquinas utilizadas como objeto de estudo. A figura 20 representa o número de mudanças de molde realizadas no 1º Semestre de 2012 para cada família de máquinas.

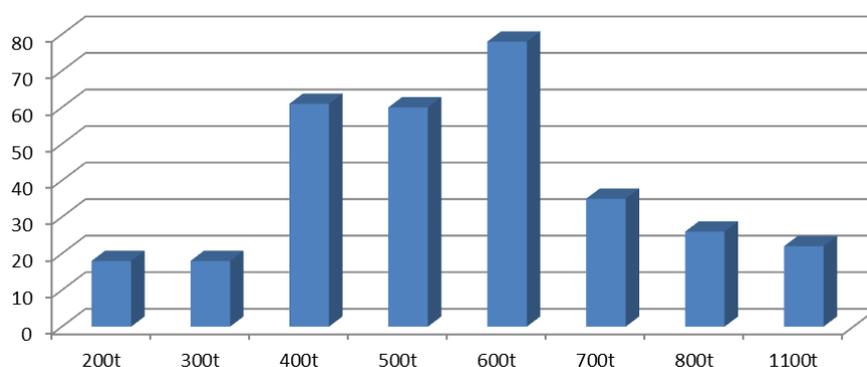


Fig. 20 – Número de mudanças de molde realizadas para cada família de máquinas no 1º semestre de 2012.

Constata-se que é a família de máquinas de 600 toneladas que têm um maior número de mudanças.

- Identificação das referências com maior número de mudanças de molde, nas máquinas com maior número de mudanças

Após a identificação das máquinas com maior número de mudanças de molde, foi realizado um estudo sobre quais as referências que têm maior número de mudanças de molde nessas máquinas. Através da análise das figuras, que constam nos Anexos B, C, D, E e F conclui-se que:

- ✓ Na máquina 3.02 as referências 292 e 376 são as que têm um maior número de mudanças de molde;
- ✓ Na

MÁQUINAS	TEMPO DE MUDANÇA DE
----------	---------------------

 máquina 4.15 as referências 269 e 511 são as que têm um maior número de mudanças de molde;
- ✓ Na máquina 5.20 as referências 138 e 404 são as que têm um maior número de mudanças de molde;
- ✓ Na máquina 6.17 as referências 480 e 509 são as que têm um maior número de mudanças de molde;
- ✓ Na máquina 11.22 as referências 487 e 397 são as que têm um maior número de mudanças de molde.

Estas referências nestas máquinas deveriam constituir o objeto de estudo. Contudo, não foi possível acompanhar as mudanças de molde nestas máquinas, devido a ser difícil conciliar a produção com o horário normal de trabalho. Acrescenta-se ainda que as necessidades de produção/necessidades dos clientes não se mantêm iguais ao longo do ano, ou seja, as necessidades do 1º semestre não são iguais às do 2º. Normalmente, as necessidades dos clientes no 1º semestre ronda os 60%, enquanto no 2º anda a volta dos 40%. Para além disto, a existência de percalços fazem com que algumas mudanças se atrasem e não ocorram conforme o planeado. Sendo assim, o conjunto máquina-molde 3.02-322.06a, 3.02-292.02c, 4.05-511.02a, 4.05-510.01a, 5.07-451.04b, 5.07-499.01b, 5.07-498.01b, 5.20-295.01a, 5.20-223.10a, 6.19-494.01a e 6.19-502.01a passaram a ser o objeto de estudo, pois foram nestes que se analisou o processo de mudança de molde. No entanto, não foi possível implementar as ações de melhoria nos conjuntos máquina-molde onde foi efetuado o levantamento das tarefas de montagem e desmontagem, devido a ser difícil conciliar a produção com o horário normal de trabalho. Logo, foram implementadas a conjuntos que não tinham sido alvo de estudo, como é o caso do conjunto 7.09-398.04b, 7.09-464.02a, 7.09-487.01a, 7.11-476.01a e 7.11-477.01a, como será comprovado no capítulo 4.

No Anexo G encontram-se exemplos de peças produzidas nos moldes em estudo.

- Análise da quantidade de máquinas que representam as mudanças de molde

Na tabela 2 encontra-se os tempos de mudança de molde, estes vão desde a paragem da máquina até à produção da 1ª peça boa.

	REFERÊNCIA	MOLDE (H)
3.02	322.06a/292.02c	7
4.05	511.02a/510.01a	14
5.07	451.04b/499.01b	11
	499.01b/498.01b	11
5.20	295.01a/223.10a	8
6.19	494.01a/502.01a	7
7.09	487.01a/398.03b	9
	398.04b/464.02a	8
7.11	476.01a/477.01a	6
	Média	9

Tabela 2- Tempos de mudança de molde referentes a cada máquina.

Na Sonafi, existem 23 máquinas que trabalham 24 horas por dia durante 5 dias por semana, o que corresponde a 230 dias úteis de trabalho ao fim de um ano, este facto decorre da existência de 3 turnos de trabalho. Assim, foi calculado o número de horas de trabalho disponíveis num ano para uma máquina.

$$\begin{aligned} \text{Número de horas de trabalho disponíveis para uma máquina} &= 230 \times 24 \\ &= 5520 \text{ h/ano (1)} \end{aligned}$$

Posteriormente, calculou-se o número de horas que as mudanças de molde ocupam num ano.

$$\text{Horas de mudança de molde num ano} = 10 \times 9 \times 48 = 4320 \text{ h (2)}$$

Na fórmula (2), o 10 representa o número médio de mudanças realizadas por semana, figura 18, o 9 a duração média de uma mudança de molde e 48 o número de semanas de trabalho num ano.

Comparando os valores obtidos em (1) e (2), percebe-se que uma mudança de molde ocupa praticamente o tempo de produção de uma máquina num ano. Assim, conclui-se que basicamente só 22 máquinas é que produzem.

- Análise do peso das mudanças de molde na produção

Esta análise foi iniciada com o cálculo do número de horas de trabalho disponíveis num ano.

$$\text{N}^\circ \text{ de horas de trabalho/ano} = 230 \times 24 \times 23 = 126\,960 \text{ h} \quad (3)$$

Em seguida, calculou-se o número de mudanças de molde realizadas num ano. A fórmula (4) mostra o valor obtido, em que 10 representa o número médio de mudanças realizadas por semana, figura 18, 4 o número de semanas num mês e 11 o número de meses de trabalho.

$$\text{N}^\circ \text{ de mudanças de molde/ano} = 10 \times 4 \times 11 = 440 \text{ mudanças} \quad (4)$$

A fórmula (5) indica o número de mudanças de molde num ano em horas, em que 9 representa a duração média de uma mudança de molde.

$$N^{\circ} \text{ de horas de mudanças de molde/ano} = 440 \times 9 = 3960 \text{ h} \quad (5)$$

Com base nas fórmulas (3) e (5) foi contabilizado o número de horas de produção num ano.

$$N^{\circ} \text{ de horas de produção/ano} = 126\,960 - 3960 = 123\,000 \text{ h} \quad (6)$$

Por fim, determinou-se o peso que as mudanças de molde têm na produção.

$$\text{Peso das mudanças de molde na produção} = (3960 \times 100)/126960 = 3,12\% \quad (7)$$

3.3 Caracterização das Mudanças de Molde

3.3.1 METODOLOGIA UTILIZADA PARA A CARACTERIZAÇÃO DAS MUDANÇAS DE MOLDE

A metodologia seguida para caracterizar as mudanças de molde foi a seguinte:

- 1ª Fase: Acompanhamento das mudanças de molde;
- 2ª Fase: Análise das mudanças de molde.

A 1ª Fase consistiu na observação de várias mudanças de molde com o intuito de recolher a informação necessária que permitisse caracterizar todo o processo. As várias tarefas realizadas no decorrer de uma mudança foram registadas - registo documental e fotográfico -, e apoiadas com base no que foi visualizado e no conhecimento e experiência dos operadores responsáveis pelas mudanças de molde. A cada tarefa foi associado um tempo, cronometrado, tendo sido utilizado para o estudo de tempos das mudanças de molde. As máquinas onde foram acompanhadas as mudanças de molde foram as de 320, 400, 500, 560 e 660 toneladas.

A 2ª Fase teve como objetivo analisar e organizar toda a informação recolhida na 1ª Fase, para que fosse possível identificar os possíveis modos de falha.

3.3.2 LEVANTAMENTO DAS TAREFAS CHAVE A EXECUTAR DURANTE UMA MUDANÇA DE MOLDE

Uma mudança de molde divide-se em duas fases: desmontagem e montagem do molde. Após várias visualizações de mudança de molde foi possível identificar todas as tarefas a realizar nas duas fases, as quais foram agrupadas em tarefas chave, de forma a poderem ser analisadas como grupos de tarefas.

DESMONTAGEM

Por desmontagem entende-se a ação de retirar o molde da máquina. A figura 21 apresenta as tarefas chave que fazem parte da desmontagem.

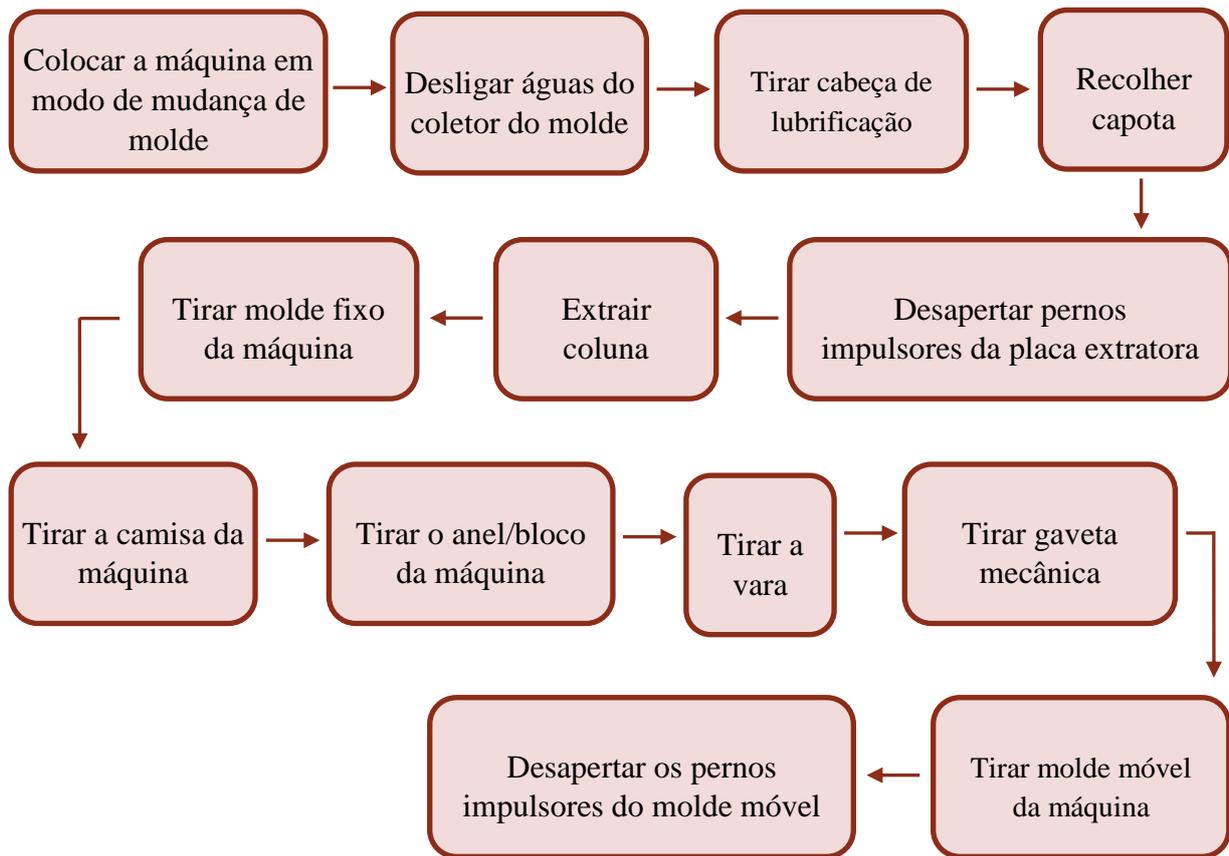


Fig. 21 – Tarefas chave a realizar na desmontagem do molde.

Em seguida, vão ser apresentadas com maior pormenor algumas tarefas da desmontagem.

- *“Colocar a máquina em modo de mudança de molde”*

Para dar início à desmontagem é necessário colocar a máquina em modo de mudança de molde. Este procedimento é bastante importante uma vez que é ele que permite que o montador faça o seu trabalho em segurança.

- *“Desligar águas do coletor do molde”*

O molde tem sistemas de refrigeração que fazem com que o molde não aqueça demasiado e dilate. Este sistema é composto por dois tipos de mangueiras: as mangueiras de água fria e quente. As primeiras são consideradas as de entrada, levam a água para o molde. As segundas são as de saída, água sai do molde. Visto isto, é necessário desligar as águas do coletor antes de tirar o molde da máquina.

- *“Tirar cabeça de lubrificação”*

A lubrificação do molde pode ser feita de 3 formas distintas: manualmente, por robot ou através de um lubrificador. No caso do lubrificador, em algumas máquinas, o suporte da cabeça de lubrificação está fixa à capota da máquina. A cada máquina corresponde uma cabeça de lubrificação. Esta tem de ser adaptada a cada molde que entra na máquina. Esta adaptação consiste em acrescentar ou retirar válvulas. A cabeça é retirada na desmontagem e levada pelo Controlo do Processo para a limpar e a adaptar ao molde que irá ser montado.

- *“Recolher capota”*

A capota da máquina tem de ser recolhida, para que seja possível a entrada e saída do molde, pela parte superior, da máquina. Na Sonafi existem máquinas com ou sem capota. As que têm capota podem ser elétricas ou manuais. No caso das elétricas, a recolha é feita através do

painel de comandos da máquina. Já nas manuais, o operador tem de usar a força para proceder à recolha. A Figura 22 representa uma máquina de injeção da Sonafi, onde é possível visualizar a capota da máquina recolhida.



Fig. 22 – Máquina de injeção com capota recolhida.

- *“Desapertar pernos impulsores da placa extratora”*

Os pernos impulsores pertencem à máquina e estão aparafusados ao molde móvel e à placa extratora da máquina. Na desmontagem é necessário desapertar os pernos, de forma, a possibilitar, posteriormente, desmontar o molde móvel da máquina, uma vez que, ao ser retirado do prato móvel, traz consigo os pernos impulsores. Em algumas máquinas esta tarefa pode ser automática ou manual. Na Figura 23 encontra-se a placa extratora.

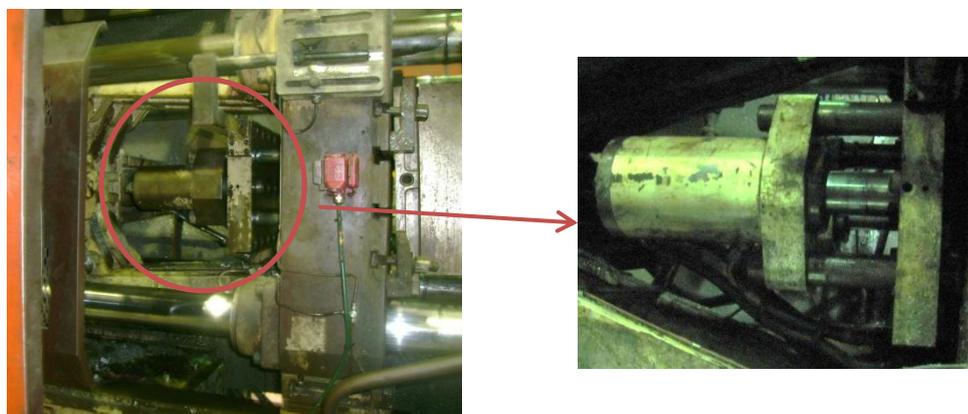


Fig. 23 – Placa extratora.

- *“Extrair coluna”*

As máquinas possuem 4 colunas, Figura 24, que estão montadas nos cantos dos pratos da máquina, sendo uma retrátil. É ao longo delas que desliza o prato móvel. A coluna retrátil das máquinas pode ser automática ou manual. Para as máquinas com coluna retrátil manual a tarefa *“Extrair Coluna”* só é realizada no caso de o molde ser de grandes dimensões e no caso de o molde ter gavetas hidráulicas, o que dificulta a passagem do molde por entre as colunas da máquina. Quando as gavetas são mecânicas e o molde é de grandes dimensões, não se retira a coluna mas sim a gaveta, uma vez que extrair e fechar a coluna manualmente é um procedimento bastante complexo e demorado. Já nas máquinas que têm coluna retrátil automática, uma vez que a abertura e fecho são feitos através do painel de comandos, opta-se mover a coluna sempre que seja necessário.

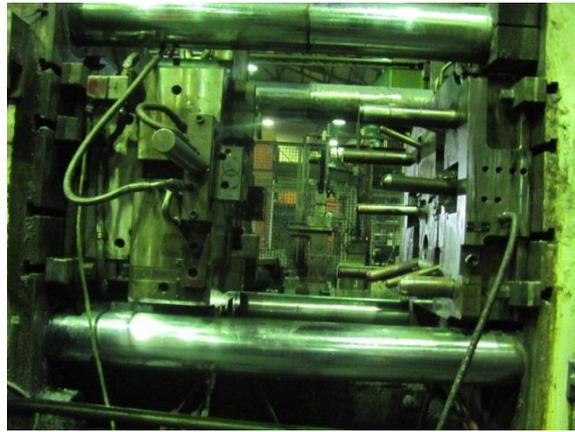


Fig. 24 – Colunas.

- “Tirar molde fixo da máquina” e “Tirar molde móvel da máquina”

Para retirar o molde fixo e móvel da máquina é preciso realizar as seguintes tarefas:

- Prender os moldes à ponte;
- Desapertar os calços (parafusos, porcas e anilhas) e/ou granzepes (parafusos), que são os elementos de fixação usados para prender os moldes aos respectivos pratos, Figura 25;



Fig. 25 – Calços (à esquerda) e granzepe (à direita).

- Soltar as mangueiras de água do coletor ou do caudalímetro;
- Soltar as mangueiras de água do molde;
- Soltar as mangueiras de óleo, caso existam;
- Soltar mangueiras hidráulicas, caso o molde possua gavetas hidráulicas;
- Tirar extensão elétrica de segurança da extração, caso o molde possua gavetas;
- Tirar extensão elétrica de segurança do radial, caso o molde possua gavetas hidráulicas;
- Tirar gavetas mecânicas, caso seja necessário.

- *“Tirar a camisa da máquina”*

Existem 3 tipos de camisas: as de 1ª Geração, 2ª Geração e 3ª Geração - Figura 26. As de 1ª Geração são aquelas em que a camisa fica à face do prato da máquina e o molde precisa de ter casquilho total. As de 2ª Geração são camisas que estão integradas nos moldes. As camisas de 3ª Geração entram no molde e têm um casquilho menor. Esta tarefa não existe para as camisas de 2ª Geração. No entanto, também só existe para os outros dois tipos de camisas se o molde que vai ser montado possuir um diâmetro de camisa diferente da do molde que foi desmontado ou, ainda, se ambos tiverem o mesmo diâmetro de camisa mas esta precisar de ser trocada por se encontrar danificada.



Fig. 26 – Camisa de 3ª Geração (à esquerda), Camisa de 2ª Geração (ao centro) e Camisa de 1ª Geração (à direita).

- *“Tirar o anel/bloco da máquina”*

Cada máquina tem um anel. Este é colocado no furo que existe no prato fixo, onde entrará posteriormente a camisa. Tem a função de compensar o diâmetro da camisa em relação ao do furo do prato. Esta tarefa só existe quando o anel já não se encontra nas melhores condições e necessita, por isso, de ser substituído. No entanto, existem máquinas que não têm anel mas sim um bloco que é trocado quando se altera a posição de injeção.

- *“Tirar vara”*

Existe quando o molde que foi desmontado e o molde que vai ser montado tiverem comprimentos de varas diferentes ou quando a vara se encontra danificada.

- *“Tirar gaveta mecânica”*

Esta tarefa, como já foi referido na tarefa *“Extraír coluna”*, só é realizada quando os moldes que vão ser desmontados, nas máquinas que possuam colunas retráteis manuais, são de elevadas dimensões.

- *“Desapertar os pernos impulsores do molde móvel”*

O molde móvel quando é retirado do prato móvel traz consigo os pernos impulsores. Estes têm de ser desapertados do molde móvel para que possam ser aparafusados ao próximo molde a montar.

MONTAGEM

Montagem significa a ação de colocar o molde na máquina. Antes do processo de montagem pressupõem-se a existência do processo de desmontagem. Na figura 27, encontra-se a sequência das tarefas chave para a montagem do molde.

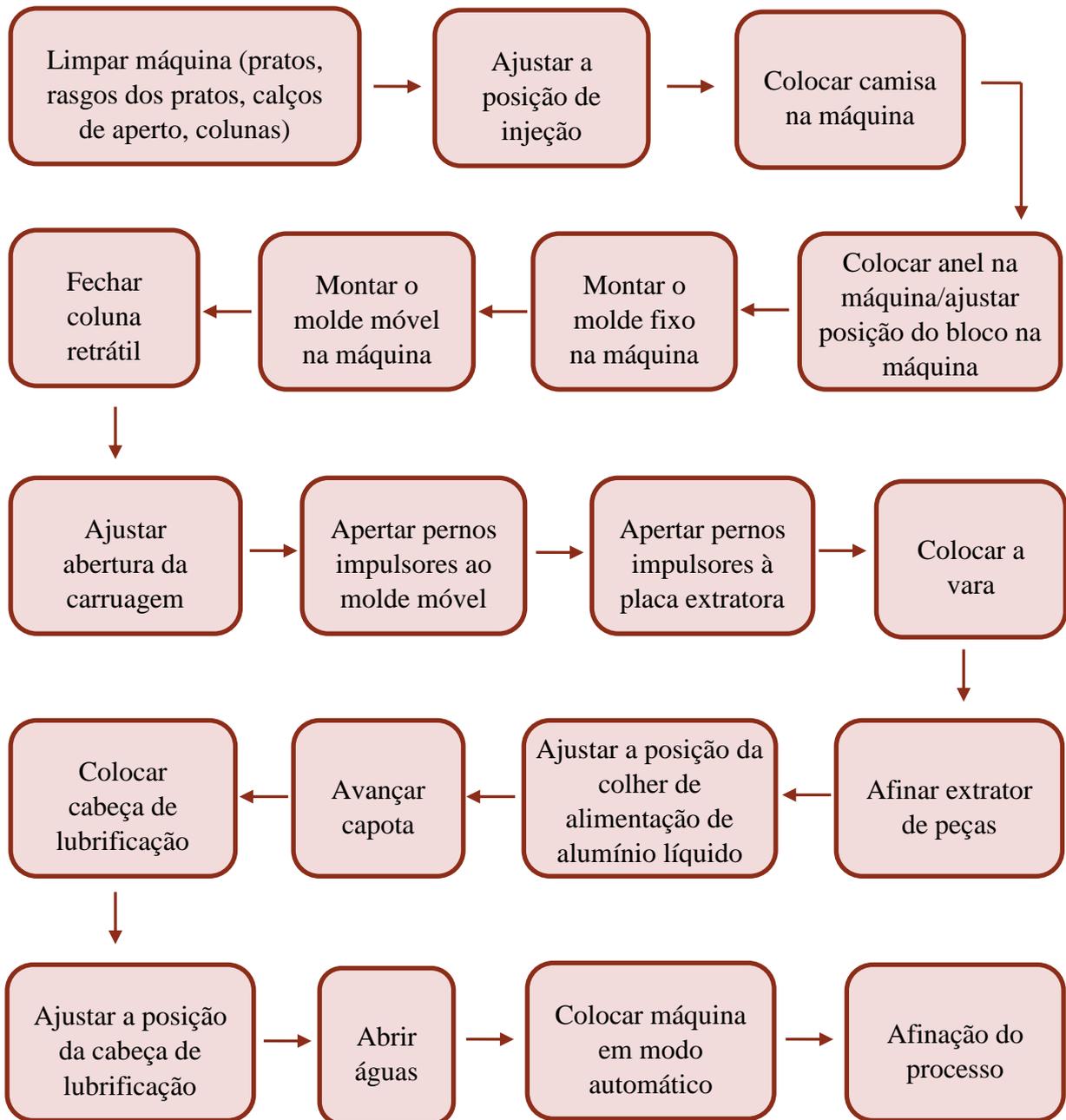


Fig. 27 – Tarefas chave a realizar na montagem do molde.

Seguir-se-á uma explicação detalhada das tarefas chave realizadas na montagem do molde.

- *“Limpar máquina (pratos, rasgos dos pratos, calços de aperto e colunas) ”*

A montagem do molde inicia-se pela limpeza da máquina, abrangendo os pratos da máquina, os rasgos dos pratos, as colunas e os calços de aperto do molde à máquina. Os pratos da máquina devem ser bem limpos para que seja possível garantir paralelismo entre os pratos e o molde e assegurar assim um bom aperto entre os dois.

- *“Ajustar posição de injeção”*

A cada molde corresponde uma posição de injeção. Para as máquinas COLÓCIO existem 3 tipos de posições: a inferior, a intermédia e a superior. A posição tem de ser alterada quando a posição de injeção do molde que foi desmontado é diferente da do molde que irá ser montado. Existem máquinas em que essa alteração é feita automaticamente e outras em que se tem de fazer manualmente.

- *“Colocar camisa na máquina”*

Como já foi referido nos procedimentos de desmontagem, só existe troca da camisa caso esta esteja danificada ou o diâmetro da camisa do molde a desmontar não corresponda ao diâmetro da do molde a montar.

- *“Colocar anel na máquina/ajustar posição do bloco na máquina”*

Para as máquinas que têm anel, esta tarefa é realizada quando o anel foi retirado na desmontagem, por não se encontrar nas melhores condições. No caso das máquinas que têm bloco, esta tarefa é efetuada quando ocorreu a necessidade de alterar a posição de injeção.

- *“Montar molde fixo na máquina”* e *“Montar molde móvel na máquina”*

Por vezes, é possível acoplar o molde fixo ao molde móvel e desta forma entram na máquina ao mesmo tempo. Isto verifica-se quando as dimensões de ambos os moldes o permitem. Para montar o molde móvel e fixo na máquina é preciso realizar as seguintes tarefas:

- Prender os moldes à ponte;
- Colocar o calços (parafusos, anilhas e porcas) e/ou granzepes (parafusos) no locais de aperto do molde móvel e do molde fixo;
- Fazer o aperto dos elementos de fixação do molde aos pratos da máquina;
- Ligar as mangueiras de água ao molde;
- Ligar as mangueiras de água ao coletor ou ao caudalímetro;
- Ligar as mangueiras de óleo, caso existam;
- Ligar mangueiras hidráulicas, caso o molde possua gavetas hidráulicas;
- Colocar extensão elétrica de segurança da extração, caso o molde possua gavetas;
- Colocar extensão elétrica de segurança do radial, caso o molde possua gavetas hidráulicas;
- Tirar gavetas mecânicas, caso seja necessário para a entrada do molde na máquina.
- *“Fechar coluna”*

Como já foi referido nas tarefas da desmontagem, esta tarefa nem sempre é executada.

- *“Ajustar a abertura da carruagem”*

Todos os moldes têm espessura diferentes. Por esse motivo, é preciso ajustar a abertura da carruagem ao molde que irá ser montado, de forma a permitir que na altura de fecho do molde, o molde móvel encoste totalmente no molde fixo.

- *“Apertar pernos impulsores ao molde móvel”*

Esta tarefa tem de ser realizada sempre.

- *“Apertar pernos impulsores à placa extratora”*

Como já mencionado nas tarefas de desmontagem, esta tarefa pode ser automática ou manual.

- *“Colocar a vara”*

Esta tarefa é realizada quando na desmontagem existiu a necessidade de tirar a vara.

- *“Afinar o extrator de peças”*

Na Sonafi existem 3 modos de retirar o jito do molde: manual, robot e extrator de peças. No caso do extrator de peças, Figura 28, por vezes, existe a necessidade de o afinar. Esta afinação consiste em mover verticalmente e/ou horizontalmente a garra do extrator, de forma, a que esta fique colocada na direção da bolacha, uma vez que, a garra deve agarrar o jito pela bolacha para o retirar do molde móvel. Esta tarefa tem de ser sempre elaborada depois de montado o molde e a abertura da carruagem estar ajustada, visto que, só assim se conhece a posição correta em que deve estar o extrator.



Fig. 28 – Extrator de peças afinado de acordo com a bolacha do molde móvel.

- *“Ajustar a posição da colher de alimentação de alumínio líquido”*

Esta tarefa realiza-se quando se efetua a tarefa “Ajustar a posição de injeção”. Nestes casos, existe a necessidade de subir ou descer a colher, consoante a posição de injeção, de forma a permitir que esta vaze a liga junto à camisa.

- *“Avançar capota”*

Depois do molde estar montado, deve-se efetuar esta tarefa.

- *“Colocar cabeça de lubrificação”*

No caso da máquina trabalhar com lubrificador, para se efetuar esta tarefa é preciso deslocar o prato móvel para trás, para que seja possível descer o suporte da cabeça de lubrificação. De seguida, tanto para o robot como para o lubrificador, é montada a cabeça de lubrificação, depois de estar limpa e adaptada ao molde pelo Controlo do Processo.

