



**Pedro Manuel Torres
Garcez**

**SMED em equipamentos de corte de poliuretano:
Um caso de estudo.**



**Pedro Manuel Torres
Garcez**

**SMED em equipamentos de corte de poliuretano:
Um caso de estudo.**

Relatório de Projecto apresentado 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 do Prof. Doutor António Carrizo Moreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

O júri

presidente

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira

professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Álvaro Frederico Campo Vaz

professor auxiliar do Departamento de Química da Universidade da Beira Interior

Prof. Doutor António Carrizo Moreira

professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À minha família por todo o apoio que me têm dado e que tem sido fundamental;

Ao Prof. Dr. António Carrizo Moreira pela sua orientação, pelas suas ideias, frontalidade e exigência;

À gerência da empresa, aos colegas de trabalho e especialmente aos colaboradores envolvidos no trabalho pela sua dedicação. Espero que com o aparecimento dos resultados todos se motivem ainda mais para que a melhoria contínua continue a ser uma realidade no quotidiano da empresa;

À Universidade de Aveiro pela oportunidade de desenvolver este trabalho;

palavras-chave

Mudança rápida de ferramentas; Melhoria Contínua; Estudo de Caso

resumo

O presente trabalho é o resultado de um projecto experimental que estuda a implementação da metodologia SMED (metodologia de mudança rápida de ferramentas) em equipamentos de corte de poliuretano.

Após uma breve introdução é realizada uma revisão do estado da arte onde é realizado um enquadramento da metodologia na Melhoria Contínua. Desta forma enfatiza-se a importância de que a metodologia seja parte de um sistema e não um esforço isolado de melhoria.

Pretende-se mostrar que é possível obter importantes ganhos na redução do tempo de *setup* apenas com recurso a melhorias organizacionais e com recurso a pequenos investimentos. Para isso, apresenta-se um estudo de caso onde se detalham a caracterização da situação inicial e a passagem pelas várias etapas ao longo da implementação da metodologia.

Na parte final do trabalho são quantificados os ganhos e discutem-se os resultados. O trabalho termina com a apresentação das conclusões e com propostas de continuidade do trabalho.

keywords

Quick Changeover; Continuous improvement, Case Study

abstract

The present work is the result of an experimental project that studies the implementation of the SMED methodology (quick changeover methodology) in polyurethane cutting equipments.

It's made, after a brief introduction, a state of the art revision where we frame the methodology in the Continuous Improvement. We are trying, this way, to emphasize the importance of having the methodology as a part of a system and not as an isolated improvement effort.

We pretend to show that it's possible to reduce the setup time only with organizational improvement and with small investments. To do that we present a case study where we characterize the initial situation and report the way through the several stages of the methodology.

In the final part of this work we quantify the gains and discuss the results. The work ends with the conclusions presentation and with guiding lines for further related work.

Índice

Índice -----	I
Definições -----	II
Lista de tabelas -----	IV
Lista de figuras -----	V
Acrónimos -----	VI
Capítulo 1 – Introdução -----	1
Capítulo 2 – Revisão bibliográfica -----	3
2.1 – Origem do SMED -----	3
2.2 – Enquadramento do SMED no sistema de melhoria contínua Lean	3
2.3 – Metodologia SMED -----	11
2.4 – SMED – Revisão crítica da literatura -----	13
Capítulo 3 – Metodologia -----	19
Capítulo 4 – Caso de Estudo -----	21
4.1 – Apresentação da empresa -----	21
4.2 – Caracterização da situação inicial -----	22
4.3 – Implementação -----	25
Capítulo 5 – Discussão dos resultados -----	31
Capítulo 6 – Conclusões e investigação futura -----	35
Referências -----	37
Anexos -----	39

Definições

Lean Manufacturing – filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (super-produção, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem. As ferramentas *Lean* incluem processos contínuos de análise (*Kaizen*), produção *pull* (no sentido de *Kanban*) e elementos/processos à prova de falhas (*Poka-Yoke*). *Lean* é tudo o que concerne à obtenção dos materiais correctos no local correcto, na quantidade correcta, minimizando o desperdício, sendo flexível e estando aberto a mudanças.

Lean é uma filosofia, uma forma de pensamento, um compromisso de atingir um estado operacional totalmente sem desperdício e orientado para o cliente. Poderá ser atingido através da simplificação e melhoria contínua dos processos e relacionamento num ambiente de confiança, respeito e de total envolvimento dos colaboradores. Tudo está relacionado com as pessoas, simplicidade, fluxo, gestão visual, parcerias e de criar valor do ponto de vista do cliente.

Desperdício é tudo o que não acrescenta valor ao produto final.

Single Minute Exchange of Die (SMED) é uma ferramenta desenvolvida pelo Sistema de Produção Toyota (TPS) usada na diminuição do tempo de *setup*.

Tempo de ciclo é o tempo que demora a completar uma tarefa ou conjunto de tarefas.

Tack time é definido pelo tempo produtivo disponível por período sobre a procura dos clientes pelo mesmo período.

$$Tack\ time = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Procura dos clientes por período}}$$

Produtividade é o número de itens produzidos divididos pelo custo dos recursos usados para os produzir, ou seja, mede a eficiência do esforço gasto a produzir um determinado produto ou conjunto de produtos. É, portanto, a relação entre a produção (bens produzidos) e os factores de produção utilizados (tais como pessoas, máquinas e materiais).

Value Stream (Fluxo de Valor) são todas as actividades necessárias para transformar matéria-prima e informação em produto acabado.

Sistema Push – consiste em manter todas as máquinas ocupadas de forma a otimizar recursos e diluir os custos de produção dos produtos.

Sistemas Pull – Modelo de organização, que envolve a produção e a logística, em que são os clientes a puxar as necessidades e cujo principal objectivo é a optimização dos fluxos de informação e materiais.

Tempo de Setup é o tempo decorrido desde a última peça boa do último lote até à primeira peça boa do novo lote. Neste trabalho também são usados os termos Tempo de preparação ou Tempo de mudança de série.

Trabalho interno é aquele que é realizado com a máquina parada.

Trabalho externo é aquele que é realizado com a máquina em funcionamento.

Looper – máquina circular usada na transformação de blocos com 60 metros em rolos de espuma.

Poka-yoke – dispositivo à prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos.

Estabilidade básica – Primeira parte do sistema de melhoria contínua (Instituto Kaizen) constituída por *Standard Work*, 5S e Gestão Visual.

Chanfros – apara de espuma cortada para acertar perpendicularmente o bloco em relação à base.

Cut-off – Máquina de corte vertical usada para cortar os chanfros.

Calota – parte superior do bloco.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tempo usado para produzir solicitações dos clientes	23
Tabela 2 – Tempo usado para corte de rolos	23
Tabela 3 – Tempo a melhorar	24
Tabela 4 – Tempo médio a melhorar	24
Tabela 5 – Ganhos de tempo estimados do estágio 2	26
Tabela 6 – Ganhos de tempo estimados do estágio 3	28
Tabela 7 – Novo modo operatório após SMED	29
Tabela 8 – Listagem de outros tempos improdutivos	30
Tabela 9 – Custo máquina e MOD em horário normal e extraordinário - Loopers	32
Tabela 10 – Valorização dos ganhos estimados	32

Lista de figuras

Figura 1 – Enquadramento da ferramenta SMED no <i>Lean Manufacturing</i>	4
Figura 2 – <i>Layout</i> antes de ser organizado em célula de fabrico	8
Figura 3 – <i>Layout</i> depois de ser organizado em célula de fabrico	8
Figura 4 – Bordo de Linha	8
Figura 5 – Linha de montagem, de supermercado e de um comboio logístico	9
Figura 6 – Eficiência sobre o tempo	11
Figura 7 – Metodologia de Shigeo Shingo	13
Figura 8 – Variabilidade do tempo de ciclo de produção de rolos	22
Figura 9 – Evolução dos tempos improdutivos (minutos)	31

Acrónimos

KMS – Kaizen Management System

MOD – Mão-de-obra directa

OEE – Overall Equipment Efficiency

QCDDM – Qualidade, Custo, Serviço e Motivação

SMED – Single Minute Exchange of Die

TFM – Total Flow Management

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TQM – Total Quality Management

VSD – Value Stream Design

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in progress

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Motivação e objectivos

Dadas as alterações constantes que se verificam no mercado, as empresas estão a ser obrigadas, cada vez mais, a tornarem os seus sistemas produtivos mais flexíveis. A tendência de mercado segue no sentido do aumento do número de referências a produzir e da diminuição do tamanho de lotes. A única forma das empresas conseguirem acompanhar esta tendência do mercado, sem aumentos dos seus custos de produção, é através da diminuição do tempo de *setup*.

Macintosh et al. (2001) destacam como principais vantagens do *Single Minute Exchange of Die* (SMED), para além da redução do tempo de *setup*, a redução de *stocks*, a redução de recursos, o aumento da flexibilidade e o aumento controlo do processo. A redução de tempos improdutivos torna mais económicas as séries mais curtas, aumenta a capacidade real das máquinas e reduz os custos de investimento.

A grande motivação deste trabalho é a redução dos tempos improdutivos do processo de transformação de espuma em rolo, ou seja, todo o tempo em que não está a ser acrescentado valor ao produto. No âmbito da melhoria contínua, este será um trabalho de inovação incremental em que se irá, através de alterações ao processo, torná-lo mais rápido, diminuindo os custos e melhorando o serviço ao cliente. Este trabalho pretende ainda estimar os ganhos, com a implementação das acções propostas, que permitam novas abordagens. Neste processo de transformação são usados três equipamentos chamados Loopers (máquina circular). O elevado custo de investimento, o elevado valor acrescentado e a elevada taxa de ocupação destes equipamentos fazem com seja a parte mais importante da secção de transformação da empresa.

