



**João  
Milheiro Selas**

## **Aplicação de SMED a uma máquina de moldes**



**João  
Milheiro Selas**

## **Aplicação de SMED a uma máquina de moldes**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

À minha família e amigos.

## **o júri**

presidente

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Filipe Pereira e Alvelos  
professor associado da Universidade do Minho

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Dedico este trabalho à minha família pelo apoio incansável, pelos sacrifícios e pela boa educação.

Aos meus bons amigos pelos momentos e por todo o apoio.

À Oliveira & Irmão pela oportunidade de realizar o estágio nas suas instalações, e em particular a todas as pessoas do departamento de produção pelo apoio e confiança.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Doutora Ana Moura, pela disponibilidade, sugestões e críticas necessárias para a construção deste trabalho.

A todos, muito obrigado.

**palavras-chave**

*Lean*, SMED, 5'S, melhoria contínua, reduções dos tempos de *setup*.

**resumo**

No presente, a crescente competitividade leva as organizações a tornarem-se flexíveis e rápidas na resposta aos clientes. Para isso é necessário estarem preparadas internamente podendo assim responder da melhor maneira às necessidades dos seus clientes.

Em resposta a isso, este trabalho foca-se na aplicação de duas ferramentas da filosofia *Lean*, o SMED – *Single Minute Exchange of Die* e o 5'S.

A aplicação destas ferramentas no departamento de produção da Oliveira & Irmão, vem de encontro à necessidade de obter uma maior flexibilização e aumento da rapidez de resposta aos clientes, o SMED com o objetivo de reduzir os tempos de *setup* aumentando a rotação dos moldes e conseqüente aumento de produção e o 5'S eliminando a sujidade e desorganização nos postos de trabalho e do ambiente fabril em geral.

No seguimento do relatório serão apresentados os passos para a aplicação dessas ferramentas, melhorias efetuadas e discussão dos resultados.

**keywords**

Lean, SMED, 5'S, continuous improvement, reduction of setup time.

**abstract**

At present, the growing competition drives organizations to become flexible and quick in responding to customers. This requires being prepared internally and can therefore respond in the best way the needs of its customers. In response, this project focuses on the application of two tools of Lean, the SMED - Single Minute Exchange of Die and 5'S. The application of these tools in the production department of Oliveira & Irmão, comes against the need for greater flexibility and increased responsiveness to customers, the SMED in order to reduce setup times by increasing the rotation of the molds and the resulting increase of production and 5'S eliminating dirt and disorganization in the workplace and the manufacturing environment in general.

Following the report will present the steps for applying these tools, improvements made and discussion of results.

# Índice

1. Introdução.....	3
1.1. Enquadramento e Objetivos.....	3
1.2. Apresentação da empresa.....	4
1.3. Estrutura do relatório.....	5
2. Enquadramento teórico.....	9
2.1. Filosofia <i>Lean Manufacturing</i> .....	9
2.1.1. A história do <i>Lean</i> .....	9
2.1.2. Princípios da filosofia <i>Lean</i> .....	10
2.1.3. Principais ferramentas <i>Lean</i> .....	11
2.2. Desperdício (Muda).....	19
3. Caso de estudo.....	23
3.1. Injeção plástica.....	23
3.2. Projeto SMED.....	25
3.2.1. Fases SMED.....	28
3.2.2. Outras melhorias implementadas.....	37
3.2.3. Resultados do SMED.....	41
3.3. Projeto 5’S – Gestão Visual.....	46
4. Conclusão.....	53
Bibliografia.....	54



## Índice de figuras

Figura 1 - Fábrica Oliveira & Irmão – (Fonte: Brochura OLI 2011).....	4
Figura 2 - <i>Timeline</i> da filosofia <i>Lean Manufacturing</i> – (Fonte: Womack et al., 1990).....	9
Figura 3 - Os sete princípios <i>Lean Thinking</i> revistos – (Fonte: CLT, 2008).....	10
Figura 4 - Cartão kanban.....	12
Figura 5 - Ilustração do ciclo PDCA – (Fonte: blogpegg.wordpress.com, 2011).....	14
Figura 6 - Fluxo tradicional e fluxo contínuo – (Fonte: ebah.com.br, 2012).....	14
Figura 7 - Metodologia 5’S – (Fonte: geprix.com, 2012).....	16
Figura 8 - Etapas do método SMED – (Fonte: Raul Lopes <i>et al</i> ).....	17
Figura 9 - Setup do SMED – (Fonte: Raul Lopes <i>et al</i> ).....	18
Figura 10 - Os oito tipos de desperdícios – (Fonte: Methodus, em: blog.methodus.com).....	20
Figura 11 - Molde de injeção de plásticos – (Fonte: Grupo PHN em: phnmoldes.com.br).....	23
Figura 12 - Máquina de injeção – (Fonte: Nishimoto, Akiko Rocha).....	24
Figura 13 - Máquina Automática 50 – Mir 280.....	25
Figura 14 - <i>Layout</i> das máquinas no departamento de produção.....	26
Figura 15 - Carro de ferramentas.....	30
Figura 16 - Mangueiras aplicadas nos moldes e engates rápidos.....	31
Figura 17 - Termorregulador.....	31
Figura 18 - Exemplo do acréscimo feito aos moldes para sua dedicação.....	33
Figura 19 - Posição dos moldes alinhada com a máquina.....	34
Figura 20 - Calços antigos e calços <i>Lenzkes</i> atuais.....	35
Figura 21 - 4 calços <i>Lenzkes</i> em funcionamento no molde na máquina 50.....	35
Figura 22 - Roquete pneumático.....	36
Figura 23 - Degrau e gaveta para melhor acessibilidade.....	36
Figura 24 - Moinho.....	37
Figura 25 - Tremonhas de matéria-prima (esquerda) e pigmento (direita).....	38
Figura 26 - Corrediça antiga (esquerda) e nova corrediça (direita).....	38
Figura 27 - Pistola de sucção para remoção de pigmento.....	39
Figura 28 - Sistema de remoção de pigmento com pistola.....	39
Figura 29 - Purga da matéria-prima na máquina 50.....	40
Figura 30 - Engate rápido no braço mecânico e acoplamento do braço e da “mão”.....	40
Figura 31 - Consola de controlo da máquina 50.....	41
Figura 32 - Programa Diário de Mudança de Moldes.....	42
Figura 33 - Folha de Registo de Autocontrolo.....	43

Figura 34 - Gráfico com os tempos médios de <i>setup</i> 2008-2010.....	44
Figura 35 - Gráfico com os tempos médios de <i>setup</i> 2008-2011.....	45
Figura 36 - Quadro de fixação de informação .....	45
Figura 37 - 5'S – Armário dos calibres antes e depois.....	46
Figura 38 - 5'S – Estantes das “mãos” dos braços mecânicos – antes .....	47
Figura 39 - 5'S – Estantes das “mãos” dos braços mecânicos – depois .....	47
Figura 40 - 5'S – Mesa de ensaio antes e depois .....	48
Figura 41 - 5'S – Sistema de aspiração antes e depois.....	48
Figura 42 - 5'S – Zona de armazenamento dos pigmentos antes e depois .....	49
Figura 43 - Identificação para o pigmento verde .....	49
Figura 44 - 5'S – Zona dos contentores de pigmento - depois .....	50
Figura 45 - 5'S – Estantes dos moldes - depois .....	50

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Plano de ações PDCA da MA50 .....	27
Tabela 2 - Tarefas para mudança de molde e respetivos tempos de cada ação .....	29
Tabela 3 - Modo Operatório de Mudança de Molde.....	32



# **Capítulo I**

## **Introdução**



# 1. Introdução

Neste capítulo inicial será feito o enquadramento do problema e os seus objetivos, seguido de uma apresentação da empresa. No fim do capítulo é apresentada a estrutura do trabalho, de modo a dar uma visão geral de como este está estruturado.

## 1.1. Enquadramento e Objetivos

O conceito *Lean Thinking* é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem por objetivos a criação de valor através da eliminação do desperdício. Este desperdício refere-se as atividades que não acrescentam valor ao produto ou ao serviço. O conceito de desperdício deve abranger, não só as atividades humanas, mas também todas as outras atividades e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos e de tempo (Pinto, 2009).

Esta filosofia tem vindo ao longo dos anos a ser uma mais-valia para as empresas, sendo já aplicada a todas as áreas de negócio. *Lean Thinking* teve o seu nascimento na empresa *Toyota*, no Japão, nos seus sistemas de produção automóvel, e tem vindo a ser aperfeiçoada, desenvolvida e implementada nos mais diversos setores de atividade (Pinto, 2009).

É imprescindível, no estado económico atual, a aplicação de técnicas e métodos de redução de desperdícios. Só assim as empresas se tornam competitivas e conseguem alargar os seus negócios. O método anteriormente referido não se aplica só à área de produção nas empresas, mas também a todos os seus departamentos, como por exemplo os escritórios, que têm os seus desperdícios excessivos e que muitos deles podem ser eliminados facilmente.

Este trabalho foi desenvolvido na empresa Oliveira & Irmão, S.A., que tendo como produção de componentes plásticos para autoclismos, a sua atividade principal, apresenta em alguns pontos do seu processo desperdícios que pretende eliminar. Por isso, e como foi dito anteriormente, para manter a sua competitividade no ramo, necessita de aplicar algumas técnicas *Lean*, tais como SMED (*Single Minute Exchange of Die*) e 5'S.

O SMED é uma ferramenta de melhoria que permite reduzir o tempo de *setup* das máquinas com o propósito de maximizar a utilização e aumentar a flexibilidade. O tempo de *setup* corresponde ao tempo despendido entre a última peça conforme do molde anterior e a primeira peça conforme do molde seguinte (Shingo, 1985).

Os 5'S são um conjunto de práticas que se referem à procura de redução do desperdício e à melhoria do desempenho das pessoas e processos através da organização e autodisciplina. Sendo uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho (Pinto, 2009). Esta passa por educar os colaboradores e todas as pessoas envolvidas com o método, de maneira a melhorar os processos e a qualidade dos produtos.

Em termos de objetivos, este trabalho incide na aplicação e acompanhamento do método SMED nas máquinas de injeção de plásticos. Para isso é necessário proceder à monitorização de paragens das máquinas e levantamento dos problemas que mais contribuem para os tempos de *setup*. Fazendo com que seja possível diminuir o tempo gasto nas mudanças de moldes.

Também como objetivo, mas em segundo plano, está a tentativa de melhoramento do funcionamento das linhas de produção. Métodos como 5'S, PDCA – *Plan, Do, Check e Act* e gestão visual, vão ser acompanhados, estando indiretamente relacionados com a aplicação do SMED.

## 1.2. Apresentação da empresa

A empresa Oliveira & Irmão, S.A., fundada em 1954 ganhou ao longo dos anos particular destaque na oferta de artigos sanitários para o sector da construção civil. No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, apostando em tecnologias que rapidamente colocaram a empresa numa das melhores no mercado nacional. Especializando-se assim, no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos. Em 1993 entrou no Grupo Italiano *Fondital*, o que veio trazer uma expansão muito significativa dos mercados para a empresa, alargando ainda mais os horizontes comerciais por todo o mundo.



Figura 1 - Fábrica Oliveira & Irmão – (Fonte: Brochura OLI 2011)

A sede, e fábrica, localizam-se em Esgueira, Aveiro, e hoje, com 20.268 m<sup>2</sup> de área coberta e mais de 300 funcionários é uma das unidades industriais mais modernas e dinâmicas onde a garantia de qualidade é comprovada por vários organismos nacionais e internacionais e pela crescente procura dos seus produtos.

De maneira a manter a sua posição competitiva no mercado, a empresa recorre, no seu processo produtivo, a meios tecnológicos sofisticados, acompanhando, assim, a permanente atualização face às evoluções técnicas que a nível mundial se vão verificando no sector.

A implementação de sistemas produtivos resultantes de apurados processos de investigação e desenvolvimento traduz-se em produtos com elevado desempenho em termos de qualidade, custo e eficiência. Otimizando as condições de trabalho dos colaboradores e recorrendo a um sólido *know-how* (conhecimento), a empresa desenvolve a sua atividade nas condições mais exigentes no que toca aos padrões de qualidade.

### **1.3. Estrutura do relatório**

Este relatório de projeto de estágio encontra-se dividido em quatro capítulos, e cada capítulo dividido em subcapítulos.

No primeiro capítulo, o introdutório, foi feito um enquadramento e definição dos objetivos de estágio, dando uma explicação breve do que se pretendia com o projeto. Foi feita uma descrição da empresa, falando da sua história e evolução ao longo dos anos.

Num segundo capítulo é feito o enquadramento teórico, recorrendo a uma revisão bibliográfica, que é referida ao longo do relatório sempre que necessária.

Sendo o tema central deste projeto a filosofia *Lean* e as aplicações das suas ferramentas, é descrita a sua história, princípios e ferramentas, dando especial atenção as ferramentas aplicadas no projeto, SMED e 5'S.

No último subcapítulo é explicado que tipo de desperdícios a filosofia *Lean* elimina com a aplicação das suas ferramentas.

No terceiro capítulo encontra-se o que deu a base para o projeto, e o que foi feito em relação ao mesmo. São mostrados todos os passos para a aplicação, monitorização e melhoramento do projeto SMED na empresa. É feita uma análise detalhada das melhorias feitas a uma máquina de injeção, a máquina nº 50, e mostrado a evolução depois da aplicação da ferramenta. No fim do capítulo é explicado o que foi feito ao nível dos 5'S e gestão visual com algumas figuras e explicações do que foi alterado e melhorado.

No quarto e último capítulo são elaboradas conclusões do projeto e dos seus resultados.





## **Capítulo 2**

### **Enquadramento teórico**



## 2. Enquadramento teórico

Neste capítulo, pretende-se rever os conceitos teóricos sobre o tema central do projeto, *Lean Manufacturing*. Sendo feita também uma descrição detalhada das metodologias aplicadas no desenvolvimento deste trabalho. Para a compreensão e desenvolvimento do mesmo, é necessário o estudo de vários conceitos e filosofias associadas ao tema central. SMED e 5's, sendo das mais importantes para o estudo efetuado e para o trabalho desenvolvido.

### 2.1. Filosofia *Lean Manufacturing*

#### 2.1.1. A história do *Lean*

Depois da segunda grande guerra, em 1945, a indústria japonesa encontrava-se com graves problemas financeiros, falta de recursos humanos e de matéria-prima. A indústria americana estava a crescer, produzindo mais que os japoneses e a apoderar-se dos seus mercados. Com vista a combater essa evolução americana, os líderes industriais japoneses, Toyoda Kiichiro, Shingeo Shingo e Taiichi Ohno, desenvolveram um novo e disciplinado sistema de produção, chamado de *Toyota Production System* (TPS). Sendo este um sistema novo de produção, que oferece variedade de produtos, garantindo maior qualidade e a um menor preço.

O principal objetivo do TPS é a eliminação do desperdício (*Muda*) e está voltado para a satisfação do cliente. O *Toyota Production System* foi desenvolvido e aperfeiçoado entre 1945 e 1970, e atualmente continua a ser estudado por todo o mundo, mantendo-se sempre em evolução (Abdullah, 2003).