- *“Ajustar a posição da cabeça de lubrificação”*

Esta tarefa é realizada quando a lubrificação é realizada através do lubrificador. A cabeça deve estar localizada a meio do molde. Este ajuste consiste em centrar a cabeça de lubrificação entre os meios moldes e deve ser feito sempre que isto não se verifica.

- *“Abrir as águas”*

Esta tarefa consiste na abertura das águas de entrada e saída do molde no coletor do molde.

- *“Colocar a máquina em modo automático”*

Esta tarefa é realizada depois do molde já estar montado e a máquina pronta a trabalhar.

- “*Afinação do processo*”

O controlo do Processo dirige-se à máquina, depois do operador ter realizado todas as tarefas que lhe competiam na montagem, para afinar os parâmetros da máquina, direcionar as válvulas de lubrificação para os locais onde estas devem incidir e afinar as fotocélulas. As fotocélulas verificam se o jito completo saiu do molde, caso isto não se verifique a máquina pára. A afinação serve para colocar as fotocélulas a incidir sobre pontos estratégicos do jito.

Idealmente o tempo de uma mudança de molde é contabilizado desde a última peça de produção até à primeira peça “boa” produzida. Contudo, neste trabalho o estudo focou-se apenas nas tarefas de desmontagem e montagem, não analisando o arranque da máquina. Uma vez que este tem várias variáveis, iria provocar erros de leitura ao analisar os tempos de mudança de molde após a implementação das ações de melhoria.

3.3.3 ANÁLISE DA MÉDIA DE TEMPO DE MUDANÇAS DE MOLDE

Na fase de acompanhamento das mudanças de molde, foram registados os tempos de cada tarefa da desmontagem e montagem de molde - Anexo H. Este registo foi realizado com o objetivo de perceber quais as tarefas críticas, ou seja as que possuem maiores tempos, em ambas as fases da mudança de molde. Serão essas as tarefas alvo de estudo, de forma a reduzir os seus tempos. A Tabela 3 apresenta os tempos médios das tarefas chave da desmontagem e o número de amostra (N) que representa o número de observações efetuadas.

Tabela 3- Tempos médios das tarefas chave que fazem parte da desmontagem do molde.

TAREFAS CHAVE DE DESMONTAGEM	TEMPO MÉDIO (MIN)	Nº AMOSTRA (N)
COLOCAR A MÁQUINA EM MODO DE MUDANÇA DE MOLDE	0,6	4
DESLIGAR ÁGUAS DO COLETOR DO MOLDE	0,2	4
TIRAR CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO	3,3	2
RECOLHER CAPOTA	0,9	4
DESAPERTAR PERNOS IMPULSORES DA PLACA EXTRATORA	2,5	4
EXTRAIR COLUNA MANUAL	13,0	1
TIRAR MOLDE FIXO DA MÁQUINA	6,5	4
TIRAR A CAMISA DA MÁQUINA	1,8	1
TIRAR ANEL DA MÁQUINA	5,4	2
TIRAR A VARA	0,3	1
TIRAR GAVETA MECÂNICA	3,1	1
TIRAR MOLDE MÓVEL DA MÁQUINA	6,1	4
DESAPERTAR OS PERNOS IMPULSORES DO MOLDE MÓVEL	3,5	4

Com base na Tabela 3, constata-se que as tarefas críticas na desmontagem são: “*Extrair coluna manual*”, “*Tirar molde fixo da máquina*” e “*Tirar molde móvel da máquina*”. O número da amostra (N) varia de tarefa para tarefa, uma vez que, nem todas se realizam sempre em cada desmontagem efetuada.

A Tabela 4 apresenta os tempos médios das tarefas chave da montagem e o número de amostra (N) que representa o número de observações efetuadas.

Tabela 4- Tempos médios das tarefas chave que fazem parte da montagem do molde.

TAREFAS CHAVE DE MONTAGEM	TEMPO MÉDIO (MIN)	Nº AMOSTRA (N)
LIMPAR MÁQUINA (PRATOS, RASGOS DOS PRATOS, CALÇOS DE APERTO, COLUNAS)	11,5	6
AJUSTAR A POSIÇÃO DE INJEÇÃO	3,1	2
COLOCAR CAMISA NA MÁQUINA	1,3	3
COLOCAR ANEL NA MÁQUINA	1,0	2
MONTAR MOLDE FIXO NA MÁQUINA	14,1	6
MONTAR MOLDE MÓVEL NA MÁQUINA	14,9	6
FECHAR COLUNA RETRÁTIL	0,3	1
AJUSTAR ABERTURA DA CARRUAGEM	4,9	6
APERTAR PERNOS IMPULSORES AO MOLDE MÓVEL	3,8	6
APERTAR PERNOS IMPULSORES À PLACA EXTRATORA	3,5	6
COLOCAR A VARA	0,7	2
AFINAR EXTRATOR DE PEÇAS	9,1	1
AJUSTAR A POSIÇÃO DA COLHER	4,0	1
AVANÇAR CAPOTA	1,1	6
COLOCAR CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO	2,6	3
AJUSTAR A POSIÇÃO DA CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO	15,0	1
ABRIR ÁGUAS	0,8	6
COLOCAR A MÁQUINA EM MODO AUTOMÁTICO	1,4	6
AFINAÇÃO DO PROCESSO	16,1	6

A Tabela 4, permite identificar que “*Limpar máquina*”, “*Montar molde fixo na máquina*”, “*Montar molde móvel na máquina*”, “*Ajustar abertura da carruagem*”, “*Afinar o extrator de*

peças”, “Ajustar a posição da cabeça da cabeça de lubrificação” e “Afinação do processo” são as tarefas da montagem que necessitam reduzir os seus tempos. O número da amostra (N) varia de tarefa para tarefa, uma vez que, nem todas se realizam sempre em cada montagem efetuada. A tarefa “Fechar coluna retrátil” apresenta um tempo pequeno - 0,3 - visto tratar-se de uma observação efetuada numa máquina em que a coluna é elétrica, logo implica uma maior rapidez na sua execução comparativamente a uma máquina com coluna manual.

A Tabela 5, apresenta um resumo dos tempos de desmontagem e montagem dos moldes - para cada máquina -, bem como, tempos totais de mudança de molde.

Tabela 5 - Tempos de montagem e desmontagem para cada molde.

MÁQUINAS	REFERÊNCIA (A DESMONTAR)	TEMPO DE DESMONTAGEM (H)	REFERÊNCIA (A MONTAR)	TEMPO DE MONTAGEM (H)	TOTAL (H)
3.02	322.06a	1,5	292.02c	2,8	4,3
4.05	511.02a	2,3	510.01a	3,7	6,0
5.07	451.04b	1,5	499.01b	6,4	7,9
	499.01b	2,0	498.01b	1,8	3,8
5.20	295.01a	0,6	223.10a	1,2	1,8
6.19	494.01a	1,5	502.01a	2,0	3,5
7.09	487.01a	2,0	398.03b	2,2	4,2
	398.04b	2,0	464.02a	3,8	5,8
7.11	476.01a	1,5	477.01a	1,5	3,0
	Média	1,9	Média	2,8	

Conforme já referido na seção 3.2 do capítulo 3 é importante salientar, que os tempos de mudança na máquina 7.09 e 7.11 não foram registados durante o levantamento de dados para a realização da tese, mas sim, recolhidos a partir de uma base de dados existente na empresa. É importante salientar, que os tempos retirados da base de dados garantem o mesmo controlo de tempos que foi utilizado nas outras máquinas.

A análise da Tabela 5 permite concluir que as referências 295.01a e 223.10a na máquina 5.20 são os que apresentam menores tempos de desmontagem (0,6h) e montagem (1,2h), respetivamente. Isto deve-se ao facto de serem moldes pouco complexos. Nos moldes simples - sem gavetas e sem circuitos de óleo -, a montagem/desmontagem é mais rápida, pois existem menos tarefas a serem realizadas. Por outro lado, são nas máquinas 4.05 e 5.07, com as referências 511.02a e 499.01b, que se encontra o maior tempo de desmontagem (2,3h) e montagem (6,4h), respetivamente.

3.3.4 CUSTOS RELATIVOS AOS TEMPOS DE MUDANÇA DE MOLDE

De modo a perceber o impacto que as mudanças de molde provocam na economia da empresa, foi efetuada uma análise de custos relativos aos tempos de mudança de molde, ou seja, os custos de não produção provocados pela paragem das máquinas durante as mudanças de molde. Estes foram calculados através da fórmula seguinte:

$$CNP = TTM \times PMV \times MP \quad (8)$$

Em que,

CNP - Custo de Não Produção; TTM - Tempo Total de Mudança; PMV – Preço médio de venda das peças; MP – cadência média das peças.

Estes podem ser visíveis na tabela 6.

Tabela 6- Custos de Não Produção para cada Mudança de Molde.

MÁQUINA	TEMPO TOTAL DE MUDANÇA - TTM (H)	PREÇO MÉDIO DE VENDA - PMV (€)	CADÊNCIA MÉDIA DE PEÇAS - MP	CUSTO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€)
3.02	4,3	1,4	275	1539
4.05	6,0	2,2	308	3248
5.07	7,9	4,0	231	5415
	3,8	4,0	231	4108
5.20	1,8	4,0	231	1247
6.19	3,5	4,0	194	2468
7.09	4,2	3,2	188	2468
	5,8	3,2	188	3454
7.11	3,0	3,2	188	1777

A coluna 3 e 4 da Tabela 6 representam o preço médio de venda das peças e o número médio de peças que se produz por hora, respetivamente, em função da tonelagem da máquina.

A análise da Tabela 6 permite observar que a paragem das máquinas para mudança de molde provoca elevados custos, comprovando, assim, a importância da redução dos tempos de paragem. Conclui-se que a paragem da máquina 5.07 é a que acarreta um maior custo para a empresa.

3.4 Identificação de modos de falha e estudo do seu impacto no tempo de ciclo da mudança

Com base na observação e análise das mudanças de molde foi possível detetar a existência de falhas que afetam o bom funcionamento das operações. Estas falhas serão, em seguida, enumeradas.

1. *Mangueiras de água retiradas/colocadas do molde durante o decorrer da desmontagem/montagem.*

Durante a desmontagem do molde, o operador retira todas as mangueiras de água do molde, saindo este sem elas da máquina. Já na montagem, o molde entra na máquina sem mangueiras sendo estas colocadas posteriormente. Este facto provoca perdas de tempo consideráveis, cerca de 3 minutos.

2. *Os operadores responsáveis pelas mudanças de molde prendem o molde à ponte rolante e colocam-se por baixo deste para ligar as mangueiras de água.*

Existem moldes em que as mangueiras de água e de óleo são colocadas na parte inferior do molde. Uma vez, que os operadores não utilizam uma base para o apoiar, estes têm de ser elevados do chão, através da ponte rolante, para poderem ser colocadas as mangueiras de água na parte inferior do molde. Este modo de operar não está correto, pois põe em causa a segurança dos operadores. Por vezes, os operadores retiram os tubos de óleo para poderem colocar o molde no chão e não os degradar. Posteriormente, no momento em estão a colocar o molde na máquina, têm de proceder à colocação dos tubos, o que provoca perdas de tempo desnecessárias, cerca de 5 minutos.

3. *Existem fotocélulas que demoram muito tempo a afinar.*

Na Sonafi, em algumas máquinas, o sistema de afinação das fotocélulas não é o mais adequado - Figura 29. Trata-se de um sistema pouco fiável e muito sensível a perturbações, levando a desafinação das fotocélulas. Esta falha provoca perdas de tempo significativas, cerca de 30 minutos.



Fig. 29 – Fotocélulas.

4. *Falta de marcações para a posição da carruagem.*

Na realização do ajuste da carruagem não existem referências que permitam ao operador verificar que a carruagem se encontra na posição correta, como é possível observar na figura 30. Estes têm de fazer o ajuste por tentativa e erro, demorando, normalmente, cerca de 5 minutos.

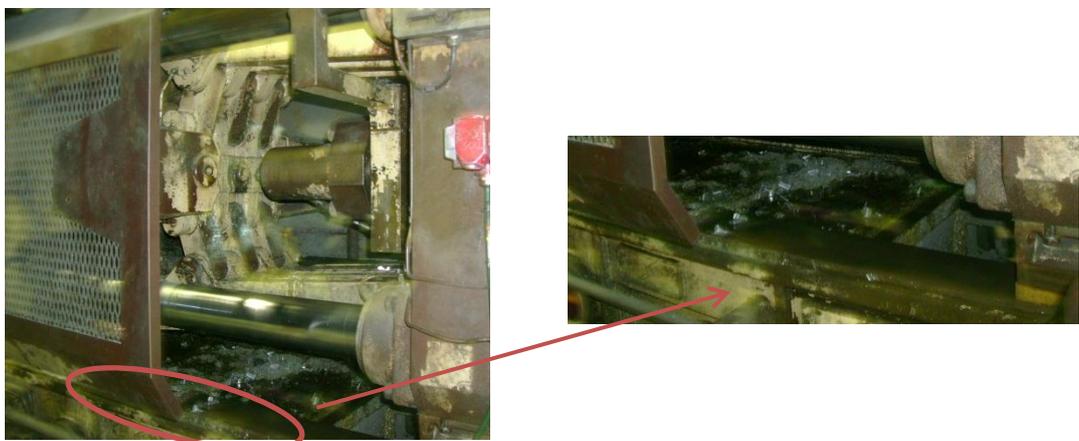


Fig. 30 – Carruagem sem referências que permitem um ajuste mais rápido.

5. Perda de tempo à procura de ferramentas.

Antes de iniciar uma mudança de molde, os operadores têm por hábito colocar junto da máquina o carrinho de ferramentas. Contudo, o número de ferramentas existentes (as mais solicitadas) não é o suficiente, fazendo com que se crie a necessidade de empréstimos a outros operadores. Esta situação não é isolada ao longo do processo de mudança de molde e origina deslocações desnecessárias à procura das ferramentas, provocando o atraso do início de tarefas. A ocorrência isolada deste problema acarreta uma paragem do processo de cerca de 5 minutos.

6. Ajuste da posição da cabeça de lubrificação muito demorado.

Este problema é originado pela falta de referências que ajudem a identificar a correta posição da cabeça de lubrificação. O ajuste da cabeça é feito, pelo operador, na parte superior da capota da máquina, provocando sucessivas subidas e descidas deste acima da máquina para verificar a correta posição, uma vez que, o ajuste é feito por tentativa e erro. Este ajuste pode representar perto de 15 minutos.

7. Centrar o molde fixo no prato fixo utilizando uma fita métrica.

Os operadores depois de encostarem o molde fixo no prato fixo verificam se o molde se encontra centrado no prato recorrendo a ajuda de uma fita métrica. Esta verificação é efetuada através da medição da distância do extremo do prato fixo ao extremo do molde. Este ajuste conduz a perdas de tempos desnecessárias, cerca de 2 minutos.

8. Não existe identificação dos radiais nas máquinas.

Como os radiais, sistemas que permitem o movimento das gavetas, não estão identificados, na fase de montagem geram-se dúvidas, o que obriga a testes desnecessários com uma duração de aproximadamente de 2 minutos.

9. Limpeza da máquina muito demorada.

A limpeza de uma máquina é uma tarefa indispensável, no entanto são despendidos cerca de 10 minutos para execução desta tarefa.

10. Falta de mangueiras e acessórios.

As mangueiras e acessórios devem ser trocados da desmontagem para a montagem de molde. Contudo, na Sonafi não existe em stock um número suficiente que permita obedecer a esta regra. Assim, tanto as mangueiras como os acessórios são reutilizados da desmontagem para a montagem, provocando perdas de tempo resultantes da necessidade de os limpar, com uma duração de cerca de 6 minutos. Existe, também a possibilidade de não se encontrarem em boas condições, uma vez que não são testadas as fugas de água.

11. Falta de carrinhos de transporte.

A falta de carrinhos de transporte obriga a que os operadores tenham de carregar, para o local da mudança de molde, todos os materiais e acessórios necessários. Para além de terem de transportar todos aqueles que forem libertados da desmontagem e que devem regressar ao armazém.

12. Suporte para auxiliar a desmontagem e montagem de cabeça de lubrificação não é adequado.

Os operadores para poderem colocar/retirar a cabeça de lubrificação da máquina, colocam entre as colunas da máquina uma tábua de madeira. Este procedimento não é o mais

adequado. Na Sonafi, não existe um suporte específico para a montagem/desmontagem da cabeça.

13. Nas mangueiras de água e nas varas não são testadas as fugas de água.

No armazém da fundição, local de armazenamento das mangueiras, não existe um sistema de água para testar as fugas de água. Visto isto, as mangueiras que são montadas nos moldes e na vara não são sujeitas a testes de fuga antes da montagem. Isto origina perdas de tempo desnecessárias, pois o operador só se apercebe das más condições das mangueiras quando estas já estão montadas, tendo que proceder à sua desmontagem e substituição - cerca de 3 minutos.

14. Molde chega do armazém de moldes sem tubos de óleo.

Por vezes, o molde vem do armazém de molde sem todos os elementos que possibilitem a sua montagem. Isto obriga a tempos de paragem na montagem, uma vez que o operador é forçado a chamar os operadores do armazém para virem colocar no molde os elementos em falta, ficando dependente da disponibilidade dos operadores do armazém. Esta espera pode ir até 17 minutos.

15. Molde chega do armazém de moldes com as mangueiras de óleo por testar.

No armazém de moldes, não existe um sistema que permita testar o circuito de óleo térmico, o que leva à não confirmação do estado do circuito.

16. Tarefas realizadas em série.

A mudança de molde é um processo que engloba muitas tarefas que são demoradas e que exigem grande perícia. Na Sonafi, as mudanças de molde são realizadas por um operador, desta forma, o tempo de mudança não é rentabilizado, uma vez que, existem tarefas que poderiam ser efetuadas em paralelo.

17. Informação dispersa.

Os operadores para realizarem a mudança de molde necessitam de informações acerca do molde que vão montar. Essa informação encontra-se dispersa por várias fichas, não estando organizada numa só. Estas fichas são entregues pelo Controlo do Processo, levando a que o operador fique dependente da disponibilidade destes para a sua entrega.

18. Limpeza do molde e ferramentas durante a mudança de molde.

O molde quando sai da máquina, durante a desmontagem, está sujo. Os operadores têm de proceder à limpeza do molde antes de o entregar ao armazém de moldes. No entanto, os operadores fazem esta limpeza no decorrer da desmontagem o que acarreta perdas de tempo. O mesmo acontece com as ferramentas. Esta falha leva a perdas de cerca de 3 minutos.

19. Não existe preparação prévia da mudança de molde.

Antes de se iniciar a mudança de molde, o operador não faz uma preparação da mudança, ou seja, não reúne as fichas e acessórios necessários, para além de não verificar se o molde tem todos os elementos, tais como, *bypasses*, tubos do circuito do óleo, entre outros, o que faz com que haja uma perda de tempo à procura de todos os acessórios necessários durante o tempo útil de mudança.

20. Não existe um manual de procedimentos.

A falta de um manual de procedimentos de mudança de molde leva a que o operador nem sempre realize as tarefas pela sequência que melhor possibilite poupança de tempo.

21. Afinação da cabeça de lubrificação demorada.

A afinação da cabeça de lubrificação é uma tarefa demorada e que está a ocupar tempo útil em que a máquina poderia estar a produzir, uma vez que, é efetuada no final da montagem do molde e nada mais falta para arrancar com a produção. Esta afinação é realizada pelo Controlo do Processo, e por vezes, existe a necessidade de esperar pela sua disponibilidade. Esta falha leva a perdas de cerca de 8 minutos.

22. Mangueiras de água desorganizadas no armazém da fundição.

No armazém da fundição, as mangueiras de água encontram-se desorganizadas, não permitindo que o operador identifique a mangueira que tem o comprimento pretendido.

Todas estas falhas são responsáveis por mudanças de molde longas. No capítulo 4 serão apresentadas as ações de melhoria para cada modo de falha encontrado, tendo como base a metodologia *Lean Manufacturing*.

4 Identificação, Implementação e Monitorização das Ações de Melhoria

No capítulo anterior foram identificados os modos de falha presentes no processo de mudança de molde na Sonafi. Neste capítulo, o objetivo consiste em apresentar soluções, procedimentos/métodos, para cada modo de falha encontrado, de modo, a proporcionar melhorias ao nível do tempo de *setup*, bem como, analisar o impacto e eficácia destas em todo o processo. Estas ações de melhoria tiveram por base as ferramentas da metodologia *Lean Manufacturing*, destacando-se a metodologia SMED.

A estruturação deste capítulo é a seguinte: a seção 4.1 separa as tarefas internas das externas; a seção 4.2 descreve as soluções para cada modo de falha e seção 4.3 verifica a eficácia da implementação das ações de melhoria.

4.1 Separação das Tarefas Internas das Externas

A realização de uma mudança de molde envolve várias tarefas, em que, umas podem ser realizadas com a máquina parada, internas, e outras que podem ser realizadas ainda com a máquina em funcionamento, externas. Segundo a metodologia SMED é fundamental identificar e separar as tarefas internas das externas, para posterior conversão. De acordo com a metodologia, numa primeira fase, foram identificadas todas as tarefas inerentes à mudança de molde e separadas em atividades internas e externas. Em seguida, foram analisadas as tarefas internas que poderiam ser convertidas em externas, uma vez que assim se consegue reduzir o número de tarefas a realizar com a máquina parada e, conseqüentemente, reduzir o tempo de mudança de molde (tarefas 1, 2 e 3 do SMED). As Figuras 31 e 32 mostram excertos de tabelas que se encontram completas nos Anexos I e J, respetivamente, onde estão classificadas em internas e externas todas as tarefas da desmontagem e montagem, respetivamente, e assinaladas as que podem ser convertidas em externas. É importante referir que nem sempre são realizadas todas as tarefas dos Anexos I e J numa mudança de molde.

TAREFAS DA DESMONTAGEM	CLASSIFICAÇÃO		CONVERTER DE INTERNA PARA EXTERNA
	INTERNA	EXTERNA	
1. Trazer o carrinho de ferramentas.		X	
2. Colocar o molde a montar junto da máquina.		X	
3. Parar a máquina.			
4. Desligar a água no coletor do molde (entrada e saída).	X		
5. Colocar a máquina em modo de mudança de molde.	X		
6. Tirar a cabeça de lubrificação.	X		
7. Recolher a capota.	X		
8. Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima.	X		
9.			

Fig. 31 – Excerto da tabela que classifica as tarefas da desmontagem em internas e externas.

As tarefas “Colocar a ponte posicionada por cima dos moldes”, “Soltar mangueiras de água do molde fixo”, “Limpar molde fixo”, “Soltar mangueiras de água do molde móvel”, “Limpar molde móvel” e “Procurar as ferramentas necessárias” são as identificadas, na

tabela no Anexo I, como as que serão convertidas de internas para externas, ou seja, que passarão a ser executadas com a máquina em funcionamento.

TAREFAS DA MONTAGEM	CLASSIFICAÇÃO		CONVERTER DE INTERNA PARA EXTERNA
	INTERNA	EXTERNA	
1. Ajustar a posição do grupo de injeção.	X		
2. Limpar a máquina (colunas, pratos, rasgos dos pratos, calços de aperto).	X		
3. Colocar o anel no prato fixo/Ajustar posição do bloco no prato fixo.	X		
4. Colocar a camisa no molde fixo.	X		
5. Colocar a camisa no prato fixo.	X		
6. Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora.	X		
7. Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte.	X		
8. Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina.	X		
9.			

Fig. 32 – Excerto da tabela que classifica as tarefas da montagem em internas e externas.

As tarefas “Limpar molde fixo”, “Ligar mangueiras de água no molde fixo”, “Limpar molde móvel”, “Ligar mangueiras de água na parte de baixo do molde móvel”, “Ligar mangueiras de água no molde móvel” e “Procurar as ferramentas necessárias” são as identificadas, na tabela no Anexo J, como as que serão convertidas de internas para externas, ou seja, que passarão a ser executadas com a máquina em funcionamento.

4.2 Soluções Apresentadas para os Modos de Falha Encontrados

Após a análise dos modos de falha existentes no processo de mudança de molde, foram estudadas as possíveis soluções, de modo a tornar o processo mais eficiente. Estas serão descritas em seguida:

1. *Mangueiras de água retiradas/colocadas do molde durante o decorrer da desmontagem/montagem.*

De modo a solucionar este problema, na desmontagem, as mangueiras de água não devem ser retiradas do molde antes de este sair da máquina, ou seja, o molde deve sair com todas as mangueiras e só no final da mudança de molde é que estas devem ser retiradas. Na montagem, o molde deve entrar na máquina já com as mangueiras inseridas, sempre que possível. Estas devem ser colocadas no molde enquanto a máquina está em funcionamento. Assim, diminuiu-se o número de tarefas a realizar com a máquina parada. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED

2. *Os operadores responsáveis pelas mudanças de molde prendem o molde à ponte rolante e colocam-se por baixo deste para ligar as mangueiras de água.*

Para colmatar esta falha deve-se recorrer a cavaletes ajustáveis, de forma a poderem adaptar-se a todos os moldes, como os representados na Figura 33. Os cavaletes possibilitam a ligação das mangueiras de água na parte de baixo do molde, sem os operadores necessitarem de por

em risco a sua segurança, e permite ainda a eliminação da tarefa de retirar os tubos de óleo dos moldes, para que estes possam ser pousados. Estes devem ser de maiores dimensões para que o operador ao ligar as mangueiras não tenha que se dobrar e fazer esforços extra. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED e 5S.



Fig. 33 – Cavalete ajustável.

3. *Existem fotocélulas que demoram muito tempo a afinar.*

A existência de um painel de fotocélulas por coordenadas, Figura 34, resolveria esta falha, uma vez que, estas possibilitam uma afinação rápida e fiável resultante de existirem posições pré-definidas para cada molde. Isto deverá ser aplicado às máquinas 2.06, 2.10, 3.02, 4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 7.09 e 7.11, uma vez que, as restantes já possuem este sistema. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.



Fig. 34 – Painel de fotocélulas por coordenadas.

4. *Falta de marcações para a posição da carruagem.*

A solução encontrada para este problema seria incorporar na máquina uma régua com marcações específicas que permita conhecer a posição da carruagem, facilitando, assim, ao operador a realização do ajuste da carruagem. A posição da carruagem estaria diretamente ligada à espessura do molde. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

5. *Perda de tempo à procura de ferramentas.*

As ferramentas mais solicitadas devem ser identificadas para que se possa proceder a uma reposição, para isso é necessário um investimento por parte da empresa, no sentido de as adquirir evitando, assim, o empréstimo destas durante o processo de mudança de molde. Estas necessitam de permanecer no gabinete dos coordenadores, onde deverá existir um local específico, para armazenar cada uma, para que desta forma se encontrem organizadas. Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

6. *Ajuste da posição da cabeça de lubrificação muito demorado.*

Para este modo de falha, a solução será incluir marcações na capota da máquina, tornando o ajuste mais rápido e facilitando o trabalho do operador. Cada molde teria uma posição da cabeça de lubrificação pré-definida. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

7. *Centrar o molde fixo no prato fixo utilizando uma fita métrica.*

A utilização de pino de centragem é a solução apontada para esta falha. Esta solução elimina a necessidade de efetuar medições para verificar se o molde fixo se encontra centrado no prato fixo, uma vez que o pino estando acoplado ao molde, quando este é colocado no prato o pino entra nos rasgos do prato permitindo o seu alinhamento. O pino de centragem necessita de ter dois diâmetros, 22 e 25mm, para que este possa ser intermutável entre todas as máquinas. Na ficha da desmontagem e montagem, que será mencionada mais à frente, encontra-se a informação acerca do diâmetro do pino que será utilizado no molde, bem como a sua localização. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED. Na Figura 35, apresenta-se o pino de centragem e uma simulação do encaixe do pino no molde.



Fig. 35 – Pino de centragem com diâmetro de 25mm (à esquerda) e 22mm (ao centro) e simulação do encaixe do pino no molde (à direita).

8. *Não existe identificação dos radiais nas máquinas.*

A identificação de cada radial na máquina através de placas - Figura 36 - é a solução que se entende como a mais adequada para esta falha. A identificação dos radiais na máquina 5.08 trata-se de um caso piloto. Deverá ser estendido às restantes máquinas esta identificação. Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

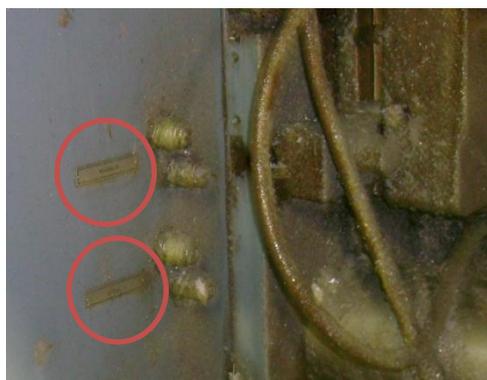


Fig. 36 – Identificação dos radiais.