Os resultados esperados deste trabalho, que a empresa considera mais relevantes, passam pela diminuição do impacto da mão-de-obra directa (MOD) e custo de máquina no custo industrial dos artigos, melhoria do serviço ao cliente em relação a prazos de entrega e garantir disponibilidade de tempo para as equipas de melhoria contínua prosseguirem o seu trabalho.

Este trabalho pretende demonstrar de que forma é possível uma adaptação às novas exigências do mercado ao mesmo tempo que se poderão conseguir obter elevados ganhos de produtividade. Para isso vamos recorrer à metodologia SMED para a redução

do tempo de mudança de série e à análise de tempos improdutivos. A proposta é obter ganhos de tempo no processo produtivo de corte de espuma em rolo de 50%, sem recurso a grandes investimentos.

1.2 Estrutura do trabalho

O presente trabalho terá uma breve revisão da literatura (Capítulo 2) em que se irá enquadrar o SMED no sistema de melhoria contínua *Lean Manufacturing*, serão referidas as origens da metodologia e será explicada a metodologia SMED. Na parte final do Capítulo 2 serão mencionadas e analisadas algumas publicações sobre SMED.

No Capítulo 3 será realizada uma breve apresentação da empresa e do seu sistema produtivo e será apresentado o caso de estudo da aplicação da metodologia SMED aos equipamentos anteriormente referidos.

O Capítulo 4 será dedicado a apresentar os resultados esperados do trabalho realizado através da comparação dos tempos de *setup* antes e depois da implementação da metodologia. Neste capítulo, para além de serem mencionados os ganhos de tempo, será ainda realizada uma estimativa do valor desses mesmos ganhos.

No Capítulo 5 serão apresentadas as conclusões do trabalho e apresentar-se-ão propostas para a prossecução do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

2.1 Origem do SMED

Em meados da década de 40, a indústria e a economia Japonesas estavam enfraquecidas pela Segunda Guerra Mundial. Nesta fase, os produtores Japoneses enfrentavam grandes dificuldades relacionadas com escassez de matérias-primas, movimentos laborais e limitada disponibilidade de capital. A Toyota, no seu arranque no mercado automóvel, teve de enfrentar a forte concorrência do Ocidente. Para fazer face a todas estas dificuldades, a Toyota recorreu a Taiichi Ohno que, juntamente com o seu colega Shigeo Shingo, criaram o *Toyota Production System* (TPS).

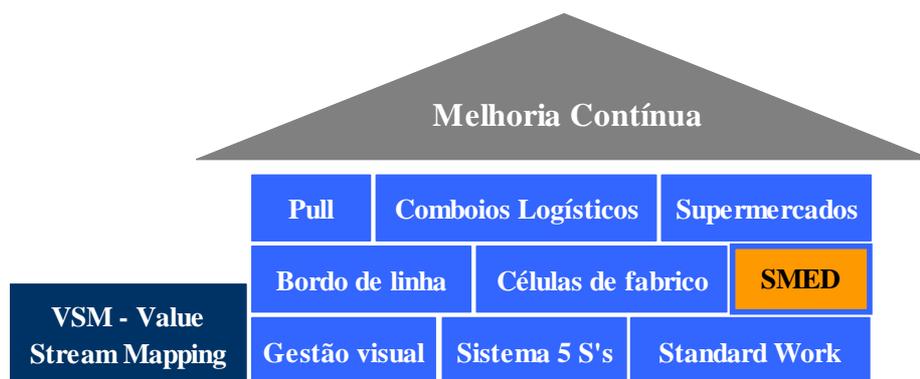
As técnicas aplicadas na Toyota foram todas desenvolvidas internamente, com excepção do SMED, sistema para redução do tempo de *setup* de máquinas, elaborado em colaboração com o consultor Shigeo Shingo (Womack e Jones, 1998). O desenvolvimento da metodologia SMED teve o seu início em 1950 e decorreu ao longo de 19 anos estando dividida em três etapas (Shingo, 1985). A primeira etapa ocorreu na Mazda Toyo Kogyo em 1950, na cidade de Hiroshima. A segunda etapa foi na Mitsubishi Heavy Industries, em Hiroshima, em 1957. A terceira e última etapa ocorreu em 1969 na Toyota Motors Company (Sugai et al., 2007). Embora esta metodologia tenha sido considerada inovadora (Monden, 1984), o conceito de *setup* rápido já existia na década de 50 nas prensas da Danly Machine nos Estados Unidos (Cusumano, 1989). Este autor refere que Ohno, após ter conhecido estas prensas de *setup* rápido, terá contratado Shingo para desenvolver a metodologia na Toyota.

2.2 – Enquadramento do SMED no sistema de melhoria contínua *Lean Manufacturing*

Este ponto está dividido em quatro partes: *Value Stream Mapping* (VSM), estabilidade básica, fluxo na produção e fluxo na logística interna. As três etapas mencionadas, após o VSM, são consideradas as fases iniciais da implementação, sendo que neste processo deverá ser assegurada a estabilidade básica antes de passar para as duas etapas seguintes. Serão apenas mencionadas e explicadas sucintamente algumas das ferramentas do *Lean Manufacturing* com o objectivo de mostrar que o processo de melhoria contínua deverá seguir uma determinada sequência. A Figura 1 mostra as

ferramentas da estabilidade básica na parte inferior da casa para fazer uma analogia entre um sistema de melhoria contínua e a construção de uma casa onde se deverá começar pelos alicerces. A implementação de ferramentas mais sofisticadas (criação de fluxo, logística externa ou *Total Productive Maintenance* (TPM) por exemplo) antes de assegurar a estabilidade básica poderá significar dificuldades acrescidas ou até mesmo insucesso. O SMED, enquadrando-se como ferramenta de criação de fluxo na produção, será explicado em detalhe, no ponto 2.3.

Figura 1 – Enquadramento da ferramenta SMED no *Lean Manufacturing*



Fonte: Elaboração própria

2.2.1 – *Value Stream Mapping / Value Stream Design*

O VSM é visto como o primeiro passo para criar a estratégia *Lean* numa empresa. A cadeia de valor refere-se a todas as actividades e processos numa determinada empresa, ou seja, tudo o que é necessário fazer para desenhar, comprar matérias e produzir os produtos. É uma ferramenta que permite mostrar, de forma gráfica, a cadeia de valor de um determinado produto ou família de produtos. Serve ainda para identificar quais os constrangimentos existentes no processo que impedem que se produzam os produtos que os clientes querem e quando os querem.

Na construção do VSM deverá ser seleccionada uma família de produtos considerada significativa e, com a ajuda de um operador qualificado que conheça o processo na sua totalidade, começar a desenhar os fluxos de informação e de materiais desde o armazém de produto acabado até ao armazém de matérias-primas.

“Whenever there is a product for a customer, there is a value stream. The challenge lies in seeing it” (Rother e Shook, 2003).

O *Value Stream Design* (VSD) é o desenho da situação futura, partindo do princípio de que as melhorias propostas à situação actual (VSM) já foram implementadas, antevendo desta forma os possíveis ganhos. Este desenho da situação futura funcionará como forma de quantificação dos objectivos, como incentivo para as equipas de trabalho e mostra como será a futura cadeia de valor. A ideia-chave é eliminar todas as actividades que não acrescentam valor aos produtos.

“Visão sem acção é sonhar; Acção sem visão é passar o tempo; Visão com acção pode mudar o mundo” (Barker, 2004).

2.2.2 Estabilidade básica

Standard Work

Standard Work é a melhor combinação entre mão-de-obra, máquina, materiais e método de trabalho (Miller, 2006). Na verdade, podemos dizer que *Standard Work* é uma simples descrição da forma, num determinado momento, considerada como a mais eficiente, que garanta a melhor qualidade do produto e mais segura de processar um determinado produto. Deveremos destacar “num determinado momento” pois estamos a falar de melhoria contínua e a melhor forma de trabalhar hoje poderá não ser a melhor amanhã.

Para que tenhamos *Standard Work* numa determinada organização, vamos precisar, numa primeira fase, de saber exactamente onde estamos. Para isso, deverão existir formulários onde deverão ser registados os dados de mão-de-obra, máquina, material e do método de trabalho. A análise destes dados irá permitir a formulação de instruções de trabalho que deverão estar nos postos de trabalho dos operadores. Deverão ser dadas formação e treino aos operadores para garantir que a mensagem foi correctamente passada. Posteriormente, deverão ser realizadas auditorias regulares para verificar a aplicação das instruções de trabalho.

Partindo desta base, as equipas de melhoria contínua terão como objectivo diminuir ou eliminar os desperdícios existentes no processo. Todas as melhorias alcançadas deverão ser documentadas, passando a ser a nova forma de trabalhar e a nova base de trabalho a tentar melhorar.

As principais vantagens do *Standard Work* são: a replicação da melhor forma de trabalhar para outros turnos de trabalho e máquinas semelhantes, a diminuição da variabilidade, a

maior facilidade de formação de novos operadores, a facilitação do trabalho das equipas de planeamento da produção, o aumento da motivação dos operadores de melhor modo de procedimento e a criação de *Poka-yokes* (Miller, 2006).

Gestão Visual

É uma ferramenta muito simples e que consiste em comunicar, como o próprio nome indica, de forma visual. Esta ferramenta poderá ser usada para informar todos os envolvidos no processo produtivo sobre quais os objectivos a atingir, as instruções de trabalho e procedimentos para atingir esses objectivos e para reportar os resultados finais. Podemos então dizer que serve para comunicar aos colaboradores para onde queremos ir, como lá chegar e, durante o processo, informar onde estamos.