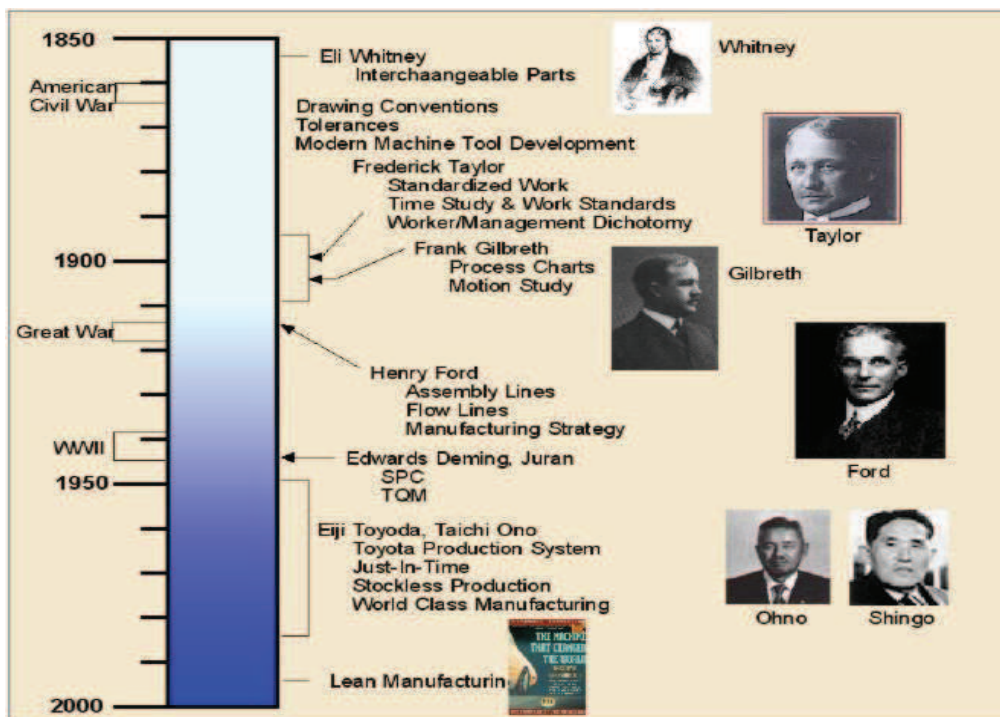


Figura 2 - Timeline da filosofia *Lean Manufacturing* – (Fonte: Womack et al., 1990)

A figura 2 mostra as alterações que o processo sofreu, assim como os responsáveis pelas mesmas. Esta filosofia foi evoluindo ao longo do tempo, passando de *Toyota Production System* para *Lean Manufacturing*, como é chamada atualmente e tendo sido assim chamado pela primeira vez por Womack e Jones em 1990 em “*The machine that changed the world*”.

O *Lean Thinking* passou a ser adotada por inúmeras empresas, permitindo desenvolver, produzir e distribuir produtos com menor esforço humano, menos capital investido, menos espaço, ferramentas, matéria-prima, tempo e gastos desnecessários (Womack et al., 1990).

### 2.1.2. Princípios da filosofia *Lean*

Segundo Womack e Jones (1996), existem cinco princípios fundamentais para uma boa aplicação da filosofia *Lean*. Esses princípios são: a criação de valor, definição da cadeia de valor, fluxo contínuo e otimizado, sistema *pull* de produção e a procura da perfeição.

Contudo a Comunidade *Lean Thinking* (CLT, 2008), através dos seus esforços na investigação e desenvolvimento deste tema, afirma que os cinco princípios *Lean* apresentam algumas falhas.

A cadeia de valor do cliente é considerada singular, mas numa organização existem várias cadeias de valor, uma para cada *stakeholder*, assim será necessário a criação de valores, podendo estes valores ser diferentes entre cada *stakeholder*. Outra limitação, segundo a CLT (2008), é que os princípios iniciais tendem a levar as organizações apenas à redução de desperdícios, ignorando uma das principais atividades, a criação de valor através da inovação dos produtos, serviços e dos seus processos.

A figura 3, com os sete princípios revistos, mostra a sequência que servirá como guia para uma boa implementação da filosofia *Lean* nas organizações.

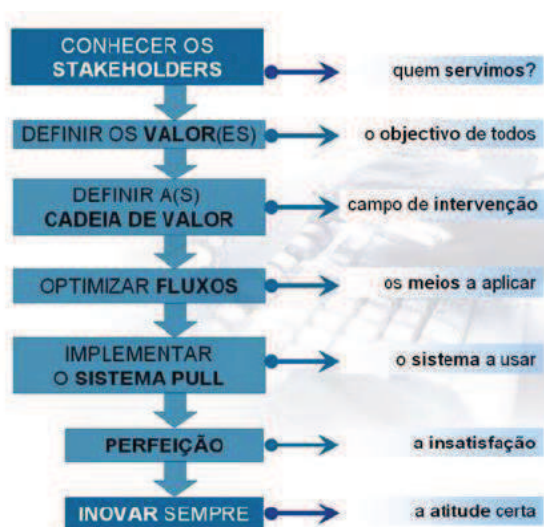


Figura 3 - Os sete princípios *Lean Thinking* revistos – (Fonte: CLT, 2008)

**Conhecer os *stakeholders*:** É necessário conhecer quem servimos, assim como satisfazer o cliente sem deixar de lado as necessidades dos colaboradores. O foco no cliente final é fundamental, e não apenas no próximo cliente da cadeia de valor. Não importa em que etapa da cadeia de valor a empresa se encontra, a sua preocupação deverá ser sempre servir o cliente final.

**Definir os valores:** Não é a empresa mas sim o cliente quem define o que é valor. Para este, a necessidade gera o valor e cabe às empresas avaliarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico, a fim de manter a empresa no negócio e aumentar os lucros, reduzindo os custos e melhorando a qualidade.

**Definir a cadeia de valor:** A organização terá que, para cada parte interessada, identificar a cadeia de valor. Esta pode ser para cada produto ou família de produtos e, sempre com o objetivo de eliminar o desperdício.

**Otimizar fluxos:** Os fluxos de produção devem ser contínuos, eliminando tempos de espera e *stocks* intermédios. É a mudança de produção de grandes lotes para uma produção contínua de peças. Com isto há um aumento da qualidade e redução de tempos de produção.

**Implementar o sistema *pull*:** O sistema *pull* deixa os clientes liderarem os processos, competindo-lhes apenas desencadear os pedidos. Será produzido o que o cliente quer, a quantidade que quer e quando quer. É um processo que funciona de acordo com a procura.

**Procurar a perfeição:** Os interesses e necessidades dos clientes sofrem evoluções ao longo dos tempos, sendo necessária uma melhoria contínua a todos os níveis da organização. É necessário ouvir o cliente e procurar ser rápido a satisfazer as necessidades do mesmo, conduzindo a empresa à perfeição.

**Inovação:** É necessária uma inovação constante. Inovar cria valor nos produtos, serviços e processos.

### 2.1.3. Principais ferramentas *Lean*

Várias ferramentas e técnicas podem ser implementadas para manter e melhorar a filosofia *Lean* dentro das organizações. Estas ferramentas são as principais aliadas à eliminação de desperdícios e ao crescimento das organizações.

Nesta secção são apresentadas as ferramentas *Lean* mais importantes e que também estão aplicadas na empresa em estudo, Oliveira & Irmão, S.A.. Com especial destaque à técnica SMED e 5'S, por serem as utilizadas ao longo do projeto.

### ***Pull System***

O sistema *Pull* elimina a produção em menor e em maior número do que aquela que é necessária, limitando a produção exigida pelo processo a seguir.

Para um processo anterior produzir a quantidade necessária de peças, todos os processos de produção devem ter pessoas, equipamentos e materiais para produzir “*Just-in-time*” (JIT). Este é um sistema produtivo onde a produção e movimentação de materiais acontece quando estes são necessários, normalmente em pequenos lotes.

### **Sistema *Kanban***

*Kanban*, sistema relacionado com o JIT, é uma palavra japonesa que significa “cartão visual”. O *kanban* transmite um conjunto de instruções de abastecimento ou produção de um determinado produto. Controla os processos “pedindo” a produção na quantidade certo e no momento certo.

*Kanbans* de produção fornecem informações para a produção de peças, enquanto os *kanbans* de abastecimento (nas linhas de montagem, por exemplo) fornecem informações das peças que terão que ser abastecidas.

A figura 4 é um exemplo de um *kanban* usado na empresa Oliveira & Irmão.



Figura 4 - Cartão *kanban*

Este *kanban* tem várias informações, como a máquina onde é feita a produção, código e nome do produto, entre outras informações.

### **TPM – Total Productive Maintenance**

O TPM procura melhorar a produtividade através do trabalho em equipa. Esta técnica procura eliminar as paragens desnecessárias das máquinas e conseqüente quebra de produtividade, reduz também as falhas nos equipamentos e os defeitos de produção (Nakajima, 1988).

Na sigla TPM, cada letra tem vários significados associados, sendo eles:

T – Total

- Eficiência global;
- Rendimento total dos equipamentos;
- Abrangência de todo o ciclo de vida dos equipamentos;
- Participação de todos os colaboradores da empresa.

P – Produtividade

- Máximo de eficiência do sistema de produção;
- Zero acidentes;
- Zero defeitos.

M – Manutenção

- Conservar os equipamentos em condições de novos;
- Apresentar melhorias e conservá-las.

### **OEE – *Overall Equipment Effectiveness***

A OEE tem um papel importante na maximização da eficiência dos equipamentos, não somente fornece o resultado da eficiência como permite análises detalhadas da mesma. Assim, pode-se dizer que a OEE é a ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas, como a ferramenta TPM, analisando as condições reais de utilização dos ativos da organização. Ao atuar assim, os equipamentos passarão a funcionar em níveis próximos da sua máxima potencialidade (Nakajima, 1988).

### **Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*)**

O ciclo PDCA consiste numa sequência de etapas a utilizar para encontrar soluções com o objetivo de melhorar um processo. Consistindo em 4 passos:

- *Plan* - elaboração de um plano com causas e consequências do problema;
- *Do* - implementação desse mesmo plano;
- *Check* - verificar se as medidas do plano continuam a ser implementadas e se esse plano continua a funcionar;
- *Act* - quando o problema ocorre novamente, atuar com as medidas corretivas.

Como o nome indica é um ciclo, voltando à primeira etapa depois do *Act*, como pode ser visualizado na figura seguinte (figura 5).





Figura 5 - Ilustração do ciclo PDCA – (Fonte: blogpegg.wordpress.com, 2011)

### Fluxo contínuo

De acordo com Ferreira (2004), o *lead time* (tempo de produção) pode ser reduzido pela implementação de um fluxo contínuo. Esta implementação poderá necessitar de uma mudança no *layout* fabril convertendo-o em células de produção onde estarão todos os processos necessários a uma determinada família de produtos. O fluxo contínuo consiste em reduzir o tamanho dos lotes para uma única unidade, fazendo com que haja a eliminação de *stocks* entre processos.

O fluxo contínuo auxilia na redução de defeitos, reduz o tempo de espera do colaborador, reduz o tempo total de processamento do produto e promove o trabalho em equipa.

Na figura 6 é possível visualizar e perceber as diferenças entre o fluxo tradicional e o fluxo contínuo de produção.

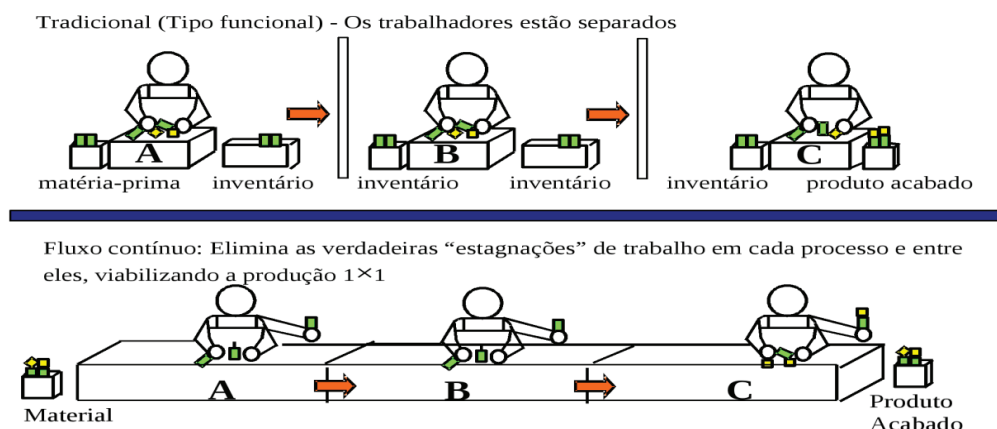


Figura 6 - Fluxo tradicional e fluxo contínuo – (Fonte: ebah.com.br, 2012)

## 5'S

A sujidade e desorganização existente em várias organizações tornam o seu trabalho mais difícil, resultando muitas vezes em trabalhos com qualidade deficiente e diminuição de produtividade. Este desleixo é rapidamente transmitido aos seus colaboradores, que passam a viver dentro das organizações com a mesma atitude. Como é fácil de perceber, nenhuma organização pode funcionar dessa maneira, tornando tudo mais difícil e com desperdícios que podem levar ao fim indesejado das organizações. Por isso é essencial a implementação de ferramentas e metodologias que primam pela organização e limpeza das instalações.

Por estas razões surge a metodologia 5'S, com o principal objetivo de organizar os locais de trabalho, de forma a aumentar a produtividade e de diminuir os desperdícios associados aos processos (Monden, 1983). Também segundo Monden (1983), os 5'S são uma referência a uma série de cinco palavras japonesas iniciadas pela letra "S": *SEIRI*, *SEITON*, *SEISO*, *SEIKETSU* E *SHITSUKE* que, em conjunto, se traduzem numa atividade de limpeza do local de trabalho.

Estas cinco palavras querem dizer:

***SEIRI* – Triagem**, consiste em escolher entre o necessário no posto de trabalho e o não necessário, eliminando o não necessário. Mantendo assim no posto apenas o necessário para as funções. Pode acontecer que algum material desnecessário num posto seja necessário noutra.

***SEITON* – Arrumação**, nesta etapa o material que ficou da triagem é arrumado e identificado. No fim desta etapa será fácil e rápido encontrar todos os objetos, sendo necessário terem um local próprio, devidamente identificado e estarem arrumados no mesmo.

***SEISO* – Limpeza**, é fundamental ter o material, equipamentos e local de trabalho limpo e em perfeito funcionamento. Neste caso, qualquer acontecimento estranho, como fugas ou outras anomalias, serão facilmente detetados. O ideal não será limpar, mas sim não sujar.

***SEIKETSU* – Normalização**, depois das três fases anteriores estarem concluídas, esta etapa tem como objetivo tornar a limpeza e arrumação num hábito, e não numa obrigação, criando regras e normas para cumprir os três "S" anteriores.

***SHITSUKE* – Autodisciplina**, é necessário o cumprimento de todas as outras fases, para uma melhoria contínua. Isso implica que cada colaborador cumpra as tarefas que a si lhe estão destinadas.

O cumprimento desta metodologia traz grandes vantagens às organizações, mas para isso é preciso insistir para que todas as fases sejam bem aplicadas. Na figura 7 está representado um esquema dos vários "S".



Figura 7 - Metodologia 5'S – (Fonte: geprix.com, 2012)

Para que a metodologia 5'S seja bem aplicada, para além de se perceber bem cada etapa do processo, esta precisa de ser explicada ao grupo. A necessidade do trabalho em grupo é fundamental, por isso há que explicar vários pontos importantes:

- Explicar o que é a ferramenta 5'S ao grupo;
- Analisar a situação das instalações;
- Definir uma zona piloto para implementação da ferramenta;
- Implementar as 5 fases em conjunto;
- Alastrar a metodologia a outras zonas da organização.