9. *Limpeza da máquina muito demorada.*

A solução passa por efetuar limpezas mais frequentes, pois desta forma o tempo necessário para cada limpeza durante as mudanças de molde torna-se mais reduzido. Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

10. Falta de mangueiras e acessórios.

Deverá existir em stock um maior número, tanto de mangueiras de água como de acessórios, para que seja possível a utilização de mangueiras sempre limpas, aquando da realização da mudança de molde, e a colocação em prática da solução apresentada em 1). Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

11. Falta de carrinhos de transporte.

A existência de um carrinho de transporte onde estariam especificados os locais para cada elemento necessário durante a mudança de molde - Figura 37 - facilitaria o transporte de elementos do armazém para as máquinas. Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

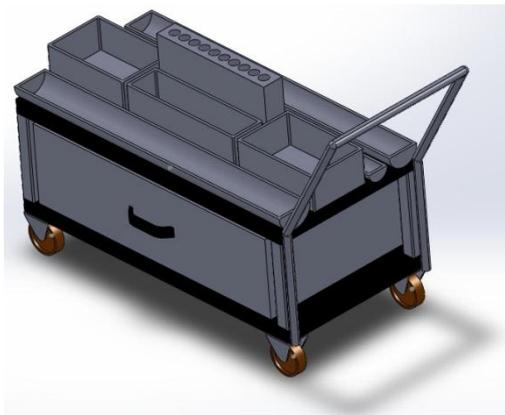


Fig. 37 – Protótipo do carrinho de transporte proposto pela empresa.

12. Suporte para auxiliar a desmontagem e montagem de cabeça de lubrificação não é adequado.

Criar um suporte próprio para colocar a cabeça de lubrificação quando esta é montada/desmontada é a solução definida para esta falha. Foram estudados dois suportes em função da tonelagem da máquina. O estudo de dois suportes deve-se ao facto das máquinas possuírem diferentes diâmetros de colunas e diferentes distâncias entre elas. Quanto maior é a tonelagem da máquina, maior é o diâmetro das colunas e a distancia entre elas. Existirá um para as máquinas de 200 a 500 toneladas e outro para as de 600 a 1100 toneladas - Figura 38. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

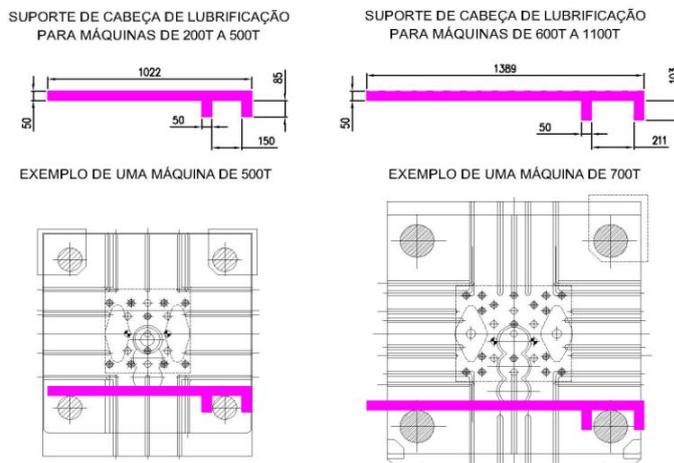


Fig. 38 – Protótipo dos dois suportes de cabeça de lubrificação montados numa máquina de 500T e numa máquina de 700T.

13. Nas mangueiras de água e nas varas não são testadas as fugas de água.

A forma encontrada para resolver este problema será colocar um sistema de testes no armazém da fundição para que seja possível testar as fugas nas mangueiras de água e nas varas antes de estas irem para a produção para serem montadas nas máquinas. Este sistema necessitaria de conter uma tomada de água, uma bancada e um esgoto. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

14. Molde chega do armazém de moldes sem tubos de óleo.

O molde deverá vir sempre do armazém de moldes com os tubos de óleo. O operador, antes de iniciar o processo de mudança de molde, deverá validar se o molde contém todos os elementos necessários através de um check list. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

15. Molde chega do armazém de moldes com as mangueiras de óleo por testar.

Deverá existir no armazém de moldes um sistema que permita testar os circuitos de óleo térmico. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

16. Tarefas realizadas em série.

A solução para esta falha passa por realizar algumas tarefas em paralelo. Para isso, será necessário ter 2 operadores para cada mudança de molde. Foi criado um documento, que se encontra no Anexo K, onde é visível quais as tarefas que poderão ser efetuadas por 2 operadores (as tarefas a realizar em simultâneo são aquelas que possuem a letra “S” seguida pelo mesmo número), bem como o tempo estimado de duração da mudança. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

17. Informação dispersa.

A criação de uma base de dados resolverá este problema, uma vez que, desta forma a informação existente relativa às mudanças de molde, estará toda reunida e disponível para os operadores. Na base de dados os operadores têm acesso à ficha de montagem e de desmontagem de cada molde. Este assunto será tratado com maior detalhe na subsecção 4.2.3. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

18. Limpeza do molde e ferramentas durante a mudança de molde.

A limpeza do molde a montar deve ser feita sempre no início de cada mudança antes da máquina parar e será verificada através de um check list ao molde. O molde a desmontar e as ferramentas só deverão ser limpas no final da mudança. Estas ações fazem parte dos procedimentos a realizar após o arranque da máquina. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

19. Não existe preparação prévia da mudança de molde.

Os operadores antes de iniciar a mudança de molde devem reunir as fichas de montagem e desmontagem do molde, bem como, proceder à verificação do check list do molde, acessórios e das ferramentas de montagem e desmontagem. Este assunto será tratado com maior detalhe na subsecção 4.2.1. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

20. Não existe um manual de procedimentos.

A existência de um manual de procedimentos permite reduzir o tempo da mudança de molde, pois as tarefas serão realizadas na sequência que leva à maior diminuição do tempo. Este

assunto será tratado com maior detalhe na subsecção 4.2.2. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

21. Afinação da cabeça de lubrificação demorada.

Desenvolver um sistema que permita afinar a cabeça de lubrificação sem que ela precise de estar montada na máquina seria uma solução para esta falha. Numa primeira fase, para aquisição de dados, a cabeça seria afinada na máquina seguindo o mesmo procedimento feito até então. Terminada a produção, esta é retirada da máquina e colocada numa mesa onde será incorporado um laser nas válvulas direcionais da cabeça. O laser fica direcionado contra uma estrutura com réguas cotadas em x e y permitindo registrar as referências de direção de cada válvula já afinada para o molde em questão. Numa segunda fase a afinação da cabeça será feita com auxílio do sistema de cotas, fora da máquina. Uma vez afinada está pronta a ser montada e arrancar com a máquina. Posto isto, consegue-se passar para tempo encoberto todo o processo de afinação da cabeça. Esta solução foi apoiada na metodologia SMED.

22. Mangueiras de água desorganizadas no armazém da fundição.

A solução para esta falha seria a existência de mangueiras agrupadas por comprimentos pré-definidos no armazém da fundição. Desta forma, evitava-se a utilização de comprimentos de mangueiras desproporcionais às necessidades, não ocorrendo assim desperdício de mangueiras. Esta solução foi apoiada na metodologia 5S.

As soluções acima referidas encontram-se reunidas no Anexo L - plano de ações de melhoria. Algumas das soluções aqui apresentadas serão, em seguida, analisadas mais aprofundadamente.

4.2.1 PREPARAÇÃO PRÉVIA DA MUDANÇA DE MOLDE

É fundamental haver uma preparação prévia da mudança de molde, pois assim reduz-se a probabilidade de ocorrerem perdas de tempo, durante a desmontagem e a montagem, na realização de tarefas que deveriam ter sido efetuadas antes do início do processo. Esta preparação passa por cumprir uma sequência de procedimentos definidos para que o processo possa ser realizado corretamente, sem interrupções. A Figura 39 apresenta os procedimentos a efetuar antes da paragem da máquina, criados especificamente para a Sonafi.

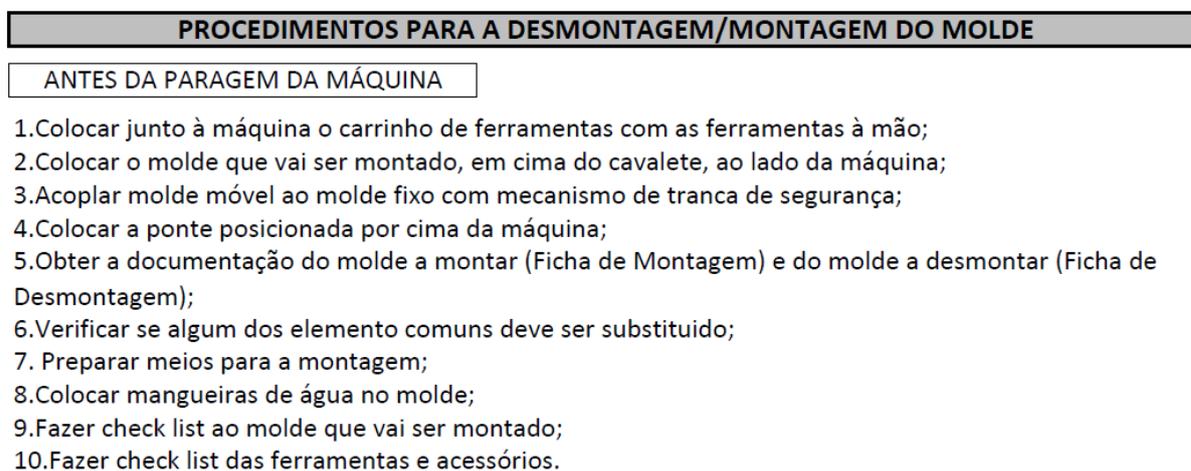


Fig. 39 – Procedimento a realizar antes da paragem da máquina criado para a Sonafi.

O procedimento 5 da Figura 39 transmite ao operador a necessidade de obter a documentação do molde a montar e do molde a desmontar. No Anexo M encontram-se uma ficha de montagem e de desmontagem criada, no entanto nem toda a informação está preenchida porque surge de possíveis ações de melhoria que ainda não foram implementadas.

O procedimento 6 da Figura 39 informa o operador que deve fazer uma comparação entre o molde a desmontar e o molde a montar, para perceber quais os elementos e acessórios que são comuns aos moldes pois estes, se estiverem em boas condições, não necessitam de ser substituídos.

Esta comparação é efetuada através de uma tabela que reúne a informação de ambos os moldes - Figura 40.

Tabela de comparação dos acessórios do molde 487.01a com os do molde 398.04b na máquina 7.09		
	Molde que está na máquina (487.10a)	Molde que vai entrar na máquina (398.04b)
Colher	Taça transal grande sem rasgo (T6)	Taça transal grande com pequeno rasgo (T5)
Ø Pistão	90mm	80mm
Comprimento da vara	640	640
Ø Camisa	90mm	80mm
Tipo de camisa	2ªGeração	3ªGeração
Posição do grupo de injeção	Intermédia	Intermédia
Die heater	Sim	Não
Qt. Die heater	1	-
Qt. mangueiras de óleo no molde fixo	2	-
Qt. mangueiras de óleo no molde móvel	2	-
Tipo de calços no prato fixo	II	II
Qt. de calços no prato fixo	6	6
Tipo de calços no prato móvel	II	II
Qt. de calços no prato móvel	6	6
Qt. de parafusos no prato fixo	6	6
Qt. de parafusos no prato móvel	6	6
Qt. de porcas no prato fixo	6	6
Qt. de porcas no prato móvel	6	6
Qt. de anilhas no prato fixo	6	6
Qt. de anilhas no prato móvel	6	6
Qt. cabos elétricos	0	0
Qt. Pernos impulsores	4	3
Tipo de liga	Liga Violeta	Liga Violeta

Fig. 40 – Exemplo de tabela de comparação de acessórios entre moldes criado para a Sonafi.

Conforme é visível na Figura 39, os procedimentos 9 e 10 exigem a realização de 4 check lists – Check List Acessórios, Check List de Verificação do Molde para a Montagem, Check List Ferramentas para Montagem e Check List Ferramentas para Desmontagem – que consistem em pequenos questionários de modo a averiguar a existência de todos os acessórios e ferramentas, bem como, certificar que o molde se encontra nas condições corretas para ser montado. Estes check lists são parte integrante das fichas de desmontagem e montagem.

O Check List Acessórios – Figura 41 – tem como objetivo verificar se junto à máquina, onde irá ocorrer a mudança de molde, se encontram todos os acessórios que serão utilizados no decorrer do processo.

Check List Acessórios		
Verificar a existência de:		
	Sim	Não
Vara		
Pistão		
Camisa		
Colher		
Cavalete		
Die heater		
Mangueiras de óleo		
Pernos Impulsores		
Calços		
Parafusos dos calços		
Porcas		
Anilhas		
Granzepes		
Parafusos dos granzepes		
Mangueiras de água		

Fig. 41 – Check List Acessórios criado para a Sonafi.

O Check List de Verificação do Molde para a Montagem – Figura 42- visa verificar se o molde se encontra nas condições necessárias para poder ser utilizado na montagem.

Check List Verificação do Molde Para Montagem		
Verificar a existência de:		
	Sim	Não
Argolas		
Pino de centragem		
Pino de centragem na furação correta		
Conformidade do diâmetro do pino de centragem com o diâmetro da máquina em que vai ser montado		
Molde limpo		
Tubos do circuito de óleo montados no molde		
Mangueiras de água montadas no molde		
Bypasses no molde		

Fig. 42 – Check List de Verificação do Molde para a Montagem de um molde criado para a Sonafi.

O Check List Ferramentas para Montagem e o Check List Ferramentas para Desmontagem foram criados com o intuito de assegurar que o operador tem todas as ferramentas necessárias para a montagem e desmontagem do molde, respetivamente. As Figuras 43 e 44 demonstram um exemplo do Check List Ferramentas para Montagem e Check List Ferramentas para Desmontagem, respetivamente, uma vez que estes diferem de máquina para máquina.

Check List Ferramentas Para Montagem		
Verificar a existência de:		
	Sim	Não
Chave dinamométrica (escala 120-600Nm)		
Chave de caixa nº30 longa		
Pistola pneumática ponta 14		
Pistola pneumática ponta 17		
Chave de bocas 27mm		
Chave de umbrako 17mm		
Chave de umbrako 14mm		
Apoio para a cabeça de lubrificação		

Fig. 43 – Exemplo de um Check List Ferramentas para Montagem de um molde, molde 223.10a na máquina 5.20, criado para a Sonafi.

Check List Ferramentas Para Desmontagem
--

Verificar a existência de:

	Sim	Não
Pistola pneumática ponta 14		
Chave de bocas 27mm		
Chave de estrias 30mm		
Bloco de alumínio		
Ponteira		
Apoio para a cabeça de lubrificação		

Fig. 44 – Exemplo de um Check List Ferramentas para Desmontagem de um molde, molde 223.10a na máquina 5.20, criado para a Sonafi.

4.2.2 DEFINIÇÃO DO MODO OPERATÓRIO

Após a análise do processo de mudança de molde efetuado na Sonafi, concluiu-se que a sequência utilizada na execução das tarefas acarretava perdas de tempo significativas fruto de falta de organização. Assim, as tarefas foram distribuídas numa ordem que se considera levar a uma melhoria do processo, originando vários modos operatórios. Estes variam consoante as características do molde a utilizar - existência de gavetas mecânicas, gavetas hidráulicas, die heater, possibilidade de acoplar molde móvel ao fixo - e da máquina - porta de segurança, existência de coletor ou caudalímetro para a ligação das mangueiras de água, porta de segurança, tipo de capota e de aperto dos pernos impulsores à placa extratora. Podem ser consultados nas fichas de desmontagem e montagem que constam no Anexo M.

As figuras 45 e 46 representam exemplos de modos operatórios da desmontagem e montagem, respetivamente, do molde 223.10a na máquina 5.20.

PROCEDIMENTOS PARA A DESMONTAGEM DO MOLDE
DEPOIS DA PARAGEM DA MÁQUINA
<ol style="list-style-type: none"> 1.Colocar a máquina em modo de mudança de molde; 2.Desligar a água no passador geral; 3.Se necessário, tirar a cabeça de lubrificação; 4.Puxar a capota para trás manualmente; 5.Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima; 6.Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras; 7.Abrir porta de segurança; 8.Carregar nas emergências; 9.Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores; 10.Fechar a porta de segurança; 11.Ligar a bomba; 12.Andar com o prato móvel para trás; 13.Prender o molde fixo à ponte rolante; 14.Soltar as mangueiras de água do molde fixo ao coletor; 15.Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo; 16.Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras; 17.Pousar o molde fixo no cavalete; 18.Se necessário, tirar a camisa da máquina; 19.Se necessário, tirar o anel da camisa da máquina; 20.Se necessário, tirar a vara; 21.Prender o molde móvel à ponte rolante; 22.Soltar as mangueiras de água do molde móvel ao coletor; 23.Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel; 24.Desencostar o molde móvel do prato da máquina; 25.Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde; 26.Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras; 27.Pousar o molde móvel no cavalete.

Fig. 45 – Exemplo de um modo operatório para a desmontagem de um molde criado para a Sonafi.

PROCEDIMENTOS PARA A MONTAGEM DO MOLDE
<p>DEPOIS DA PARAGEM DA MÁQUINA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se necessário, ajustar a posição do grupo de injeção (ver procedimentos para ajustar o bloco de posição de injeção); 3. Limpar a máquina (colunas, pratos, rasgos dos pratos, grampos de aperto,...); 4. Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora; 5. Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte; 6. Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina; 7. Colocar o anel no prato fixo (caso a camisa tenha sido retirada); 8. Colocar a camisa no molde fixo (caso a camisa tenha sido retirada); 9. Colocar o molde no prato fixo ajustando pelo pino de centragem; 10. Deslocar o prato móvel para a frente; 11. Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde fixo; 12. Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde fixo de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina; 13. Retirar mecanismo de tranca do molde fixo; 14. Ajustar abertura de carruagem; 15. Posicionar pernos impulsores no prato móvel; 16. Deslocar prato móvel para a frente; 17. Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel; 18. Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel; 19. Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde móvel; 20. Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde móvel de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina; 21. Avançar pernos extratores; 22. Ajustar placa extratora; 23. Abrir porta de segurança; 24. Carregar nas emergências; 25. Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora; 26. Fechar porta de segurança; 27. Ligar a bomba; 28. Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático; 29. Fechar a máquina em automático; 30. Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica; 31. Retirar a ponte; 32. Colocar a vara (caso tenha sido retirada); 33. Ligar as mangueiras da vara; 34. Ligar as mangueiras de água ao coletor; 35. Puxar a capota para a frente; 36. Colocar o apoio da cabeça de lubrificação pousado nas colunas da máquina; 37. Colocar a cabeça de lubrificação (caso tenha sido retirada); 38. Se necessário, ajustar a posição da colher; 39. Abrir as águas no coletor do molde (entrada e saída);

Fig. 46 – Exemplo de um modo operatório para a montagem de um molde criado para a Sonafi.

Para além, dos procedimentos de desmontagem e montagem de molde, foram criados também procedimentos para o ajuste da posição de injeção, da posição da cabeça de lubrificação, da posição da colher de alimentação de alumínio líquido e para afinação do extrator de peças. Estes podem ser consultados no Anexo N.

Após finalizada a montagem do molde, o operador deve obedecer a certos procedimentos. Estes foram definidos especificamente para a Sonafi e fazem parte da ficha de montagem, Figura 47.

PROCEDIMENTOS QUE DEVEM SER FEITOS APÓS O ARRANQUE DA MÁQUINA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpar o molde que saiu; 2. Colocar o mecanismo de tranca do molde; 3. Retirar todas as mangueiras de água do molde; 4. Levar as mangueiras de água para o armazém da fundição; 5. Levar o molde para o armazém de moldes; 6. Limpar ferramentas; 7. Guardar as fichas de montagem e de desmontagem; 8. Guardar todos os acessórios.

Fig. 47 – Procedimentos a realizar após o arranque da máquina criado para a Sonafi.

4.2.3 CRIAÇÃO DE UMA BASE DE DADOS PARA CONSULTA E CRIAÇÃO DE RELATÓRIOS

Como já referido anteriormente, na Sonafi, a informação relativa à mudança de molde encontrava-se dispersa, não havendo um local específico que permitesse aos operadores acederem a toda a informação necessária.

Este facto levou à decisão de avançar com a criação de uma base de dados, utilizando para isso o Software Microsoft Office Access. A partir desta será possível gerar novas fichas e consultar as já existentes, uma vez que é aqui que ficam armazenadas. Assim, é possível criar fichas standard de uma forma mais rápida. A criação da base de dados englobou 2 fases: conceção e desenvolvimento.

A primeira fase consistiu em idealizar o esqueleto da base de dados, ou seja, fornecer toda a informação necessária para que fosse possível passar à segunda fase. Para isso, foi elaborado o formato do formulário, a partir do qual é possível criar as fichas, bem como, do relatório, resultante da informação inserida no formulário.

As máquinas existentes na Sonafi têm características diferentes entre elas, tendo sido elaborada uma tabela que associa a cada máquina as suas características próprias, a qual é apresentada no Anexo O. A vantagem desta tabela é permitir uma maior agilidade na criação das fichas, uma vez que, ao ser escolhida a máquina a operar, vários itens do formulário ficam automaticamente preenchidos. Adicionalmente foram realizadas duas listagens que contêm todas as tarefas de desmontagem e montagem existentes, pois estas são necessárias para gerar o modo operativo da desmontagem e da montagem, o qual faz parte integrante das fichas. A cada uma foi associado um tempo, impondo desta forma um limite razoável, dentro do qual a desmontagem e montagem devem ocorrer. Para filtrar quais as tarefas a realizar referentes ao conjunto máquina-molde em questão, foi elaborado um conjunto de perguntas que permitem eliminar as que não dizem respeito ao conjunto máquina-molde. No Anexo P, encontra-se esse conjunto de perguntas, apresentadas em fluxograma, que serão visualizadas no momento em que se pretender criar as listagens de tarefas. Os procedimentos do Anexo N, poderão ser consultados através de um botão que aparecerá ao lado da tarefa correspondente.

A segunda fase consistiu na criação de relatórios que seriam impressos, contendo toda a informação necessária para a mudança de molde. Informação que já estará carregada na base de dados resultante da primeira fase.

A conceção do modo de funcionamento da aplicação informática foi desenvolvida no âmbito deste projeto de dissertação. Contudo o desenvolvimento propriamente dito da aplicação em base de dados foi efetuado pelo departamento informático da Sonafi.

Em seguida, será apresentado o resultado das duas fases, até então desenvolvidas.

1. Inserir máquina e molde.

Ao entrar na base de dados, a Figura 48 é a primeira janela que aparece. Nesta são inseridos as informações iniciais, como a máquina, o molde e a data de registo.

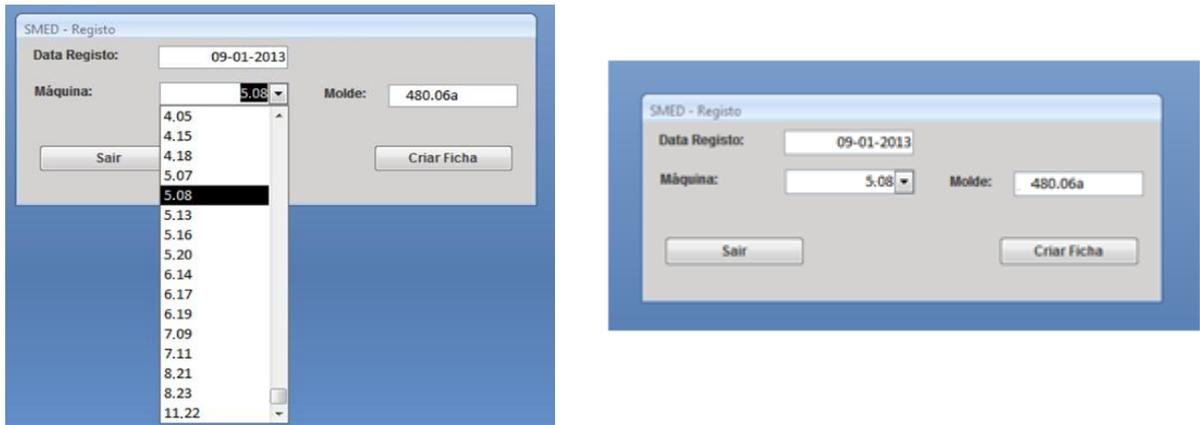


Fig. 48 – Janela onde são inseridos a máquina e o molde na base de dados.

2. Inserir *Informações Gerais* do molde.

Ao carregar no botão “Criar Ficha” apresentado na figura 48, surge uma janela, representada na Figura 49, que permite inserir as *Informações Gerais* acerca do molde. Na Figura 49 é possível visualizar as várias tabulações, em que se divide a base de dados, que deve ser preenchida com os dados necessários para serem geradas as fichas.



Fig. 49 – Janela da base de dados onde são inseridas as informações gerais do molde na base de dados.

3. Inserir informação sobre os *Acessórios*.

A Figura 50, representa a janela da tabulação *Acessórios*.

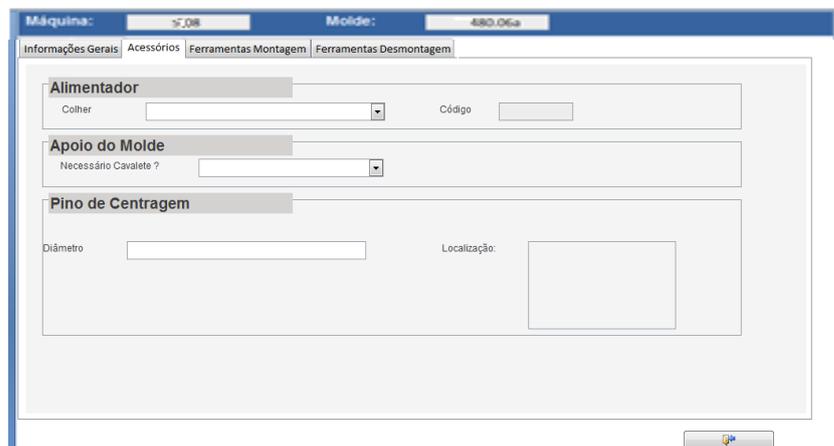


Fig. 50 – Janela da base de dados onde são inseridas as informações sobre os acessórios na base de dados.

É importante salientar, que a criação de base de dados não está completa, devido à falta de tempo para a sua conclusão. Concluído fica somente parte da elaboração do formulário que permite a criação das fichas.

4.3 Monitorização da Implementação e Eficácia das Ações de Melhoria

Na seção 4.2, foram definidas as possíveis soluções a serem implementadas na empresa, de modo a colmatar os modos de falha identificados, que colocam em causa o bom funcionamento do processo de mudança de molde. Nesta seção, o objetivo consiste em averiguar a eficácia da aplicabilidade das soluções anteriormente identificadas na Sonafi, ou seja, perceber quais os ganhos efetivos. Para isso, foram acompanhadas algumas mudanças de molde, já com as ações de melhoria incorporadas, com o intuito de monitorizar a implementação destas. No Anexo Q, apresenta-se os tempos para cada tarefa das mudanças de molde onde foram aplicadas as ações de melhoria.

Porém, nem todas as soluções identificadas foram ainda implementadas, uma vez que são soluções que exigem um determinado tempo de desenvolvimento e/ou investimento para poderem ser postas em prática. No Anexo R, apresenta-se uma tabela que identifica quais as ações de melhoria já implementadas e na Figura 51 um excerto dessa tabela.

MODO DE FALHA ASSOCIADO	AÇÕES DE MELHORIA	IMPLEMENTADAS	DATA PREVISTA DE IMPLEMENTAÇÃO	NECESSÁRIO INVESTIMENTO?
1	Inserir molde na máquina com mangueiras de água já colocadas.	Sim		Não
1	Retirar molde da máquina juntamente com mangueiras de água.	Sim		Não
2	Utilizar cavalete para pousar molde.	Sim		Sim
3	Fotocélulas de batalha naval nas máquinas em que ainda não existe.	Não	Sem 8/2013	Sim
4	Existência de marcações para a posição da carruagem.	Não	Sem 6/2013	Sim
5				Sim

Fig. 51 – Excerto da tabela que identifica quais as ações de melhoria já implementadas.

Desta tabela conclui-se que todas as ações de melhoria resultantes de criação de disciplina e organização foram implementadas, e que as soluções não implementadas são aquelas em que é necessário um maior investimento.

O método utilizado para averiguar a eficácia das ações de melhoria consistiu em comparar os tempos de mudança de molde obtidos antes e depois da implementação destas. Esta comparação é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Tempos de mudança de molde antes e depois da implementação das ações de melhoria.

TEMPO DE DESMONTAGEM (H) (ANTES)	TEMPO DE DESMONTAGEM (H) (DEPOIS)	TEMPO DE MONTAGEM (H) (ANTES)	TEMPO DE MONTAGEM (H) (DEPOIS)	TEMPO TOTAL DE MUDANÇA (H) (ANTES)	TEMPO TOTAL DE MUDANÇA (H) (DEPOIS)	REDUÇÃO (%)
Máquina 7.09 – Referências 487.01a/398.03b						
2,0	0,8	2,2	2,0	4,2	2,8	34
Máquina 7.09 – Referências 398.04b/464.02a						
2,0	0,7	3,8	1,5	5,8	2,2	63
Máquina 7.11 – Referências 476.01a/477.01a						
1,5	0,9	1,5	1,1	3,0	2,0	33

A análise da Tabela 7, permite comprovar a eficácia das ações de melhoria implementadas, uma vez que, após a implementação das mesmas é possível observar uma diminuição tanto dos tempos de desmontagem como de montagem, conduzindo à diminuição do tempo total de mudança de molde. Na máquina 7.09, 487.01a/398.03b, as ações de melhoria provocaram uma redução de 34% no tempo total de mudança. Na máquina 7.11, 476.01a/464.02a, a redução foi de 33%. A máquina 7.09, 398.04b/464.02a, foi a que conseguiu obter uma maior diminuição da duração da mudança de molde, 63%.

Como já constatado, a implementação das soluções conduz a reduções dos tempos de mudança de molde. Contudo, com vista a ter uma noção mais concreta da eficácia das mesmas e pelo facto da empresa ser mais sensível ao tema “custos”, foram calculados os custos de não produção antes e depois da implementação das ações, resultando, assim, os ganhos reais obtidos pela introdução das soluções, Tabela 8.