A Gestão Visual é de elevada importância na organização do local de trabalho e na padronização dos processos de trabalho, dada a sua simplicidade e eficácia em termos comunicacionais. Trata-se de uma clara aplicação do ditado: “Uma imagem vale mais do que mil palavras”. Representa ainda um papel importante na quebra da natural resistência à mudança porque, com a apresentação de resultados, esta tende a desvanecer. A resistência à mudança é muito fácil de identificar e representa provavelmente a maior dificuldade no processo de implementação de um sistema de melhoria contínua. Por isso mesmo, deveremos estar sempre atentos a frases como:

- “Sempre trabalhamos assim”
- “Inicialmente preocupamo-nos, mas...”
- “Não é minha responsabilidade”
- “Ninguém me avisou”
- “Não tenho tempo”
- “Outra alteração que não vai resultar”
- “Há outros problemas mais importantes”
- “Aqui não é possível”
- “Já temos trabalho de sobra”
- “O que é que eu ganho com isso?”

Nos sectores da organização onde este tipo de respostas seja mais frequente deverão ser aqueles onde a Gestão Visual deverá incidir mais.

Hábitos 5S

Trata-se de uma ferramenta bastante simples e de grande utilidade prática que se baseia em cinco palavras-chave Japonesas que começam todas elas por “S”. Esta metodologia visa melhorar a organização do ambiente de trabalho para que a identificação dos

desperdícios seja facilitada. As falhas são mais fáceis de identificar num local limpo e organizado.

Na sua implementação, cada uma dessas cinco palavras corresponde a uma etapa (Courtois et al, 2007):

- SEIRI – Separar o útil do inútil. Retirar do local de trabalho todos os objectos que não sejam indispensáveis à execução das tarefas determinadas.
- SEITON – Ordenar e simplificar o trabalho. Arrumar as ferramentas em locais apropriados, de fácil acesso como forma de aumento de produtividade.
- SEISO – Eliminar causas de sujidade. Manter o ambiente de trabalho limpo, conseguindo assim prevenir possíveis problemas de qualidade.
- SEIKETSU – Conservar, manter o que temos de bom. Privilegiar uma manutenção preventiva.
- SHITSUKE – Fazer das regras 5S um hábito.

Para usar esta ferramenta basta seguir as cinco etapas acima descritas. Após a implementação deverão ser realizadas auditorias periódicas, com recurso a formulários de avaliação, aos locais de trabalho. Estas auditorias são a melhor forma de garantir que o quinto “S” se está a concretizar.

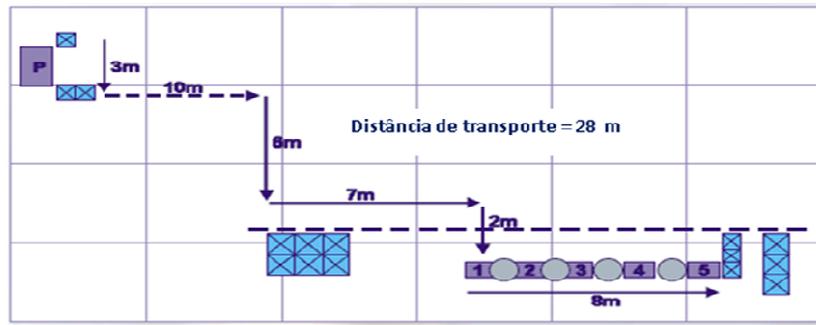
2.2.3 Fluxo na produção

Layout / Células de fabrico / Bordo de linha

Layout, no contexto industrial, é a forma como os recursos produtivos materiais, equipamentos, pessoas e ferramentas estão dispostos na instalação fabril. O planeamento do *layout* deverá ser o mais aproximado do óptimo logo na construção pois as alterações, quando possíveis, são normalmente muito dispendiosas.

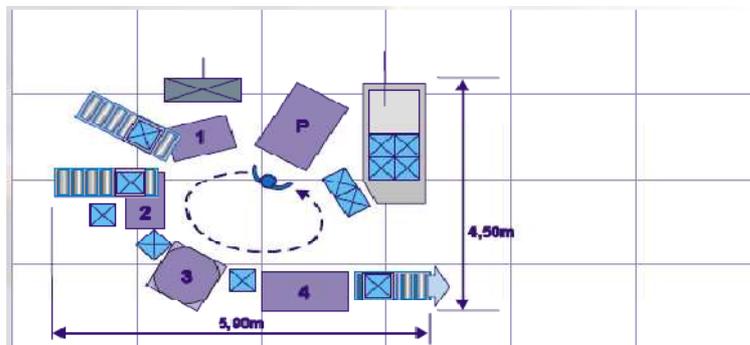
O *layout* mais aproximado do óptimo é aquele que traduz valores baixos de desperdício. Uma célula de fabrico é um tipo de disposição da maquinaria em forma de “U” como podemos ver na Figura 3. Os recursos são dispostos dentro da célula de forma a otimizar e facilitar as operações. As peças são manuseadas de tarefa em tarefa eliminando *setups* e custos desnecessários entre operações. Esta disposição permite aumentar a flexibilidade produtiva e reduzir bastante o movimento das pessoas e o transporte de materiais. Estes factores traduzem-se num aumento de produtividade. O trabalho em equipa e boa liderança são muito importantes neste tipo de processos.

Figura 2 – *Layout* antes de ser organizado em célula de fabrico



Fonte: Elaboração própria

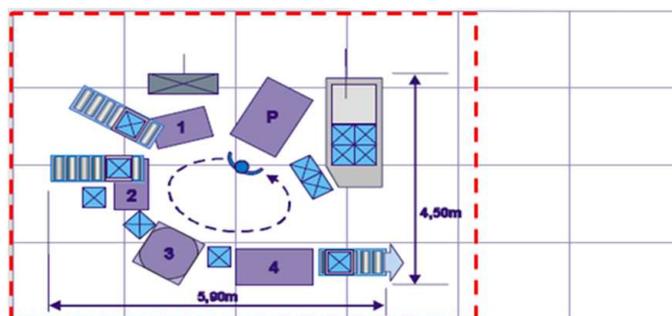
Figura 3 – *Layout* depois de ser organizado em célula de fabrico



Fonte: Elaboração própria

Como podemos verificar o *layout* da Figura 3 é mais eficaz que o *layout* da Figura 2. Bordo de linha (linha vermelha a tracejado na Figura 4) é a parte exterior de uma célula de fabrico, onde estão localizados os supermercados, que abordaremos no ponto 2.2.4, nos quais são abastecidas as matérias-primas e recolhidos os artigos transformados. O bordo de linha é a fronteira entre o fluxo de produção e a logística interna.

Figura 4 – Bordo de linha



Fonte: Elaboração própria

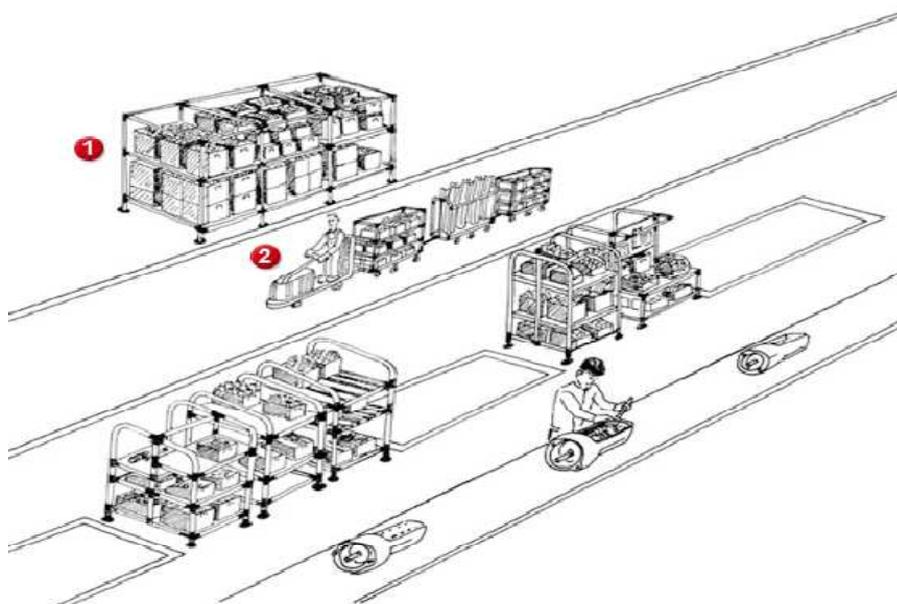
2.2.4 Fluxo na logística interna

Supermercados / Comboios logísticos

Depois de termos abordado algumas ferramentas que permitem criar fluxo na produção, vamos agora apresentar ferramentas que permitem operar um bom fluxo de logística interna.

Os Supermercados são infra-estruturas de armazenagem, localizadas no bordo de linha, que asseguram o fluxo no abastecimento das células de fabrico/linhas de montagem, entre as células/linhas de produção e nas áreas de armazenamento final. Os comboios logísticos (ver na Figura 5) são uma espécie de comboios que, através de rotas planeadas, abastecem matérias-primas e retiram produtos processados.

Figura 5 – Linha de montagem, de supermercado e de um comboio logístico.