Cumprindo estes pontos anteriores, a organização terá uma melhoria significativa num curto espaço de tempo, tendo vários benefícios, tais como:

- Aumento da produtividade e eficiência no trabalho;
- Rápida visualização dos problemas;
- Diminuição dos desperdícios;
- Criação de disciplina, padronizando os trabalhos e mudando a atitude dos colaboradores;
- Aumento da segurança nos postos de trabalho, e transformando o ambiente das empresas;
- Diminui a necessidade de controlo;
- Permite uma maior satisfação das pessoas nos locais de trabalho.

*"Uma empresa limpa e organizada irá ganhar a credibilidade dos seus clientes, fornecedores e stakeholders."* (Monden, 1983).

### SMED – *Single Minute Exchange of Die*

Várias técnicas de mudança rápida de ferramenta, chamadas de *quick changeover*, têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas em organizações industriais, com o objetivo de dar uma resposta às evoluções e pressões dos mercados. Destas técnicas, a mais conhecida é o SMED, que traduzido para português significa troca rápida de ferramenta.

SMED foi desenvolvido por Shigeo Shingo na década de 60, a partir de um desafio lançado pela *Toyota*. Este desafio levou Shingo a desenvolver práticas de mudança rápida de ferramentas focadas na redução de tempos e simplificação de processos.

De acordo com Shingo, a metodologia SMED só será bem conseguida depois de passar por 4 etapas. Estas podem ser visualizadas na figura seguinte (figura 8).

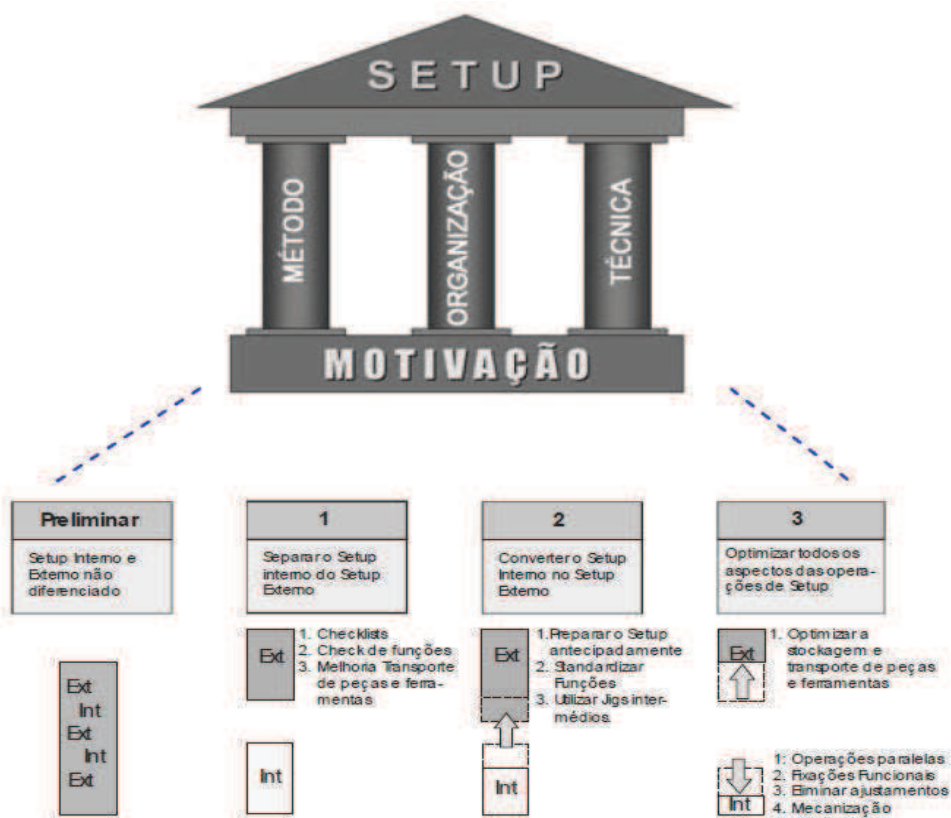


Figura 8 - Etapas do método SMED – (Fonte: Raul Lopes *et al*)

Como mostra a figura, existem 2 conceitos, *Setup* interno e *Setup* externo. Estas são dois tipos de atividades que ocorrem durante uma mudança de ferramenta, sendo:

**Setup Interno:** Conjunto de tarefas a realizar com a máquina ou produção parada.

**Setup Externo:** Conjunto de tarefas a realizar com a máquina ou produção a trabalhar.

Os *setups* podem ser melhor percebidos na figura que se segue (figura 9).

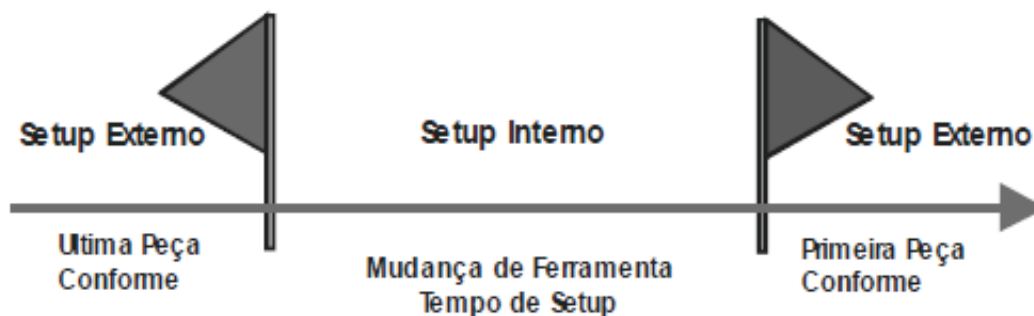


Figura 9 - Setup do SMED – (Fonte: Raul Lopes et al)

Em relação às etapas SMED estas começam com uma **etapa preliminar**, onde não há distinção entre *setup* interno e *setup* externo. Apenas se conhecem os tempos das atividades realizadas no *setup*, sendo efetuada uma mudança de ferramenta desorganizada.

Na **etapa 1** é onde há a separação do *setup* interno do externo. Organizam-se as atividades, classificam-se e separam-se. Nesta etapa há logo uma oportunidade de melhoria, se as atividades externas forem colocados no início ou no fim do *setup*.

**Etapa 2** dá-se a conversão do *setup* interno em externo. Verifica-se se não houve nenhuma ação interna mal classificada, preparam-se ações internas para a passagem para externas, e tenta-se ao mesmo tempo o melhoramento das ações internas.

Na **3ª e última etapa** há a melhoria de cada ação do *setup* interno e do externo, procurando soluções para a realização das tarefas de um modo mais rápido, fácil e seguro. Esta etapa permite encaixar o SMED como melhoria contínua, não sendo esta uma etapa feita uma única vez.

Uma aplicação correta da ferramenta SMED traz enormes vantagens às empresas:

- Redução de tempos não produtivos;
- Redução de *stocks* intermédios, o que permite trabalhar com lotes mais pequenos, logo mais flexibilidade;
- Redução dos custos operacionais;
- Melhoria da qualidade e menos erros cometidos nos *setups*;
- *Setups* rápidos e simples requerem pessoas menos qualificadas para a sua realização;
- Uniformização de procedimentos;
- Aumento da capacidade produtiva sem aumento de custos;
- Redução da variedade nos processos.

## 2.2. Desperdício (Muda)

Desperdício, numa rápida definição, é toda a atividade realizada e que não acrescenta valor ao produto ou serviço.

As atividades que geram desperdício, ou muda, palavra em japonês, consomem recursos e tempo, e tornam os produtos e serviços mais caros, levando a uma desvantagem para as empresas. É esta desvantagem que tem que ser eliminada. A eliminação dos desperdícios, reduz os custos, melhora a qualidade do produto ou serviço e reduz o valor que o cliente paga, aumentando a competitividade.

*“A vantagem competitiva mede-se pelo valor que criamos e por aquilo que pedimos em troca, e quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores são as hipóteses de vencer no mercado.”* (Pinto, 2009)

Shingo identificou, em 1981, sete categorias de desperdício numa empresa, sendo elas:

- **Excesso de produção:** produzir em excesso ou antes de ser necessário resulta num fluxo desnecessário de produtos. Aumentando custos de *stock* e ocupação desnecessária de recursos.
- **Tempos de espera (atrasos):** longos períodos de espera dos colaboradores, de materiais ou de ferramentas tornam os processos longos, aumentando os *lead times* (tempos de produção) e tornando os fluxos irregulares.
- **Transporte desnecessário:** o transporte desnecessário de materiais na fábrica provoca danos nos materiais e tempos de espera entre processos. Devem ser eliminados ou reduzidos ao essencial.
- **Excesso de processos:** Não acrescentam valor. Podem ser por uso incorreto de ferramentas, equipamentos ou recursos. Podem ser processos que são aplicados incorretamente.
- **Stocks:** grandes *stocks* resultam em custos de armazenamento, transporte e recursos. Escondem também problemas de produção como defeitos e aumento de *lead times*.
- **Defeitos:** são os piores dos desperdícios. Defeitos nos produtos provocam o desperdício de todo o tempo de processo, assim como de todos os recursos e matérias-primas utilizadas. Podendo estes defeitos ser trabalhados, levando ao excesso de processos nos produtos.
- **Movimentações desnecessárias:** movimentos excessivos e desnecessários de operários ou equipamentos. Muitas vezes provocado pela desorganização no posto de trabalho, espaço e ferramentas.

Posteriormente foi adicionado um outro desperdício que é identificado como o não aproveitamento do conhecimento dos colaboradores da organização.

- **Criatividade inaproveitada:** quando não são sugeridas melhorias pelos colaboradores, ou quando essas melhorias não são aproveitadas.

A figura seguinte (figura 10) mostra um diagrama dos 7+1 principais desperdícios nas organizações.



Figura 10 - Os oito tipos de desperdícios – (Fonte: Methodus, em: [blog.methodus.com](http://blog.methodus.com))

## **Capítulo 3**

### **Caso de estudo**





### 3. Caso de estudo

Neste capítulo vai ser feita uma abordagem ao processo de injeção plástica, de maneira a dar uma noção do processo de fabrico na Oliveira e Irmão, S.A.. De seguida será explicado a aplicação e resultados obtidos com a aplicação das técnicas SMED e 5'S no ambiente fabril.

#### 3.1. Injeção plástica

Um dos métodos mais comuns de processamento de plásticos é a injeção em moldes. Este processo é usado em vários produtos que podem ser encontrados facilmente em nossas casas, automóvel, escritório, e em muitos outros sítios.

#### MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

O molde é um componente do processo de injeção que não pertence à máquina injetora. Este é composto por duas partes principais, uma é fixa na placa fixa da máquina e a outra no prato móvel da mesma. O molde contém os perfis e as formas da peça a injetar e tem as seguintes funções:

- Receber e distribuir o plástico fundido;
- Modelar o fundido na forma da peça;
- Arrefecer o fundido;
- Desmoldar a peça injetada.

A cavidade de moldagem é normalmente composta por duas partes, a fêmea, que molda a parte externa da peça, e o macho que pode ser formado por um conjunto de outras peças chamadas de postiços. O bloco com as cavidades do molde pode ter mais que um produto. Exemplo de um molde é dado na figura 11.

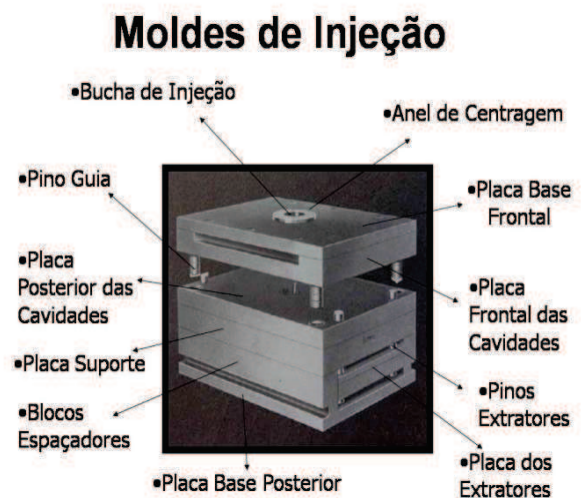
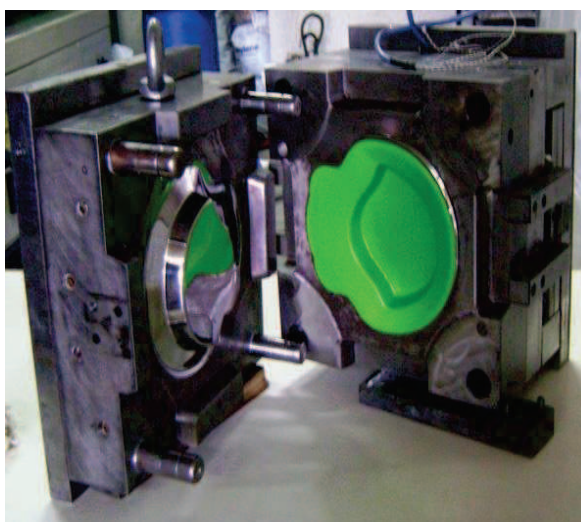


Figura 11 - Molde de injeção de plásticos – (Fonte: Grupo PHN em: phnmoldes.com.br)

## PROCESSO DE INJEÇÃO

A injeção é o principal processo de fabrico de peças plásticas, este processo é também chamado de moldagem. Este pode ser definido como o processo a partir do qual o material plástico, originalmente no estado sólido (normalmente grãos), é carregado numa máquina onde, sequencialmente é aquecido (plastificação) e é forçado, sob pressão, a entrar para um molde.

O processo de injeção é o mais adequado para produção em massa, uma vez que a matéria-prima é transformada em peça pronta em uma única etapa.

Sucintamente as etapas de injeção passam por:

- Dosagem do material e sua plastificação no fuso de injeção;
- Fecho do molde;
- Avanço da unidade de injeção;
- Injeção;
- Compactação e arrefecimento da peça;
- Recuo da unidade de injeção;
- Abertura do molde e extração da peça já moldada e arrefecida.

Na figura seguinte (figura 12) é visível um esquema de uma máquina de injeção.

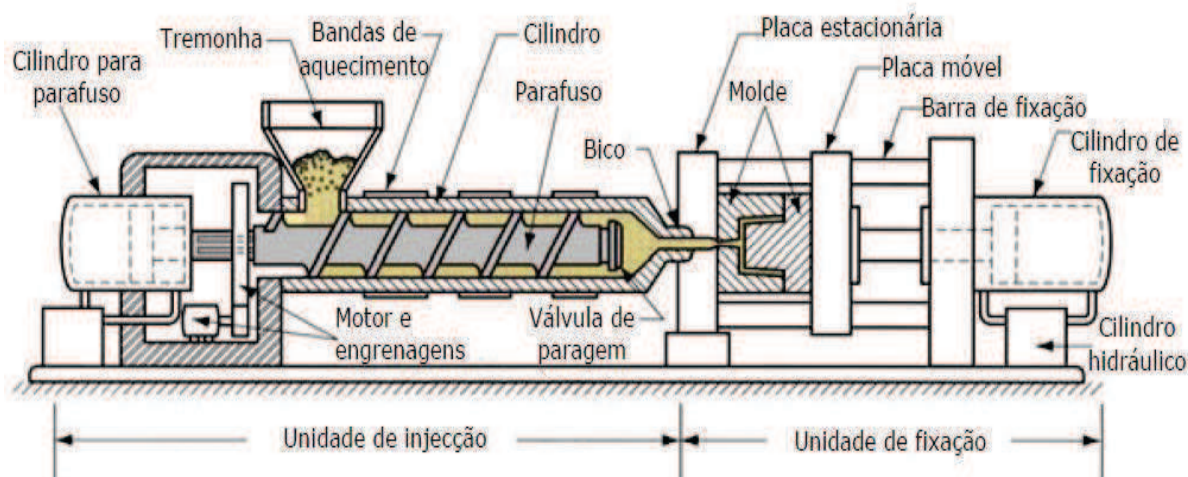


Figura 12 - Máquina de injeção – (Fonte: Nishimoto, Akiko Rocha)

Deste processo advêm várias vantagens:

- Passagem direta do material fundido para a peça pronta;
- Não é necessário retrabalhar a peça;
- É um processo totalmente automático;
- Tem uma elevada produtividade;
- Tem uma elevada qualidade.