Tabela 8 – Custos de não produção para cada mudança de molde antes e depois de implementadas algumas das ações de melhoria e os ganhos reais obtidos.

MÁQUINA	TEMPO TOTAL DE MUDANÇA - TTM (H)	PREÇO MÉDIO DE VENDA - PMV (€)	CADÊNCIA MÉDIA DE PEÇAS - MP	CUSTO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€) (ANTES)	CUSTO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€) (DEPOIS)	GANHOS REAIS (€)
7.09	2,8	3,2	188	2468	1629	839
	2,2	3,2	188	3454	1285	2169
7.11	2,0	3,2	188	1777	1196	581

Com base na Tabela 8, conclui-se que a redução dos tempos de mudança de molde já verificados conduz a ganhos significativos, ou seja, consegue-se obter uma diminuição dos custos provocados pela paragem da máquina. A máquina 7.09, 398.04b/464.02a, é a que apresenta um maior ganho – 2169€ - por sua vez, a máquina 7.11, 476.01a/477.01a, apresenta o menor ganho – 581€. O ganho médio relativo aos ganhos reais das três mudanças é de 1196€/mudança de molde.

Na Tabela 9 apresenta-se uma estimativa do ganho médio anual, resultante de implementação das ações de melhoria, nas máquinas de 700 toneladas. Tendo como base as mudanças de molde realizadas no 1º Semestre de 2012, Figura 18, e o ganho médio real (€) por mudança de

molde nas máquinas de 700 toneladas, extrapolou-se o ganho médio real (€) anual que poderá advir das ações implementadas.

Tabela 9 – Ganho médio real anual nas máquinas de 700 toneladas.

Nº MÉDIO DE MUDANÇAS/MÊS	Nº MÉDIO DE MUDANÇAS/ANO	TEMPO MÉDIO TOTAL DE MUDANÇA -TTM (H)	GANHO MÉDIO REAL (€)	GANHO MÉDIO REAL/ANO (€)
5	55	2,3	1196	65793

A Tabela 9 permite concluir que, a implementação das ações de melhoria, nas máquinas de 700 toneladas, se traduz num ganho anual de 65793€.

Por fim, para que fosse possível prever o ganho esperado devido à implementação de todas as ações de melhoria identificadas, foi estimado o tempo total de mudança de molde já com essas ações. A estimativa do tempo de mudança foi realizada com base no documento do Anexo S, admitindo que a mudança de molde se realiza numa máquina de 700 toneladas. Na Tabela 10 apresenta-se o custo de não produção para uma mudança de molde numa máquina de 700 toneladas com todas as ações de melhoria implementadas.

Tabela 10 – Custo de não produção de uma mudança de molde numa máquina de 700 toneladas com todas as ações de melhoria implementadas.

TEMPO TOTAL ESTIMADO DE MUDANÇA -TTM (H)	PREÇO MÉDIO DE VENDA - PMV (€)	CADÊNCIA MÉDIA DE PEÇAS - MP	CUSTO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€)
2,0	3,2	188	1184

Na tabela 11 é possível perceber qual o ganho médio esperado devido às soluções propostas. O dado da primeira coluna representa a média dos tempos de mudança de molde nas máquinas de 700 toneladas antes da implementação das ações de melhoria. Estes tempos encontram-se na tabela 5.

Tabela 11 – Ganho médio esperado por mudança de molde.

TEMPO TOTAL MÉDIO DE MUDANÇA -TTM (H) (ANTES)	TEMPO TOTAL ESTIMADO DE MUDANÇA -TTM (H) (DEPOIS)	CUSTO MÉDIO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€) (ANTES)	CUSTO DE NÃO PRODUÇÃO - CNP (€) (DEPOIS)	GANHO MÉDIO ESPERADO (€)
4,33	2	2566	1184	1382

Da Tabela 11, conclui-se que ao implementar todas as ações de melhorias identificadas a empresa poderá ter um ganho médio de 1382€/mudança de molde. A partir da tabela 9 e 11, foi calculado o ganho médio anual esperado:

$$\text{Ganho médio esperado/ano} = 1382 \times 55 = 75999\text{€} \quad (9)$$

No entanto, este ganho não é total, uma vez que, algumas ações necessitam de investimento.

5 Considerações Finais e Perspetivas de Trabalhos Futuros

Esta tese teve como principal objetivo definir soluções conducentes à redução dos tempos de mudança de molde (tempo de *setup*) e, conseqüentemente, aumentar o tempo de produção disponível na empresa Sonafi, através da aplicação das ferramentas *Lean Manufacturing*. Apesar deste ser um tema com grande interesse, toma uma maior proporção devido à situação económica que o país atravessa, pois a crise atual é responsável por colocar em causa a sobrevivência de várias empresas.

Tendo como base a pesquisa efetuada, constatou-se que as ferramentas *Lean Manufacturing*, nomeadamente a metodologia SMED e 5S, são instrumentos fortes no que diz respeito a proporcionar melhorias ao nível do desempenho das empresas onde são implementadas. Ambas funcionam como armas fortes no combate aos significativos tempos de *setup* praticados na Sonafi, justificando por isso a sua aplicabilidade.

Do acompanhamento das mudanças de molde e do contato direto com os operadores percebeu-se que existiam falhas no processo que colocavam em causa o bom funcionamento deste. Assim, foram encontradas soluções baseadas nas ferramentas *Lean Manufacturing*, que colmatassem as falhas existentes. Dentro dessas soluções, a preparação prévia da mudança, a definição do modo operatório e a criação de uma base de dados foram estudadas com maior detalhe, pois acredita-se que se estas forem implementadas conseguir-se-á mais facilmente incorporar as restantes, uma vez que se tratam de procedimentos/métodos considerados elementares numa mudança, e alcançar-se-ão melhorias significativas.

A partir da visualização das mudanças de molde com algumas das soluções implementadas, pode concluir-se que estas contribuem para a diminuição do tempo de *setup*, logo permitem reduzir os custos inerentes, o que é positivo para a empresa. Com a incorporação destas ações de melhoria, a empresa consegue ganhos consideráveis. A máquina 7.09 apresenta ganhos estimados de 2169€ e de 839€ com as referências 10398.04b/10464.02a e 10487.01a/10398.03b, respetivamente. Por sua vez, a máquina 7.11, 10476.01a/10477.01a, apresenta o menor ganho - 581€. Estes ganhos comprovam a mais valia das ações de melhoria e reforçam a necessidade da sua implementação. Espera-se obter com a implementação de todas as ações um ganho médio de 1382€/mudança de molde e um ganho médio anual de aproximadamente 76000€.

Uma limitação deste trabalho é o número de mudanças de molde acompanhadas ter sido reduzido, caso contrário a amostra referente à recolha dos tempos de mudança seria maior o que tornaria a média dos tempos das tarefas chave do processo mais fiável. No entanto, o tempo disponível para a realização do trabalho não o permitiu, para além, de ser difícil coordenar os horários das mudanças, algumas delas realizadas durante a noite, com os de trabalho. Assim, de forma a aproveitar as mudanças que existiam, foram implementadas as ações de melhoria em mudanças em que não havia sido feito um estudo. Posto isto, surgiu a necessidade de recorrer a uma base de dados para retirar os tempos anteriores dessas mudanças.

Como trabalhos futuros sugere-se que as ações de melhoria sejam estendidas a todas as máquinas e moldes existentes na empresa e a criação de fichas de desmontagem e montagem para todos os moldes. Acrescenta-se ainda a necessidade de investigar quais as vantagens e os resultados, ou seja, os ganhos efetivamente alcançados pela implementação das ações de melhoria propostas mas que não chegaram a ser alvo de análise na prática.

Referências

Boas, Vilas; “Cinfu - Fundição Injetada: Princípios e equipamentos”.

Cakmakci, Mehmet (2009). *Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 41, 168-179.

<http://www.lean.educacao.ws/> acessido em 30/11/2012

<http://www.sonafi.pt/> acessido em 01/11/2012

Lixia, Chen, e Meng Bo (2008). *How to Make 5S as a Culture in Chinese Enterprises. International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 221 -224.

Manual da Qualidade, Sonafi 2012.

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

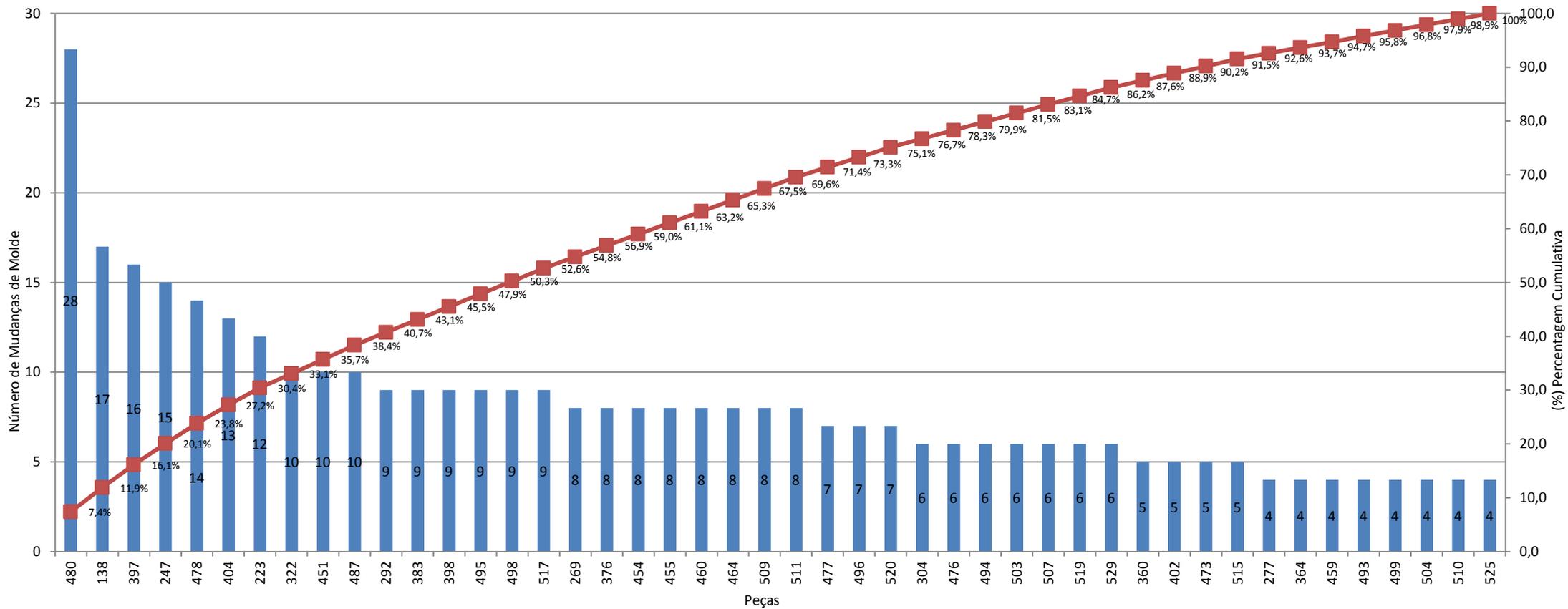
Pereira, M (2008). *Estudo de Caso da Metodologia SMED: Questões Operacionais para Implantação em Tornos CNC*. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, Brasil.

Pinto, J. (2006). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. Lidel, Lisboa.

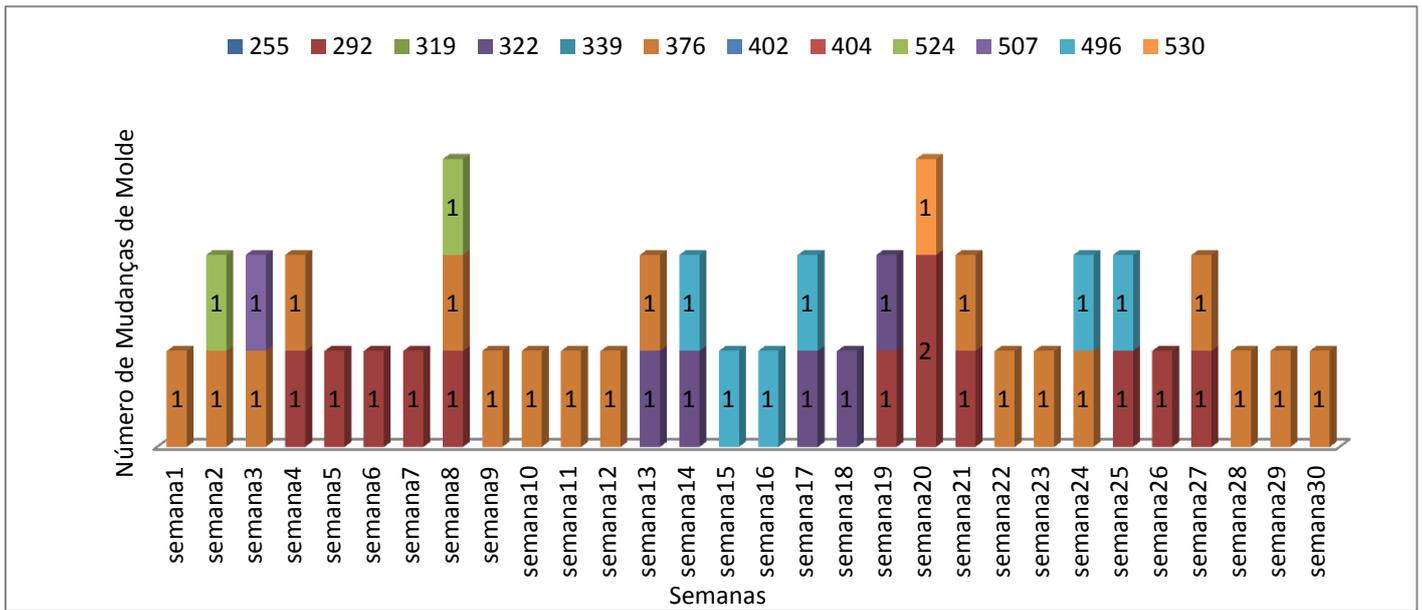
Shingo, Shigeo (1996). *O Sistema Toyota de Produção*. Bookman, Brasil.

Womack, J. (Janeiro de 2007). *The challenge of Lean Transformation*.

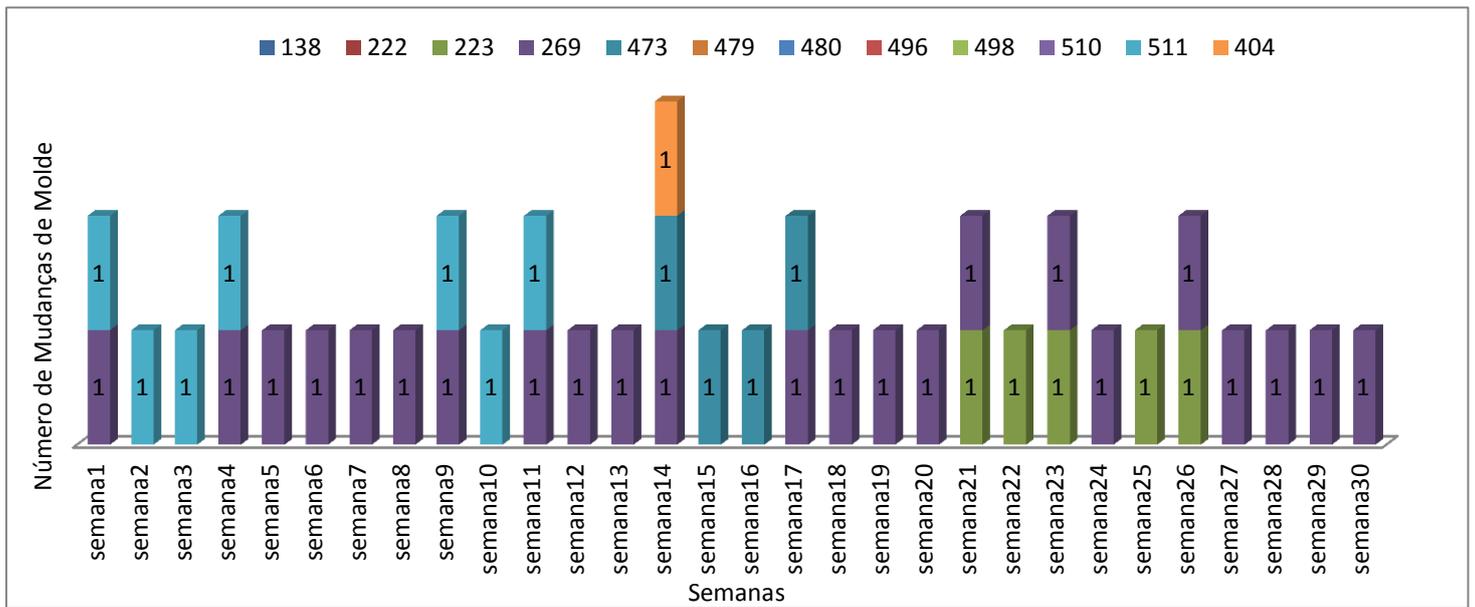
ANEXO A: Referência com maior número de mudanças de molde na Sonafi.



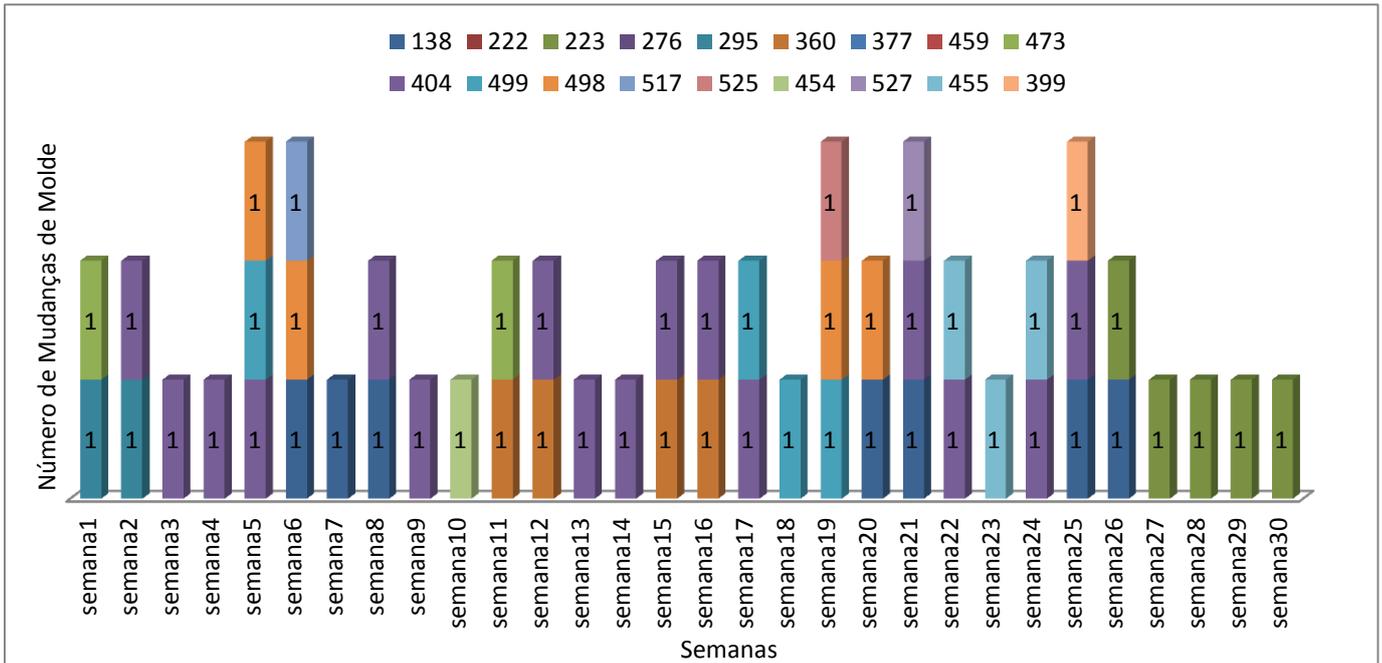
ANEXO B: Referências utilizadas na máquina 3.02.



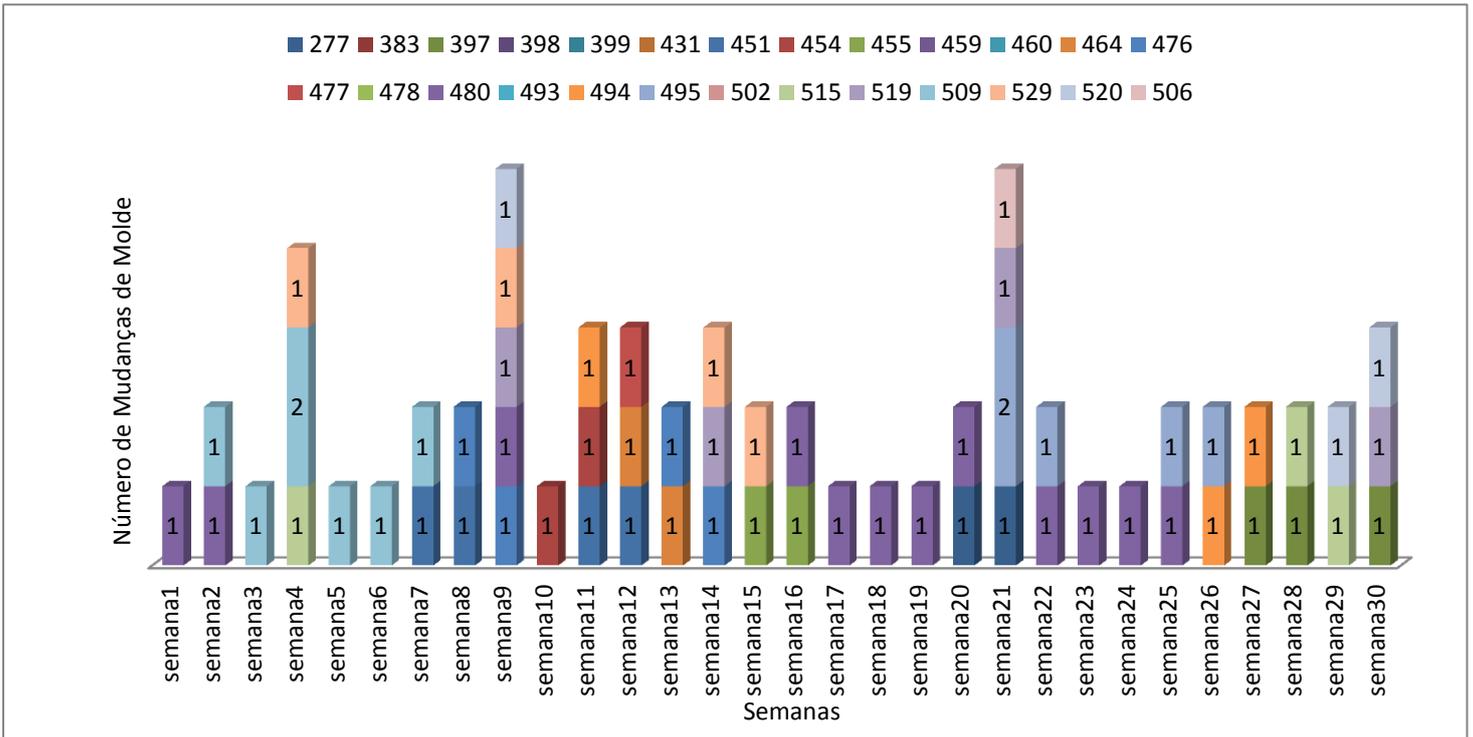
ANEXO C: Referências utilizadas na máquina 4.15.



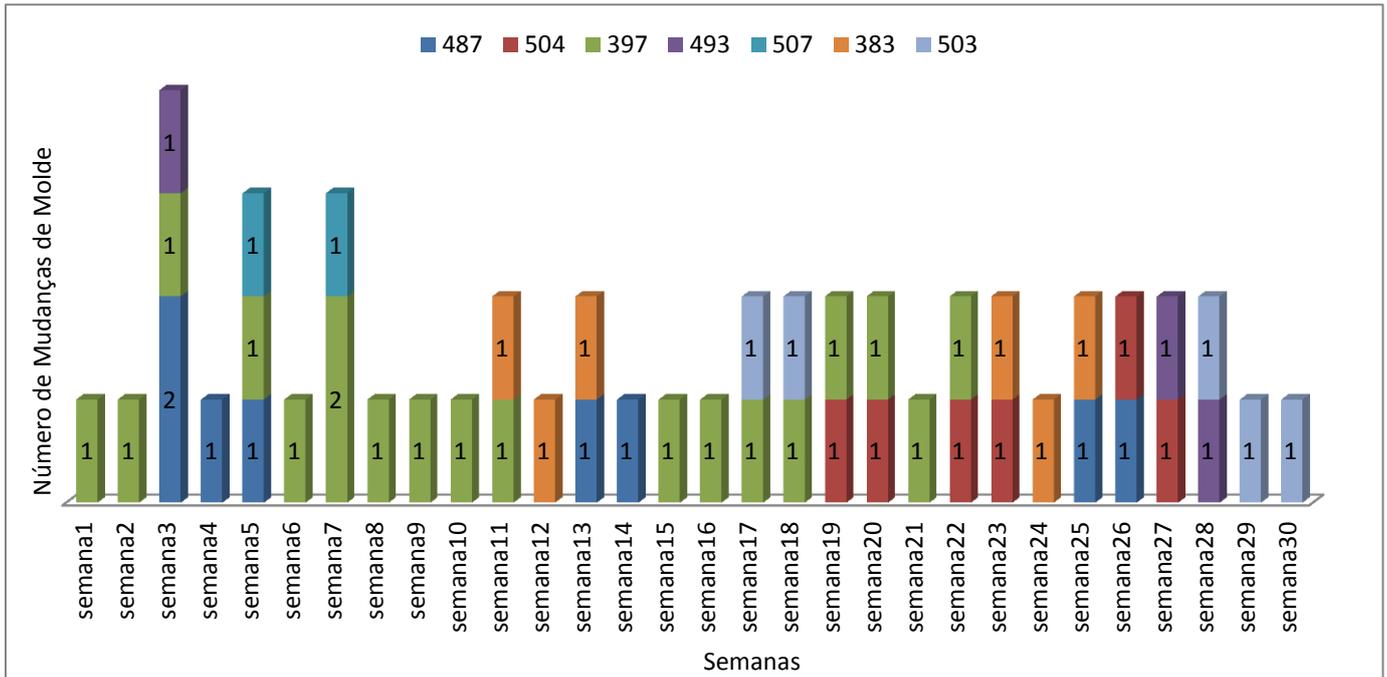
ANEXO D: Referências utilizadas na máquina 5.20.



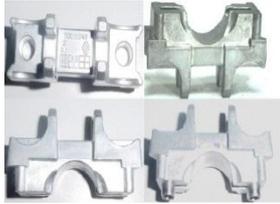
ANEXO E: Referências utilizadas na máquina 6.17.



ANEXO F: Referências utilizadas na máquina 11.22.



ANEXO G: Exemplos de peças produzidas nos moldes utilizados como objeto de estudo.

 <p>223</p>	 <p>292</p>	 <p>322</p>
 <p>398</p>	 <p>451</p>	 <p>464</p>
 <p>487</p>	 <p>498</p>	 <p>499</p>
 <p>502</p>	 <p>510</p>	 <p>511</p>

ANEXO H: Tempo de cada tarefa da desmontagem e montagem de molde.