Fonte: [1]

Planeamento em *pull* / Just in time

O planeamento em *pull* é um sistema em que o processo é iniciado pelo cliente no momento em que faz os seus pedidos. A informação destes pedidos é transmitida desde

[1] Imagem retirada do sítio da internet: <http://www.trilogiq.com/pt/lean-manufacturing-nova-logistica-colocacao-em-fluxo.php> em 26-10-2010.

a parte final do processo de fabrico até à parte inicial (compra de matérias-primas e matérias subsidiárias). O *just-in-time* (JIT) consiste em produzir apenas os artigos necessários, nas quantidades certas e no tempo certo. Somente os artigos pedidos pelos clientes devem ser produzidos evitando assim *stocks* elevados. Durante o fabrico dos artigos deverá ser evitado produzir em quantidade superior ao pedido, embora em alguns tipos de indústria seja difícil devido às suas especificidades. Relativamente à temporização da produção dos artigos esta deverá ser produzida imediatamente antes de ser expedida.

Just in time é um sistema de administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exacta. Produzir em *just in time* requer um fluxo contínuo de materiais e de informação coordenado de acordo com o sistema *pull*.

Badurdeen (2007) refere o JIT como sendo a origem do *Lean Manufacturing* e um dos seus pilares podendo por si só ser responsável pela redução de muitos dos desperdícios existentes nas organizações. Refere ainda que o JIT pode ser dividido em três áreas principais: compras, produção e distribuição. As compras são realizadas continuamente em pequenos lotes e apenas quando são necessárias pela produção, mantendo assim os *stocks* baixos. Desta forma, reduzem-se os custos de armazenamento, reduzem-se os riscos de deterioração e torna-se mais fácil a monitorização da qualidade dos artigos entregues pelos fornecedores. Esta forma de trabalhar, relativamente aos fornecedores, implica que haja um bom entendimento em questões de quantidades mínimas a entregar, padrões de qualidade e no fornecimento contínuo dos lotes. Relativamente à produção, deverão apenas ser produzidos os artigos solicitados pelos clientes e imediatamente antes da data de expedição agendada. Esta forma de produção reduz os materiais em vias de fabrico assim como os *stocks* de produto acabado. A área da distribuição é também de importância vital pois a empresa, assim como recebe as suas matérias-primas e matérias subsidiárias de forma contínua e em pequenos lotes, terá de entregar aos seus clientes da mesma forma.

De forma resumida, este sistema de melhoria contínua, permite que as empresas que consigam assegurar a sua correcta implementação e manutenção, consigam reduzir ou eliminar muitos dos desperdícios existentes na sua organização. Assim conseguem-se diminuir os seus custos produtivos e, conseqüentemente, aumentar a margem de lucro.

2.3 - Metodologia SMED

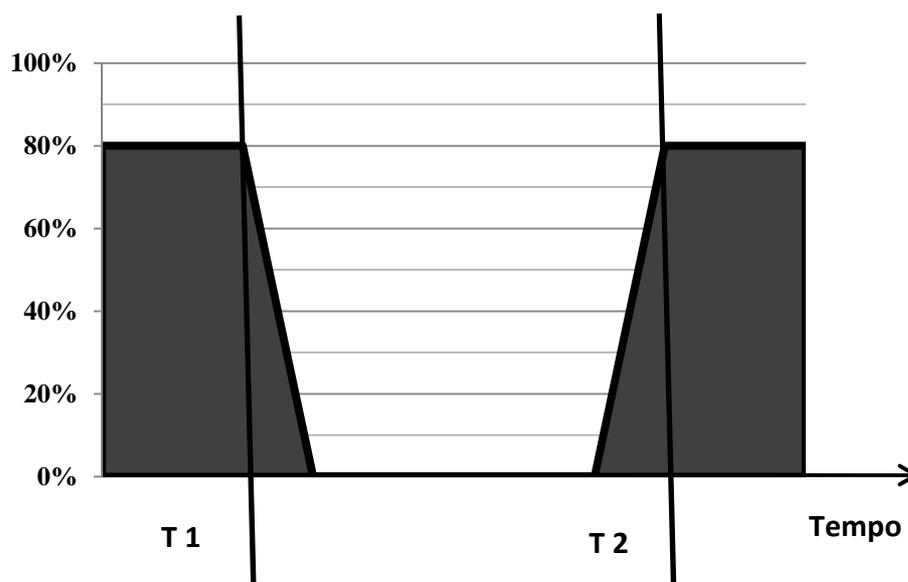
Por definição, SMED é uma metodologia usada para atingir a mínima quantidade de tempo necessária para mudar de série de fabrico. Deverá ser considerado o tempo decorrido desde a última conforme de um determinado lote até à primeira peça conforme do lote seguinte. *Single Minute Exchange of Die* refere-se a mudança de série de fabrico (formato) em menos de 10 minutos (Shingo, 1985).

É uma abordagem científica para redução do *setup*, que pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento (Shingo, 1985).

O SMED é uma ferramenta usada para reduzir o tempo em que a máquina não está a acrescentar valor ao produto. Como podemos observar na Figura 6, até ao momento T1 estava em produção a série X e após o momento T2 passa a ser produzida a série Y. No período de tempo decorrido entre T1 e T2 a máquina perde eficiência na desaceleração, tem um período de paragem para efectuar a mudança de *setup* e volta a acelerar até atingir a velocidade óptima.

Posto isto, a metodologia SMED é uma ferramenta usada na melhoria constante do tempo total de perda de eficiência, período de tempo entre T1 e T2 no gráfico da Figura 6, devido a mudança de série de fabrico.

Figura 6 – Gráfico da eficiência sobre o tempo



Fonte: Elaboração própria

Em seguida passaremos a explicar os vários estágios da metodologia que Shingo, 1985 propôs na sua implementação e que poderão ser visualizados na Figura 7.

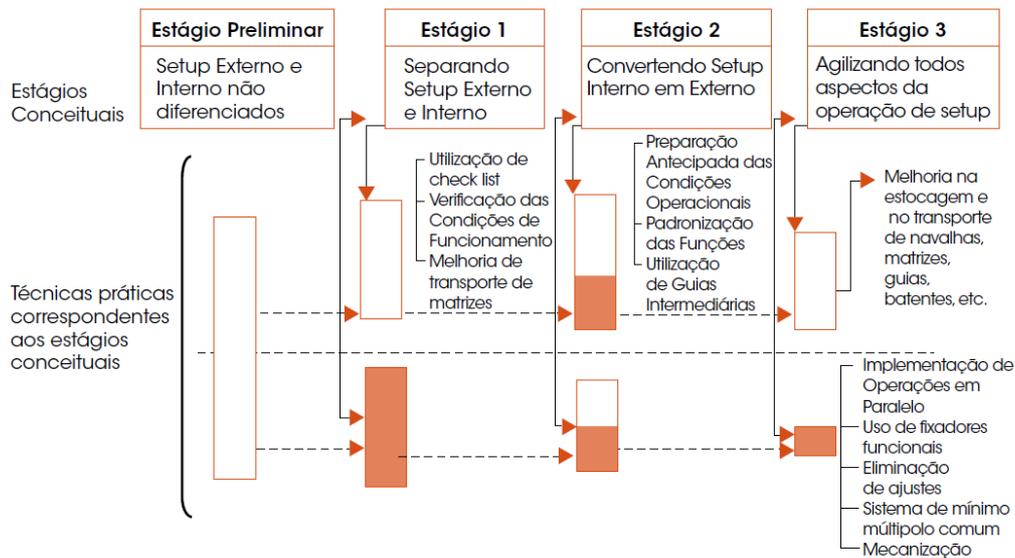
Estágio 0: Momento inicial. A mudança de série caracteriza-se pela ausência de método, falta de padronização do trabalho, não há distinção entre trabalho interno e externo e existe grande variabilidade no tempo de mudança de série.

Estágio 1: Separar tarefas internas das tarefas externas. Nesta fase normalmente recorre-se à filmagem do processo de *setup* para facilitar o registo, cronometragem e classificação das tarefas.

Estágio 2: Converter trabalho interno em trabalho externo. Na fase 2 da implementação não é dada especial atenção à diminuição do tempo de cada tarefa. Deverá ser realizada uma revisão da classificação das tarefas e converter o trabalho realizado com a máquina parada em trabalho realizado com a máquina em funcionamento. Nesta fase, para facilitar a organização do trabalho, poderemos dividir as tarefas em três grupos: a) trabalho prévio antes da paragem da máquina; b) trabalho a realizar com a máquina parada; c) trabalho a realizar após a paragem da máquina. Na transformação do trabalho interno em trabalho externo deveremos dar especial atenção a possíveis pré-montagens, regulações prévias e se for caso disso a pré-aquecimento.

Estágio 3: Redução do tempo de operação das tarefas ou eliminação de tarefas. Neste estágio são analisadas as tarefas e encontradas soluções para reduzir o tempo que estas demoram. Shingo avança com algumas possibilidades, como a realização de trabalho em paralelo, a eliminação de ajustes, uso de fixadores, entre outras. No entanto, dependendo do equipamento onde estão a ser realizadas as melhorias do tempo de mudança de série, poderemos ter muitas outras.

Figura 7 – Metodologia de Shigeo Shingo



Fonte: Shingo (2000)

2.4 SMED – Revisão crítica da literatura

Este ponto irá dedicar-se a referir diversas publicações de trabalhos na área de mudanças rápidas de série de fabrico. A publicação de Shingo (1985) inspirou alguns seguidores na tentativa de aperfeiçoar a sua metodologia. Surgiram ainda, ao longo dos anos, com a aplicação da metodologia noutros segmentos industriais e em equipamentos diferentes, algumas variações da metodologia. Estas variações e aperfeiçoamentos, embora com algumas diferenças relativamente à metodologia de Shingo (1985), seguem os mesmos princípios básicos.

A contribuição de Moxham e Greatbanks (2000) centra-se nos pré-requisitos para a implementação da metodologia SMED aos quais chamam SMED-ZERO. Este trabalho, realizado na área têxtil, refere que a técnica poderá ser ineficaz devido a barreiras culturais, processuais e de gestão. Os autores referem que vencer estas barreiras é fundamental para garantir o sucesso da implementação desta ferramenta.