### 3.2. Projeto SMED

Este trabalho foi realizado na divisão fabril, no departamento de produção. A metodologia SMED começou a ser aplicada neste departamento da Oliveira & Irmão, S.A. em 2009, com o objetivo de reduzir os tempos de *setup* das máquinas de injeção automáticas.

Os tempos de *setup* podem ser: a) mudança de molde nas máquinas, b) mudança de cor da matéria-prima usada ou c) mudança de posição nos moldes, sendo que o SMED incide especificamente na mudança de moldes nas máquinas. Neste projeto foi feito um acompanhamento do SMED existente e a aplicação de novas ações no mesmo âmbito, procurando uma otimização dos tempos de *setup*. Os dados que irão ser apresentados nas próximas secções deste capítulo dizem apenas respeito às mudanças de moldes.

Ao longo desta secção vai ser explicado todo o processo SMED aplicado a uma máquina de injeção, MA50, sendo que nas restantes máquinas os passos foram semelhantes. A escolha desta máquina deve-se ao facto de haver uma maior informação, e mais detalhada, em relação aos passos que foram tomados para aplicar a metodologia SMED. Pois, nessa máquina, a aplicação do SMED teve início em 2009. O trabalho que se desenvolveu neste estudo foi o acompanhamento do SMED existente e aplicação de melhorias feitas na máquina, contemplando a metodologia SMED.

No departamento de produção existem 47 máquinas automáticas (*layout* na figura 14), a máquina marcada a laranja na figura 14 é a MA50, onde inciduiu o estudo para este projeto. Esta máquina é uma MIR 280 (figura 13) com 2080 toneladas de força de fecho. A estrutura é semelhante às restantes máquinas, estas apenas variam no tamanho consoante a força de fecho.



Figura 13 - Máquina Automática 50 – Mir 280

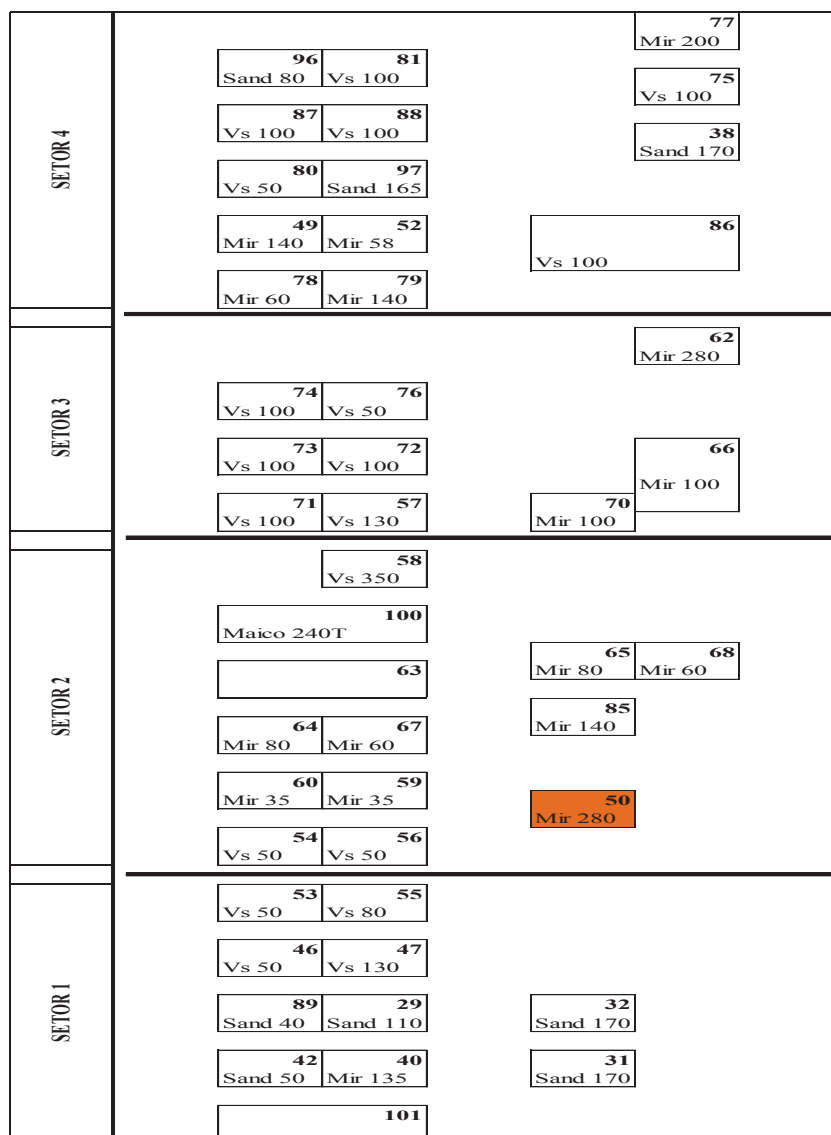


Figura 14 - Layout das máquinas no departamento de produção

Numa fase inicial, e em parceria com os vários departamentos da organização, foi delineado um plano de ações (PDCA, tabela 1) com alterações/ações que deveriam ser tomadas. Essas alterações foram definidas tanto para os moldes como para a máquina. Nos moldes eram necessárias melhorias, para que estes ao entrarem na máquina tivessem preparados de acordo com a metodologia SMED.

Na tabela 1 são visíveis as ações nos moldes e na máquina, assim como o departamento/pessoa responsável pela concretização dessas mesmas ações. Apresenta-se também a data limite para a concretização dessas ações, correspondendo à semana do ano. Algumas ações não têm data ou por não ser possível definir uma devido a incertezas de fornecedores ou disponibilidade de pessoas, ou devido a outros fatores.

Tabela 1 - Plano de ações PDCA da MA50

#	Moldes (057; 388; 405; 506; 522; 723)	Responsável	Data Limite
1	Fazer shunts fixos	RDias	S14
2	ligar micro de extracção a ficha dos radiais	RDias	S16
3	ficha dos canais quentes com 24 pinos (molde 405: 2x24)	RDias	S15
4	circuito de pressão com ficha femea e retorno com macho	Ramos/Jorge	S11
5	passar anel de centragem para diam.160	RDias	S11
6	abrir chaveta para chave de bocas nos tirantes de extracção dos moldes (2 Pernos p/máquina)	Pcruz	S12
7	Standardizar dimensões das chapas de aperto	Arodrigues/Ramos/JSimões	S14
8	Fazer etiquetas magnéticas com numero de molde	Aldo Rodrigues	
#	MAQUINA		
1	avaliar solução para acabar com fugas de óleo	Aldo Rodrigues	
2	circuito de retorno com ficha femea e pressão com macho	Injecção	S11
3	aplicar caixa de controladores com 6 zonas (2 chicotes c/fichas 24pinos/6+2zonas)	Aldo Rodrigues	S20
4	Definir responsável de limpeza	Injecção	
5	construção de suporte para consola do robot + caixa dos controladores	Aldo Rodrigues	
6	termoregulador fixo na frente da máquina (extração) com saída de alarme para paragem maq.	MI, MG	
7	colocar controlador do pigmentador acessível	Injecção	
9	desactivar porta do lado da injecção	RDias	
10	ligar sinal de extracção à ficha dos radiais (dois pinos no meio)	RDias	S13
11	reparar geral da consola do robot	RDias	
12	comprar calços lenzkes	Aldo Rodrigues	S12
13	aplicar "pirilampo" de estado da máquina	MI, MG	S13
14	comprar aspiração para pigmentador	Pimentel / Matias / Simões	S10
15	aplicar colector para circuitos de refrigeração e termostatização	MI, MG	
16	repor sinalética de perigo	ARodrigues, HST	S11
17	verificar / melhorar toda a cablagem	RDias	
18	limpar vidros	Injecção	
19	fazer colector hidraulico para ligação de radiais no prato fixo	RDias	
20	Ligação geral de ar no prato fixo	Rdias / Carvalho	
21	testar novo funil para a queda de peças	ARodrigues, Florido	S18
22	arranjar carro ferramentas definitivo + ferramentas proprias	Arodrigues/Ramos	
23	quadro PDCA	Aldo Rodrigues	
24	definir critério e equipa para trocas com problemas	Jorge Ramos	S10
25	rectificar rasgos de aperto dos calços	RDias	S12
26	substituir visor da tremonha	RDias	S11
27	verificar sinais dos radiais (standard)	RDias	S13
28	memorizar programas no pigmentador para cada molde	Ramos	Sempre que entrar um molde
29	Identificação do topo máq. em acrílico	RDias	S15
30	Identificação Plano Anual Manut em acrílico	RDias	S15
31	Verificar a cablagem, periféricos (desorganizado e não identificado)	MI	S15
34	Recipiente p/ pigmento cx do lixo c/ tubo lateral	Ramos	
37	Pirilampo da máquina (alarme) pouco visível (sinal sonoro)	RMOliveira / MI	
38	Criar guia na máquina/molde para centragem	MI / Flamengo	
39	Mudar protecção máquina, tapete bate na porta	MG (RMOliveira)	
40	Carro de ferramentas mal organizado	JRamos / ARodrigues	
41	Verificação check-list ferramentas não cumprido	JRamos / ARodrigues	S15
42	Ponto central da ponte	MI	S15
43	Moldes sem posição definida	JSimões / RMOliveira	S15
44	Falta a marcação norma e quantidade de contentores	IRamos / JSimões / RMOliveira	S16
45	Falta ID, entrada e saída de moldes	RMOliveira	S15
46	Verificar se há programas p/ todas as versões dos moldes	JRamos	S15
47	Afinação do prato difícil	Nflorido	S18
48	Óleo de lubrificação as peças	RMOliveira	S15
49	Falta chapa de identificação de espessura nos Moldes (novos e antigos)	Zé Luis	S15
50	Mudar tipo de barra de travamento	RDias	S15
51	Ferramentas de aperto para os operadores	ARodrigues / JSimões	S15
52	Ficha de canal quente s/ posição fina	MI	S15
53	Placas engate rápido óleo; Máquina / Molde	JSimões	S14
54	Placas de engate rápido, água máquina / molde	Equip	-
55	tubos de água, óleo e esgoto s/ identificação ...	MI / PR	S16
56	Pré-Aquecimento	JSimões	S16
57	Não há caixa de controladores	ARodrigues	S14
58	Zona de entrada e saída de moldes não definidos	Equip	S14
59	Granulado espalhado por cima da máquina na zona da tremonha	Equip / KOBETSU MA50	
60	Gráfico de evolução anual de OEE/SMED em falta	ARodrigues	S14
61	Verificar a necessidade de fechar águas no geral	Daniel (Carvalho)	S15
62	Comprar e aplicar parafuso da porta do lado oposto ao operador	MI	S17
63	Prolongar a protecção da máquina para prevenir a ocupação na zona de colocação dos moldes de	Nflorido/Carvalho	S17
64	Alterar as protecções da máquina na zona de trabalho , dos dois lados.	Nflorido/Carvalho	S17
65	Afinação semi-automática do prato, quando das trocas de moldes.	JLopez/JRamos/Nflorido	-
66	Colocar referencial nos eixos do robot aquando da mudança de molde	PCruz	S21
67	Anilhas espalhadas	Nuno Florido	
68	Mudar interruptor da tremonha para zona ergonómica para o operador	MI	S23
69	Mudar Layout MAQ.50		
70	Meter mangueira de ar	MI	S23
71	Criar normas para a limpeza da máquina - Operadores + Mudadores de Moldes	JSimões	
72	Afinação do tapete para as porcas	MI	S23
73	Robot + Maquinas com software em Português	RMOliveira	
74	Suporte para mãos do Robot igual ao da MAQ.58	JSimões	
75	Criar biblioteca de GFM's por máquina	Aldo / Hrotativos	

### 3.2.1. Fases SMED

Para a aplicação do SMED na máquina de injeção n° 50, são seguidas as várias etapas para aplicar a ferramenta. Foram seguidas as 4 fases SMED.

Numa fase preliminar, foi necessário identificar os *setups* internos e os *setups* externos, ao mesmo tempo e correspondendo à etapa 1 da metodologia, foi feita a sua separação. Para os responsáveis pela aplicação da ferramenta terem uma melhor percepção do que era interno ou externo foi feita uma filmagem de mudança de molde na máquina. Verificou-se que esta mudança demorou aproximadamente 50 minutos, onde 40 desses minutos foram com a máquina parada. Depois de feita essa análise verificou-se, logo à partida, que haveriam passos na mudança de molde que poderiam ser eliminados, ou executados de uma maneira mais rápida.

Uma mudança de molde é efetuada por duas pessoas, um montador de moldes e um técnico de injeção, operando cada um em seu lado da máquina. Ambos têm tarefas diferentes, e trabalham quase sempre em simultâneo. Na tabela 2 é possível ver as tarefas do montador e do técnico de injeção, assim como os tempos que ambos demoram a executar essas mesmas tarefas. Nessa mesma tabela é possível ver o tempo total de mudança de molde, 51 minutos e 35 segundos.

Esta primeira etapa tornou-se fundamental para ter uma boa percepção do que era feito durante uma mudança, passo a passo, de forma a serem descobertos os erros e as potenciais melhorias ao processo de mudança e montagem de molde.