Mudança de molde 295/223 na máquina 5.20 em 03/10/2012	
Desmontagem	Tempo
<i>Antes paragem</i>	
Trazer o carrinho de ferramentas;	
Colocar o molde que vai ser montado ao lado da máquina;	
<i>Depois paragem 16h55</i>	
Colocar a maquina em modo de mudança de molde;	00:00:20
Desligar a água;	00:00:05
Puxar a capota para trás;	00:00:40
Tirar as mangueiras do molde móvel;	00:02:10
Trazer a ponte;	00:01:13
Deslocar o prato móvel da máquina para a frente para conseguir desapertar os pernos impulsores;	00:00:10
Abrir porta de segurança;	00:00:20
Carregar nas emergências;	00:00:05
Entrar na máquina e desapertar os pernos impulsores;	00:01:36
Fechar a porta de segurança;	00:00:18
Ligar a bomba;	00:00:05
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:11
Prender o molde fixo a ponte;	00:01:07
Desapertar os calços do molde fixo;	00:03:19
Retirar o molde fixo e coloca-lo no chão;	00:02:43
Retirar o anel da camisa;	00:06:46
Prender o molde móvel a ponte rolante;	00:01:15
Desapertar os calços do molde móvel;	00:02:42
Desencostar o molde móvel do prato móvel com os pernos impulsores;	00:00:30

Tirar os pernos impulsores do molde móvel;	00:02:03
Colocar o molde no chão 17h30	00:01:47
Montagem 18h30	
Tirar a vara;	00:00:20
Confirmar a camisa;	00:19:09
Limpar a camisa;	00:01:04
Limpar a máquina;	00:10:00
Trocar mangueira que estava danificada;	00:02:00
Posicionar os 2 moldes por cima da máquina;	00:02:36
Ligar as mangueiras da parte de baixo do molde;	00:01:51
Colocar a camisa no molde fixo;	00:01:15
Deslocar o prato móvel para empurrar o molde fixo e o molde móvel;	00:00:10
Colocar a vara;	00:00:10
Ligar as mangueiras da vara;	00:01:00
Posicionar calços no prato fixo e pernos impulsores no prato móvel;	00:03:08
Apertar os calços de forma cruzada;	00:02:59
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:10
Apertar os pernos impulsores ao molde móvel;	00:02:16
Deslocar o prato móvel até ao molde móvel;	00:00:52
Apertar os calços do molde móvel;	00:02:04
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:10
Tirar a ponte;	00:00:30
Abrir as águas;	00:00:07
Afinar a máquina;	00:01:37
Abrir porta de segurança;	00:00:12
Deslocar pernos extratores;	00:01:00
Apertar os pernos impulsores a placa extratora;	00:07:00
Fechar a porta de segurança;	00:00:10
Avançar capota;	00:00:50
Colocar a máquina em modo automático;	00:01:00
Afinação do processo.	00:12:00
19h38	

Mudança de molde 494.01a/502.01a na máquina 6.19 em 10/10/2012

Desmontagem 15h30	Tempo
Não assistida	
Montagem 17h	
Espera pela ponte que estava a ser utilizada por outro operador;	00:40:00
Limpar máquina;	00:09:00
Colocar molde fixo na ponte;	00:01:10
Colocar as duas mangueiras na parte de baixo do molde fixo;	00:00:40
Colocar molde fixo no prato fixo;	00:01:11
Posicionar os calços no prato fixo;	00:02:17
Mede distância para centrar molde;	00:02:15
Apertar os 6 calços;	00:08:00
Prende a ponte ao molde móvel;	00:03:20
Colocar o molde entre as colunas;	00:06:51
Colocar as mangueiras por baixo do molde;	00:00:16
Colocar no molde móvel as 2 mangueiras do radial;	00:05:39
Montar a ficha que liga extração ao radial;	00:01:00
No programa da máquina avançam radial;	00:00:30
Juntar molde móvel ao molde fixo;	00:02:00
Avançar coluna;	00:00:20
Avançar prato móvel para empurrar molde móvel contra o fixo;	00:00:55
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:20
Posicionar os pernos impulsores no prato móvel;	00:00:20
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:20
Prender os pernos ao molde móvel;	00:03:16
Deslocar prato móvel para a frente ate encostar no molde móvel;	00:00:20
Apertar os 4 calços do molde móvel;	00:09:00
Ligar extensão elétrica de segurança da extração;	00:00:40
Retirar a ponte;	00:00:30
Apertar os pernos impulsores à placa extratora;	00:03:04
Fecha porta de segurança;	00:00:20
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:09

Colocar tubos que permitem ligar as mangueiras do die-heater no molde fixo;	00:01:30
Ligar mangueiras de água no molde móvel;	00:02:10
Ligar mangueiras do die heater do molde móvel;	00:05:20
Ligar mangueiras do die heater do molde fixo;	00:01:20
Avançar capota;	00:00:20
Ajustar o molde para colocar cabeça de lubrificação;	00:06:15
Mover para baixo suporte da cabeça de lubrificação;	00:00:15
Colocar cabeça de lubrificação apertando uns parafusos;	00:01:40
Mover para cima suporte da cabeça de lubrificação;	00:00:13
Abrir águas;	00:00:10
Colocar a máquina em modo automático;	00:01:00
Afinação do processo.	00:13:00
19h00	

Mudança de molde 451.04b/499.01b na máquina 5.07 em 11/10/2012

Desmontagem	Tempo
<i>Depois paragem 10h36</i>	
Colocar a maquina em modo de mudança de molde;	00:00:40
Desligar a água;	00:00:18
Puxar a capota para trás;	00:01:00
Deslocar o prato móvel da máquina para a frente para conseguir desapertar os pernos impulsores;	00:00:12
Entrar na máquina e desapertar os pernos impulsores;	00:02:08
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:20
Tirar cabeça de lubrificação;	00:02:46
Tirar mangueiras do die-heater do molde fixo e móvel e os tubos;	00:02:59
Esperar pela ponte;	00:02:30
Deslocar prato móvel todo para trás;	00:00:15
Prender o molde fixo a ponte;	00:00:11
Desapertar os calços do molde fixo;	00:02:04
Retirar o molde fixo do prato fixo;	00:00:58
Soltar outra mangueira do die-heater;	00:00:33
Retirar molde fixo da máquina;	00:00:57

Soltar mangueiras de baixo do molde fixo;	00:00:30
Retirar tubos das mangueiras da parte de baixo;	00:00:40
Coloca 2 tubos na parte do lado do molde;	00:02:17
Pousar molde fixo no chão;	00:00:26
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:13
Retirar a ponte do molde fixo;	00:00:13
Prender a ponte ao molde móvel;	00:00:25
Tirar a extensão do radial e da extração;	00:01:00
Desapertar os calços do molde móvel;	00:02:35
Deslocar o prato móvel todo para trás;	00:00:15
Desapertar 2 mangueiras do radial do molde móvel;	00:01:00
Despertar os pernos impulsores do molde móvel;	00:03:36
Retirar a mangueira de óleo que liga o molde móvel ao molde fixo e retirar mangueiras de água da parte de baixo;	00:00:40
Limpar o molde;	00:00:30
Retirar mangueiras dos radiais;	00:02:40
Retirar molde da máquina;	00:01:00
Colocar molde móvel no cavalete;	00:01:10
Limpar o molde;	00:01:00
Prender a ponte à camisa;	00:00:45
Retirar camisa;	00:01:00
Retirar anel da camisa; 12h05	00:04:00
Montagem 12h06	
Limpar máquina e colocar anel;	00:10:58
Buscar camisa;	00:01:55
Prender a ponte à camisa;	00:00:22
Colocar camisa;	00:11:59
Tirar a ponte;	00:00:34
Teve problemas com a camisa, não entrava no anel. O anel foi desbastado.	
Tirar camisa;	00:02:47
Tirar o anel;	00:02:57
Confirmar o aperto dos parafusos dos cilindros de extração;	00:17:10
13h35 parou para almoçar	

Começou 14h19	
Colocar anel;	00:01:00
Colocar camisa;	00:00:40
Prender a ponte ao molde móvel;	00:01:15
O molde móvel veio do armazém sem bypass, teve de esperar que o viesse colocar;	
Informa que o molde não está pronto a ser montado. Ver o molde;	00:17:00
Montou o molde sem o bypass. O bypass vai ser colocado com o molde já na máquina;	
Retirar gaveta do molde móvel para conseguir entrar na máquina;	00:00:40
Posicionar o molde na máquina;	00:02:44
Colocar a gaveta;	00:01:20
Pousar o molde entre as colunas;	00:01:01
Retirar a ponte;	00:00:25
Prender a ponte ao molde fixo;	00:01:15
Levantar molde fixo do chão;	00:00:50
Retirar os tubos das mangueiras do molde fixo;	00:00:58
Posicionar o molde na máquina;	00:02:20
Colocar as mangueiras da parte de baixo do molde;	00:01:20
Colocar o molde fixo no prato fixo;	00:02:04
Nivelar o molde fixo;	00:01:00
Posicionar e apertar os 4 calços do molde fixo;	00:05:47
Apertar um calço em cima e em baixo do molde fixo	00:17:00
Retirar a ponte;	00:00:20
Prender a ponte ao molde móvel;	00:00:52
Colocar num dos lados do molde os tubos das mangueiras;	00:05:41
Colocar os tubos das mangueiras no outro lado do molde;	00:03:40
Colocar molde móvel junto do molde fixo;	00:01:33
Parou durante 5min	
Ajustar carruagem 16h03	00:02:00
Deslocar prato móvel para a frente até o molde móvel encostar no molde fixo;	00:00:33
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:12
Posicionar no prato móvel os pernos impulsores;	00:01:00

Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:18
Apertar os pernos impulsores ao molde móvel;	00:02:00
Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	00:00:20
Apertar os calços ao molde móvel;	00:11:00
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:17
Avançar pernos extratores;	00:00:10
Apertar os pernos impulsores a placa extratora;	00:01:53
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:15
Ligar extensão elétrica de segurança de extração ao molde móvel;	00:00:40
Ligar mangueiras do die heater ao molde fixo e móvel;	00:02:48
Ligar mangueiras de água ao molde móvel e fixo;	00:25:00
17h05 colocam o bypass que faltava	
Trocar bypass porque os do armazém montaram mal;	00:11:48
Avançar capota;	00:01:00
Ligar as águas;	00:00:15
Colocar a máquina em modo automático;	00:00:49
Afinação do processo.	00:10:50
18h25	

Mudança de molde 4991b/498.01b na máquina 5.07 em 17/10/2012

Desmontagem 12h38	Tempo
<i>Depois paragem</i>	
Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	00:00:45
Recolher capota;	00:00:50
Abrir águas;	00:00:15
Desapertar pernos impulsores da placa extratora;	00:02:00
Tirar o molde fixo da máquina;	00:06:30
Tirar calços do molde móvel;	00:03:00
Tirar molde móvel do parto móvel;	00:00:08
Desapertar pernos impulsores do molde móvel;	00:03:57
Retirar molde móvel da máquina;	00:02:20
Soltar uma mangueira de óleo da parte de baixo para pousar o molde no chão;	00:00:54
Colocar gaveta no molde;	00:01:21

Colocar bypass;	00:01:42
Pousar o molde no chão;	00:00:15
Limpar molde móvel e fixo; 14h38	00:01:47
Montagem 14h39	
Limpar a máquina;	00:07:33
Tirar a gaveta;	00:00:59
Prender ponte ao molde móvel;	00:00:25
Colocar molde móvel pousado nas colunas;	00:11:40
Prender ponte ao molde fixo;	00:00:21
Colocar a gaveta que foi retirada;	00:02:00
Posicionar molde fixo na máquina;	00:03:04
Colocar 2 mangueiras de água por baixo do molde;	00:01:46
Colocar o molde fixo no prato fixo;	00:02:37
Prender os calços ao molde fixo;	00:03:24
Retirar a ponte;	00:00:30
Prender a ponte ao molde móvel;	00:00:20
Colocar molde móvel no molde fixo;	00:01:00
Ajustar a carruagem;	00:07:39
Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	00:00:43
Mover prato móvel um pouco para a frente;	00:00:15
Prender os pernos impulsores ao molde móvel;	00:03:45
Deslocar prato móvel todo para a frente;	00:00:10
Apertar calços ao molde móvel;	00:06:48
Retirar a ponte;	00:00:15
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:14
Avançar pernos extratores;	00:00:15
Ligar extensão elétrica de segurança de extração;	00:00:20
Apertar os pernos impulsores a placa extratora;	00:02:53
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:11
Colocar mangueiras de água, do die-heater e mangueira de óleo de ligação do molde móvel ao molde fixo;	00:13:40
Puxar a capota para a frente;	00:00:40

Abrir águas;	00:00:08
Colocar a máquina em modo automático;	00:01:00
Afinação do processo.	00:11:00
16h30	

Mudança de molde 511.02a/510.01a na máquina 4.05 em 18/10/2012

Desmontagem 7h20

Tempo

Não assistida

Montagem 9h40

Limpar máquina;	00:10:30
Ao alterar a posição de injeção o bloco de posição de injeção não entrava na máquina;	
Coloca 1º o molde fixo para empurrar o bloco de posição de injeção para dentro;	
Colocar molde fixo na máquina;	9h50
O bloco entra na máquina;	10h05
Retirar molde fixo da máquina;	00:01:00
Prender ponte ao molde móvel;	00:00:45
Colocar molde móvel pousado nas colunas e colocar tubos das mangueiras na parte de baixo que tiveram de tirar para pousar molde no chão;	00:14:40
Colocar mangueira de água na parte de baixo do molde e mangueira do die-heater;	00:02:40
Colocar no molde móvel mangueira de óleo que liga o molde fixo ao móvel;	00:01:01
Colocar anel na máquina;	00:00:20
Descer posição de injeção:	
Retirar mangueiras da vara;	00:00:30
Retirar patela da vara;	00:01:47
Tirar a vara;	00:00:30
Desapertar parafusos do grupo de injeção;	00:01:15
Puxar sistema de injeção para baixo;	00:00:30
Apertar parafusos do grupo de injeção;	00:01:00
Colocar vara;	00:01:30
Colocar patela da vara;	00:00:15
Colocar mangueiras da vara;	00:00:15

	10h45
Colocar camisa no prato fixo;	00:02:00
Prender ponte ao molde fixo e subir molde;	00:00:40
Colocar tubos no molde;	
Buscar tubos que faltam;	00:04:07
Colocar no molde fixo as mangueiras de água na parte de baixo, mangueiras do die-heater e mangueira de óleo que liga molde fixo ao móvel;	00:03:00
Colocar molde fixo no prato fixo;	00:01:00
Medir distância de centragem;	00:01:19
Prender os 4 calços do molde fixo;	00:05:39
Tirar a ponte;	00:00:30
	11h15
Ligar 2 mangueiras hidráulicas à gaveta e à máquina;	00:01:00
Verificar se mangueiras hidráulicas estão colocadas no local correto;	00:02:00
Colocar extensão elétrica de segurança do radial;	00:00:45
Avançar gaveta;	00:00:30
Colocar extensão elétrica de segurança da extração;	00:00:35
Colocar molde móvel no molde fixo;	00:01:10
Ajustar a carruagem;	00:05:24
Deslocar prato móvel para trás;	00:00:10
Colocar os pernos impulsores no prato móvel;	00:01:06
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:20
Apertar pernos impulsores ao molde móvel;	00:02:57
Deslocar prato móvel todo para a frente;	00:00:20
Apertar 4 calços ao molde móvel;	00:02:20
Apertar os pernos impulsores a placa extratora;	00:00:39
Retirar a ponte;	00:00:30
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:10
	12h00
Parou 10min	
Puxar a colher para baixo;	00:04:00
Afinar o extrator de peças:	
Desapertar parafusos;	00:01:03

Tempo de procura de ferramentas;	00:03:00
Tempo a procura de um alicate de pressão;	00:02:00
Desapertar outros parafusos;	00:01:00
Prender ponte ao extrator e subi-lo e aperta parafuso de rosca. Apertar todos os parafusos;	00:05:20
Desapertar parafusos para puxar para trás o extrator;	00:01:00
Apertar parafusos;	00:00:45
Puxar capota para a frente;	00:01:00
Ajustar a posição da cabeça de lubrificação;	00:14:57
Montar cabeça;	00:02:00
Abrir águas;	00:00:12
Colocar a máquina em modo automático;	00:00:40
Afinação do processo.	00:15:00
13h20	

Mudança de molde 322.06a/292.02c na máquina 3.02 em 19/10/2012

Desmontagem 6h30

Tempo

Não assistida

Montagem 8h

Limpar máquina;	00:09:30
Colocar molde fixo;	00:10:30
Colocar molde móvel;	00:11:15
Apertar pernos impulsores ao molde móvel;	00:03:00
Ajustar a abertura da carruagem;	00:05:10
Apertar 4 calços ao molde móvel;	00:03:00
Apertar os pernos impulsores à placa extratora;	00:02:04
Apertar de novo os calços;	00:03:15
Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático;	00:01:00
Ajustar a placa de extração;	00:01:00
Avançar pernos extratores;	00:00:20
Ajustar a posição de injeção;	00:06:00
Ajustar extrator de peças;	00:02:00

Puxar a capota manualmente;	00:01:00
Tirar a cabeça de lubrificação;	00:01:00
Colocar a nova cabeça de lubrificação;	00:02:15
Ligar a água;	00:00:30
Colocar a máquina em modo automático;	00:01:00
Afinação do processo.	00:35:00
10h50	

Mudança de molde 496.01a/247.16a na máquina 4.05 em 29/10/2012

Desmontagem 16h30	Tempo
<i>Depois da paragem</i>	
Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	00:00:30
Abrir águas;	00:00:20
Recolher capota;	00:00:55
Desapertar os pernos impulsores da placa extratora;	00:01:15
Tirar e limpar a cabeça de lubrificação;	00:03:05
Soltar manguerias de água do caudalímetro;	00:01:00
Tirar a carapuça da coluna;	00:01:03
Desapertar os parafusos que permitem que a coluna não rode;	00:00:30
Tirar fêmea da coluna;	00:02:00
Deslocar prato móvel para a frente até a coluna ficar recolhida;	00:15:00
Desapertar parafuso do prato móvel;	
Deslocar o prato móvel para trás;	
Desapertar de novo o parafuso;	00:09:47
Deslocar o prato móvel para a frente;	
Tirar manguerias hidráulicas; 17h45	00:00:30
Esperar pela ponte;	00:10:00
Tirar manguerias de água do molde fixo e móvel;	00:02:15
Tirar calços do molde fixo;	
Tirar molde fixo da máquina;	00:06:15
Prender ponte ao molde móvel;	00:00:20
Deslocar prato móvel para a frente;	
Desapertar calços do molde móvel;	00:03:59

Deslocar prato móvel para trás;	
Tirar molde móvel da máquina;	00:01:15
Desapertar pernos impulsores do molde móvel;	00:02:50
Pousar molde móvel no chão; 18h25	

Montagem

Não assistida

Mudança de molde 487.01a/398.03b na máquina 7.09

Desmontagem (*)	02:00:00
Montagem (*)	02:10:00

Mudança de molde 398.04b/464.02a na máquina 7.09

Desmontagem (*)	02:00:00
Montagem (*)	03:50:00

(*) Valores retirados da base de dados da empresa.

ANEXO I: Tarefas da desmontagem classificadas em internas e externas

TAREFAS DA DESMONTAGEM	CLASSIFICAÇÃO		CONVERTER DE INTERNA PARA EXTERNA
	INTERNA	EXTERNA	
1. Trazer o carrinho de ferramentas.		X	
2. Colocar o molde a montar junto da máquina.		X	
3. Parar a máquina.			
4. Desligar a água no coletor do molde (entrada e saída).	X		
5. Colocar a máquina em modo de mudança de molde.	X		
6. Tirar a cabeça de lubrificação.	X		
7. Recolher a capota.	X		
8. Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima.	X		
9. Extrair coluna	X		
10. Deslocar o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras.	X		
11. Abrir porta de segurança.	X		
12. Carregar nas emergências.	X		
13. Desapertar os pernos impulsores.	X		
14. Fechar porta de segurança.	X		
15. Ligar a bomba.	X		
16. Andar com o prato móvel para trás.	X		
17. Colocar a ponte posicionada por cima dos moldes.	X		X
18. Prender o molde fixo à ponte rolante.	X		
19. Procurar as ferramentas necessárias.	X		X
20. Desapertar os calços do molde fixo.	X		
21. Soltar as mangueiras de água do molde fixo.	X		X
22. Soltar as mangueiras de água do molde fixo do coletor/caudalímetro.	X		
23. Retirar as mangueiras do die-heater do molde fixo.	X		
24. Retirar do molde fixo e do móvel a mangueira de óleo que liga o molde móvel ao fixo.	X		
25. Retirar o molde fixo da máquina.	X		
26. Retirar os tubos de óleo do molde fixo.	X		
27. Pousar o molde fixo no chão.	X		
28. Tirar a camisa da máquina.	X		
29. Tirar o anel/bloco da máquina.	X		

30.	Soltar as mangueiras da vara.	X	
31.	Tirar a vara.	X	
32.	Limpar o molde fixo.	X	X
33.	Soltar as mangueiras de água do molde móvel.	X	X
34.	Soltar as mangueiras de água do molde móvel do coletor/caudalímetro.	X	
35.	Soltar as mangueiras do die-heater do molde móvel.	X	
36.	Prender o molde móvel à ponte rolante.	X	
37.	Tirar gaveta mecânica do molde móvel.	X	
38.	Tirar extensão elétrica de segurança da extração.	X	
39.	Soltar mangueiras hidráulicas da gaveta.	X	
40.	Tirar extensão elétrica de segurança do radial.	X	
41.	Desapertar os calços do molde móvel.	X	
42.	Desencostar o molde móvel do prato da máquina.	X	
43.	Desapertar os pernos impulsores do molde móvel.	X	
44.	Retirar o molde móvel da máquina.	X	
45.	Retirar tubos de óleo do molde móvel.	X	
46.	Pousar o molde móvel no chão.	X	
47.	Limpar o molde móvel.	X	X

ANEXO J: Tarefas da montagem classificadas em internas e externas

TAREFAS DA MONTAGEM	CLASSIFICAÇÃO		CONVERTER DE INTERNA PARA EXTERNA
	INTERNA	EXTERNA	
1. Ajustar a posição do grupo de injeção.	X		
2. Limpar a máquina (colunas, pratos, rasgos dos pratos, calços de aperto).	X		
3. Colocar o anel no prato fixo/Ajustar posição do bloco no prato fixo.	X		
4. Colocar a camisa no molde fixo.	X		
5. Colocar a camisa no prato fixo.	X		
6. Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora.	X		
7. Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte.	X		
8. Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina.	X		
9. Prender o molde fixo à ponte.	X		
10. Colocar tubos de óleo no molde fixo.	X		
11. Limpar o molde fixo.	X		X
12. Ligar as mangueiras de água da parte de baixo do molde fixo.	X		X
13. Colocar o molde fixo no prato fixo.	X		
14. Centrar o molde fixo no prato fixo.	X		
15. Procurar as ferramentas necessárias.	X		X
16. Apertar os calços do molde fixo de forma cruzada.	X		
17. Ligar mangueiras de água no molde fixo.	X		X
18. Ligar mangueiras de óleo no molde fixo.	X		
19. Ligar mangueira de óleo de ligação do molde móvel ao fixo.	X		
20. Prender o molde móvel à ponte.	X		
21. Colocar tubos de óleo no molde móvel.	X		
22. Colocar o molde móvel pousado nas colunas.	X		
23. Colocar gaveta mecânica no molde móvel.	X		
24. Ligar mangueiras hidráulicas da gaveta.	X		
25. Ligar extensão elétrica de segurança do radial.	X		
26. Avançar gaveta.	X		
27. Limpar o molde móvel.	X		X

28.	Ligar as mangueiras de água na parte de baixo do molde móvel.	X	X
29.	Colocar molde móvel junto do molde fixo.	X	
30.	Ligar mangueiras de água no molde móvel.	X	X
31.	Ligar mangueiras de óleo no molde fixo.	X	
32.	Fechar coluna retrátil.	X	
33.	Colocar chante.	X	
34.	Ajustar a abertura da carruagem.	X	
35.	Posicionar pernos impulsores no molde móvel.	X	
36.	Deslocar prato móvel para a frente.	X	
37.	Apertar os pernos impulsores ao molde móvel.	X	
38.	Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel.	X	
39.	Apertar os calços do molde móvel em forma cruzada.	X	
40.	Tirar a ponte.	X	
41.	Avançar pernos extratores.	X	
42.	Ajustar placa extratora.	X	
43.	Tirar chante.	X	
44.	Ligar extensão elétrica de segurança de extração.	X	
45.	Deslocar prato móvel para a frente.	X	
46.	Abrir porta de segurança.	X	
47.	Carregar nas emergências.	X	
48.	Apertar os pernos impulsores à placa extratora.	X	
49.	Fechar porta de segurança.	X	
50.	Desativar emergência.	X	
51.	Ligar a bomba.	X	
52.	Deslocar prato móvel para trás.	X	
53.	Ajustar de novo a carruagem em automático.	X	
54.	Ligar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel ao coletor/caudalímetro.	X	
55.	Colocar a vara.	X	
56.	Ligar mangueiras da vara.	X	
57.	Afinar o extrator de peças.	X	
58.	Ajustar a posição da colher.	X	
59.	Puxar a capota para a frente.	X	

60.	Colocar a cabeça de lubrificação.	X
61.	Ajustar a posição da cabeça de lubrificação.	X
62.	Abrir as águas no coletor do molde (entrada e saída).	X

Anexo K: Distribuição das tarefas de desmontagem e montagem por 2 operadores.

DESMONTAGEM				
Antes da Paragem da Máquina				
1	Colocar junto à máquina o carrinho de ferramentas com as ferramentas à mão			
2	Colocar o molde que vai ser montado, em cima do cavalete, ao lado da máquina			
3	Acoplar molde móvel ao molde fixo com mecanismo de tranca de segurança			
4	Colocar a ponte posicionada por cima da máquina			
5	Obter a documentação do molde a montar (Ficha de Montagem) e do molde a desmontar (Ficha de Desmontagem)			
6	Verificar se algum dos elementos comuns deve ser substituído			
7	Preparar meios para a montagem			
8	Colocar mangueiras de água no molde			
9	Fazer check list ao molde que vai ser montado			
10	Fazer check list das ferramentas e acessórios			
		Operador1	Operador2	Tempo
Depois da Paragem da Máquina				
1	Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	X		S1 00:01:00
2	Desligar a água no coletor do molde (entrada e saída);		X	S1 00:00:30
3	Se necessário, tirar a cabeça de lubrificação;	X	X	00:02:00
4	Puxar a capota para trás manualmente;	X		00:01:00
4	Puxar a capota para trás utilizando o painel de comandos;	X		00:00:20
5	Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;	X		00:01:00
6	Desapertar os pernos impulsores utilizando o painel de comandos	X		00:00:30
6	Desapertar os pernos impulsores manualmente:			
6.1	Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;	X		S2 00:00:15
6.2	Abrir porta de segurança;	X		S2 00:00:20
6.3	Carregar nas emergências;	X		S2 00:00:10
6.4	Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;	X		S2 00:02:00
6.5	Fechar a porta de segurança;	X		S2 00:00:20
6.6	Ligar a bomba;	X		S2 00:00:15
6.7	Andar com o prato móvel para trás;	X		S2 00:00:15
7	Soltar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel do coletor/caudalímetro;		X	S2 00:01:00
8	Soltar as mangueiras do die heater do molde fixo, do molde móvel e mangueira que liga o fixo ao móvel (caso exista);		X	S2 00:01:00
9	Extrair coluna utilizando o painel de comandos	X		00:01:00

Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde

9	Extraír coluna manualmente	X	X		00:10:00
10	Prender o molde fixo à ponte rolante;	X			00:01:00
11	Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;	X	X		00:02:00
12	Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;	X	X		00:02:00
13	Pousar o molde fixo no cavalete;	X			00:01:00
14	Se necessário, tirar a camisa da máquina;	X			00:02:00
15	Se necessário, tirar o anel da camisa da máquina/Se necessário, tirar bloco da máquina;	X		S3	00:02:00
16	Se necessário, tirar a vara;		X	S3	00:01:00
17	Prender o molde móvel à ponte rolante;	X		S4	00:01:00
18	Tirar gaveta mecânica do molde móvel;		X	S4	00:01:00
19	Tirar extensão elétrica de segurança de extração;		X	S4	00:00:30
20	Tirar extensão elétrica de segurança do radial;	X		S5	00:00:30
21	Desligar mangueiras hidráulicas da gaveta;		X	S5	00:01:00
22	Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel;	X	X		00:02:00
23	Desencostar o molde móvel do prato da máquina;	X	X		00:02:00
24	Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde;	X			00:02:00
25	Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras;	X	X		00:02:00
26	Pousar o molde móvel no cavalete.	X			00:01:00
		Total	00:41:25		

		Operador1	Operador2		Tempo
Depois da Paragem da Máquina					
1	Se necessário, ajustar a posição do grupo de injeção (ver procedimentos para ajustar o bloco de posição de injeção);	X	X		00:04:00
2	Limpar a máquina (colunas, pratos, rasgos dos pratos, grampos de aperto,...);	X	X		00:05:00
3	Molde fixo é montado acoplado ao molde móvel:				
3.1	Colocar o anel no prato fixo (caso a camisa tenha sido retirada)/ajustar a posição do bloco no prato fixo;	X		S1	00:01:00
3.2	Colocar a camisa no molde fixo (caso a camisa tenha sido retirada);		X	S1	00:01:00
3.3	Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;	X		S2	00:03:00
3.4	Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte;		X	S2	00:01:00
3.5	Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina;	X	X		00:02:00
3.6	Colocar o molde no prato fixo ajustando pelo pino de centragem;	X	X		00:02:00
3.7	Deslocar o prato móvel para a frente;	X			00:00:30
3	Molde fixo é montado separado do molde móvel				
3.1	Colocar o anel no prato fixo (caso o anel tenha sido retirado);	X		S2	00:01:00
3.2	Colocar a camisa no prato fixo (caso a camisa tenha sido retirada);	X		S3	00:02:00
3.3	Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;		X	S2	00:03:00
3.4	Prender a ponte ao molde móvel;		X	S3	00:01:00
3.5	Colocar molde móvel pousado nas colunas;	X	X		00:02:00
3.6	Prender o molde fixo à ponte;	X			00:01:00
3.7	Colocar o molde fixo no prato fixo;	X	X		00:01:00
4	Colocar os granzepes, os parafusos, os calços, as anilhas, as porcas respetivas nos locais de aperto do molde fixo;	X	X		00:01:00
5	Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto) no molde fixo de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina;	X	X		00:03:00
6	Se necessário, retirar mecanismo de tranca do molde fixo;	X		S4	00:01:00

Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde

7	Prender ponte ao molde móvel;		X	S4	00:01:00
8	Colocar gaveta mecânica no molde móvel	X		S5	00:01:00
9	Ligar manguerias hidráulicas da gaveta;	X		S5	00:01:00
10	Ligar extensão elétrica de segurança do radial;		X	S5	00:00:30
11	Avançar gaveta;		X	S5	00:00:20
12	Colocar molde móvel junto ao molde fixo;	X	X		00:02:00
13	Fechar coluna retrátil utilizando o painel de comandos;	X			00:01:00
13	Fechar a coluna retrátil manualmente;	X	X		00:10:00
14	Colocar chante;	X			00:00:20
15	Ajustar abertura de carruagem	X		S8	00:10:00
16	Deslocar o prato móvel para trás;	X			00:00:20
17	Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	X			00:01:00
18	Deslocar prato móvel para a frente;	X			00:00:20
19	Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;	X			00:03:00
20	Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	X			00:00:30
21	Colocar os granzepes, os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde móvel	X	X		00:01:00
22	Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto) no molde móvel de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina;	X	X		00:03:00
23	Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;	X	X		00:03:00
24	Retirar a ponte;	X			00:01:00
25	Avançar pernos extratores;	X			00:00:30
26	Ajustar placa extratora;	X		S6	00:02:00
27	Tirar chante;		X	S6	00:00:20
28	Ligar extensão elétrica de segurança de extração;		X	S6	00:00:30
29	Apertar os pernos impulsores utilizando o painel de comandos;	X		S7	00:01:00
29	Apertar pernos impulsores manualmente:				
29.1	Abrir porta de segurança;	X		S7	00:00:20
29.2	Carregar nas emergências;	X		S7	00:00:10
29.3	Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;	X		S7	00:02:00
29.4	Fechar porta de segurança;	X		S7	00:00:20
29.5	Ligar a bomba;	X		S7	00:00:15
29.6	Deslocar prato móvel para trás;	X		S7	00:00:20
30	Ajustar de novo a carruagem em automático;	X			00:01:00
31	Colocar a vara (caso tenha sido retirada);		X	S7	00:01:00

Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde

32	Ligar as mangueiras da vara;		X	S7	00:00:30
33	Ligar as mangueiras do die-heater ao molde fixo, ao molde móvel e mangueira de ligação do fixo ao móvel;		X	S7	00:01:00
34	Ligar as mangueiras da água do molde fixo e do molde móvel ao coletor/caudalímetro;		X	S7	00:01:00
35	Se necessário, afinar o extrator de peças;	X	X		00:04:00
36	Se necessário, ajustar a posição da colher;		X	S8	00:03:00
37	Puxar a capota para a frente manualmente;	X			00:01:00
37	Puxar a capota para a frente utilizando o painel de comandos;	X			00:00:20
38	Colocar a cabeça de lubrificação (caso tenha sido retirada);	X	X		00:03:00
39	Se necessário, ajustar a posição da cabeça de lubrificação;	X	X		00:03:00
40	Abrir as águas;	X			00:00:30
41	Colocar a máquina em modo automático;	X			00:00:45
42	Controlo do processo				00:10:00
		Total			01:31:05

Anexo L: Plano de Ações.