Esta publicação pretende contribuir para o desenvolvimento da metodologia ao nível da preparação para a implementação propriamente dita. De facto, a publicação de Shingo (1985) centra-se apenas na metodologia propriamente dita e na implementação em prensas. As dificuldades aumentam exponencialmente quando se muda de equipamento e de ramo de actividade, em que a força de trabalho não esteja culturalmente tão

preparada para a mudança. Embora façam referência a questões importantes como a comunicação entre equipas de trabalho, envolvimento da gerência, medição dos resultados, gestão visual, comunicação interna do progresso do trabalho deveriam referir ainda a importância da formação dos colaboradores do projecto na metodologia SMED. A formação, como meio de preparação, em que se faça uma demonstração de como é fácil simplificar e reduzir o tempo de *setup* através desta metodologia, poderá multiplicar as hipóteses de atingir os objectivos do projecto.

De forma resumida podemos concluir que quando o SMED é usado como ferramenta isolada necessita de assegurar que estão cumpridos os pré-requisitos, mencionados anteriormente, para assegurar o sucesso da implementação da mesma. A metodologia SMED quando surge no seguimento de um programa de melhoria contínua faz com que os pré-requisitos estejam assegurados pela implementação das ferramentas anteriores como a normalização, 5S e Gestão Visual (neste trabalho denominadas por estabilidade básica).

Satolo e Calarge (2008) realizaram um trabalho com o objectivo de verificar o grau de aplicação de metodologias de troca rápida de ferramentas. A amostra é constituída por seis empresas dos ramos automóvel, metalo-mecânico e electrodoméstico. Das empresas contactadas apenas uma não usava metodologia de redução do tempo de *setup*, enquanto todas as outras usavam o SMED. Das restantes cinco empresas apenas existem dados de três empresas. Os ganhos conseguidos nestas três empresas, relativamente ao tempo inicial, estão compreendidos entre 33% e 56%. Os autores apresentam ainda um quadro comparativo das principais diferenças de algumas variações do SMED relativamente à metodologia original publicada por Shingo (1985).

O levantamento de dificuldades existentes nas implementações das diferentes empresas consultadas confirma o mencionado por Moxham e Greatbanks (2000). As barreiras mencionadas mais importantes foram: a falta de motivação dos colaboradores, a resistência à mudança e, conseqüentemente, a dificuldade de identificar possibilidades de melhoria do tempo de *setup*. A implementação do SMED de forma isolada, sem a preparação prévia e sem a devida publicação dos resultados implica desmotivação por parte dos colaboradores – parte fundamental do processo.

O departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Bath, no Reino Unido, na forma de relatórios internos, tem vindo a publicar diversos trabalhos. Vamos destacar o trabalho sobre o impacto da manutenção na mudança rápida de ferramentas (McIntosh et al., 2001) e um outro sobre diversas técnicas específicas que poderão ser usadas vencer algumas barreiras operacionais que possam surgir nas implementações da metodologia

de redução do tempo das operações de *setup* (Gest et al., 1995). McIntosh et al. (2001), na sua publicação sobre a manutenção, relacionam o SMED com o *Total Productive Maintenance* (TPM). O aspecto mais claro, de como se relacionam, reside no facto de que quanto maior for a eficácia da manutenção preventiva menor será a probabilidade de termos paragens não programadas por avaria dos equipamentos. Outro aspecto trata de aplicar às manutenções planeadas os mesmos princípios do SMED como forma de reduzir o tempo necessário para a sua execução (por exemplo os aspectos organizacionais e o trabalho em paralelo). Quanto melhor estiver planeada a intervenção menos tempo irá demorar a ser realizada e teremos ainda a possibilidade, em determinados equipamentos, de realizar a manutenção em simultâneo com a mudança de série, reduzindo, desta forma, o tempo total de paragem do equipamento. Ainda neste trabalho são dados exemplos claros em como a qualidade dos materiais usados na manutenção podem ter grande influência no tempo de paragem. Este último aspecto, muitas vezes, não é tido em consideração e pode ter grande influência. Deveremos sempre identificar as causas para depois avançarmos com soluções que poderão passar simplesmente por substituir um material por outro de qualidade superior. Os ganhos obtidos estarão relacionados com a redução do tempo de paragem para manutenção mas também relacionados com a diminuição da frequência de paragem.

Esta publicação vem dar uma contribuição importante para qualquer organização que tenha um programa de melhoria contínua, pela qualidade do trabalho apresentado, pela pertinência e também por existir pouca informação ou estudos publicados que relacionem estes dois aspectos de melhoria do tempo de paragem dos equipamentos. São apresentados dois aspectos relacionados com perdas por paragem dos equipamentos que, através de simples melhorias organizacionais e técnicas da metodologia SMED (trabalho em paralelo), podem ser minimizadas.

O trabalho de Gest et al. (1995) trata de reunir informação, das mais diversas fontes, sobre técnicas específicas que poderemos usar durante a implementação do SMED. Os autores apresentam soluções que passam por sistemas de aperto mais rápidos, eliminação de ajustes, entre outros.

As técnicas apresentadas dizem respeito a diversos tipos de equipamentos e indústrias, o que torna a sua contribuição relevante, tendo em conta que as técnicas de Shingo (1985) apenas concernem às prensas usadas na indústria automóvel. Este é um trabalho que poderá ser útil para as equipas de trabalho envolvidas num projecto de redução do tempo de *setup*. As técnicas apresentadas podem ajudar a resolver problemas específicos que, numa primeira análise, seriam de difícil resolução. O trabalho apenas menciona e explica

de forma resumida as técnicas, o que levará a que haja a necessidade de procurar a literatura referenciada.

Sugai et al. (2007) fazem uma abordagem de revisão crítica à metodologia SMED em que, através de uma revisão bibliográfica e de um caso de estudo, expõem algumas limitações da metodologia. Estes autores referem que a metodologia não contempla todo o processo de *setup*, denota limitações na sua adaptação a outros equipamentos e que em alguns casos não será possível baixar dos 10 minutos. Este trabalho refere ainda que o trabalho de Shingo não é totalmente inovador, uma vez que foi desenvolvido após visita a uma empresa dos Estados Unidos (Danly), onde já existia um programa de redução de tempos de *setup* dos seus equipamentos antes da década de 50. Na sequência do referido por Sugai et al. (2007) importa referir que Shingo teve um papel importantíssimo no desenvolvimento da metodologia e na sua divulgação.

Efectivamente a metodologia de Shingo (1985) apresenta algumas dificuldades de implementação na mudança quando se muda de equipamento e/ou de ramo de actividade. Ao tentarmos implementar o SMED em equipamentos diferentes das prensas, a metodologia ajuda a identificar o trabalho interno e externo e a converter trabalho interno em externo mas, na fase seguinte será complicado usar os exemplos e técnicas avançados por Shingo por serem muito específicos.

Este trabalho, sendo de análise crítica, não refere, que a principal dificuldade no processo de implementação do SMED poderá estar na não compreensão de que o SMED terá de estar inserido num programa de melhoria contínua. Assim como referem Moxham e Greatbanks (2000) e Satolo e Calarge (2008), a força de trabalho que irá formar as equipas de trabalho terá de ser motivada, receber formação em melhoria contínua e, se possível, ser envolvida em equipas de trabalho de projectos mais simples como equipas 5S ou de Gestão Visual antes de se passar a projectos de melhoria contínua mais complexos.

Em Portugal foram desenvolvidos vários casos de estudo, nos segmentos industriais mais diversos, em que se utiliza a metodologia SMED como ferramenta de redução de tempo de *setup*. Estes trabalhos têm vindo a surgir no âmbito de dissertações de Mestrado. Podemos destacar o trabalho realizado no segmento da injeção de plásticos (Couto, 2008) e (Pais, 2008), produção de pincéis e trinchas (Mota, 2007) e sistemas de encadernação (Lopes et al., 2010).

O que podemos concluir, após a análise destes trabalhos, é que, apesar de terem sido desenvolvidos em equipamentos muito diferentes, todos eles apresentam ganhos de redução de tempo de *setup* bastante significativos. Estes resultados, como resultado da

implementação da metodologia SMED, têm vindo a proporcionar às empresas aumentos de capacidade de competir nos mercados cada vez mais globais. Outro factor que importa realçar, e que é transversal a estes trabalhos, é que apesar de ter a metodologia de Shingo por base, a implementação propriamente dita apresenta variações bastante significativas de trabalho para trabalho.

Posto isto, podemos concluir que quem se propõe a desenvolver um trabalho de redução de tempo de *setup* poderá seguir a metodologia mas não deverá deixar-se limitar pelas técnicas apresentadas por Shingo (1985) e tentar encontrar, juntamente como os restantes elementos das equipas de trabalho, soluções específicas para problemas específicos. Todos os projectos de melhoria do tempo de *setup* serão diferentes de empresa para empresa, até mesmo no caso de se tratar de equipamentos semelhantes.

Capítulo 3 - Metodologia

A metodologia a usar irá ser o SMED, ferramenta já apresentada no ponto 2.3. Durante a implementação foram seguidas as diversas fases e tentou utilizar-se, na medida do possível, as técnicas apresentadas por Shingo (1985). Algumas das referidas técnicas não puderam ser aplicadas ao nosso caso de estudo por se tratar de equipamentos muito diferentes das prensas usadas para desenvolver a metodologia.

Para além dos aspectos directamente relacionados com a redução do tempo de *setup* será dada atenção a outros tempos improdutivo que possam surgir durante o corte de espuma. Estes tempos improdutivo, não relacionados com o *setup*, listados na Tabela 8, são as paragens forçadas após arranque da máquina. Estes tempos improdutivo não incluem as paragens por avaria já consideradas na Tabela 1.