Tabela 2 - Tarefas para mudança de molde e respetivos tempos de cada ação

Montador (lado do operador)					
E/I	Nº	Tarefa	T.Total	T.Parcial	
E	1	levar carro para a máquina	0:00:35	0:00:35	
E	2	ler informações de troca	0:01:30	0:00:55	
E	3	buscar GFM e folha de molde	0:02:30	0:01:00	
E	4	buscar a ponte a outra montagem	0:03:50	0:01:20	
E	5	procurar posição molde (outro)	0:04:15	0:00:25	
E	6	pousar molde (outro)	0:05:10	0:00:55	
E	7	pegar nov molde	0:06:30	0:01:20	
E	8	pousar molde novo	0:09:30	0:03:00	
E	9	posicionar ponte	0:10:20	0:00:50	
E	10	deixar soprador no lado da purga	0:10:45	0:00:25	
E	11	parar maquina	0:11:55	0:01:10	
I	12	tirar contagem e apontar	0:12:20	0:00:25	
I	13	deitar ultima caixa de peças	0:13:20	0:01:00	
I	14	desligar água+shunts	0:13:35	0:00:15	
I	15	desligar ficha de controle temperatura	0:14:10	0:00:35	
I	16	limpar faces + silicone	0:15:00	0:00:50	
I	17	fechar molde	0:15:25	0:00:25	
I	18	desapertar perno de extração (engate rápido)	0:15:50	0:00:25	
I	19	desapertar calços extração	0:17:40	0:01:50	
I	20	abrir molde	0:18:15	0:00:35	
I	21	tirar engate rápido	0:18:30	0:00:15	
I	22	abrir molde totalmente	0:18:45	0:00:15	
I	23	desapertar perno de extração com grifo	0:19:10	0:00:25	
I	24	desapertar calços lado injeção	0:19:45	0:00:35	
I	25	pegar fita métrica do carro	0:20:00	0:00:15	
I	26	afinar prato	0:22:00	0:02:00	
I	27	espera (colocar molde dentro por TI)	0:22:55	0:00:55	
I	28	ajuda posicionar molde	0:23:25	0:00:30	
I	29	apertar calços injeção	0:24:05	0:00:40	
I	30	passar ficha ligações a TI	0:24:35	0:00:30	
I	31	ligar 4 controles e programar	0:25:20	0:00:45	
I	32	fechar máquina e afinar extração	0:27:05	0:01:45	
I	33	ir à procura de perno (ESPERA)	0:30:15	0:03:10	
I	34	apertar perno extração	0:30:25	0:00:10	
I	35	apertar calços da extração	0:32:45	0:02:20	
I	36	carregar programa máquina (PROBLEMAS)	0:33:50	0:01:05	
I	37	abrir molde	0:34:00	0:00:10	
I	38	ligar shunts	0:36:15	0:02:15	
I	39	espera	0:37:30	0:01:15	
I	40	testar extração	0:38:05	0:00:35	
I	41	arrumar carro	0:38:30	0:00:25	
I	42	recolher shunts do outro lado e arrumar no armazem	0:39:50	0:01:20	
I	43	final (início do arranque por TI)+ proxima troca	0:40:00	0:00:10	
Técnico de injeção (lado contrario ao do operador)					
E/I	Nº	Tarefa	T.Total	T.Parcial	T.Montd
E	1	preparar material + delocar-se maquina	0:01:10	0:01:10	0:11:45
E	2	espera	0:02:00	0:00:50	0:12:35
I	3	retirar shunts	0:03:40	0:01:40	0:14:15
I	4	limpar faces do molde	0:04:11	0:00:31	0:14:46
I	5	espera silicone	0:05:00	0:00:49	0:15:35
I	6	desapertar calços extração+ colocar guincho	0:07:30	0:02:30	0:18:05
I	7	espera	0:08:20	0:00:50	0:18:55
I	8	desapertar calços injeção	0:09:35	0:01:15	0:20:10
I	9	retirar molde da máquina	0:10:36	0:01:01	0:21:11
I	10	colocar novo molde	0:13:05	0:02:29	0:23:40
I	11	apertar calços injeção	0:14:00	0:00:55	0:24:35
I	12	engatar ficha	0:14:25	0:00:25	0:25:00
I	13	novo aperto dos calços	0:14:50	0:00:25	0:25:25
I	14	espera (afinação extração)	0:17:00	0:02:10	0:27:35
I	15	ir à procura de perno (ESPERA)	0:19:40	0:02:40	0:30:15
I	16	apertar calços extração	0:21:25	0:01:45	0:32:00
I	17	retirar barra travamento	0:21:50	0:00:25	0:32:25
I	18	ligar ficha micro extração	0:22:15	0:00:25	0:32:50
I	19	espera	0:23:35	0:01:20	0:34:10
I	20	Purgar e ligar shunts água	0:26:55	0:03:20	0:37:30
I	21	verificar posição para extração	0:27:30	0:00:35	0:38:05
I	22	verificar cotas	0:30:15	0:02:45	0:40:50
I	23	verificar injeção	0:35:00	0:04:45	0:45:35
I	24	arranque	0:40:00	0:05:00	0:50:35
E	25	Preencher jornal da máquina + chamar técnico Qualidade	0:41:00	0:01:00	0:51:35



Uma segunda fase da aplicação do SMED propõem a conversão de ações que são consideradas de *setup* interno para *setup* externo. Esta conversão reduz o número de tarefas a realizar com a máquina parada, diminuindo o tempo de *setup* total.

Na generalidade das mudanças de molde, antes do SMED, havia muitas ações que eram feitas com máquina parada e que podiam ser feitas com a máquina a produzir.

As tarefas enunciadas a seguir prejudicavam bastante o tempo de *setup*, pois demoravam muito tempo a realizar.

⊗ **Ir buscar as ferramentas necessárias à mudança;**

Para eliminar esta tarefa atribuiu-se a cada montador de moldes e a cada técnico de injeção um carro com as ferramentas necessárias (figura 15), evitando assim a procura das ferramentas.



Figura 15 - Carro de ferramentas

⊗ **Ir procurar e trazer o molde correspondente à mudança;**

Começou a ser feito por um dos responsáveis da mudança antes de parar a máquina.

⊗ **Procurar uma caixa de controladores disponível;**

A caixa de controladores é utilizada para aquecer os moldes. Esta ação passou a ser feita antes da mudança, sempre que possível. Assim a diminuição do tempo de espera pelo aquecimento do molde diminuiu, evitando que este fosse aquecido depois da mudança.

⊗ **Ir buscar acessórios para o molde (pernos de extração e anilhas de centragem)**

Este tipo de acessórios passou a estar na máquina, evitando as deslocações e a procura destes acessórios.

⊗ **Ir à procura das mangueiras das águas e do óleo indicadas para o molde a entrar**

Estas mangueiras foram aplicadas diretamente nos moldes, e foram inseridos engates rápidos nas máquinas e moldes (figura 16), eliminando a procura das mangueiras e o engate demorado de uma mangueira de cada vez.

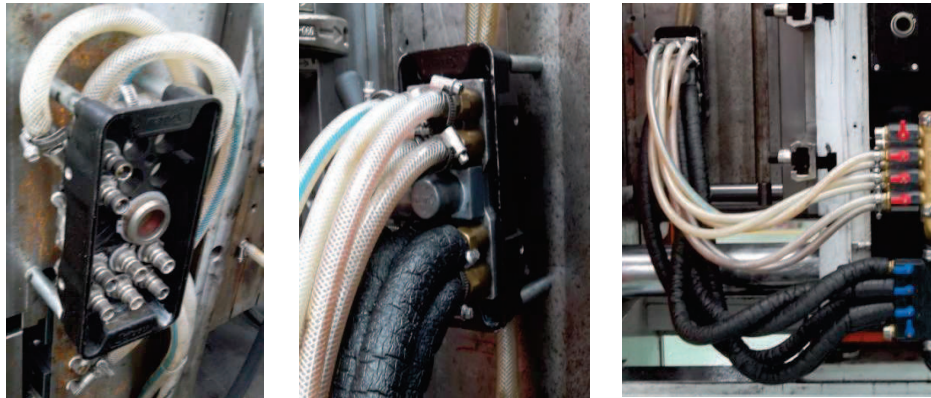


Figura 16 - Mangueiras aplicadas nos moldes e engates rápidos

- ⊗ **Começar uma mudança de molde estando a máquina de injeção fria, tendo que esperar que esta aquecesse**

Ao saber que seria necessário montar um molde numa máquina, e se esta estivesse desligada, um responsável iria ligar a máquina. Com isto, na altura da mudança a máquina estaria com temperatura ideal para começar a produção.

- ⊗ **Ir procurar um termorregulador disponível**

O termorregulador (figura 17) serve para aquecer a água que circula internamente no molde. Para eliminar esta procura foi associado a cada máquina um termorregulador, ficando este sempre junto à máquina.



Figura 17 - Termorregulador

- ⊗ **Ir procurar a passadeira de separação de peças indicada para o molde a entrar na máquina**

Ao saber qual molde vai produzir, antes da mudança o responsável vai buscar a respetiva passadeira.

Houve ainda outras melhorias feitas ao processo, não em termos de passagem de *setups* internos para *setups* externos, mas sim a eliminação de alguns “males” na mudança.

Foi eliminado:

- O começo de uma mudança só com um operador;
- A paragem durante uma mudança para intervalos, almoços e jantares;
- A paragem durante as mudanças de turno.

Os três pontos referidos aconteciam frequentemente, o que causava um aumento dos tempos de *setup*. Foi necessária a instrução dos mudadores de moldes para não realizarem este tipo de paragens. Estas paragens não acrescentavam valor, e só prejudicavam a produção e o seu trabalho.

Depois de todas estas transformações na maneira de mudar um molde, e de toda a instrução necessária foi criado um modo operativo de mudança de molde. Este é visível na tabela 3 que contém as tarefas associadas ao montador e ao técnico de injeção. São também visíveis as tarefas que são consideradas externas e as que são consideradas internas.

Este plano foi entregue a cada montador e a cada técnico, e foi pedido que seguissem os passos nele identificado, pela ordem correta.

A elaboração deste modo operativo teve como objetivo a eliminação de tarefas desnecessárias, e de estruturar uma mudança fazendo com que fosse possível a diminuição dos tempos.

Tabela 3 - Modo Operatório de Mudança de Molde

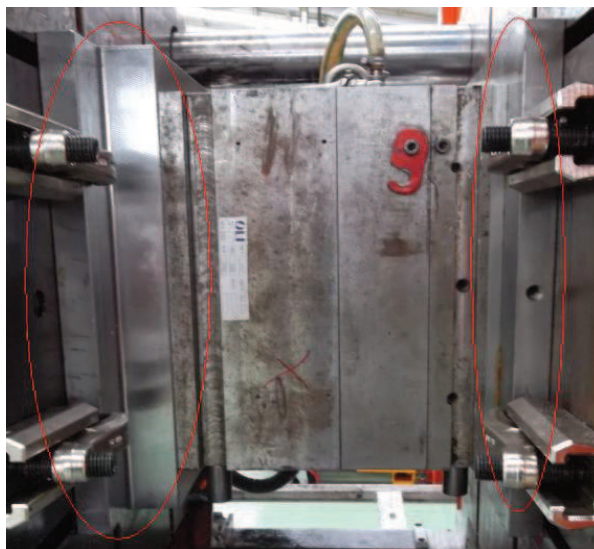
MONTADOR 1			MODO OPERATÓRIO DA MUDANÇA DE MOLDE				TÉCNICO DE INJEÇÃO			TÉCNICO DE QUALIDADE		
Nº	Operação	I/E	Nº	Operação	I/E	Nº	Operação	I/E	Nº	Operação	I/E	
1	Levar carro de ferramentas necessário para a mudança	E	1	Levar carro de ferramentas necessário para a mudança	E							
2	Preparar documentação (GFM/FIC)	E	2	Desligar tubo de alimentação de mp do sistema p/ fazer limpeza	E							
3	Transporte do molde (c/ olha)	E	3	Tirar a mp da tremola da máquina e fechar quilhotina	E							
4	Alinhar a ponte com a máquina de injeção	E	4	Levar mp p/ SCAMP, ligar tubo à nova mp e colocar a aspirar	E							
5	Colocar o pemo de extração no molde que vai entrar	E	5	Refinar inj conforme e colocar ultima injeção dentro do saco (traçar etiqueta)	E							
6	Abastecer o pigmentador (Quando acabar, executa o que falta das tarefas do outro elemento)	E	6	Presencher Jornal Máquina	E							
<b>INICIO DA MUDANÇA</b>												
			7	Passar a máquina a manual e abrir a porta	I							
7	Desligar pressão e retorno das águas	I	8	Desligar ficha da cx de controladores do molde	I							
8	Soprar águas (aguarda equipamento para passar a operação externa)	I	9		I							
9	Desligar shunts	I	10	Desligar shunts	I							
10	Limpar faces do molde (lubrificar guias e casquilhos)	I	11	Fechar do molde	I							
11	Fixar gancho da ponte	I	12	Colocar barra de travamento	I							
12	Desapertar calços do lado da extração	I	13	Desapertar calços do lado da extração	I							
			14	Colocar chave de engate rápido da extração	I							
			15	Abrir prato para fazer desacoplamento	I							
13	Desapertar calços do lado da injeção	I	16	Desapertar calços do lado da injeção	I							
14	Tirar o molde e colocá-lo no chão	I	17	Alinhar prato móvel (Limpa pratos da máquina)	I							
15	Coloca o molde novo na máquina	I			I							
16	Fixar calços parte da injeção	I	18	Fixar calços parte da injeção	I							
17	Refinar gancho e colocá-lo no molde anterior	I	19	Fechar prato móvel	I							
18	Fixar calços do lado da extração	I	20	Fixar calços do lado da extração	I							
19	Ligar fichas dos sinais dos radiais	I	21	Remover barra de travamento	I							
			22	Verificar se existe programa	I							
20	Ligar engates rápidos hidráulicos dos radiais	I	23	Verificar parâmetros	I							
			24	Ligar/verificar sinais dos radiais	I							
21	Ligações das águas/ajuste e fixação mangueiras	I	25	Ligações das águas/ajuste e fixação mangueiras	I							
22	Ligação pneumática	I			I							
23	Ensaiair circuito de águas e verificar se existem fugas	I	26	Verificar se existem fugas de água	I							
					I							
24	Fixar pemo de extração "antigo" à máquina	I	27	Ensaiair radiais	I							
25	Limpar faces exteriores do molde	I	28	Purgar mp	I							
			29	Alinhar cota de alta pressão	I							
			30	Ensaiair movimentos	I							
			31	Limpar mp da carga	I							
			32	Ajustar/verificar programa da máquina	I							
					I							
<b>FIM DA MUDANÇA</b>												
26	Levar carro ferramentas para a próxima mudança	E	33	Registo do fim de mudança no JM	E	1	Coloca peça em água fria	E				
27	Arunar molde e levar novo para a próxima mudança	E	34	Levar carro ferramentas para a próxima mudança	E	2	Verificar parâmetros com a FIC	E				
28	Preparar mudança seguinte enquanto técnico acaba arranque	E	35	Registar fim de arranque no JM	E	3	Colocar etiqueta de injeção conforme	E				
			36	Chamar técnico de qualidade	E							

Depois da identificação e separação das tarefas internas e externas, é necessário otimizar essas mesmas tarefas. É o que sugere a terceira e última fase da implementação da metodologia SMED.

Após a eliminação de muitos erros e tarefas elaboradas de uma maneira menos correta, foram melhorados alguns aspetos que ainda não se encontravam num estado de satisfação para os responsáveis do projeto SMED.

Inicialmente nesta fase foram dedicados quatro moldes à máquina. Querendo isto dizer que apenas esses moldes iriam trabalhar na máquina nº50. Esta dedicação dos moldes à máquina passou por definir uma medida *standard* dos moldes, que passaram a ter 485mm de espessura.

Como seria mais fácil fazer um acréscimo no molde em vez de diminuir a espessura (isto é, corta-lo), procurou-se o molde com maior espessura e definiu-se assim a espessura *standard* dos moldes a trabalhar naquela máquina. Aos restantes moldes foi feito o acréscimo de maneira e ficaram com 485mm de espessura, visível na figura 18.



**Figura 18 - Exemplo do acréscimo feito aos moldes para sua dedicação**

Esta dedicação eliminou dois problemas de uma só vez. Primeiro eliminou a afinação do prato móvel da máquina. O prato móvel é a parte que permite a abertura e fecho do molde, e que faz a pressão para a compactação das peças dentro do molde. Este passo de afinação antes era feito para cada molde, pois as suas espessuras variavam. A afinação do prato móvel era um dos grandes problemas que influenciava os tempos de *setup* pois era feito por tentativas, o que demorava, na maior parte das vezes, imenso tempo.

O segundo problema eliminado depois desta dedicação foi o desgaste da máquina, pois com esta dedicação a afinação era apenas feita uma vez, eliminando a abertura e fecho do prato móvel até encontrarem a posição correta.