	PLANO DE ACÇÕES	DQL-MPQA-C14P1-R1 Revisão do Doc. : n.º 7/03
---	------------------------	---

Plano de Acções Decorrente de: Plan d'Action à cause de / Action Planning	Programa de melhoria do processo de mudanças de molde	Data início: 20-11-2012 Rev.01/12 Data: 28-11-2012
--	--	---

Equipa de Trabalho/Equipe de Travail/Work Team				CO	FS	CP	Distribuição / Distribution / Distribution	Equipa de Trabalho	FSousa	JP
PS	Engenharia	AD	BC	BV	AMg	Informática		CMq		

Fatores que levam à perda de tempo durante uma mudança de molde.

Nº	ONC	Não Conformidade / Observação Non Conformité / Observation No conformity / Observation	Análise das Causas Analyse des Causes Analysis of the Causes	Acções Correctivas / Preventivas Action Corrective / Préventive Corrective / Preventive Actions	Resp	Data Date Date	Verificação Vérification/Verification	
							Verificação Vérification/Verification	Verificação Vérification/Verification
1	MC	Os operadores prendem o molde à ponte e colocam-se por baixo do molde para ligar as mangueiras de água.		<u>Sugestão:</u> Ter cavaletes de maiores dimensões para: <ul style="list-style-type: none"> colocar os moldes salvaguardando que os tubos de óleo não se degradam; ligar as mangueiras na parte de baixo do molde. 	Eng. Cesar Oliveira			

2	MC	Existem fotocélulas que demoram muito tempo a afinar.	Nota: Falta a aplicação do painel de fotocélulas por coordenadas nas máquinas: 4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11.	<u>Sugestão:</u> Ter painel de fotocélulas por coordenadas para as restantes máquinas.	Eng.Cesar Oliveira Eng.Fernando Sanches	Semana 8/2013		
3	MC	Afinação da cabeça de lubrificação demorada;		<u>Sugestão:</u> Desenvolver um sistema que permita afinar a cabeça sem que ela precise de estar montada na máquina.	Ana Barqueiro Jorge Duarte Controlo do Processo	Semana 12/2013		
4	MC	Falta de marcações para a posição da carruagem.	A afinação mais precisa da posição da carruagem é dificultada pela falta de referências (Onde parar para o molde em causa?)	<u>Sugestão:</u> a) Ter umas réguas com marcações que permitam conhecer a posição da carruagem; b) Inserir na documentação de apoio à montagem as cotas respetivas.	Eng.Carlos Pereira Eng.Cesar Oliveira Pedro Soares	Semana 6/2013		
5	MC	Perda de tempo à procura de ferramentas que foram emprestadas a outros operadores.		<u>Sugestão:</u> Verificar quais as ferramentas normalmente solicitadas para se reporem. (Por exemplo, repor no gabinete dos coordenadores)	Eng.Cesar Oliveira	Semana 5/2013		
6	MC	Ajuste da posição da cabeça de lubrificação muito demorado, pois não existe nada que ajude a identificar a posição correta da cabeça.	A afinação mais precisa da posição da cabeça de lubrificação é dificultada pela falta de referências.	<u>Sugestão:</u> ●Ter umas marcações na capota que facilitasse o ajuste da posição da cabeça de lubrificação; ●Inserir na documentação de apoio à montagem as cotas respetivas.	Eng.Carlos Pereira Eng.Fernando Sanches Pedro Soares	Semana 6/2013		

7	MC	Centrar molde fixo no prato fixo utilizando uma fita métrica.		<u>Sugestão:</u> Utilizar um pino de centragem nos moldes para que este fique alinhado com os rasgos existentes nos pratos das máquinas. (Solução em desenvolvimento com a engenharia)	Engenharia	05-07-1905		
8	MC	Não existe identificação dos radiais nas máquinas. (Gera dúvidas na montagem obrigando a testes desnecessários)		<u>Sugestão:</u> Identificar radiais.	Eng. Carlos Pereira Eng. Cesar Oliveira	Semana 12/2013		
9	MC	Limpeza da máquina muito demorada.		<u>Sugestão:</u> Limpezas mais frequentes reduzem o tempo de limpeza que é necessário para a mudança de molde	Eng. Carlos Pereira Eng. Cesar Oliveira			
10	MC	Falta de mangueiras e acessórios. (As mangueiras e os acessórios devem ser trocados a cada mudança de molde.)		<u>Sugestão:</u> Existir um maior número de mangueiras e acessórios para que se possa usar sempre mangueiras limpas.	Eng. Cesar Oliveira	Semana 10/2013		
11	MC	Falta de carrinhos de transporte para facilitar o transporte para o local da mudança de molde de todos os materiais, acessórios necessários e para retorno ao armazém daqueles que foram libertados na desmontagem.		<u>Sugestão:</u> Ter um carrinho de transporte para transportar todos os elementos do armazém para as máquinas. (Definir modelo)	Engenharia de Produção	Semana 8/2013		

12	MC	O suporte para auxiliar a desmontagem e montagem de cabeça de lubrificação que existe não é o mais adequado.		<p><u>Sugestão:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ter um suporte para auxiliar a desmontagem/montagem de cabeça de lubrificação; • Estudar 2 ou 3 apoios adaptadas em função da tonelagem da máquina; • Incluir a sua necessidade na documentação de apoio à mudança de molde. 	Engenharia de Produção	Semana 10/2013		
13	MC	Mangueiras de água e vara colocadas durante a montagem do molde apresentam fugas após o arranque da máquina.	Falta de teste das mangueiras antes de serem montadas.	<p><u>Sugestão:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ter um sistema de água no armazém da fundição para testar as fugas nas mangueiras de água e as varas. • Criar procedimento 	Eng. Cesar Oliveira António Magalhães	Semana 10/2013		
14		Por vezes o molde vem do armazém de moldes sem os tubos de óleo;		<p><u>Sugestão:</u></p> <p>a) O molde tem de vir sempre do armazém com os tubos de óleo; b) Necessidade de ter check list para o montador validar que tem todos os meios para iniciar o processo de mudança de molde;</p>	Eng. Cesar Oliveira António Magalhães			
15	MC	Por vezes o molde vem do armazém de moldes com fugas de óleo.	Falta de teste de fugas ao circuito de óleo térmico do molde.	<p><u>Sugestão:</u></p> <p>Criar condições na manutenção de ferramentas para verificação dos circuitos de óleo térmico dos moldes;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criar procedimento. 	Eng. Cesar Oliveira António Magalhães	Semana 10/2013		

16	MC	Existem tarefas numa mudança de molde que são feitas em série quando poderiam ser feitas em paralelo.		<p><u>Sugestão:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ter 2 montadores para cada mudança de molde. • Criar documento que demonstre quais as tarefas que justificam 1 ou 2 montadores. 	Eng. Cesar Oliveira Engenharia de Produção	Semana 5/2013		
17	MC	Existe informação acerca da mudança de molde dispersa.		<p><u>Sugestão:</u></p> <p>Criação de uma base de dados que contenha toda a informação necessária à mudança de molde.</p>	Engenharia de Produção Informático	Semana 5/2013		
18	MC	As mangueiras de água encontram-se desorganizadas no armazém da fundição.		<p><u>Sugestão:</u></p> <p>Ter as mangueiras de água organizadas/agrupadas por comprimentos pré-definidos no armazém da fundição.</p>	Eng. Cesar Oliveira	Semana 10/2012		

Codificação:

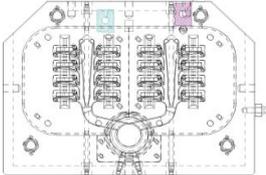
ONC (Origem da Não Conformidade)

ONC'S possíveis (VC - Visita Cliente; AC - Auditoria Cliente; AI - Auditoria Interna; RC - Reclamação Cliente; II - Incidente Interno; MC - Melhoria Contínua)

IMPACTO DAS ACÇÕES CORRECTIVAS:

Há acções correctivas definidas que podem ser estendidas a outros produtos ou processos ?

Anexo M: Ficha de Desmontagem e Montagem

sonafi	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
Máquina: <input style="width: 150px;" type="text" value="5.20"/>	Molde: <input style="width: 150px;" type="text" value="223.10a"/>	
INFORMAÇÕES GERAIS		
DIMENSÕES MOLDE FIXO	DIMENSÕES MOLDE MÓVEL	
Larg. <input style="width: 50px;" type="text" value="746mm"/> Alt. <input style="width: 50px;" type="text" value="546mm"/> Espes. <input style="width: 50px;" type="text" value="166mm"/>	Larg. <input style="width: 50px;" type="text" value="746mm"/> Alt. <input style="width: 50px;" type="text" value="546mm"/> Espes. <input style="width: 50px;" type="text" value="308mm"/>	
Peso Molde Fixo (Kg) <input style="width: 100px;" type="text"/>	Peso Molde Móvel (Kg) <input style="width: 100px;" type="text"/>	
Peso Total Molde (aprox) (Kg): <input style="width: 400px;" type="text" value="1300"/>		
AJUSTE DA POSIÇÃO DA CARRUAGEM	POSIÇÃO DA CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO	
Cota (mm): <input style="width: 150px;" type="text"/>	Cota (mm): <input style="width: 150px;" type="text"/>	
GRUPO DE INJEÇÃO	COLUNA RETRÁTIL	
Posição do grupo de injeção: <input style="width: 80px;" type="text" value="Intermédia"/>	Necessário retirar coluna? <input style="width: 50px;" type="text" value="Não"/>	
LIGA	COLOCAÇÃO DO MOLDE NA MÁQUINA	
Tipo: <input style="width: 100px;" type="text" value="Violeta"/>	Possível entrar na máquina molde fixo acoplado ao molde <input style="width: 50px;" type="text" value="Sim"/>	
ACESSÓRIOS		
ALIMENTADOR		
Colher: <input style="width: 150px;" type="text" value="Taça transal média sem rasgo"/>	Código: <input style="width: 100px;" type="text" value="T4"/>	
APOIO DO MOLDE		
Necessário cavalete? <input style="width: 50px;" type="text" value="Sim"/>	Tipo: <input style="width: 100px;" type="text"/>	Quantidade: <input style="width: 50px;" type="text"/>
PINO DE CENTRAGEM		
Diâmetro (mm) <input style="width: 50px;" type="text" value="22"/>	Localização:	<small>VISTA DE FRENTE DO MOLDE FIXO</small>  <small>Centrador Ø22 máq. 5.20</small>

DIE HEATER	
Necessário die heater? <input type="text" value="Não"/>	Quantidade de die heater: <input type="text" value="0"/>
Mangueiras de óleo: Quantidade: <input type="text" value="0"/>	Comprimento: <input type="text" value="0"/>

PERNOS IMPULSORES		
Comprimento: <input type="text"/>	Quantidade: <input type="text" value="4"/>	Tipo: <input type="text" value="aperta com parafusos"/>

PISTÃO
Diâmetro (mm): <input type="text" value="70"/>

VARA
Comprimento (mm): <input type="text" value="570"/>

	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---	---	---

CAMISA
Diâmetro (mm) <input type="text" value="70"/> Tipo: <input type="text" value="1ª Geração"/>

CABOS ELÉTRICOS
Comprimento: <input type="text" value="---"/> Quantidade: <input type="text" value="0"/>
Cor: <input type="text" value="-----"/>

MOLDE FIXO

MOLDE MÓVEL

CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO

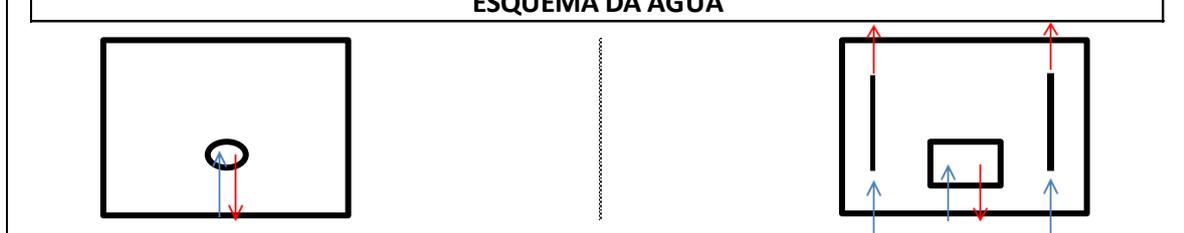
MANGUEIRAS DE ÁGUA FRIA (AZUIS)

Comprimento <input type="text"/>	Quantidade <input type="text" value="1"/>	Comprimento <input type="text"/>	Quantidade <input type="text" value="3"/>
----------------------------------	---	----------------------------------	---

MANGUEIRAS DE ÁGUA QUENTE (VERMELHAS)

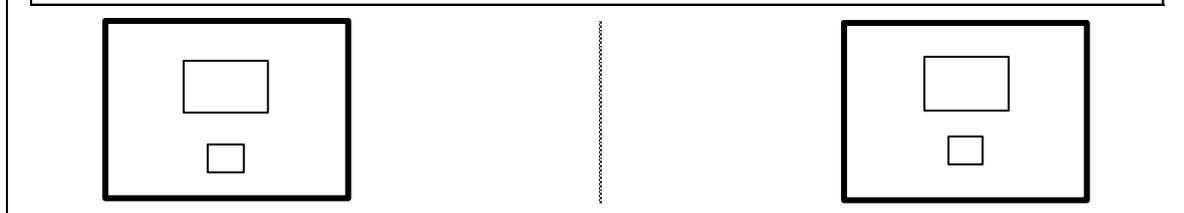
Comprimento <input type="text"/>	Quantidade <input type="text" value="1"/>	Comprimento <input type="text"/>	Quantidade <input type="text" value="3"/>
----------------------------------	---	----------------------------------	---

ESQUEMA DA ÁGUA



CIRCUITO DE ÓLEO DO DIE HEATER

ESQUEMA DO ÓLEO



APERTO DE MOLDES	
ESQUEMA DE APERTO	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Prato Fixo</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Prato Móvel</div>
CALÇOS	
Tipo: <input type="text" value="II"/> Quantidade: <input type="text" value="6"/>	Tipo: <input type="text" value="II"/> Quantidade: <input type="text" value="6"/>
PARAFUSOS	
Qt: <input type="text" value="6"/> Rosca: <input type="text" value="M20"/> Comp: <input type="text" value="115"/>	Qt: <input type="text" value="6"/> Rosca: <input type="text" value="M20"/> Comp: <input type="text" value="115"/>
PORCA	
Quantidade: <input type="text" value="6"/> Rosca: <input type="text" value="M20"/>	Quantidade: <input type="text" value="6"/> Rosca: <input type="text" value="M20"/>
ANILHA	
Quantidade: <input type="text" value="6"/> Ø int. <input type="text" value="21"/>	Quantidade: <input type="text" value="6"/> Ø int. <input type="text" value="21"/>

<i>sonafi</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---------------	---	---

GRANZEPES	
Quantidade: <input type="text" value="0"/>	Quantidade: <input type="text" value="0"/>
PARAFUSOS	
Quant: <input type="text" value="0"/> Rosca: <input type="text" value="-----"/> Comp: <input type="text" value="---"/>	Quant: <input type="text" value="0"/> Rosca: <input type="text" value="-----"/> Comp: <input type="text" value="---"/>
ESQUEMA DE APERTO DOS PERNOS IMPULSORES	

OBSERVAÇÕES GERAIS

Necessário chapa para calçar molde? <input type="text" value="Não"/> Quantidade: <input type="text" value="0"/> Comp (mm) <input type="text" value="--"/> Esp (mm) <input type="text" value="--"/> Lg (mm): <input type="text" value="--"/> Esquema:	Necessário chapa para calçar molde? <input type="text" value="Não"/> Quantidade: <input type="text" value="0"/> Comp (mm) <input type="text" value="--"/> Esp (mm) <input type="text" value="--"/> Lg (mm): <input type="text" value="--"/> Esquema:
---	---

Observações:

	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---	---	---

FERRAMENTAS PARA A MONTAGEM

APERTAR CALÇOS	
1º Aperto	
Tipo de Ferramenta:	Chave de estrias 30mm
Aperto Final	
Tipo de Ferramenta:	Chave dinamométrica (escala 120-600 Nm)
Força de aperto:	450 N.m
Ponta:	Chave de caixa nº30 longa
Extensão:	

PERNOS IMPULSORES	
Aperto à placa extratora:	Tipo de Ferramenta: Pistola Pneumática
	Ponta: 14
Aperto ao molde móvel:	Tipo de Ferramenta: Chave de bocas 27mm

ALTERAR POSIÇÃO DE INJEÇÃO	
Tipo de Ferramenta:	Pistola pneumática
Ponta:	17

AFINAR COLHER	
Tipo de Ferramenta:	Chave de umbrako 17mm

APERTAR CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO	
Tipo de Ferramenta:	Chave de umbrako 6

LIMPAR FORNO STRIKO	
STRIKO	
Retirar liga:	Rodo
Retirar escória:	Raspador

VERIFICAR O APERTO DOS CILINDROS DA PLACA EXTRATORA	
Tipo de Ferramenta:	

FERRAMENTAS PARA A DESMONTAGEM

DESAPERTAR CALÇOS	
Tipo de Ferramenta:	Chave de estrias 30mm

PERNOS IMPULSORES	
Desaperto à placa extratora:	Tipo de Ferramenta: Pistola pneumática
	Ponta: 14
Desaperto ao molde móvel:	Tipo de Ferramenta: Chave de bocas 27mm

<i>sonafi</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---------------	---	---

DESMONTAR ANEL DA CAMISA		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Bloco de alumínio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ponteira</td> </tr> </table>	Bloco de alumínio	Ponteira
Bloco de alumínio		
Ponteira		

LIMPAR FORNO STRIKO
Retirar liga: <input style="width: 600px;" type="text" value="Rodo"/>
Retirar escória: <input style="width: 600px;" type="text" value="Raspador"/>

EXTRAIR COLUNA RETRÁTIL	
Tirar carapuça da coluna e os parafusos que permitem que a coluna não rode:	Tipo de Ferramenta: <input style="width: 300px;" type="text" value="Pistola pneumática"/>
	Ponta: <input style="width: 300px;" type="text" value="17"/>
Tirar fêmea da coluna:	<input style="width: 450px;" type="text" value="Bloco de alumínio e uma Ponta"/>
Desapertar parafuso do prato móvel:	Tipo de Ferramenta: <input style="width: 300px;" type="text" value="Chave de bocas 41mm"/>

<i>sonafi</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---------------	---	---

PROCEDIMENTOS PARA A MONTAGEM DO MOLDE
--

ANTES DA PARAGEM DA MÁQUINA

1. Colocar junto à máquina o carrinho de ferramentas com as ferramentas à mão;
2. Colocar o molde que vai ser montado, em cima do cavalete, ao lado da máquina;
3. Acoplar molde móvel ao molde fixo com mecanismo de tranca de segurança;
4. Colocar a ponte posicionada por cima da máquina;
5. Obter a documentação do molde a montar (Ficha de Montagem) e do molde a desmontar (Ficha de Desmontagem);
6. Verificar se algum dos elementos comuns deve ser substituído;
7. Preparar meios para a montagem;
8. Colocar mangueiras de água no molde;
9. Fazer check list ao molde que vai ser montado;
10. Fazer check list das ferramentas e acessórios.

DEPOIS DA PARAGEM DA MÁQUINA

1. Se necessário, ajustar a posição do grupo de injeção (ver procedimentos para ajustar o bloco de posição de injeção);
3. Limpar a máquina (colunas, pratos, rasgos dos pratos, grampos de aperto,...);
4. Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;
5. Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte;
6. Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina;
7. Colocar o anel no prato fixo (caso a camisa tenha sido retirada);
8. Colocar a camisa no molde fixo (caso a camisa tenha sido retirada);
9. Colocar o molde no prato fixo ajustando pelo pino de centragem;
10. Deslocar o prato móvel para a frente;
11. Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respectivas nos locais de aperto do molde fixo;
12. Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde fixo de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina;
13. Retirar mecanismo de tranca do molde fixo;
14. Ajustar abertura de carruagem;
15. Posicionar pernos impulsores no prato móvel;
16. Deslocar prato móvel para a frente;
17. Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;
18. Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;
19. Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respectivas nos locais de aperto do molde móvel;
20. Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde móvel de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina;
21. Avançar pernos extratores;
22. Ajustar placa extratora;
23. Abrir porta de segurança;
24. Carregar nas emergências;
25. Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;
26. Fechar porta de segurança;
27. Ligar a bomba;
28. Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático;
29. Fechar a máquina em automático;
30. Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;
31. Retirar a ponte;
32. Colocar a vara (caso tenha sido retirada);
33. Ligar as mangueiras da vara;
34. Ligar as mangueiras de água ao coletor;
35. Puxar a capota para a frente;
36. Colocar o apoio da cabeça de lubrificação pousado nas colunas da máquina;
37. Colocar a cabeça de lubrificação (caso tenha sido retirada);
38. Se necessário, ajustar a posição da colher;
39. Abrir as águas no coletor do molde (entrada e saída);

PROCEDIMENTOS QUE DEVEM SER FEITOS APÓS O ARRANQUE DA MÁQUINA

1. Limpar o molde que saiu;
2. Colocar o mecanismo de tranca do molde;
3. Retirar todas as mangueiras de água do molde;
4. Levar as mangueiras de água para o armazém da fundição;
5. Levar o molde para o armazém de moldes;
6. Limpar ferramentas;
7. Guardar as fichas de montagem e de desmontagem;
8. Guardar todos os acessórios.

<i>sonafi</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---------------	---	---

PROCEDIMENTOS PARA A DESMONTAGEM DO MOLDE

ANTES DA PARAGEM DA MÁQUINA

1. Colocar junto à máquina o carrinho de ferramentas com as ferramentas à mão;
2. Colocar o molde que vai ser montado, em cima do cavalete, ao lado da máquina;
3. Acoplar molde móvel ao molde fixo com mecanismo de tranca de segurança;
4. Colocar a ponte posicionada por cima da máquina;
5. Obter a documentação do molde a montar (Ficha de Montagem) e do molde a desmontar (Ficha de Desmontagem);
6. Verificar se algum dos elementos comuns deve ser substituído;
7. Preparar meios para a montagem;
8. Colocar mangueiras de água no molde;
9. Fazer check list ao molde que vai ser montado;
10. Fazer check list das ferramentas e acessórios.

DEPOIS DA PARAGEM DA MÁQUINA

1. Colocar a máquina em modo de mudança de molde;
2. Desligar a água no coletor do molde (entrada e saída);
3. Se necessário, tirar a cabeça de lubrificação;
4. Puxar a capota para trás manualmente;
5. Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;
6. Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;
7. Abrir porta de segurança;
8. Carregar nas emergências;
9. Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;
10. Fechar a porta de segurança;
11. Ligar a bomba;
12. Andar com o prato móvel para trás;
13. Prender o molde fixo à ponte rolante;
14. Soltar as mangueiras de água do molde fixo do coletor;
15. Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;
16. Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;
17. Pousar o molde fixo no cavalete;
18. Se necessário, tirar a camisa da máquina;
19. Se necessário, tirar o anel da camisa da máquina;
20. Se necessário, tirar a vara;
21. Prender o molde móvel à ponte rolante;
22. Soltar as mangueiras de água do molde móvel do coletor;
23. Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel;
24. Desencostar o molde móvel do prato da máquina;
25. Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde;
26. Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras;
27. Pousar o molde móvel no cavalete.

<i>sonati</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
---------------	---	---

Check List Acessórios

Verificar a existência de:

	Sim	Não
Vara		
Pistão		
Camisa		
Colher		
Cavalete		
Die heater		
Mangueiras de óleo		
Pernos Impulsores		
Calços		
Parafusos dos calços		
Porcas		
Anilhas		
Granzepes		
Parafusos dos granzepes		
Mangueiras de água		

Check List Verificação do Molde Para Montagem
--

Verificar a existência de:

	Sim	Não
Argolas		
Pino de centragem		
Pino de centragem na furação correta		
Conformidade do diâmetro do pino de centragem com o diâmetro da máquina em que vai ser montado		
Molde limpo		
Tubos do circuito de óleo montados no molde		
Mangueiras de água montadas no molde		
Bypasses no molde		

Check List Ferramentas Para Montagem

Verificar a existência de:

	Sim	Não
Chave dinamométrica (escala 120-600Nm)		
Chave de caixa nº30 longa		
Pistola pneumática ponta 14		
Pistola pneumática ponta 17		
Chave de bocas 27mm		
Chave de umbrako 17mm		
Chave de umbrako 14mm		
Apoio para a cabeça de lubrificação		

<i>sonafi</i>	Ficha de Desmontagem e Montagem de Molde	Rev. 8/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.11.2012
Check List Ferramentas Para Desmontagem		

Verificar a existência de:

	Sim	Não
Pistola pneumática ponta 14		
Chave de bocas 27mm		
Chave de estrias 30mm		
Bloco de alumínio		
Ponteira		
Apoio para a cabeça de lubrificação		

Tabela de comparação dos acessórios do molde 223.10a com os do molde 295.01a na máquina 5.20

	Molde que está na máquina (223.10a)	Molde que vai entrar na máquina (295.01a)
Colher	Taça transal média sem rasgo (T4)	Taça transal média sem rasgo (T4)
Ø Pistão	70mm	80mm
Comprimento da vara	570mm	560mm
Ø Camisa	70mm	80mm
Tipo de camisa	1ª Geração	3ª Geração
Posição do grupo de injeção	Intermédia	Intermédia
Die heater	Não	Não
Qt. Die heater	0	0
Qt. mangueiras de óleo no molde fixo	0	0
Qt. mangueiras de óleo no molde móvel	0	0
Tipo de calços no prato fixo	Tp II	TpII
Qt. de calços no prato fixo	6	6
Tipo de calços no prato móvel	Tp II	TpII
Qt. de calços no prato móvel	6	6
Qt. de parafusos no prato fixo	6	6
Qt. de parafusos no prato móvel	6	6
Qt. de porcas no prato fixo	6	6
Qt. de porcas no prato móvel	6	6
Qt. de anilhas no prato fixo	6	6
Qt. de anilhas no prato móvel	6	6
Qt. cabos elétricos	Não	Não
Qt. Pernos impulsores	4	4
Tipo de liga	Liga Violeta	Liga Violeta

Anexo N: Procedimentos de ajuste da posição de injeção, da posição da cabeça de lubrificação, da colher de alimentação de alumínio líquido e afinação do extrator de peças.

<i>sonafi</i>	PROCEDIMENTOS PARA AFINAR O EXTRATOR DE PEÇAS PARA AS MÁQUINAS DE 200T, 300T, 400T E 500T	Rev. 3/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.12.2012
---------------	--	---

PARA MOVIMENTAR O EXTRATOR NA VERTICAL:

1 - Desapertar, em primeiro lugar, os parafusos com os números de 1 a 8 da figura 1. Em seguida, desapertar os parafusos 9 e 10 da figura 1;

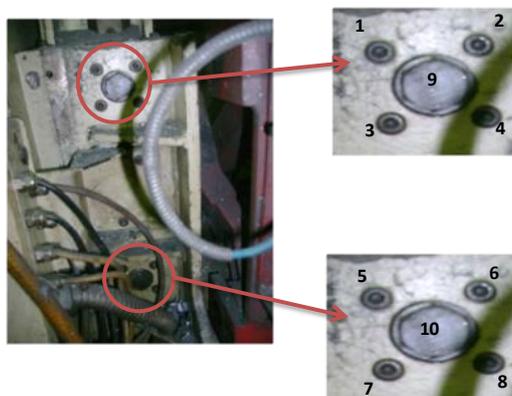


Figura 1- Parafusos.