Este trabalho é um *case study*, uma abordagem exploratória, em que se pretende implementar uma ferramenta de melhoria do tempo de preparação. O presente trabalho pretende o desenvolvimento de novas abordagens experimentais, tal como a presente, que permitam a melhoria contínua dos processos, a redução dos custos de produção e o aumento da produtividade.

O primeiro passo na implementação da metodologia foi a comunicação aos envolvidos nos processos de que iria decorrer um trabalho de melhoria contínua. Este passo, extremamente importante, teve o intuito de informar quais as vantagens e objectivos da ferramenta e de explicar, de forma clara, as várias fases do processo. Desta forma pretendia-se que seja quebrada parte da resistência à mudança que normalmente existe neste tipo de processos.

Posteriormente, procedeu-se à filmagem de várias séries produtivas de espumas diferentes, em equipamentos diferentes e com operadores diferentes. Estes vídeos permitiram uma análise detalhada do processo, o registo, classificação e cronometragem das tarefas. Esta análise foi complementada com informação dos registos de produção existentes no sistema informático da empresa relativos ao primeiro semestre de 2010. O recurso a estes registos permitiu uma caracterização mais completa da situação de partida e o cálculo médio dos ganhos relativos a situações pontuais de improdatividade (virar os blocos, por exemplo). Sabendo o tempo total desperdiçado por um determinado motivo foi possível calcular qual o seu peso médio no processo actual.

Com recurso ao registo anteriormente referido das tarefas que compõem o processo de fabrico dos rolos, desde o último rolo bom de uma determinada série até ao último rolo bom da série seguinte, iniciou-se o processo de análise das tarefas classificadas como

trabalho interno (máquina parada) que puderam passar para trabalho externo (máquina em funcionamento).

Seguidamente passaremos à Fase 3 da implementação da metodologia em que foram analisadas todas as tarefas com o intuito de reduzir o tempo de execução das mesmas. Nas duas últimas fases da implementação foram envolvidos todos os elementos da equipa de trabalho e todos contribuíram para a obtenção de soluções que permitissem reduzir ou eliminar tarefas do trabalho de preparação do bloco e também eliminar outras paragens durante o processo de corte dos rolos.

Após a implementação da metodologia, com recurso novamente ao registo de tarefas do processo de fabrico e ao registo informático das séries de fabrico do primeiro semestre de 2010, foram listadas todas as paragens após o arranque do corte dos rolos. Estas paragens denominadas neste trabalho como “outros tempos improdutivo” foram, também, analisadas e definidas acções para as eliminar. Com a análise destes tempos improdutivo todo o processo de fabrico foi contemplado, a obter-se os os ganhos no período de preparação do bloco e após o arranque do corte dos rolos.

Na parte final foi realizado um novo modo operatório que será posteriormente usado por todos os operadores das Loopers. Este novo modo operatório poderá ser usado futuramente como a situação de partida em novas acções de melhoria do tempo de preparação destes equipamentos.

Capítulo 4 – Caso de estudo

4.1 Apresentação da empresa

A empresa dedica-se à produção de espuma em poliuretano poliéter e poliéster para o mercado automóvel, colchoaria, mobiliário, entre outros. Os clientes estão espalhados um pouco por todo o mundo, embora os seus principais mercados sejam Portugal, Espanha, França, Brasil e México.

As matérias-primas usadas na produção da espuma são produtos derivados de petróleo e água. A produção de espuma em bloco resulta do bombeamento das diversas matérias-primas para uma cabeça de mistura que posteriormente deslizam num túnel e reagem formando um bloco contínuo. Este bloco é seccionado e armazenado, numa zona especialmente preparada para o efeito – denominado por “Cura”, onde permanece por um período mínimo de 4 horas. A “Cura” não é mais que um local aberto, devidamente protegido com sistema anti-incêndio, onde a espuma irá libertar os gases inerentes da reacção química das matérias-primas. A espuma segue posteriormente para os armazéns de blocos de 60 metros e 20 metros de comprimento.

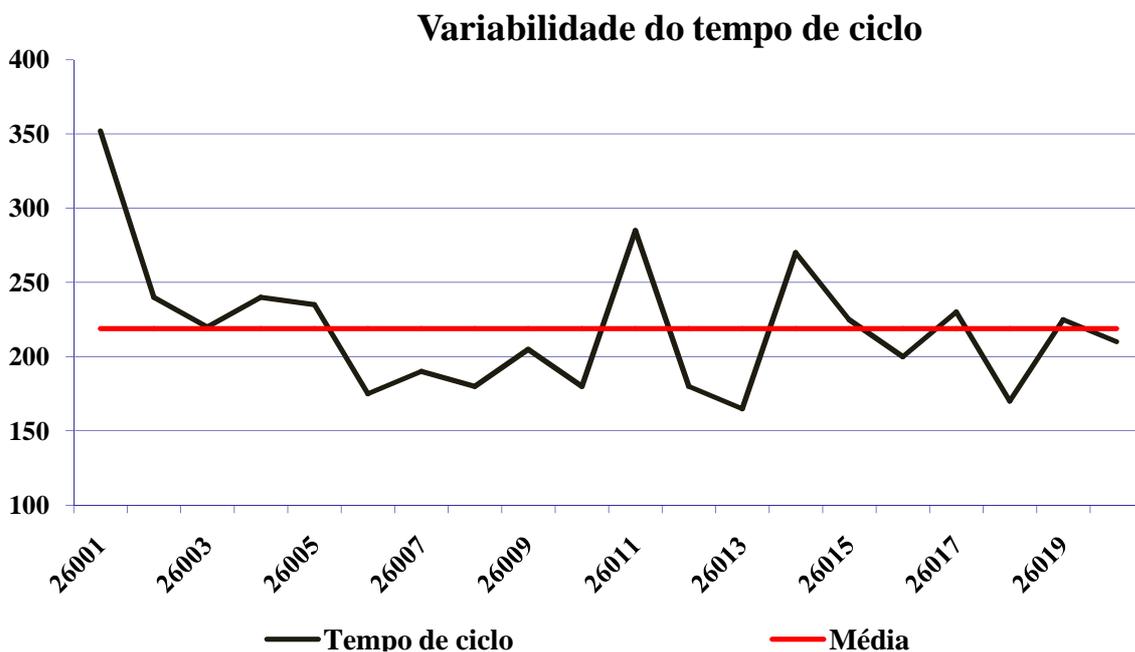
Podemos dividir a transformação de espuma em dois grandes grupos: a transformação de blocos de 60 metros em rolos e a transformação dos blocos de 20 metros em placas, modelos e em blocos mais pequenos. Os blocos de 60 metros são cortados nas Loopers e os blocos de 20 metros são inicialmente cortados nos complexos de corte podendo posteriormente seguir para as copiadoras, carrossel e verticais.

O caso de estudo deste trabalho irá incidir sobre a parte do processo produtivo que transforma os blocos de espuma com 60 metros em rolos de espuma. A empresa dispõe de três equipamentos que, embora semelhantes, têm características diferentes. As Loopers 1 e 2 são as mais recentes e as mais fiáveis, estando a Looper 3 a ser usada apenas para o corte de rolos com espessuras superiores a 5 mm. Em termos físicos, as Loopers estão localizadas em dois espaços diferentes, estando Looper 1 e 3 situadas no mesmo pavilhão e a Looper 2 num outro pavilhão. Importa referir que o pavilhão onde se encontram as Loopers 1 e 3 tem um espaço menor do que o que seria desejado tornando ineficiente o fluxo de produtivo, que poderia ser obtido em condições menos exíguas. O abastecimento da Looper 3 demora cerca de 30 minutos por bloco.

4.2 Caracterização da situação inicial

A observação de diversas séries de fabrico permitiu verificar que, tal como referido no Estágio 0, o processo de corte de blocos de 60 metros nas Loopers denota ausência de método. O tempo de ciclo é muito variável, mesmo quando se comparam referências semelhantes. Na Figura 8 temos um gráfico com o tempo de ciclo (em minutos) de 20 séries produtivas consecutivas, do mesmo tipo de espuma e de espessuras iguais. A variabilidade é notoriamente muito elevada e, como podemos verificar na figura 8, os tempos variam entre os 165 e os 352 minutos. Tendo em conta que o processo de corte de rolos tem uma duração aproximada (+/- 10 minutos) em todas as séries de fabrico, a variabilidade do tempo total de ciclo produtivo é causada pela variabilidade de tempo de mudança de série e pelas paragens após arranque do corte do bloco (outros tempos improdutos).

Figura 8 – Variabilidade do tempo de ciclo do corte de rolos (minutos)



Fonte: Elaboração própria

A caracterização da situação inicial não é tarefa fácil, mesmo observando um elevado número de ciclos produtivos e desenvolvendo um trabalho exaustivo de identificação de anomalias responsáveis pela variabilidade do tempo de *setup*, dificilmente poderemos garantir que todas foram contempladas. Por isso mesmo, quanto maior a informação que

possamos recolher para que estas anomalias sejam identificadas, maior será a probabilidade de conseguirmos atingir o objectivo proposto.

Em seguida vamos apresentar alguns dados recolhidos para calcular o tempo médio usado em *setups*, nas Loopers, no primeiro semestre de 2010. Na Tabela 1 temos o cálculo do tempo usado, no primeiro semestre de 2010, para satisfazer os pedidos dos clientes.