Ainda em relação aos moldes e por estes estarem dedicados, trabalhando sempre na MA50, não fazia sentido estes não estarem próximos da máquina. Por isto foi definido um local junto da máquina para a colocação dos moldes dedicados. Sendo este “parque” colocado num sítio específico. Como os moldes têm uma maneira própria de entrar na máquina, o “parque” definido, visível na figura 19, está alinhado com a máquina evitando movimentos desnecessários. Assim o montador pega no molde com a ponte de carga e em poucos segundos o encaixa na máquina.



**Figura 19 - Posição dos moldes alinhada com a máquina**

Esta mudança de posição dos moldes eliminou a procura e o transporte dos moldes de uma posição distante da máquina. Ajudando na diminuição dos tempos de mudança e facilitando o trabalho dos montadores.

Ao definir este local fixo de estacionamento dos moldes, é também mais fácil e rápido fazer o aquecimento dos mesmos. Ao saber qual molde vai entrar na máquina é procurada uma caixa de controladores e de imediato se mete o molde a aquecer. Depois de entrar na máquina, e para manter o aquecimento que é necessário durante toda a produção, existe uma caixa de controladores fixa à máquina. Com isto elimina-se o tempo de procura pois a caixa de controladores encontra-se sempre no mesmo sítio.

Depois de ter sido melhorada a maneira como se transporta o molde para a máquina, foi necessária uma melhoria nas tarefas de montagem propriamente ditas. Aperfeiçoou-se os mecanismos de aperto e fixação do molde. Para a fixação do molde à máquina, para este não se movimentar durante a abertura e fecho, são necessários calços de aperto. Numa fase anterior ao SMED os calções usados, visíveis na figura 20, precisavam de um aperto e desaperto total das porcas, demorando um tempo excessivo.

Para eliminar este aperto e o desaperto demorado, foram adquiridos calços de aperto *Lenzkes*, visíveis na figura 20 à direita. Estes calços apertam-se e desapertam-se com “meia volta”, quer isto dizer que com apenas um ligeiro aperto/desaperto estes ficam apertados/soltos rapidamente. Estes possuem uma mola especial que facilita o aperto, e em termos de função, apresentam os mesmos resultados que os calços antigos.

O investimento feito na compra destes calços foi elevado, cerca de 300€ por calço, sendo necessários na máquina 50 oito calços, quatro de cada lado do molde, logo um investimento total de 2400€.



**Figura 20 - Calços antigos e calços *Lenzkes* atuais**

Sendo um investimento elevado, pois foram comprados calços *Lenzkes* não só para a máquina 50 mas também para as outras máquinas, este foi bem estudado pelo departamento de produção e pela direção fabril e chegou-se à conclusão que seria uma mais-valia para a fábrica e um grande avanço na melhoria de tempos de *setup*.

Na figura 21 são visíveis quatro calços *Lenzkes* em funcionamento no molde.



**Figura 21 - 4 calços *Lenzkes* em funcionamento no molde na máquina 50**

Outro aspeto ainda relacionado com o aperto e desaperto dos calços é como essas ações são realizadas. Antes eram usadas chaves de bocas ou chaves *umbrako*, consoante o calço. Com o SMED passou-se à standardização das chaves de aperto, passando os calços a terem parafusos *umbrako*.

Mas essa não foi a única ação a ter em conta na melhoria de aperto. Essas chaves de bocas ou chaves *umbrako* que antes eram utilizadas tinham uma utilização demorada, e muitas vezes caíam das mãos dos operadores. Assim estudou-se a aquisição de roquetes pneumáticos para aperto e desaperto dos calços, e

chegou-se à conclusão que se cada montador de molde tivesse um roquete no seu carro os ganhos seriam imensos. Estes funcionam como pistolas que ao apertar o gatilho fazem rodar a cabeça de aperto.

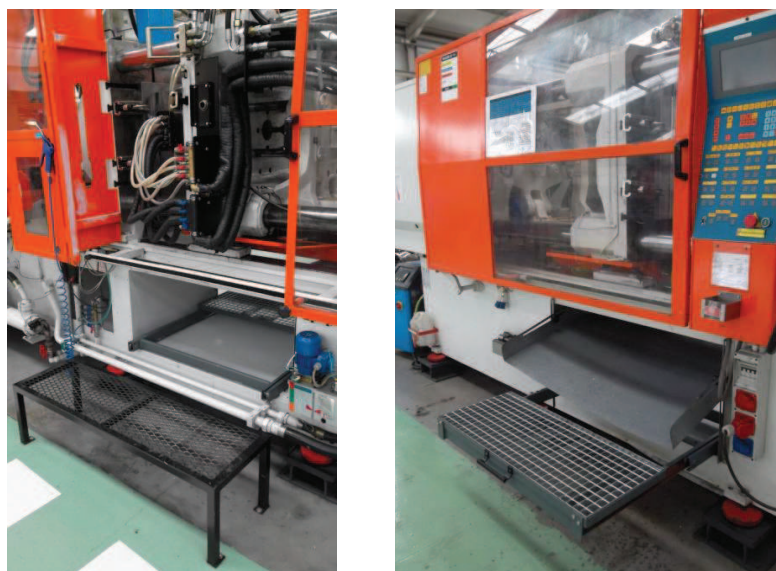
Cada roquete custou aproximadamente 250€, e foram adquiridos no total oito roquetes mais os utensílios necessários ao seu funcionamento. No total o investimento foi cerca de 4500€. Mais uma vez um grande investimento, que foi faseado, e que contribuiu para várias melhorias.

Melhorias essas que passam pela ergonomia no trabalho do operador, pois com as chaves de aperto eles necessitavam de um grande esforço ao nível da coluna, que foi eliminado com estes roquetes. E ao nível dos tempos de *setup* também se notou uma melhoria. Um exemplo de um roquete pneumático utilizado é visível na figura 22.



**Figura 22 - Roquete pneumático**

Ainda ao nível da ergonomia no trabalho e para facilitar a acessibilidade à máquina e ao molde foram colocados degraus nos dois lados da máquina nº 50. Com estes degraus os operadores deixaram de se “esticar” para poderem trabalhar, o que permite um trabalho muito mais rápido e mais fácil a nível físico. O degrau e a gaveta de acessibilidade estão visíveis na próxima figura (figura 23).



**Figura 23 - Degrau e gaveta para melhor acessibilidade**

Em termos de custos o degrau teve um custo de 120€ e a gaveta de 335€. O degrau foi replicado em outras máquinas, mas só aquelas em que a acessibilidade era mais difícil, a gaveta para já encontra-se apenas aplicada na máquina 50. Optou-se pela gaveta pois esta recolhe para debaixo da máquina deixando de

interferir com a passagem de pessoas ou colocação de caixas ou passadeiras, sendo apenas usada para mudanças de moldes.

### **3.2.2. Outras melhorias implementadas**

Todas as melhorias nas tarefas descritas anteriormente (secção 3.2.1.) dizem respeito à mudança de molde propriamente dita. Mas essas não foram as únicas a necessitar de melhorias. Depois do molde estar em máquina existiam ainda muitas outras tarefas a realizar, que necessitavam de melhorias. Melhorias essas ao nível do arranque da produção, uso de matéria-prima e pigmento e do uso do braço mecânico que é usado para retirar as peças do molde, se assim for necessário.

Em relação ao uso da matéria-prima, e sincronizada com a dedicação dos moldes, passou-se a usar na máquina 50 sempre a mesma matéria-prima, o Poliestireno (PS). As peças produzidas nos moldes dedicados são sempre em PS, variando entre virgem e reciclado. Eliminou-se assim a troca de matéria-prima e a limpeza do cilindro de injeção.

A diferença entre matéria-prima virgem e a reciclada é grande. A matéria-prima virgem nunca sofreu transformações apresentando certas características que a reciclada, que já foi injetada e transformada, perdeu durante essas transformações. A matéria-prima reciclada vem de injeções não conformes que passaram por moinhos (figura 24) e que volta a ser utilizada para produzir peças com menores necessidades mecânicas.



**Figura 24 - Moinho**

Assim como a matéria-prima, o pigmento usado é sempre o mesmo. Pigmento branco para PS que se encontra dentro de um contentor sempre junto à máquina, para evitar que o operador ande à procura do pigmento correto. O pigmento serve para dar a cor pretendida à peça e no caso destes moldes dedicados é sempre a cor branca.

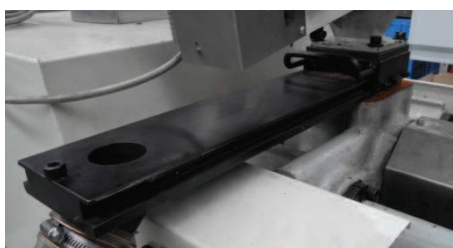


Em casos excepcionais, onde é necessário uma produção especial a pedido de um cliente e onde é necessário o uso de outra matéria-prima ou de outro pigmento, ter-se-á que se remover toda a matéria-prima e/ou pigmento para não haver contaminação da próxima produção. A tremonha é onde se acumula a matéria-prima e pigmento (figura 25) antes de estes irem para o cilindro de injeção para a sua plastificação.



**Figura 25 - Tremonhas de matéria-prima (esquerda) e pigmento (direita)**

A limpeza destes três pontos segue passos distintos. Primeiro é limpa a tremonha da matéria-prima, esta tem uma corrediça na base sendo a tremonha puxada até um orifício (visível na figura 26) por onde cai toda a matéria-prima que se encontra na tremonha. Antes da aplicação do SMED existia um tipo de corrediça que criava um grande desgaste físico ao operador, e perda de tempo, pois o granulado da matéria-prima impedia o bom movimento na corrediça, assim foi construído um sistema novo de corrediças, onde o granulado não impede o movimento. Essas corrediças são visíveis na próxima figura (figura 26).



**Figura 26 - Corrediça antiga (esquerda) e nova corrediça (direita)**

Depois de ter sido limpa toda a matéria-prima da tremonha procede-se à limpeza do pigmento. Este é feito através de um sistema inventado na Oliveira & Irmão. Foram adquiridas pistolas de sucção (figura 27), que funcionam a ar comprimido e que engatadas num sistema próprio sugam todo o pigmento que se encontra na matéria-prima. Pode-se ver esse sistema na figura 28. O pigmento sugado pela pistola vai, pelo tubo de escoamento, de volta para o contentor de pigmento, eliminando assim as passagens de pigmento de recipiente em recipiente.



**Figura 27 - Pistola de sucção para remoção de pigmento**



**Figura 28 - Sistema de remoção de pigmento com pistola**

Todo este investimento, entre pistolas de sucção, acessórios e engates nas tremonhas, teve um custo aproximado de 1500€. Tendo sido feita mais uma vez a aquisição faseada do equipamento.

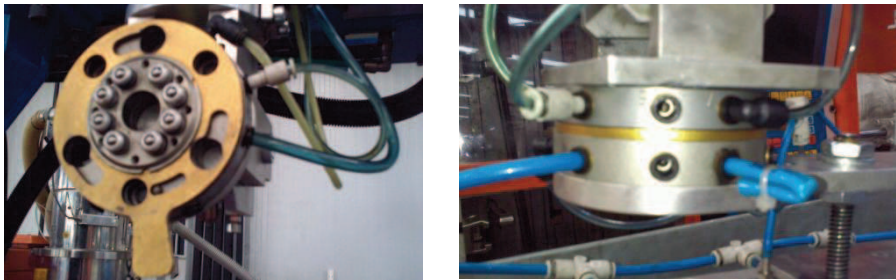
Por fim, há que fazer a limpeza do cilindro de injeção, que se encontra com matéria-prima da produção anterior e que necessita de ser limpo para não haver contaminação da próxima produção. Para isto é necessário purgar o material. Purgar o material significa expelir o material do cilindro. Mas uma simples purga (figura 29) não elimina todo o material. Antes do estudo implicado ao SMED, esta limpeza de cilindro era feita com a matéria-prima que se iria usar na produção a seguir, mas era comum durante a produção aparecerem peças contaminadas, pois o cilindro não tinha sido bem “descontaminado”. Para além de se gastar muito material nessas limpezas, esse mesmo material era caro. Por isso resolveu-se, ao fim de algum tempo de estudo e de ensaios, usar o polipropileno (PP) de extrusão. Este apresenta características de expansão, o que acontece dentro do cilindro e que permite a chegada aos pontos mais difíceis, limpando-o com eficiência.



**Figura 29 - Purga da matéria-prima na máquina 50**

Em relação ao braço mecânico descrito anteriormente, este foi também revisto pela ferramenta SMED e melhorado o seu funcionamento no que respeita à troca de ferramentas. O uso deste braço mecânico acontece normalmente nas produções em que as peças não podem sofrer choques criando riscos ou outras marcas, o que iria acontecer se estas caíssem do molde diretamente para a passadeira.

Estes braços mecânicos têm acoplados uma “mão”, “mão” essa que difere de molde para molde, de acordo com a posição das peças no molde depois de injetadas. Para isso é necessário a troca das respetivas “mãos”, antes do começo da produção. Antes do SMED estas eram aparafusadas ao braço, demorando tempo e acabando por serem pouco práticas. Como consequência disto trocaram-se os apertos e parafusos por engates rápidos. Estes engates rápidos, visíveis na figura 30, diminuíram o tempo de troca de “mão” e consequentemente os tempos de *setup*.



**Figura 30 - Engate rápido no braço mecânico e acoplamento do braço e da “mão”**

Por último, e para completar esta fase de aplicação da ferramenta SMED, foi otimizado o arranque da produção. Para cada molde é necessário introduzir certos parâmetros na máquina. Esses definem o tipo de injeção que vai ser feita, controlando as temperaturas, pressões, contra pressões da injeção entre outros parâmetros. Cada molde tem uma respetiva Ficha de Instrução em Curso (FIC) onde está detalhada toda essa informação, diferenciando as temperaturas por zona do molde, pressões de injeção do material, pressões de compactação e tempos de ciclo de cada injeção. Esses eram dados que o técnico de injeção tinha que inserir na consola da máquina (figura 31) e estes tinham que ser introduzidos um a um. Para eliminar esse tempo de introdução de informação, foi, juntamente com o departamento de engenharia e manutenção, inserida uma

memória na máquina, permitindo a memorização de um “programa” para cada molde que entraria na máquina 50. Depois disto, e estando o molde já montado e pronto a produzir, assim como todos os seus periféricos, basta ir à consola da máquina e seleccionar o programa do molde em produção. Este passo, que antes era demorado passou a ser feito em apenas alguns segundos.



**Figura 31 - Consola de controlo da máquina 50**

Depois de concluída esta última fase de aplicação da ferramenta SMED, o grande objetivo final é ver os tempos de *setup* reduzidos, para além de melhorar o trabalho dos operadores. Este melhoramento de condições também provocou um grande avanço nas mudanças rápidas de moldes, pois facilitou o trabalho eliminando tarefas desnecessárias e melhorando as condições de como essas eram feitas.

A seguir será mostrado a evolução dos tempos de *setup*, consequência das alterações e otimizações anteriormente mencionadas.

### **3.2.3. Resultados do SMED**

Depois de todas as transformações e melhorias feitas nas tarefas necessárias à mudança de molde, os responsáveis pelo projeto, assim como todos os colaboradores envolvidos indiretamente, esperam ver os resultados de todo o esforço aplicado. Esta ferramenta foi introduzida na empresa com o objetivo de reduzir os tempos de mudança de molde, assim como melhorar as produções ao nível da qualidade, eliminar desperdícios desnecessários e produzir lotes mais pequenos, eliminando os custos de *stock*.

Nesta secção serão mostrados os resultados da aplicação do SMED. Como já foi dito anteriormente, a aplicação desta ferramenta começou em 2009, por isso foi possível o acompanhamento da evolução dos tempos de *setup* de 2008 para 2009, transição SMED, e 2010 e 2011 anos em que foram feitas várias melhorias às tarefas relacionadas com as mudanças de moldes.