2 - Prender ponte ao extrator para facilitar o aperto ou desaperto do parafuso de posicionamento do extrator (Figura 2);

3 - Ajustar o extrator através do desaperto ou aperto do parafuso de posicionamento de extrator, consoante a posição desejada, ver figura 2.

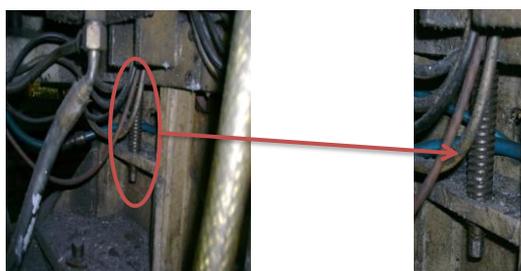


Figura 2- Parafuso de posicionamento.

4 - Tirar a ponte;

5 - Apertar todos os parafusos pela ordem inversa ao que foram desapertados;

PARA MOVIMENTAR O EXTRATOR NA HORIZONTAL:

1 - Desapertar os 4 parafusos que estão na figura 1 (2 de cada lado);

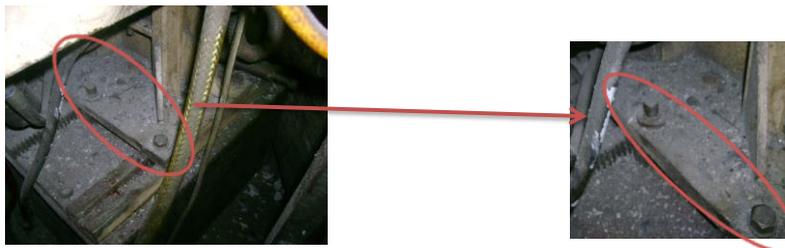


Figura 1- Parafusos.

2 - Deslocar o extrator para a posição pretendida através do fuso destacado na figura 2;

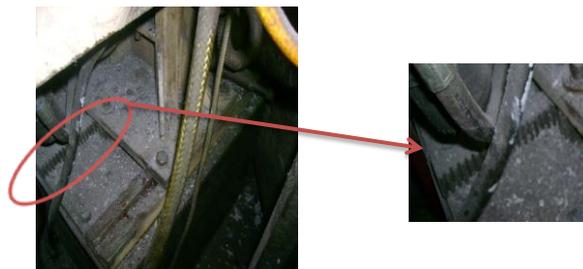


Figura 2- Fuso que permite deslocar o extrator.

3 - Apertar os 4 parafusos desapertados no ponto 1.



PROCEDIMENTOS PARA AFINAR O EXTRATOR DE PEÇAS PARA AS MÁQUINAS DE 700T e 1100T

Rev. 3/12
Elaborado: Rita Magalhães
Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso
Data: 11.12.2012

PARA MOVIMENTAR O EXTRATOR NA VERTICAL:

1 - Após o molde estar montado, abrir os pratos da máquina;

2 - Colocar o braço do extrator na direção da bolacha no molde;

3 - Desapertar parafusos da figura 1;

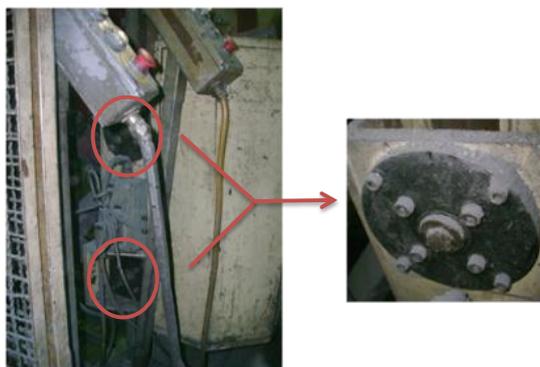


Figura 1- Parafusos.

4 - Ajustar o extrator através do veio identificado na figura 2;

NOTAS:

Ao rodar o fuso para a direita o extrator sobe.

Ao rodar o fuso para a esquerda o extrator desce.

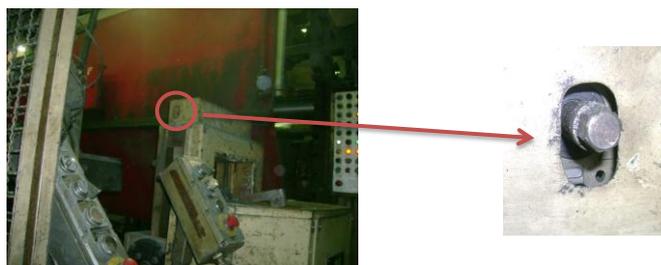


Figura 2- Fuso que permite o ajuste do extrator na vertical.

5 - Após o extrator estar na posição pretendida apertar os parafusos representados na figura 1;

PARA MOVIMENTAR O EXTRATOR NA HORIZONTAL:

1 - Desapertar 4 parafusos de fixação da movimentação horizontal (2 parafusos de cada lado);



Figura 1- Parafusos.

2 - Deslocar o extrator para a posição pretendida através do fuso destacado na figura 2;

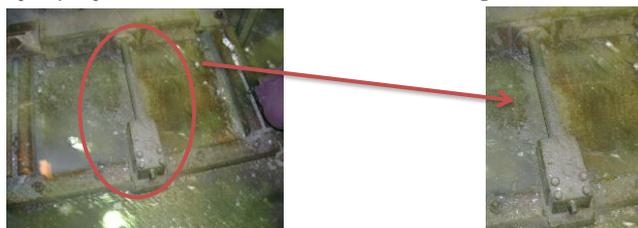


Figura 2- Fuso que permite o ajuste do extrator na horizontal.

3 - Apertar os 4 parafusos de fixação da movimentação horizontal.



PROCEDIMENTOS PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DA CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO

Rev. 3/12
Elaborado: Rita Magalhães
Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso
Data: 11.12.2012

1 - Abrir o prato móvel para trás até à cota máxima;

2 - Desapertar os 6 parafusos, figura 1, que estão na parte superior da capota (3 de cada lado);

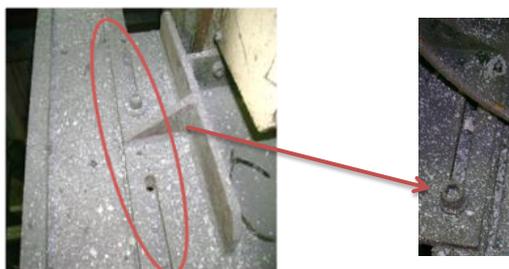


Figura 1- Parafusos situados na parte superior da capota.

3 - Deslocar o suporte da cabeça de lubrificação para a posição correta através do fuso que se encontra na figura 2;



Figura 2- Fuso que permite deslocar o suporte da cabeça de lubrificação.

4 - Apertar os 6 parafusos;

1 - Deslocar as cames, identificadas na figura 1, de forma a definir a posição máxima superior e inferior da colher.

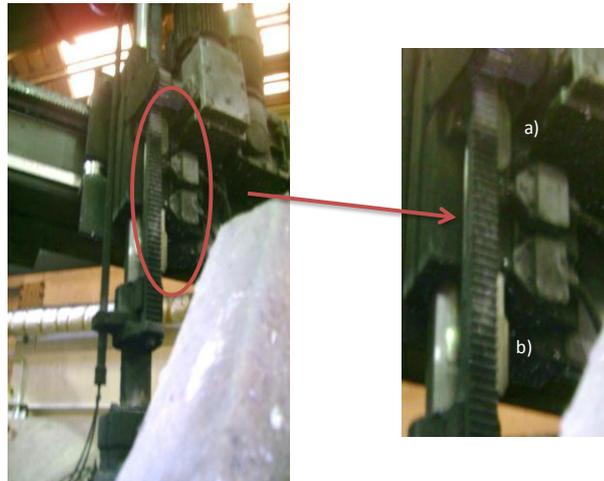


Figura 1- Cames.

NOTAS:

A came superior (a) define a posição da colher ao colocar o alumínio na camisa.

A came inferior (b) define a posição da colher ao retirar o alumínio do forno para o transportar até à camisa.

1 - Desligar a mangueira de água fria (a) e quente (b) da vara sempre que seja necessário trocar a vara;

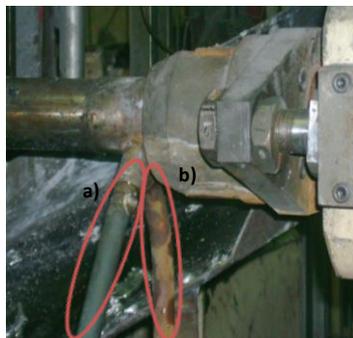


Figura 1- Mangueira de água quente e fria da vara.

2 - Tirar a vara;



Figura 2- Vara.

3 - Aliviar os 10 parafusos do grupo de injeção destacados na figura 3 (5 de cada lado);



Figura 3- Parafusos do grupo de injeção.

4 - Abrir os 2 passadores de ajuste da posição de injeção, que se encontram do lado fixo da máquina, ver figura 4;

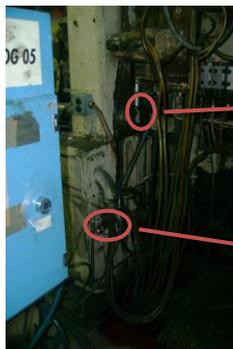


Figura 4- Passadores de ajuste da posição de injeção.



Figura 5- Passador Fechado.

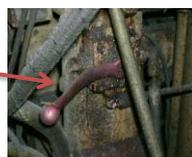


Figura 6- Passador Fechado.

Nota: Ao abrir os 2 passadores de ajuste de posição de injeção, o grupo de injeção sobe.

	<p>PROCEDIMENTOS PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DE INJEÇÃO NAS MÁQUINAS 200T, 300T, 400T, 500T, 700T, 1100T E NA 6.14 E 8.21</p>	<p>Rev. 3/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.12.2012</p>
--	---	---

5 - Colocar o calço de posição adequado à posição de injeção;



Figura 7- Calço de posição

Notas:

Para a posição de injeção inferior não se coloca nenhum calço.

A posição intermédia utiliza um calço de tamanho intermédio.

A posição superior utiliza um calço de tamanho superior.

O calço deve ser colocado com a parte que tem um alto voltada para cima como mostra a figura 8;



Figura 8- Parte do calço de posição que deve estar voltada para cima.

6 - Fechar o passador da figura 6;

Nota: Ao fechar o passador da figura 6, o grupo de injeção desce até ficar apoiado no calço de posição.

7 - Quando o grupo de injeção se encontrar na posição pretendida, fechar o passador da figura 5;

8 - Colocar no prato fixo o bloco de posição na posição correta;

9 - Apertar os parafusos do grupo de injeção;

10 - Montar a vara e o pistão;

11 - Ligar a mangueira de água fria e quente da vara.

	<p>PROCEDIMENTOS PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DE INJEÇÃO PARA AS MÁQUINAS 5.08, 6.17, 6.19 E 8.23</p>	<p>Rev. 3/12 Elaborado: Rita Magalhães Aprovado: Eng. Bernardo Cardoso Data: 11.12.2012</p>
---	--	--

1 - Levantar a tampa da caixa, figura 1;



Figura 1- Caixa.

2 - Abrir o manipulador (b), e comutar o botão (a) para a posição 1, figura 2. Desta forma, o grupo de injeção sobe;

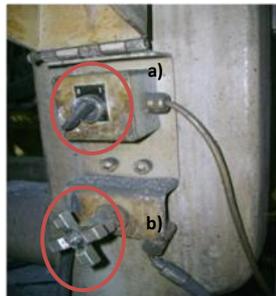


Figura 2- Botão e manipulador que estão no interior da caixa.

3 - Colocar o calço com a cota apropriada para a posição de injeção pretendida;

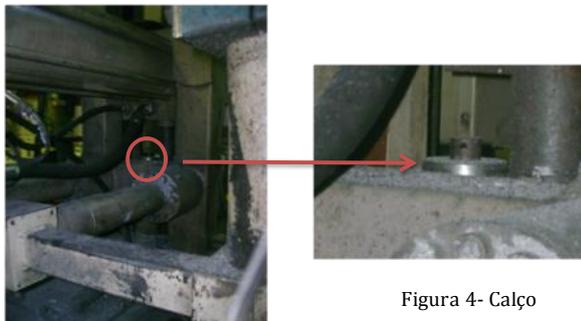


Figura 4- Calço

Figura 3- Local onde se encontra o calço.

Aplicação de Ferramentas Lean Manufacturing à Mudança de Molde

4 - Fechar o manipululo e deixar que o grupo de injeção desça até ficar apoiado no calço de posição;

5 - Comutar o botão para zero quando o grupo de injeção atingir a posição pretendida, figura 5;



Figura 5- Botão comutado em zero.

6 - Fechar a tampa;

Anexo O: Tabela com as características das máquinas.

CARACTERÍSTICAS DAS MÁQUINAS

CAPOTA	
Elétrica:	5.08, 7.11, 6.17, 6.19
Manual:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 2.12, 5.13, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20
Não têm capota:	6.14, 8.21, 11.22, 8.23

APERTO DOS PERNOS IMPULSORES À PLACA EXTRATORA	
Automático:	5.08, 5.16
Manual:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23

FORNO	
Striko:	3.02, 4.04, 4.05, 5.07, 7.09, 7.11, 5.13, 4.18, 5.20, 11.22
Doseador:	6.17, 6.19, 8.21, 8.23
Cadinho:	4.01, 4.03, 2.06, 5.08, 2.10, 2.12, 6.14, 4.15, 5.16

LUBRIFICAÇÃO	
Manual:	2.06
Robot:	5.20, 4.18
Lubrificador:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 6.19, 8.21, 11.22, 8.23

EXTRAÇÃO DE PEÇAS	
Manual:	2.06
Robot:	5.08, 5.13, 4.15, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Extrator:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16

PORTA DE SEGURANÇA	
Têm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16, 6.17, 6.19, 8.21, 11.22, 8.23, 5.20
Não têm:	5.13, 4.15, 4.18

COLUNA RETRÁTIL	
Automática:	4.01, 5.08, 6.17, 6.19, 8.21, 11.22, 8.23
Manual:	3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20

LIGAÇÃO DAS MANGUEIRAS DE ÁGUA	
Caudalímetro:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 7.09, 2.12
Coletor:	2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 7.11, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23

APERTO DE MOLDES	
CALÇOS	
Quantidade de 6 calços por cada meio molde:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20
Quantidade de 8 calços por cada meio molde:	8.21, 11.22, 8.23
Parafusos M20:	2.06, 2.10, 2.12, 3.02, 4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 4.15, 4.18, 5.07, 5.08, 5.13, 5.16, 5.20, 6.14, 8.21
Porca M20:	2.06, 2.10, 2.12, 3.02, 4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 4.15, 4.18, 5.07, 5.08, 5.13, 5.16, 5.20, 6.14, 8.21
Anilha Ø int.21:	2.06, 2.10, 2.12, 3.02, 4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 4.15, 4.18, 5.07, 5.08, 5.13, 5.16, 5.20, 6.14, 8.21
Parafuso com comprimento 115	2.06, 2.10, 2.12, 3.02, 4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 4.15, 4.18, 5.07, 5.08, 5.13, 5.16, 5.20, 6.14, 8.21
Parafusos M24:	6.17, 6.19, 7.09, 7.11, 8.23, 11.22
Porca M24:	6.17, 6.19, 7.09, 7.11, 8.23, 11.22
Anilha Ø int.25:	6.17, 6.19, 7.09, 7.11, 8.23, 11.22
Parafuso com comprimento 130	6.17, 6.19, 7.09, 7.11, 8.23, 11.22
GRANZEPES	
Parafuso M16 comp. 130	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21, 8.23, 11.22

AJUSTAR POSIÇÃO DE INJEÇÃO	
Automática:	6.17, 6.19, 8.23, 5.08
Manual:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21, 11.22

TIPO DE APERTO DOS PERNOS IMPULSORES	
Aperto com parafusos:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Aperta com fêmea:	6.14, 6.17, 6.19, 11.22, 8.23
Aperto automatico:	5.08, 5.16

FERRAMENTA PARA APERTO DE CALÇOS NA MONTAGEM	
1º Aperto	
Chave de estrias 30mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Chave de estrias 36mm:	7.09, 7.11, 6.17, 6.19, 11.22, 8.23
Aperto Final	
Chave dinamométrica (esc. 60-340 Nm):	2.06, 2.10, 2.12
Força de aperto 340 N.m:	2.06, 2.10, 2.12
Chave dinamométrica (esc.120-600Nm):	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 7.11, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Força de aperto 450 N.m:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 7.11, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23

FERRAMENTA PARA APERTO DE GRANZEPES NA MONTAGEM	
1º Aperto	
Chave de umbrako 14 mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Aperto Final	
Chave dinamométrica (esc. 60-340 Nm):	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Força de aperto 340 N.m:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Ponta: Chave de umbrako 14 mm	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21

FERRAMENTAS PARA OS PERNOS IMPULSORES NA MONTAGEM	
Aperto a placa extratora	
Pistola pneumática Ponta 14:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 4.15, 4.18, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Pistola pneumática Ponta 27:	6.14, 6.17, 6.19
Pistola Pneumática Ponta 36:	8.23, 11.22
Aperto ao molde móvel	
Chave de bocas 27mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 7.11, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Chave de bocas 22mm:	2.06, 2.10, 2.12
Chave de bocas 32mm:	8.23
FERRAMENTA PARA AJUSTAR A POSIÇÃO DA CABEÇA DE LUBRIFICAÇÃO NA MONTAGEM	
Chave de umbrako 10 mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 6.19, 8.21, 11.22, 8.23
Chave de estrias 30mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 6.19, 8.21, 11.22, 8.23
FERRAMENTA PARA ALTERAR A POSIÇÃO DE INJEÇÃO NA MONTAGEM	
Pistola pneumática Ponta 14:	2.06, 2.10, 2.12
Pistola pneumática Ponta 17:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.23
Chave de umbrako 22mm:	8.21, 11.22
Pistola pneumática Ponta 19:	7.09, 7.11
FERRAMENTA PARA AFINAR COLHER NA MONTAGEM	
Chave de bocas 32:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 4.18, 11.22
Chave de umbrako 17mm:	5.08, 5.16, 5.20
FERRAMENTA PARA AFINAR EXTRATOR DE PEÇAS NA MONTAGEM	
Chave de umbrako 6mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16
Chave de estrias 30 mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16
Chave de bocas 24mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16
Chave de umbrako 14mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 6.14, 5.16

FERRAMENTA PARA LIMPAR FORNO	
Forno Doseador	
Rodo:	6.17, 6.19, 8.21, 8.23
Raspador:	6.17, 6.19, 8.21, 8.23
Striko	
Rodo:	3.02, 4.04, 4.05, 5.07, 7.09, 7.11, 5.13, 4.18, 5.20, 11.22
Raspador:	3.02, 4.04, 4.05, 5.07, 7.09, 7.11, 5.13, 4.18, 5.20, 11.22
Cadinho	
Rodo:	4.01, 4.03, 2.06, 5.08, 2.10, 2.12, 6.14, 4.15, 5.16

FERRAMENTA PARA DESAPERTAR CALÇOS	
Chave de estrias 30mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 2.10, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 8.21
Chave de estrias 36mm:	7.09, 7.11, 6.17, 6.19, 11.22, 8.23

FERRAMENTAS PARA OS PERNOS IMPULSORES NA DESMONTAGEM	
Desaperto à placa extratora	
Pistola pneumática Ponta 14:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 4.15, 4.18, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Pistola pneumática Ponta 27:	6.14, 6.17, 6.19
Pistola pneumática Ponta 36:	8.23, 11.22
Desaperto ao molde móvel	
Chave de bocas 27mm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 7.09, 7.11, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 6.17, 4.18, 6.19, 5.20, 8.21, 11.22, 8.23
Chave de bocas 22mm:	2.06, 2.10, 2.12
Chave de bocas 32mm:	8.23

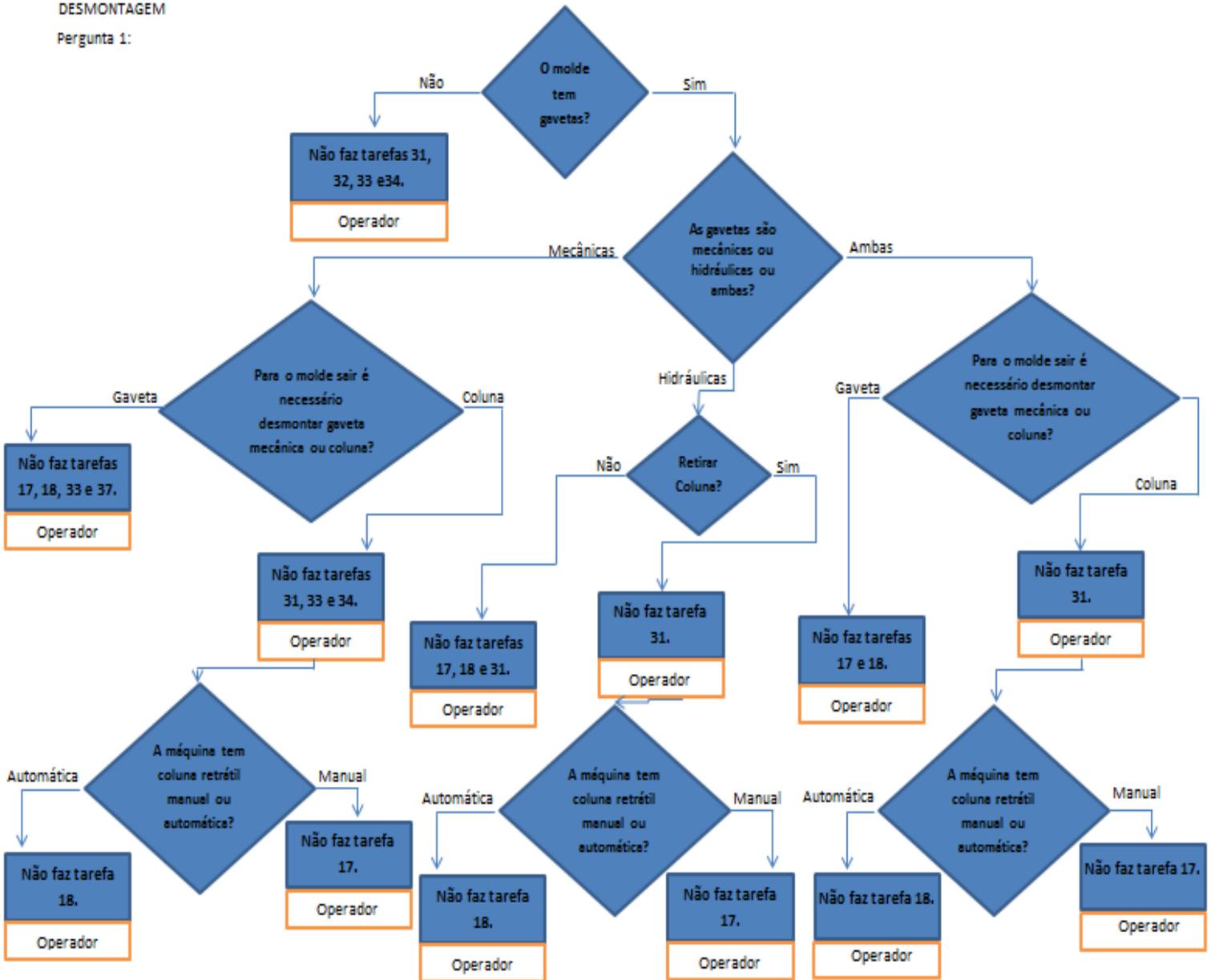
COLHER	
Têm:	4.01, 3.02, 4.03, 4.04, 4.05, 2.06, 5.07, 5.08, 7.09, 2.10, 7.11, 2.12, 5.13, 6.14, 4.15, 5.16, 4.18, 5.20, 11.22
Não têm:	6.17, 6.19, 8.21, 8.23

Código Colher		
Nome	Código	Máquinas
Taça transal pequena com pequeno rasgo	T1	3.02
Taça transal pequena sem rasgo	T2	3.02
Taça transal média com pequeno rasgo	T3	4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 5.13, 4.15, 5.16, 5.20
Taça transal média sem rasgo	T4	4.01, 4.03, 4.04, 4.05, 5.07, 5.08, 5.13, 4.15, 5.16, 5.20
Taça transal grande com pequeno rasgo	T5	7.09 e 7.11
Taça transal grande sem rasgo	T6	7.09 e 7.11
Taça transal grande com pequeno rasgo e rebordo reforçado	T7	11.22
Taça transal grande com rebordo reforçado	T8	11.22
Taça rotofast pequena com pequeno rasgo para as máq. 200t	T9	2.06, 2.10 e 2.12
Taça rotofast pequena para as máq. 200t	T10	2.06, 2.10 e 2.12
Taça rotofast pequena com pequeno rasgo para a máq. 418	T11	4.18
Taça rotofast pequena sem rasgo para a máq. 418	T12	4.18
Taça rotofast grande com pequeno rasgo	T13	6.14
taça rotofast grande sem rasgo	T14	6.14

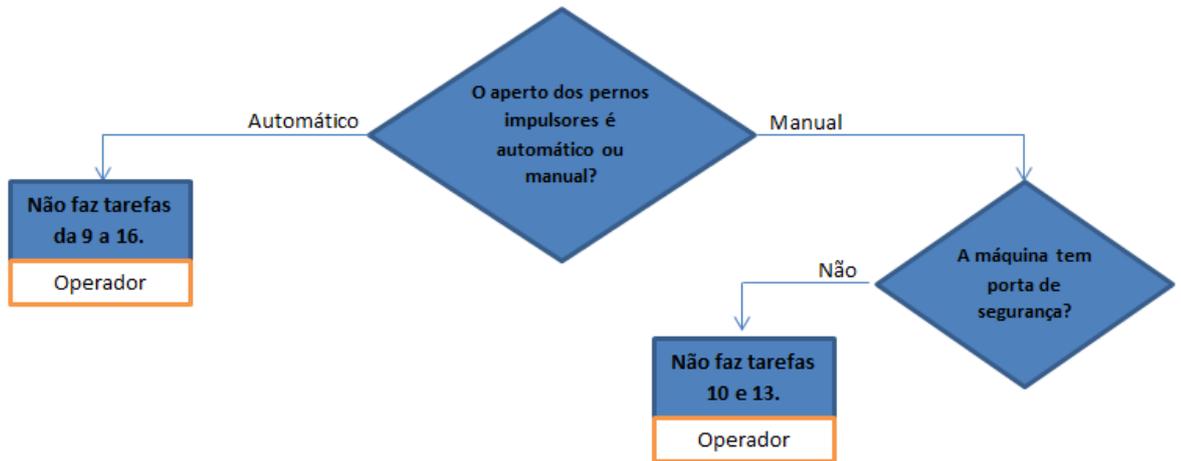
Anexo P: Fluxograma utilizado na base de dados.