Tabela 1 – Tempo usado para produzir as solicitações dos clientes

Tempo usado para produzir solicitações dos clientes - 1º Semestre 2010		
Número de dias com 5 turnos	93	dias
Número de dias com 6 turnos	29	dias
Horas extraordinárias	223	horas
Horas de paragem por avaria	-107	horas
Total	307.290	min

Fonte: Elaboração própria

Sabendo a quantidade total, em metros, cortada no primeiro semestre e realizando uma média ponderada das velocidades de corte, conseguimos apurar qual foi o tempo usado para laminar os rolos (Tabela 2).

Tabela 2 – Tempo usado para corte de rolos

Tempo usado em corte efectivo de rolos - 1º Semestre 2010		
Quantidade de metros cortados	7.556.448	m
Velocidade média de corte	64	m/min
Tempo de corte	117.228	min

Fonte: Elaboração própria

Sabendo o tempo total usado e o tempo dedicado à laminagem de rolos ficamos a saber quando tempo foi gasto sem que tenha sido acrescentado valor aos produtos (Tabela 3). Retirando o tempo de corte ao tempo total ficamos com 190.063 minutos que corresponde ao tempo usado em *setup* e ao tempo gasto com outras paragens durante o corte de rolos.

Tabela 3 – Tempo a melhorar

Tempo a melhorar com metodologia SMED		
Tempo total	307.290	min
Tempo de corte	117.228	min
Tempo a melhorar	190.063	min

Fonte: Elaboração própria

Tendo em conta o tempo calculado na Tabela 3, calculamos o tempo improdutivo médio, por bloco, no primeiro semestre de 2010 (Tabela 4). Este tempo é, portanto, o somatório do tempo usado nas mudanças de série e do tempo improdutivo durante o corte de rolos causado por paragens não programadas.

Tabela 4 – Tempo médio a melhorar

Tempo médio a melhorar - 1º Semestre 2010		
Tempo total usado em mudanças de série	190.063	min
Número total de blocos laminados	1.665	un
Tempo médio	114	min/un

Fonte: Elaboração própria

Em resumo, o tempo médio a melhorar neste trabalho é de 114 minutos por bloco ou série de fabrico. Em seguida passaremos à implementação da metodologia.

4.3 Implementação

Estágio 1 – Separação do trabalho interno do trabalho externo

Após conhecer a realidade da empresa, através dos diversos dados recolhidos, foi iniciada a implementação dos estágios. Inicialmente foram realizadas filmagens do corte de vários blocos (lotes/séries) para que pudéssemos posteriormente analisar o processo detalhadamente. Para além das filmagens foram ainda recolhidos dados nos mapas de corte e realizadas algumas entrevistas rápidas aos operadores das Loopers com o intuito de recolher informação sobre situações que possam não ter ocorrido nas séries analisadas. Com estes dados foram realizados registos escritos das tarefas que compõem a mudança de série e foram cronometradas e classificadas as tarefas.

Como podemos verificar nos registos dos Anexos A, B, C, D e E, todas as tarefas que constituem o *setup* na situação inicial foram classificadas como trabalho interno. Na verdade todas as tarefas que constituem os gastos de tempo mais relevantes, que compunham o *setup* na situação inicial, eram realizadas com a máquina parada.

De notar que foram identificadas pequenas tarefas, relacionadas com o *setup*, que eram já realizadas com a máquina em funcionamento mas que, dado o grau de rigor que vamos usar neste trabalho (minutos), vamos desprezar. São exemplo disso a preparação da pistola da colagem e o corte dos tubos de cartão. Existia já alguma preocupação por parte dos colaboradores em realizar todo o trabalho preparatório antes de iniciar a laminagem do bloco. Assim sendo, nesta fase não temos qualquer ganho de tempo de mudança de série.

Estágio 2 – Converter trabalho interno em trabalho externo

O estágio 2 passa pela análise das diversas tarefas e passagem, dentro do possível, das tarefas internas para externas. O mesmo é dizer, passar a executar tarefas com a máquina em funcionamento que anteriormente eram realizadas com a máquina parada. Partindo dos registos efectuados anteriormente, no estágio 1, foi realizada uma análise tarefa a tarefa para averiguar quais as que conseguiríamos passar de trabalho interno para trabalho externo.

Tabela 5 – Ganho de tempo estimados do estágio 2 (minutos)

Tarefa	Antes do SMED	Depois do SMED	Ganho
Cortar chanfros	7	0	7
Limpar calota	9	0	9
Verificação de qualidade	5	0	5
Virar bloco (valor médio por bloco)	4	0	4
Espera por decisões do planeamento (valor médio)	1	0	1
Espera por decisões da qualidade (valor médio)	1	0	1
Total	27	0	27

Fonte: Elaboração própria

Corte dos chanfros

Nesta análise verificamos que, através da melhoria da precisão do corte da cutt-off do armazém, poderemos passar a cortar os chanfros antes do *setup* da Looper diminuindo desta forma o tempo de *setup* através da passagem de tarefa interna para externa.

Limpeza da Calota/Fundo

Relativamente à limpeza da calota/fundo teremos a possibilidade de realizar esta tarefa à saída da Cura recorrendo à adaptação de equipamentos já existentes na empresa. Se bem que, no caso da eliminação do corte dos chanfros a quantificação do ganho em relação a tempo de *setup* é simples, no caso do corte das calotas a quantificação dos ganhos torna-se complexa devido aos elevados ganhos indirectos que esta acção nos proporciona.

O ganho mais evidente está relacionado com o facto de já não termos de retirar os rolos de limpeza da calota/fundo, passando de imediato ao acerto de espessura. Para além desta redução de tempo, permite ainda a passagem da verificação da qualidade para tarefa externa, a viragem dos blocos (quando necessário) antes da entrada nas Loopers e facilita o planeamento de corte.

Verificação da qualidade

O corte das calotas/fundos permite um controlo de qualidade bastante eficaz, uma vez que, permite a visualização do interior do bloco. Com o controlo da qualidade a ser realizado no momento de limpeza da calota conseguimos passar mais uma tarefa para trabalho externo. Por vezes apenas é possível detectar problemas na qualidade da espuma após limpar a calota fazendo com que estes blocos tenham de regressar ao armazém havendo perdas de tempo desnecessárias.

Virar bloco

Os blocos que apresentam defeitos, não permitindo à Looper laminar dentro dos limites de espessura dos cadernos de encargos, têm de ser cortados, voltar ao armazém, têm de ser virados e voltar a passar novamente pelo processo de *setup*. Todo este processo, como podemos verificar no Anexo E, demora cerca de 80 minutos por ocorrência, ou seja, cerca de 4 minutos em média por bloco.

Espera por decisões do planeamento/ Espera por decisões da qualidade

Por último, mas igualmente importante, o corte das calotas no armazém facilita o planeamento de corte das Loopers pois permite uma triagem de qualidade dos blocos no armazém.

Em resumo, no Estágio 2, algumas tarefas da mudança de série passam a ser efectuadas antes da mudança de série (de trabalho interno passaram a trabalho externo). Estas alterações proporcionaram desde logo ganhos estimados na ordem dos 24% do total dos tempos improdutivos. De notar que esta percentagem aumenta para 27% quando calculado em função do tempo de mudança de série.

Estágio 3 – Agilizar trabalho interno e trabalho externo

O Estágio 3 trata de agilizar todas as tarefas internas e externas que compõem a mudança de série. Para isso, novamente recorrendo ao registo de tarefas realizado no Estágio 1, averiguou-se de que forma se poderiam obter reduções no tempo de execução

das tarefas. Na Tabela 6 apresentam-se tarefas em que é possível promover estas reduções ou até mesmo a eliminação destas tarefas.

No primeiro ponto, através do aumento da velocidade da Looper, é possível fazer o enrolamento dos 60 metros de fundo de bloco em 1 minuto. O outro minuto é usado para rasgar o fundo de bloco e retirar o rolo no fim do enrolamento.

A segunda tarefa, apresentada na Tabela 6, é constituída por duas do anterior modo operatório inicial. No modo operatório inicial, temos a operação de “Subir o enrolador” seguida de “Abrir Looper” para entrar o novo bloco. Através da realização das duas operações em simultâneo (trabalho paralelo) conseguimos reduzir o tempo de mudança de série em 3 minutos.

O ponto que apresenta o maior ganho não é uma tarefa propriamente dita. Trata-se de um período de paragem obrigatório para que a cola possa secar. Através de uma análise de mercado a fornecedores de cola conseguimos encontrar uma nova solução que nos permitiu, tendo em conta a correcta aplicação da mesma, uma diminuição do período médio de colagem de 11 minutos.

Tabela 6 – Ganhos de tempo estimados do Estágio 3 (min)

Tarefa	Antes do SMED	Depois do SMED	Ganho
Retirar fundo de bloco	4	2	2
Subir enrolador e abrir Looper	9	5	4
Período de secagem da cola	16	5	11
Preenchimento mapas de corte	5	0	5
Abastecimento das Looper	9	4	5
Introdução de dados na consola da Looper	5	0	5
Total	48	16	32

Fonte: Elaboração própria

Após terminarmos a aplicação da metodologia SMED, com base nas melhorias do modo operatório, conseguimos elaborar um novo modo operatório para a realização da mudança de série (Tabela 7). Este novo modo operatório é o resultado do trabalho de todos os elementos da equipa e por este facto tornou-se mais fácil assegurar o compromisso do seu cumprimento por parte dos operadores. Este modo operatório será

a base de trabalho para o próximo trabalho de redução do tempo de *setup* a realizar nas Loopers

Tabela 7 – Novo modo operatório após SMED

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado (min)
1	Último rolo bom da série A	0	0
2	Retirar fundo do bloco	2	2
3	Subir enrolador + limpeza rápida + abrir Looper	5	7
4	Abastecer Looper + Preenchimento do mapa de	5	12
5	Colar bloco	10	22
6	Período de secagem da cola	5	27
7	Ripar bloco	7	34
8	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	4	38
9	Acertar espessura	2	40
10	Primeiro rolo bom da série B	0	0

Fonte: Elaboração própria

Outros factores que levam a tempos improdutivo não relacionados com a mudança de série

Tendo em conta que os ganhos estimados no segundo estágio da metodologia são 27 minutos e os ganhos estimados no terceiro estágio são 32 minutos, retirando estes ganhos aos 114 minutos da situação inicial notamos que ainda faltam 15 minutos, em média por bloco, para atingir os 40 minutos (novo tempo estimado de mudança de série de fabrico).