Para o acompanhamento desta evolução, foi feito ao longo do tempo o registo de todos os tempos de *setup* efetuados. Esse registo já era feito antes do SMED, depois disso passaram a ter um controlo mais rigoroso de maneira a obter os resultados mais corretos.

Para as equipas de montadores de moldes terem o conhecimento de quais os moldes a entrar e em que máquinas, todos os dias um responsável faz o planeamento das mudanças de molde. Essas mudanças são efetuadas de acordo com as necessidades das peças, que serão utilizadas por outro departamento da fábrica. Assim as equipas têm acesso ao chamado Programa Diário de Mudança de Moldes, um exemplo do dia 11 de Abril de 2012 na figura seguinte (figura 32). Este programa diário fornece informações tais como a ordem de mudança dos moldes, em que máquina será feita a mudança e que molde irá entrar, assim como a designação da peça a produzir, a quantidade e a matéria-prima e pigmento a utilizar na produção.

PROGRAMA DIÁRIO DE MUDANÇA DE MOLDES											11-04-2012	Local
											Revisão: 2	
Ordem	Máq.	Código	Designação	Nº cav	Tipo de contendor	Quant.	Molde	Matéria-Prima	% Rec	Código Pigmento	4ª feira	
1º	59	13649	LIMITADOR AZOR V3	1		3000	276 pp ntr		0			D3 3.3
2º	58	BA%10270	TUBO AZOR V2 KIWA/DIN/NF L174	4		8000	291 pp ntr		0	conf 300		NOE1 1.3
3º	56	11685	SUPORTE TORN CPT SPEED	1		3000	904 pp + brc	0	60141	conf 4000 - BA%11684		F3 2.3
4º	64	50358	ANEL TUBO REGULADOR	10		8000	431 edistr brc	100		conf 1500		C3 2.2
5º	87	51625	PORCA TORN CPT	4		12000	329 hostaform	0		conf 8000 - injeção ok - está na oficina		C2 1.4
6º	88	51664	LEVA SUP POUS NV	4		20000	782 pom prt rgnrd	100		conf 1000		D2 3.1
7º	79	602557	TUBO LIG SANITA 44X40X280 C/FREIC	2		1500	754 pp + brc	0	60141	conf 2000 - posições mudados		NOE3 3.3
8º	80	53109	ANILHA TIR NV HOST C/QUADRA	4		4000	52 hostaform	100				A2 2.5
9º	76	581330	TOMADA AR TORNEIRA SIL V2	1		1000	822 hostaform	0		581331		C4 4.2
10º	32	BA%8829	BLOCO ALAV OLI74 V2	1		1800	885 abs brc	0		conf 8000		F3 2.2
11º	81	BA%307	BLOQUEADOR TAMPA CAB. SIL V1	1		900	138 hostaform	0				C2 3.2
12º	53	730021	ALAVANCA INF PLACA COM SLIMI	2		5000	841 host + amrl	0	201856	anular 730020 (rodar selector) - levar M638 pl/oficina		F3 5.4
13º	75	BA%150	BOIA DP ATLAS	2		4000	848 pp + brc	0	60141			E4 2.2
14º	68	50158	TAMPAO CER	4	cx crt-amrl	4000	47 hostaform	100				A2 3.4
15º	72	581658	CILINDRO INT SIL V2	5		2500	631 edistr ntr	0				0
16º	31	50359	TAMPAO VDESC S/INF	4		1000	155 pp prt	100				E4 1.1
17º	70	50420	CORPO TORN DF	2		700	89 hostaform	0				F4 1.3
18º	40	497646	TRAVESSA PORTA TORNEIRA AUT 9L	4		3000	D43 edistr brc	100		ensaio MN (veio da moldaveiro)		E5 2.2
19º	96	53249	ANCORINA GIDI DT	1		12000	443 pp ntr	0				E1 4.3
20º	67	53430	ALAVANCA DIAM DT	4		800	486 hostaform	100		53431		D4 1.2
21º	78	540051	CONTROLADOR DP 2010	2		8000	476 pp ntr	0		posições mudados		A3 5.4
22º	89	BA%11530	CALEIRA AZOR V2	2		8000	680 pp ntr	0				E5 4.2
23º	64	493051	TAMPAO LAT PLAST OI BRC	8		20000	99 edistr + brc	0	201802	conf 6000		D2 3.1
24º	97	53062	VDESC A149	2		600	95 edistr brc	100		está na oficina - ensaio MN		NOE5 1.1
25º	31	581337	BOIA TORN AZOR/SIL2 BOT/LAT	1		3400	820 pp + azul	0	201805	conf 1000 - 581336		D2 1.2
26º	66	BA%3827	TUBO SUP AZ/SIL2 INF A 221,5	1		150	800 pp ntr	0				NOD3 2.2
27º	46	19259	ESCALA NIVEL VS A S/KIWA	2		1000	45 abs brc	50				D2 1.1
28º	63	493496	JANELA PORTA TORN ONIX/LAZUL	2		1300	793 abs brc	0		conf 2500 - 493497		F5 3.2
29º	80	BE%5128	CONJ MEM+CASQ + TAMPA ULTRAC/SIL 2	2		2000	571 hostaform	0		conf 4000 - ensaio MN		F2 9.5
30º	29	BA%5869	LIMITADOR TORN CPT AUT SPEED	4		3000	327 pp ntr	0		posições mudados		D1 6.3
31º	72	581662	CILINDRO TOPO SIL V2	2		400	344 edistr ntr	0		conf 2500		A2 6.4
32º	70	53229	ALAVANCA SUPERIOR MONO VS 4	4		12000	853 hostaform	0		conf 700		E1 2.1
33º	52	50340	VEDANTE CONICA EVA TDESC	6		20000	532 PEAD	0		retirar bico e limpar		C2 3.3
34º	97	581534	TUBO TORN SIL V2	1		400	610 edistr brc	100		conf 600		NOE3 1.3
35º	38	581671	CAPA DRT SIL V2 AZ OLI	1		400	617 pp + azul	0	201805			D1 1.3
36º	55	51228	ALAVANCA SUP	4		1400	205 hostaform	100		conf 8000		A1 2.3
37º	76	12045	APOIO MEMBRANA CONTRAPRES	4		20000	922 hostaform	0		conf 1000		0
38º	49	53077	TUBO VDESC DD ECO H 232,8	2		3000	388 pp ntr	0		conf 4000 - levar M363 para a oficina		NOE1 2.4
39º	79	540054	FIX CONTROLADOR DP	2		4000	649 pp prt	100		conf 1500 - 540055		A3 1.1
40º	74	541702	BOIA SIMP VDESC DECO	2		10000	737 pp + azul	0	201805	conf 300		E1 6.4
41º	97	BA%12086	COPO NVDF GOLA A102 FUR LAT D8	4		3000	157 edistr + brc	0	201802	conf 400		NOE2 2.2
42º	72	590211	BOIA REG DT AUT ICM	2		2000	811 edistr + brc	0	201802	conf 400 - montado por técnico do TWINS		TWINS
43º	46	50298	PORCARACORD CER SEXTAVADA BF	4		50000	35 abs brc	0		conf 800		E1 3.2
44º	55	51340	OLHAL VDESC DF ESQ	2		600	242 hostaform	100		conf 1400		F2 8.4
45º	38	580425	LIMITADOR ULTRACOMPACT	1		3000	774 pp azul	100		conf 400 - rodar canal e confirmar versão		F5 2.4
46º	81	50708	CASQ ROSCADO POUS A26	8	cx crt-amrl	20000	494 hostaform	0		conf 900		B4 1.2
47º	67	51030	GUIA 1/2 DESC NVDF D50	2	cx crt-amrl	2000	174 pp brc	100		conf 800 - 51031 - posições mudados		C4 4.1
48º	32	551812	PORCA PMATIC D90X30	2		2400	109 abs prt	0		conf 1800		A1 1.4
49º	65	BA%12340	ANEL CX BOTAO ATLAS DD D40 V2 CF	2	cx crt-vid	1000	482 abs GP35	0		conf 4000 - ensaio MN		D2 6.3

Figura 32 - Programa Diário de Mudança de Moldes

Depois de ter conhecimento da máquina e do molde a trocar, a equipa desloca-se à máquina e, seguindo o modo operativo explicado anteriormente, tabela 3, procede à mudança do molde.

Depois de trocado o molde e iniciada a produção, é feito o registo dos tempos dessas operações, ou seja, tempos de *setup*. Esse registo é feito numa folha de Registo de Autocontrolo (figura 33).


 <b>REGISTO DO AUTOCONTROLO</b>										MOLDE N.º			
										MÁQ. N.º			
										DATA:			
Código :			Matéria prima :						%Rec.				
Código :			Pigmento :										
Código :			Descrição:			Nº cavidades		OF					
Hora	Controlo Visual (Indicar código do defeito)				Controlo Funcional OK Não		Controlo Dimensional Parâmetros			Acção Tomada / Observações		Operário/Equipa / Controlador da Qualidade	
3												/	
6												/	
9												/	
12												/	
15												/	
18												/	
21												/	
24												/	
										DATA:			
Código :			Descrição:			Nº cavidades		OF					
Hora	Controlo Visual (Indicar código do defeito)				Controlo Funcional OK Não		Controlo Dimensional Parâmetros			Acção Tomada / Observações		Operário/Equipa / Controlador da Qualidade	
3												/	
6												/	
9												/	
12												/	
15												/	
18												/	
21												/	
24												/	
<b>Tempo de mudança:</b>										<b>r.C.:</b>		<b>Resp. Arranque:</b>	
<input type="checkbox"/> Molde :			Das : : ás :			<input type="checkbox"/> Arranque :			Das : : ás :				
<input type="checkbox"/> Posição:			Das : : ás :			<input type="checkbox"/> Ensaio :			Das : : ás :				
<input type="checkbox"/> Máquina:			Das : : ás :			<b>Não Conformes Arranque:</b>							
<input type="checkbox"/> Oficina:			Das : : ás :			<b>CONTADOR A ZERO</b> <input type="checkbox"/>			<b>ÁGUAS</b> <input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> MP :			Das : : ás :			<b>Observações na montagem de moldes:</b>							
Resp.:										/			
Final de produção													
Data/Hora:										/ :			
Nº Injecções:										Resp.:			

Figura 33 - Folha de Registo de Autocontrolo

Como é possível observar na figura 33, existem 3 zonas assinaladas, correspondendo aos campos a preencher pelos mudadores de moldes. À esquerda regista-se o início e o fim da mudança de molde, à direita em cima, o tempo de arranque da produção, fazendo a soma destes tempos o tempo total de *setup*. O terceiro campo corresponde a observações dos mudadores, podendo ser estas anomalias detetadas durante a mudança ou outro tipo de problemas que atrasaram a troca de molde. Estas observações são importantes, pois através delas é possível a melhoria contínua dos processos. Depois da mudança esta folha fica na bancada da máquina para serem feitos os registos de controlo de qualidade. Terminada a produção, estas folhas são recolhidas por um responsável que trata da informação informaticamente.



Depois do tratamento dos dados são construídos gráficos para visualização da evolução dos tempos de *setup*. Nestes gráficos, como referido anteriormente, apenas a os tempos de mudança de molde são considerados.

As próximas figuras 34 e 35 apresentam as médias dos tempos de 2008 a 2011, sendo possível ver a evolução dos tempos. Na figura 34, no ano de 2008 antes do SMED existiam mudanças de *setup* que demoravam 100 a 120 minutos, existindo cerca de 15 mudanças de molde por dia. Estes tempos eram provocados pela falta de condições para uma realização adequada das tarefas.

Depois da aplicação do SMED, durante o ano de 2009 esses tempos tiveram uma redução para metade, o que permitiu o aumento de mudanças de molde para mais do dobro. Em 2009 os tempos médios passaram de 98 minutos, em Janeiro, para 56 minutos em Dezembro, isto devido à implementação e melhorias provocadas pelo SMED.

No ano de 2010 e com a contínua otimização das operações chegou-se ao final do ano com as mudanças a demorarem entre 38 a 32 minutos. Numa primeira etapa de SMED, o objetivo de tempo ideal de *setup* fixou-se nos 30 minutos, e no fim do ano de 2010 esse objetivo considerou-se cumprido mesmo estando nos 32 minutos. Alcançado este objetivo a ambição de melhoria levou a fixar um objetivo de 18 minutos (Figura 35).

Nos meses de Agosto, nota-se um aumento dos tempos que se deve à falta de mão-de-obra sendo este o mês de férias fixo dos colaboradores. Em Dezembro de 2009 há um aumento dos tempos provocado também pela falta de mão-de-obra, tendo havido duas semanas em que uma equipa de mudadores de moldes tirou férias.

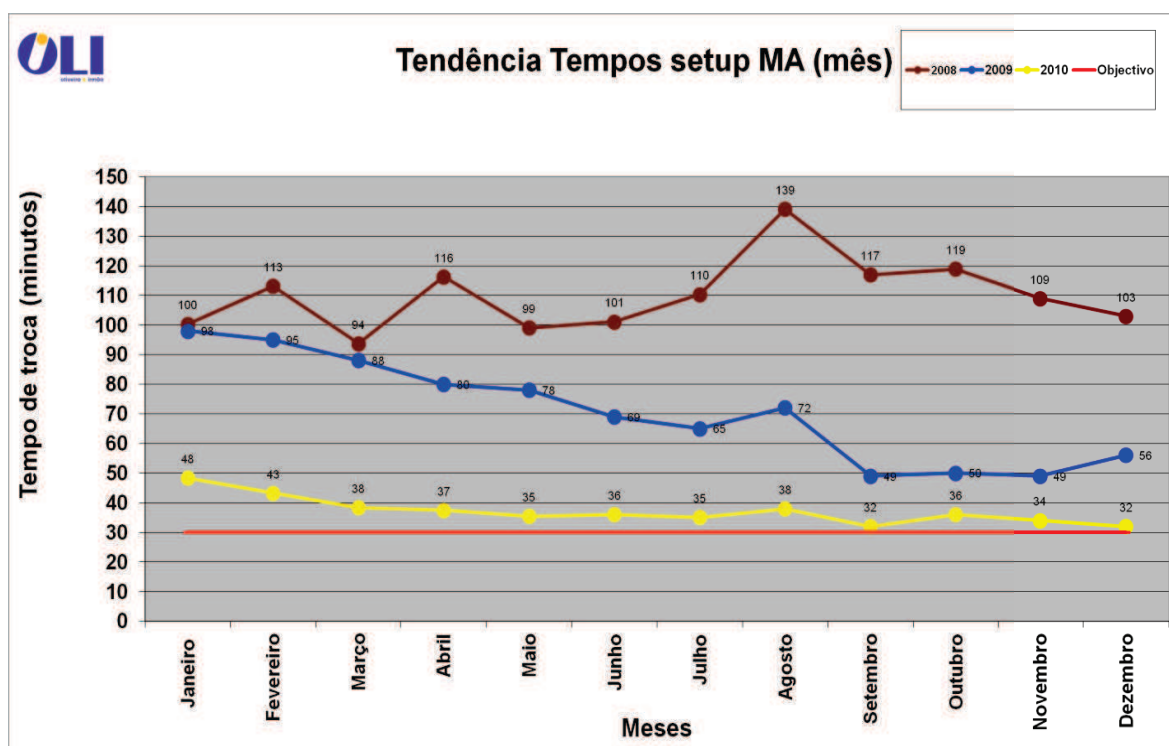


Figura 34 - Gráfico com os tempos médios de *setup* 2008-2010

Na figura 35 são visíveis os tempos do ano de 2011 que terminam com um tempo de *setup* de 24 minutos. Neste momento diariamente são feitas em média 50 mudanças de molde, que em relação ao ano de 2008 é um aumento significativo. Isto permitiu uma maior produtividade e eliminação de vários desperdícios.