DESMONTAGEM

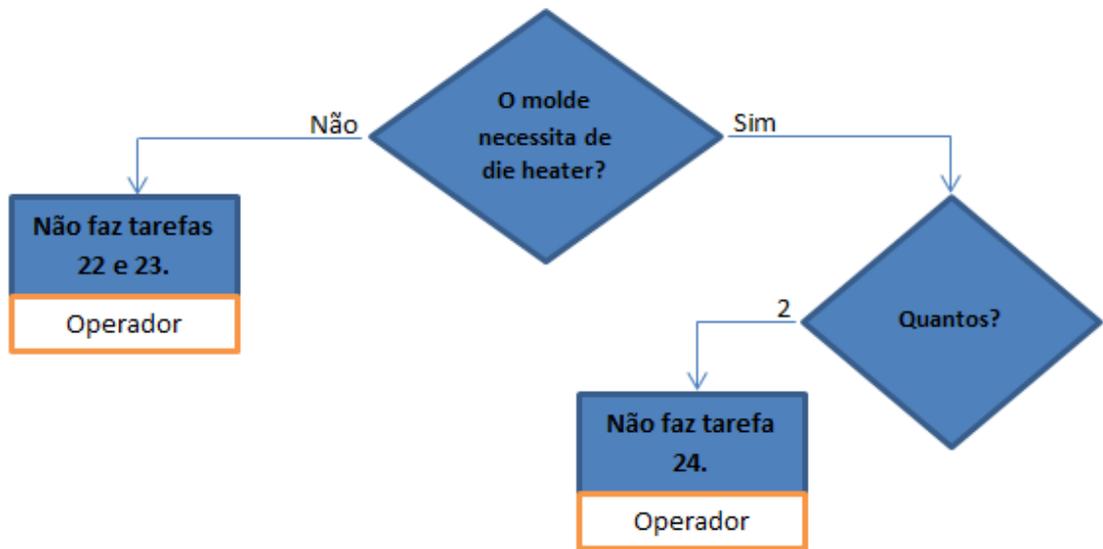
Pergunta 1:



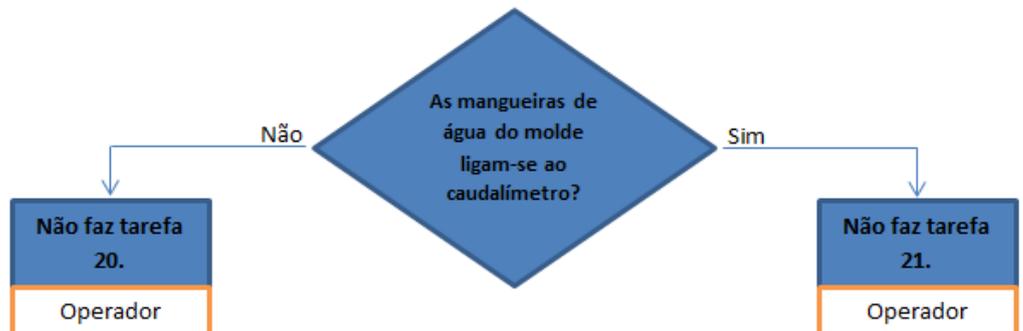
Pergunta 2:



Pergunta 3:



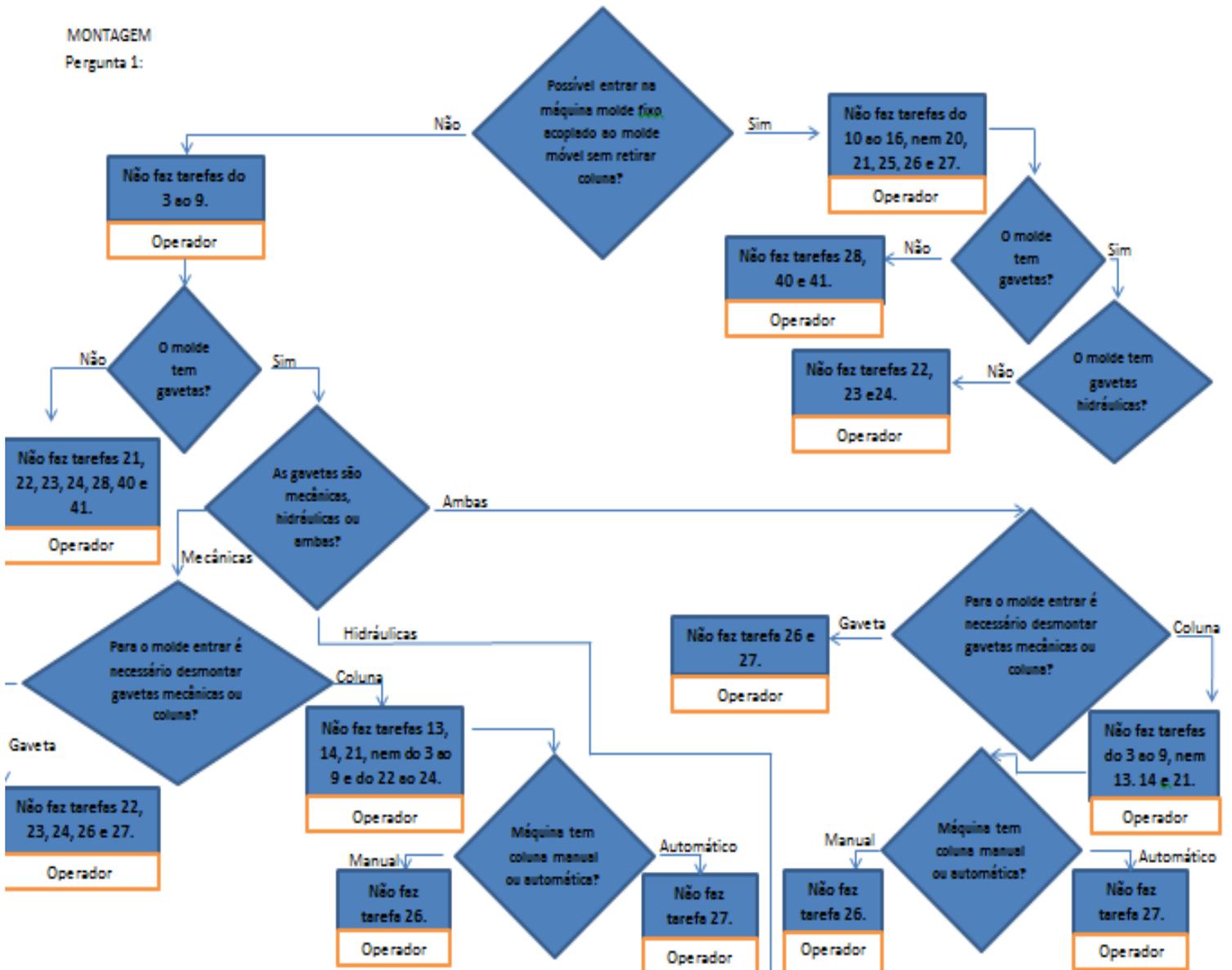
Pergunta 4:

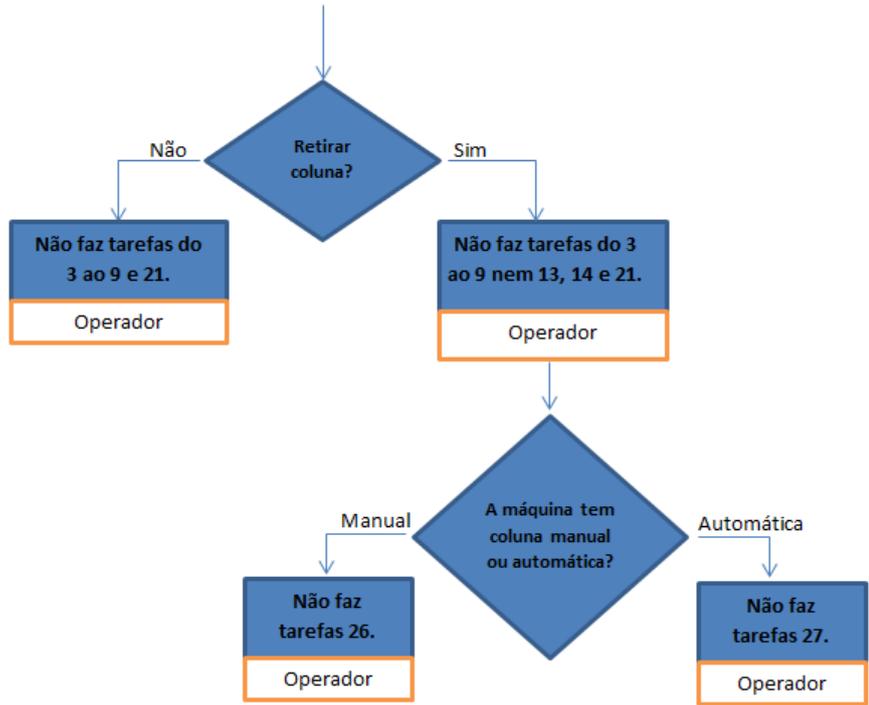


Pergunta 5:

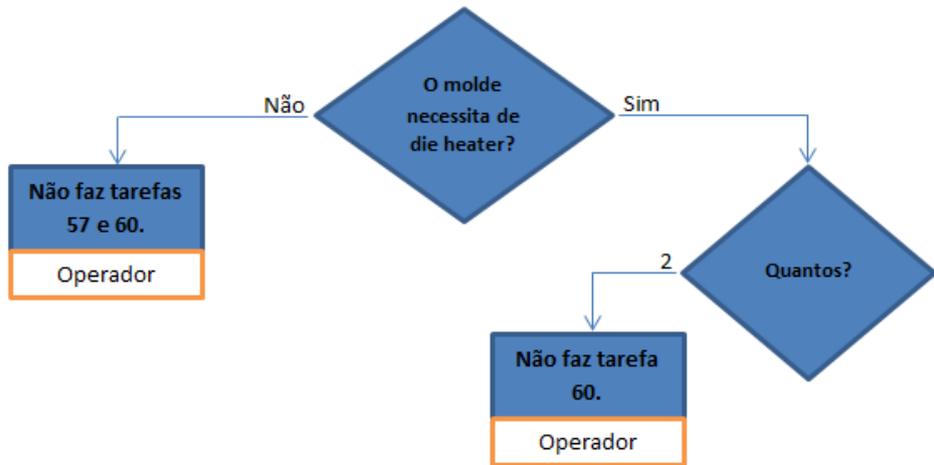


MONTAGEM
Pergunta 1:

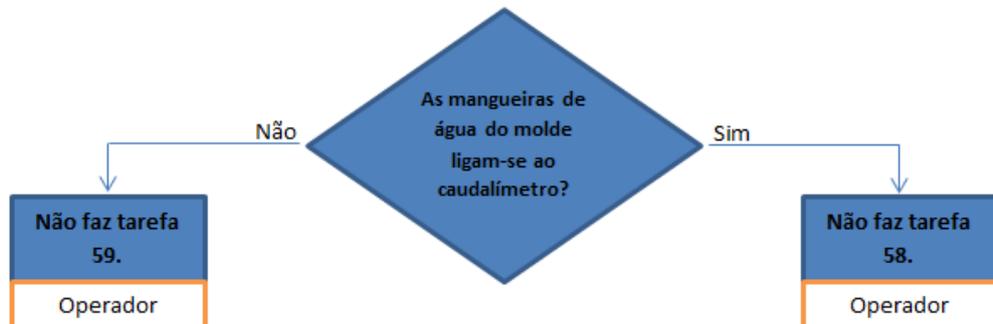




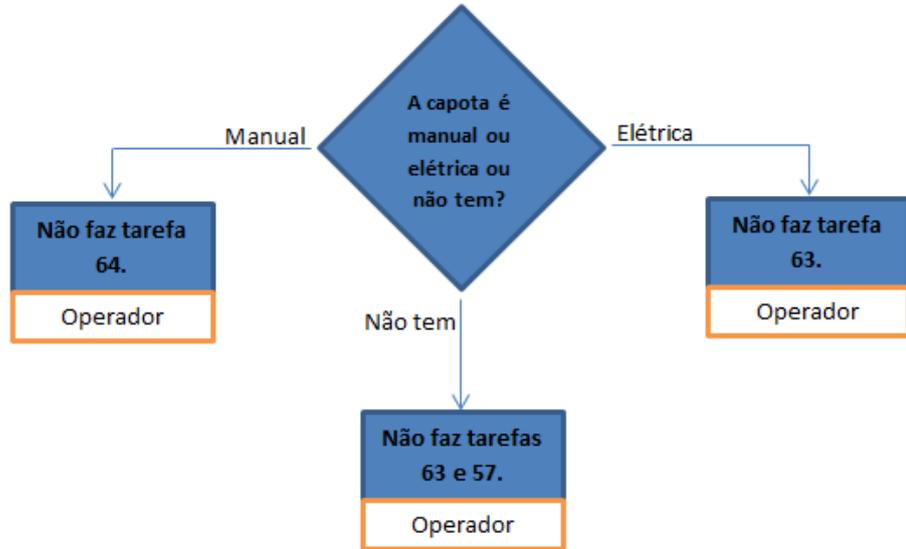
Pergunta 2:



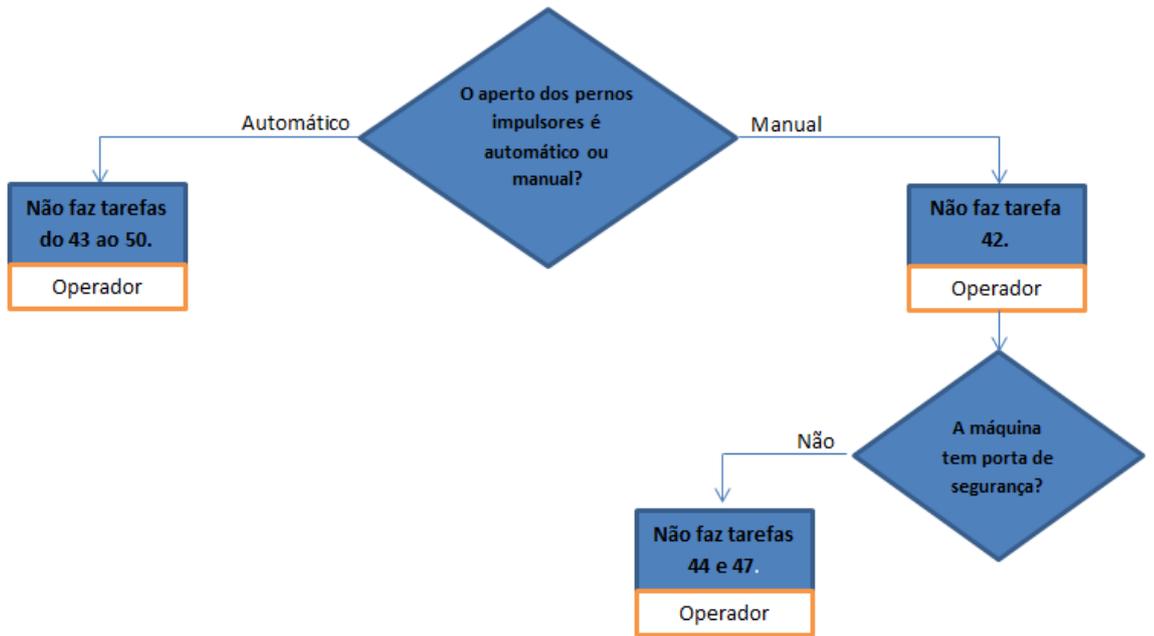
Pergunta 3:



Pergunta4:



Pergunta5:



Anexo Q: Tempos das tarefas de mudança de molde com as implementações.

Mudança de molde 487.01a/398.03b na máquina 7.09 em 14/11/2012	
Desmontagem 10h30	Tempo
<i>Depois da paragem</i>	
Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	00:00:25
Desligar água do coletor do molde (entrada e saída);	00:00:25
Tirar cabeça de lubrificação;	00:04:44
Puxar a capota para trás manualmente;	00:01:11
Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;	00:02:00
Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;	00:00:40
Abrir porta de segurança;	00:00:16
Carregar nas emergências;	00:00:14
Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;	00:01:55
Fechar a porta de segurança;	00:00:20
Ligar a bomba;	00:00:23
Andar com o prato móvel para trás;	00:00:15
Prender o molde fixo à ponte rolante;	00:00:24
Soltar as mangueiras do die heater do molde fixo e do molde móvel;	00:02:49
Soltar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel do caudalímetro;	00:01:00
Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;	00:01:35
Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;	00:05:11
Pousar o molde fixo no cavalete;	00:00:35
Tirar camisa;	00:01:30
Soltar mangueiras de água da vara e tirar vara;	00:00:33
Prender o molde móvel à ponte rolante;	00:01:00
Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel;	00:01:58
Desencostar o molde móvel do prato da máquina;	00:00:40

Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde;	00:01:59
Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras;	00:02:46
Pousar o molde móvel no cavalete. 11h15	00:01:00
Montagem 11h15	
Limpar máquina;	00:13:00
Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;	00:01:30
Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte;	00:01:00
Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina;	00:01:30
Colocar a camisa no molde fixo;	00:01:00
Colocar o molde no prato fixo;	00:00:45
Verificar se o molde fixo se encontra centrado no prato fixo	00:00:56
Deslocar o prato móvel para a frente;	00:00:15
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde fixo;	00:01:31
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde fixo;	00:03:30
Ajustar abertura de carruagem;	00:18:10
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:13
Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	00:00:31
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:13
Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;	00:05:00
Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	00:00:20
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde móvel;	00:01:00
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde móvel;	00:03:43
Avançar pernos extratores;	00:00:30
Ajustar placa extratora;	00:01:12
Abrir porta de segurança;	00:00:49
Carregar nas emergências;	00:00:14
Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;	00:01:45
Fechar porta de segurança;	00:01:00
Ligar a bomba;	00:00:30
Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático;	00:02:00
Fechar a máquina em automático;	00:01:00

Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;	00:03:00
Retirar a ponte;	00:00:45
Colocar a vara e ligar mangueiras da vara;	00:01:01
Ligar as mangueiras de água ao caudalímetro;	00:02:21
Afinar o extrator de peças;	00:04:40
Puxar a capota para a frente;	00:00:11
Colocar a cabeça de lubrificação;	00:04:59
Ajustar a posição da cabeça de lubrificação;	00:04:45
Ligou a água;	00:01:00
Colocar a máquina em modo automático;	00:00:45
Afinação do processo.	00:20:00
13h15	

Mudança de molde 398.04b/464.02a na máquina 7.09 em 18/12/2012

Desmontagem 10h15

<i>Depois da paragem</i>	Tempo
Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	00:00:30
Desligar água do coletor do molde (entrada e saída);	00:00:30
Puxar a capota para trás manualmente;	00:01:00
Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;	00:01:50
Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;	00:00:18
Abrir porta de segurança;	00:01:00
Carregar nas emergências;	00:00:30
Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;	00:04:38
Fechar a porta de segurança;	00:01:15
Ligar a bomba;	00:00:25
Andar com o prato móvel para trás;	00:00:18
Prender o molde fixo à ponte rolante;	00:01:00
Soltar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel do caudalímetro;	00:01:29
Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;	00:02:20
Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;	00:02:00
Pousar o molde fixo no cavalete;	00:00:50
Tirar camisa;	00:03:15

Soltar mangueiras de água da vara e tirar vara;	00:01:30
Prender o molde móvel à ponte rolante;	00:01:00
Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel;	00:02:51
Desencostar o molde móvel do prato da máquina;	00:00:30
Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde;	00:02:40
Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras;	00:01:30
Pousar o molde móvel no cavalete. 10h55	00:01:00
Montagem 11h	
Limpar máquina;	00:07:29
Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;	00:02:00
Prender o molde fixo com o molde móvel à ponte;	00:01:00
Posicionar o molde fixo com o molde móvel entre as colunas da máquina;	00:02:42
Colocar a camisa no molde fixo;	00:01:00
Colocar o molde no prato fixo;	00:01:25
Verificar se o molde fixo se encontra centrado no prato fixo;	00:01:00
Deslocar o prato móvel para a frente;	00:00:18
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respectivas nos locais de aperto do molde fixo;	00:01:15
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde fixo;	00:04:18
Ajustar abertura de carruagem;	00:08:51
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:15
Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	00:01:00
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:19
Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;	00:03:44
Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	00:00:20
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respectivas nos locais de aperto do molde móvel;	00:01:30
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde móvel;	00:05:14
Avançar pernos extratores;	00:01:15
Ajustar placa extratora;	00:02:00
Abrir porta de segurança;	00:01:15
Carregar nas emergências;	00:00:30
Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;	00:03:15
Fechar porta de segurança;	00:01:11

Ligar a bomba;	00:01:00
Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático;	00:01:40
Fechar a máquina em automático;	00:01:00
Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;	00:03:00
Retirar a ponte;	00:00:45
Colocar a vara e ligar mangueiras da vara;	00:01:18
Ligar as mangueiras de água ao caudalímetro;	00:01:13
Afinar o extrator de peças;	00:03:16
Puxar a capota para a frente;	00:01:00
Ligou a água;	00:00:30
Colocar a máquina em modo automático;	00:00:55
Afinação do processo.	00:09:15
12h30	

Mudança de Molde 476.01a/477.01a na máquina 7.11 em 08/01/2013

Desmontagem 9h15

Depois da paragem

Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	00:00:40
Desligar água do coletor do molde (entrada e saída);	00:00:26
Puxar a capota para trás;	00:00:44
Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;	00:02:54
Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;	00:00:16
Abrir porta de segurança;	00:00:43
Carregar nas emergências;	00:00:16
Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;	00:01:00
Fechar a porta de segurança;	00:00:19
Ligar a bomba;	00:00:13
Andar com o prato móvel para trás;	00:00:16
Prender o molde fixo à ponte rolante;	00:01:00
Tirar as mangueiras do die heater do molde fixo e do molde móvel;	00:04:30
Tirar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel do coletor;	00:02:30
Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;	00:08:02
Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;	00:02:14

Pousar o molde fixo no cavalete;	00:01:03
Prender o molde móvel à ponte rolante;	00:01:15
Desapertar com chave de estrias os calços do molde móvel;	00:01:48
Desencostar o molde móvel do prato da máquina;	00:01:00
Desapertar com chave de bocas os pernos impulsores do molde;	00:01:42
Retirar o molde móvel juntamente com as mangueiras;	00:01:00
Pousar o molde móvel no cavalete. 10h05	00:00:45
Montagem 10h10	
Limpar máquina;	00:10:15
Verificar o aperto dos parafusos dos cilindros da placa extratora;	00:01:00
Prender o molde fixo à ponte;	00:00:22
Colocar o molde fixo no prato fixo;	00:01:52
Verificar se o molde fixo se encontra centrado no prato fixo;	00:01:00
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde fixo;	00:01:00
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde fixo;	00:06:19
Tirar ponte;	00:00:19
Prender ponte ao molde móvel;	00:00:54
Colocar molde móvel junto ao molde fixo;	00:01:00
Ajustar abertura de carruagem;	00:13:00
Deslocar prato móvel para a frente até o molde móvel encostar no molde fixo;	00:00:15
Deslocar o prato móvel para trás;	00:00:17
Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	00:00:30
Deslocar prato móvel para a frente;	00:00:16
Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;	00:02:23
Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	00:00:18
Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde móvel;	00:01:00
Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto), no molde móvel;	00:03:57
Avançar pernos extratores;	00:01:00
Ajustar placa extratora;	00:01:00
Abrir porta de segurança;	00:00:30
Carregar nas emergências;	00:00:16

Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;	00:02:15
Fechar porta de segurança;	00:00:40
Ligar a bomba;	00:00:19
Ajustar de novo a abertura da carruagem em automático;	00:01:00
Fechar a máquina em automático;	00:00:40
Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;	00:01:00
Retirar a ponte;	00:00:13
Ligar as mangueiras de água ao coletor;	00:02:45
Ligar as mangueiras de óleo ao die heater;	00:03:00
Puxar a capota para a frente;	00:01:00
Ligou a água;	00:00:21
Colocar a máquina em modo automático;	00:00:30
Afinação do processo.	00:03:15
11h17	

Anexo R: Tabela que identifica quais as ações implementadas.

MODO DE FALHA ASSOCIADO	AÇÕES DE MELHORIA	IMPLEMENTADAS	DATA PREVISTA DE IMPLEMENTAÇÃO	NECESSÁRIO INVESTIMENTO?
1	Inserir molde na máquina com mangueiras de água já colocadas.	Sim		Não
1	Retirar molde da máquina juntamente com mangueiras de água.	Sim		Não
2	Utilizar cavalete para pousar molde.	Sim		Sim
3	Fotocélulas de batalha naval nas máquinas em que ainda não existe.	Não	Sem 8/2013	Sim
4	Existência de marcações para a posição da carruagem.	Não	Sem 6/2013	Sim
5	Reposição das ferramentas mais solicitadas.	Não	Sem 5/2013	Sim
6	Existência de marcações para a posição da cabeça de lubrificação.	Não	Sem 6/2013	Sim
7	Existência de pino de centragem. (1)	Sim	2013	Sim
8	Identificação dos radiais em todas as máquinas.	Não	Sem 12/2013	Sim
9	Efetuar limpezas da máquina com mais frequência.	Sim		Não
10	Existência do stock adequado de mangueiras de água e acessórios.	Não	Sem 10/2013	Sim
11	Existência de carrinho de transporte.	Não	Sem 8/2013	Sim
12	Existência de suporte para auxiliar a desmontagem e montagem de cabeça de lubrificação.	Não	Sem 10/2013	Sim
13	Existência de sistema de água que permita testar as fugas de água nas mangueiras e nas varas.	Não	Sem 10/2013	Sim

14	Realização de check list ao molde.	Sim		Não
15	Existência de sistema que permita testar as fugas de óleo das mangueiras de óleo do molde.	Não	Sem 10/2013	Sim
16	Realização das tarefas de mudança de molde em paralelo.	Não	Sem 5/2013	Não
17	Existência de base de dados.	Não	Sem 5/2013	Não
18	Fazer a limpeza dos moldes fora do tempo útil de mudança de molde.	Sim		Não
18	Fazer a limpeza das ferramentas fora do tempo útil de mudança de molde.	Sim		Não
19	Preparação prévia da mudança de molde.	Sim		Não
20	Existência de manual de procedimentos.	Sim		Não
21	Afinar da cabeça de lubrificação fora do tempo útil de mudança de molde.	Não	Sem 12/2013	Sim
22	Existência de mangueiras agrupadas por comprimentos pré-definidos no armazém da fundição	Não	Sem 10/2013	

(1) Os moldes novos que estão a ser fabricados já vêm com a furação e o pino respetivo. A partir de 20 de Novembro de 2012 ficou acordado que todos os moldes que saírem para o fabricante, para fazerem reposições de estrutura e de inserções, já vêm com a furação e o pino.

Anexo S: Estimativa do tempo de mudança de molde com todas as ações de melhoria implementadas.

DESMONTAGEM		Operador1	Operador2		Tempo
Depois da Paragem da Máquina					
1	Colocar a máquina em modo de mudança de molde;	x		S1	00:01:00
2	Desligar a água no coletor do molde (entrada e saída);		x	S1	00:00:30
3	Se necessário, tirar a cabeça de lubrificação;	x	x		00:02:00
4	Puxar a capota para trás manualmente;	x			00:01:00
5	Puxar a carruagem toda para trás até à cota máxima;	x			00:01:00
6	Desapertar os pernos impulsores manualmente				
6.1	Andar com o prato móvel da máquina para a frente para esticar as joalheiras;	x		S2	00:00:15
6.2	Abrir porta de segurança;	x		S2	00:00:20
6.3	Carregar nas emergências;	x		S2	00:00:10
6.4	Desapertar com pistola pneumática os pernos impulsores;	x		S2	00:02:00
6.5	Fechar a porta de segurança;	x		S2	00:00:20
6.6	Ligar a bomba;	x		S2	00:00:15
6.7	Andar com o prato móvel para trás;	x		S2	00:00:15
7	Soltar as mangueiras de água do molde fixo e do molde móvel do coletor/caudalímetro;		x	S2	00:01:00
8	Soltar as mangueiras do die heater do molde fixo, do molde móvel e mangueira que liga o fixo ao móvel (caso exista);		x	S2	00:01:00
9	Abrir coluna manualmente (ver procedimentos retirar coluna retrátil)	x	x		00:10:00
10	Prender o molde fixo à ponte rolante;	x			00:01:00
11	Desapertar com chave de estrias os calços do molde fixo;	x	x		00:02:00
12	Retirar o molde fixo juntamente com as mangueiras;	x	x		00:02:00
13	Pousar o molde fixo no cavalete;	x			00:01:00

10	Ligar extensão elétrica de segurança do radial;		x	S5	00:00:30
11	Avançar gaveta;		x	S5	00:00:20
12	Colocar molde móvel junto ao molde fixo;	x	x		00:02:00
13	Fechar a coluna retrátil manualmente (ver procedimentos retirar coluna);	x	x		00:10:00
14	Colocar chante;	x			00:00:20
15	Ajustar abertura de carruagem	x		S8	00:09:00
16	Deslocar prato móvel para a frente até o molde móvel encostar no molde fixo;	x			00:00:30
17	Deslocar o prato móvel para trás;	x			00:00:20
18	Posicionar pernos impulsores no prato móvel;	x			00:01:00
19	Deslocar prato móvel para a frente;	x			00:00:20
20	Apertar com chave de bocas os pernos impulsores ao molde móvel;	x			00:03:00
21	Deslocar o prato móvel até encostar ao molde móvel;	x			00:00:30
22	Colocar os parafusos, os calços, as anilhas e as porcas respetivas nos locais de aperto do molde móvel;	x	x		00:01:00
23	Fazer um 1º aperto em cruz, com chave de estrias (ligeiro aperto) no molde móvel de forma a garantir a fixação do molde e que toda a sua base assente no prato da máquina;	x	x		00:03:00
24	Apertar definitivamente os moldes aos pratos da máquina com chave dinamométrica;	x	x		00:03:00
25	Retirar a ponte;	x			00:01:00
26	Avançar pernos extratores;	x			00:00:30
27	Ajustar placa extratora;	x		S6	00:02:00
28	Tirar chante;		x	S6	00:00:20
29	Ligar extensão elétrica de segurança de extração;		x	S6	00:00:30
30	Apertar pernos impulsores manualmente				
30.1	Deslocar prato móvel para a frente;	x		S7	00:00:20
30.2	Abrir porta de segurança;	x		S7	00:00:20
30.3	Carregar nas emergências;	x		S7	00:00:10
30.4	Apertar com pistola pneumática os pernos impulsores à placa extratora;	x		S7	00:02:00
30.5	Fechar porta de segurança;	x		S7	00:00:20
30.6	Ligar a bomba;	x		S7	00:00:15
30.7	Deslocar prato móvel para trás;	x		S7	00:00:20
31	Ajustar de novo a carruagem em automático;	x			00:01:00
32	Colocar a vara (caso tenha sido retirada);		x	S7	00:01:00
33	Ligar as mangueiras da vara;		x	S7	00:00:30
34	Ligar as mangueiras do die-heater ao molde fixo, ao molde móvel e mangueira de ligação do fixo ao móvel;		x	S7	00:01:00

35	Ligar as mangueiras da água do molde fixo e do molde móvel ao coletor/caudalímetro;		x	S7	00:01:00
36	Se necessário, afinar o extrator de peças;	x	x		00:04:00
37	Se necessário, ajustar a posição da colher;		x	S8	00:03:00
38	Puxar a capota para a frente manualmente;	x			00:01:00
39	Colocar a cabeça de lubrificação (caso tenha sido retirada);	x	x		00:03:00
40	Se necessário, ajustar a posição da cabeça de lubrificação;	x	x		00:03:00
41	Abrir as águas;	x			00:00:30
42	Colocar a máquina em modo automático;	x			00:00:45
43	Controlo do processo				00:05:00

	Total:	01:22:15
	Tempo total de mudança de molde:	2:02:20
	Tempo total de mudança de molde (H):	2