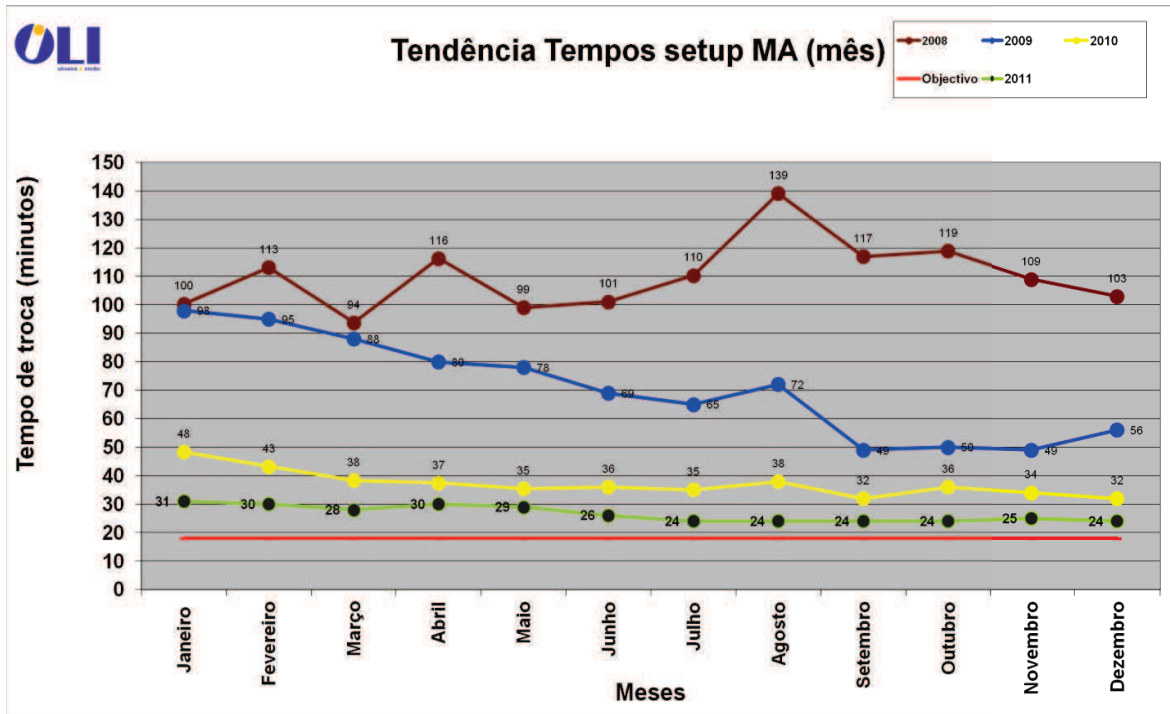


Figura 35 - Gráfico com os tempos médios de *setup* 2008-2011

No fim de 2011 o objetivo definido ainda se encontrava distante. Mas os resultados anteriores têm sido bastante positivos que a equipa responsável pelo SMED encontra-se motivada e pronta a melhorar as tarefas, a formar e a corrigir os mudadores de molde para que no ano de 2012 se chegue ao objetivo dos 18 minutos médios de tempos de *setup*.

Estes dados são afixados num quadro no chão de fábrica (figura 36) para ser possível a todos os colaboradores a sua visualização, motivando-os e mostrando que a empresa vai num bom caminho.



Figura 36 - Quadro de fixação de informação



### 3.3. Projeto 5'S – Gestão Visual

Outro projeto contemplado no estágio foi o dos 5'S. Este engloba a aplicação da ferramenta 5'S em vários locais no departamento de produção da Oliveira & Irmão, S.A..

Esta ferramenta aplicada no departamento permitiu a limpeza, arrumação e gestão visual dos espaços e ferramentas eliminando-se tempo na procura e arrumação das mesmas.

A seguir vai ser mostrado o antes e o depois, sempre que possível, de várias aplicações dos 5'S. Não foi possível a recolha da informação do antes em algumas aplicações.

#### ✓ Armário dos calibres



Figura 37 - 5'S – Armário dos calibres antes e depois

Estes calibres são usados para fazer o controlo de qualidade às peças produzidas, de maneira a qualifica-las como conformes ou não conformes. Antes dos 5'S estes encontravam-se dentro de caixas num armário, onde estavam desorganizados (na figura 37 à esquerda). Foi feita a separação e escolha dos calibres usados dos obsoletos, postos por ordem numérica e colocados num quadro sombra com a identificação individual. O resultado é visível na figura 37.

✓ Estantes das “mãos” dos braços mecânicos



Figura 38 - 5'S – Estantes das “mãos” dos braços mecânicos – antes



Figura 39 - 5'S – Estantes das “mãos” dos braços mecânicos – depois

Estas estantes servem para o armazenamento das “mãos” dos braços mecânicos quando não estão a ser usadas nas produções. Estas encontravam-se desorganizadas, sem identificações e com material obsoleto. O local foi limpo e as mãos obsoletas foram retiradas. As restantes mãos foram organizadas numericamente e identificadas com o número do molde com que operam, ficando cada mão com um local próprio definido. Ver figura 38 e figura 39.



✓ **Mesa de ensaio**

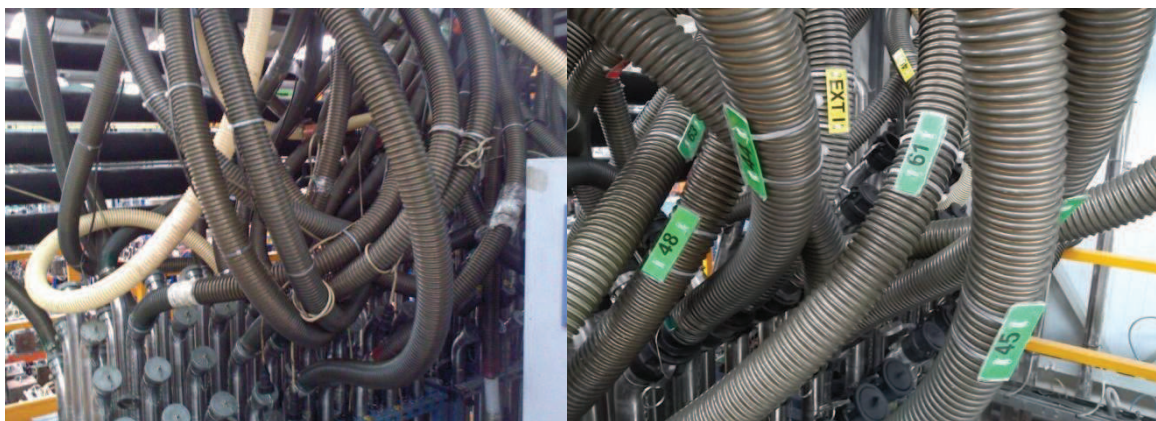


**Figura 40 - 5'S – Mesa de ensaio antes e depois**

A mesa de ensaio (figura 40) é onde se guardam ferramentas para fazer testes a determinadas peças. Aqui os 5'S foram semelhantes ao do armário dos calibres, foram retiradas as ferramentas que não eram utilizadas e foi feito um quadro sombra. É possível ver a organização e identificação do material depois dos 5'S.

✓ **Sistema de aspiração da matéria-prima**

Este é o local onde é escolhida a matéria-prima a usar em cada produção. Cada mangueira corresponde a uma máquina e cada tubo do sistema corresponde a uma matéria-prima. Antes dos 5'S era difícil o manuseamento das mangueiras, e a sua distinção, isto é, saber a que máquina pertence cada mangueira. Para facilitar este processo, ajudando indiretamente no SMED, as mangueiras foram cortadas até um determinado comprimento, de maneira a facilitar o seu manuseamento, e foram identificadas com o número da máquina a qual correspondem. Para não haver enganos, essas identificações das mangueiras seguiram regras de cores, estando associada cada cor a uma determinada matéria-prima, assim, sabendo que a produção iria ser, por exemplo, em poliestireno (PS) a mangueira teria que ter a identificação da cor verde, cor definida pelo departamento para o PS. É possível observar na próxima figura (figura 41).



**Figura 41 - 5'S – Sistema de aspiração antes e depois**

✓ Zona de armazenamento dos pigmentos



Figura 42 - 5'S – Zona de armazenamento dos pigmentos antes e depois

Esta zona de armazenamento dos pigmentos encontrava-se mal identificada, com identificações escritas manualmente e muitas vezes em sítios trocados. Foram feitas identificações para cada tipo de pigmento (figura 43), com a cor do pigmento, para que tipo de matéria-prima era esse pigmento e o seu código. Estas identificações foram colocadas num sítio escolhido para armazenar o pigmento, assim fica mais fácil para o responsável saber onde se encontra cada pigmento. Comparação na figura 42.

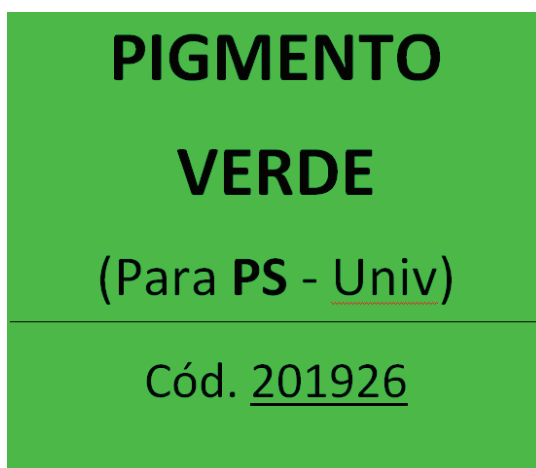


Figura 43 - Identificação para o pigmento verde

### ✓ Contentores dos pigmentos

Os contentores de pigmentos servem para armazenar o pigmento que depois vai ser levado para junto da máquina sempre que necessário em produção. Estes encontram-se localizados num local específico no chão de fábrica. Foram feitas identificações como a mostrada na figura 43 (em cima) e coladas tanto no chão como no contentor. Assim será fácil de identificar o tipo de pigmento e em que sítio este será guardado, exemplo na figura 44.



Figura 44 - 5'S – Zona dos contentores de pigmento - depois

### ✓ Estantes dos moldes

A organização das estantes de armazenamento dos moldes foram reestruturadas. Foram separados os moldes obsoletos e enviados para a cave e foram escolhidas novas posições para os moldes que estão ainda em produção, mais próximos das máquinas onde trabalham. Depois de esse passo estar concluído foram identificadas as estantes com a posição de cada molde, como visível na figura 45.



Figura 45 - 5'S – Estantes dos moldes - depois

## **Capitulo 4**

### **Conclusão**





## 4. Conclusão

A baixa produtividade das máquinas de injeção e os elevados tempos de troca de moldes levou ao desenvolvimento deste projeto.

Foi aplicada a ferramenta SMED nas máquinas de injeção, tendo o estudo dessa aplicação incidido apenas numa máquina, MA 50. Esse estudo passou pela análise da máquina e de como era efetuada a troca dos moldes, permitindo assim identificar e perceber os erros e conseqüentemente elimina-los.

Com a aplicação da ferramenta SMED foi possível reduzir os tempos gerais de *setup*, passando estes de uma média de 120 minutos (2008) para 24 minutos (2011). Sendo estes valores de *setup* gerais, ou seja, de todo o parque fabril abrangendo as 47 máquinas de injeção onde foi aplicado o SMED.

Esta ferramenta permitiu aumentar o número de trocas de molde passando de uma média de 15 em 2008 para 50 em 2011, aumentando a rotação de produção, diminuindo os lotes produzidos e os custos associados.

Com isto foi possível também melhorar as condições de trabalho, ao nível do esforço, ergonomia, ferramentas utilizadas e condições de trabalho em geral.

Em relação ao projeto 5'S este permitiu melhorar alguns aspetos em termos de arrumação, limpeza e organização de alguns locais da fábrica e de postos de trabalho. Com este projeto ficou mais fácil para todos os colaboradores a identificação de ferramentas e outros utensílios que são usados no dia-a-dia assim como a sua utilização e arrumação.

Este projeto de 5'S e gestão visual foi elaborado em conjunto com os colaboradores, dando um sentido de envolvimento geral em todo o processo, esclarecendo as dúvidas e mostrando as vantagens do que estava a ser implementado na fábrica.

No futuro o projeto SMED e 5'S vão continuar a ser desenvolvidos e completados no âmbito de melhoria contínua. Ambos apresentam potenciais melhorias, que com o tempo e investimento de recursos humanos e monetários irão fazer com que esses projetos deem ainda mais vantagens à empresa tornando-a mais competitiva.

No fim do estágio na Oliveira & Irmão S.A., e olhando para os objetivos propostos inicialmente, pode-se afirmar que estes foram cumpridos.

Este estágio na Oliveira & Irmão permitiu aprofundar os conhecimentos no que diz respeito as ferramentas *Lean*, o SMED na redução de tempos de Setup e 5'S na limpeza e organização de postos de trabalho. Permitiu também adquirir vários conhecimentos de injeção plástica, como materiais, defeitos de fabrico, controlos de qualidade e conhecimentos de moldes para injeção.



## Bibliografia

Brochura OLI 2011. Obtida a 23 de Dezembro em [www.oliveirairmao.com](http://www.oliveirairmao.com)

Lopes, R., Neto, C., & Pinto, J. P. (2006). *Quick Changeover* – Aplicação prática do método SMED.

Pinto, J. P. (2009). Introdução à filosofia *Lean Thinking*. A criação de valor através da eliminação do desperdício.

Shingo, S. (1985). *“A revolution in manufacturing: the SMED System”*, Cambridge: *Productivity Press*.

Abdullah, F. (2003). *“Lean Manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel”*. University of Pittsburgh.

Womack, J.P., Jones, D.T. e Roos, D. (1990), *“The Machine that Changed the World”*, Nova Iorque: *Rawson Associates*.

Womack, J.P. e Jones D.T., 1996 (2003). *Lean thinking*. *Simon & Schuster*.

Shingo S. 1981. *Study of Toyota Production System*. *Productivity Press*.

Pinto J. P., 2007. Criar valor nas organizações. Seminário *Lean Event*, Universidade Lusitana.

Pinto J. P., 2008. Princípios da criação de valor. Conferência *Lean Management*, IPEI, Lisboa.

Comunidade *Lean Thinking* (CLT), 2008. A criação de valor através da eliminação do desperdício.

ITC, (2004). *Principles of Lean Thinking: Tools & Techniques for Advanced Manufacturing*. *Revision D*.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. *Productivity Press*.

Oakland University, 2010. *The eight wastes of lean*. Disponível em [www.oakland.edu](http://www.oakland.edu) (acedido em Fevereiro de 2012).

Ferreira, F. P. (2004). Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças. Universidade de Taubaté São Paulo: Dissertação de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional.

Monden, Y. (1983). *Toyota Production System. Industrial Engineering and Management*. 3ª edição, Press, Norcross, Georgia.

Monden, Y. (1998), "*Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*", 3ª Edição, Georgia: Chapman & Hall

Methodus, 2011. 8 Principais desperdícios que ocorrem nas organizações. Disponível em [blog.methodus.com](http://blog.methodus.com) (acedido em Março de 2012).