Assim sendo, foi realizado um levantamento de motivos de paragens não programadas durante o processo de corte de rolos. Esta informação foi recolhida nos registos em vídeo das séries de fabrico, através de entrevistas aos operadores e nas observações dos mapas de corte. Os resultados desse levantamento estão mencionados na Tabela 8.

Tabela 8 – Listagem de outros tempos improdutivos

Tempos improdutivos	Solução
Paragens por falta de espaço	Melhoria da logística interna; Parar Looper 3
Incumprimento de horários	Responsabilização das chefias directas
Pequenas avarias não comunicadas à Manutenção relacionadas com a pistola da cola, a tesoura e o sensor	Substituição dos equipamentos
Avaria informática	Substituição dos equipamentos

Fonte: Elaboração própria

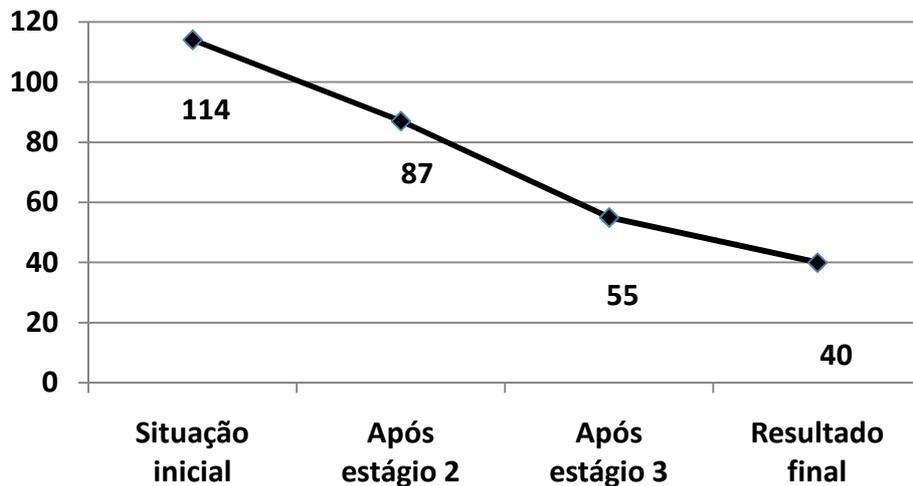
Ao analisar os mapas de corte notamos que existiam diversas anotações de paragens por falta de espaço e por pequenas avarias. O nosso trabalho não estaria completo se não tivéssemos também tomado medidas para solucionar estes tempos improdutivos.

A solução para resolver o problema das pequenas avarias é extremamente simples pois trata-se de equipamentos auxiliares relativamente baratos. A solução passa por substituir, nas Loopers 1 e 2, as pistolas da cola, os sensores, a tesoura e também as impressoras de etiquetas. Apenas serão substituídos nessas duas máquinas porque a solução encontrada para resolver as paragens por falta de espaço é a suspensão de funcionamento do equipamento Looper 3. O corte de rolos em simultâneo na Looper 1 e 3, especialmente quando eram cortados rolos de metragem baixas, implicava que a logística interna não conseguisse escoar toda a produção. As melhorias apresentadas no presente trabalho aumentam a capacidade de máquina dos equipamentos fazendo com que a produção dos equipamentos Looper 1 e 2 seja suficiente para satisfazer os pedidos dos clientes. Foi ainda notório nos registos recolhidos em vídeo que os operadores não estavam a cumprir os horários estipulados e que as perdas rondavam os 10 minutos ao almoço/jantar e cerca de 5 minutos por intervalo. Este é sem dúvida mais um motivo que contribui para perdas de tempo não só durante o tempo de corte efectivo de rolos mas também nas mudanças de série. Para conseguir solucionar este problema estão a ser responsabilizadas as chefias directas e sensibilizados os operadores durante as formações para a importância do cumprimento dos horários no cumprimento dos prazos de entrega dos clientes.

Capítulo 5 – Discussão dos resultados

O resultado global, com implementação deste trabalho, como podemos ver na Figura 9, é uma redução de 114 minutos para 40 minutos. Esta melhoria no tempo de mudança de série traduz-se numa redução de 65% dos tempos improdutivos. Os 40 minutos como novo tempo de mudança de série passará a ser o *standard* e surge através da análise dos diversos registos existentes e de acordo com os restantes elementos da equipa SMED das Loopers.

Figura 9 – Evolução dos tempos improdutivos (minutos).



Fonte: Elaboração própria

Estes resultados, quando analisados por fase de implementação, traduzem-se em redução dos tempos improdutivos de 24% no Estágio 2, de 28% no Estágio 3 e de 13% com a redução de tempos improdutivos não relacionados com o *setup*.

A redução do tempo de *setup* irá ainda permitir obter um importante ganho de capacidade de máquina aumentando a flexibilidade de resposta às solicitações dos clientes. A empresa tem, neste momento, dois clientes no mesmo polígono industrial que exigem respostas muito rápidas aos seus pedidos. Ao diminuirmos o tempo de preparação dos blocos vamos conseguir diminuir o tempo de entrega desses pedidos.

Esta redução permite ainda reduzir os custos de produção. O peso da MOD e Máquina no custo industrial deste tipo de artigo é de cerca de 20% do custo total. Assim sendo, teremos uma redução de cerca de 13% no custo de produção o que significa um aumento na margem de lucro na venda de rolos.

Em seguida, com recurso aos dados fornecidos pelo Departamento de Recursos Humanos e pelo Departamento de Controlo de Gestão, que podemos ver na Tabela 9, vamos fazer uma valorização dos ganhos de MOD e custo Máquina.

Tabela 9 – Custo máquina e MOD em horário normal e extraordinário - Loopers

Custo horas extraordinárias	Valor (€)	Custo horário Normal	Valor (€)
MOD extraordinárias	32,6	MOD	16,3
Máquina	21,7	Máquina	21,7
Total	54,3	Total	38,0

Fonte: Elaboração própria

Como podemos verificar na Tabela 1, o tempo total usado no primeiro semestre foi 307.290 minutos, ou seja, 5.122 horas. Com a redução de 65% dos tempos improdutivos teríamos um ganho de 3.329 horas das quais 223 em horário extraordinário.

Assim sendo, através de cálculos muito simples, podemos concluir que os ganhos seriam de cerca de 12.109€ em horário extraordinário e 118.028€ em horário normal. O ganho total seria então de 130.137€.

Tabela 10 – Valorização dos ganhos estimados

	Tempo (horas)	Custo (€/hora)	Valor (€)
Tempo ganho (horas extraordinárias)	223	54,3	12.109
Tempo ganho (horário normal)	3.106	38,0	118.028
		Total	130.137

Fonte: Elaboração própria

Tal com anteriormente apresentado, com recurso apenas a pequenos investimentos, conseguimos reduzir significativamente o tempo de mudança de série. Neste trabalho poderia ter-se ainda dado maior importância ao processo de colagem do bloco onde, através da criação de uma instrução de trabalho específica e treino dos operadores, é ainda possível termos diminuição do tempo de setup sem recurso a investimentos

Os resultados poderiam ser ainda melhores se fossem realizados investimentos na melhoria da velocidade de abertura das Loopers, da velocidade dos transportadores, da velocidade dos ripadores e na aquisição de um equipamento para ripar o bloco antes de entrar nas Loopers. Para isto teríamos de realizar um projecto, juntamente com o responsável da manutenção, para avaliar a viabilidade económica dos investimentos. No caso dos referidos investimentos fossem realizados teríamos um ganho de sete minutos, por passagem da ripagem do bloco para tarefa externa, e ganhos, que dependeriam da melhoria da eficiência dos equipamentos instalados, com o aumento da velocidade dos mesmos.

Capítulo 6 – Conclusões e investigação futura

Com este trabalho podemos concluir que é possível conseguir importantes ganhos de redução de tempo de preparação apenas com recurso a melhorias organizacionais e pequenos investimentos. Como pudemos verificar nos capítulos anteriores, neste trabalho conseguiram-se melhorias de 65% no tempo de *setup*. Por vezes, não são as ferramentas mais caras, sofisticadas e de difícil implementação a melhor solução para os nossos problemas.

O processo de resolução de problemas deverá ter sempre em conta as ideias das pessoas que estão directamente envolvidas no processo. Muitas vezes, estas ideias resultam em ferramentas simples, eficazes e de baixo custo. No SMED e todas as outras ferramentas de melhoria contínua deverá haver a crença de que as pessoas que estão directamente envolvidas no processo conseguem encontrar as melhores soluções para os problemas do processo. Este tipo de ferramentas deverá ser implementado em empresas em que os seus colaboradores tenham já algum conhecimento sobre melhoria contínua. O desenvolvimento deste trabalho permitiu observar a importância das diversas formações, em ferramentas *Lean* como a Gestão visual e os 5S, que a empresa tem vindo a proporcionar aos seus colaboradores.

A implementação da metodologia SMED em equipamentos e processos muito diferentes dos usados para a desenvolver torna a implementação mais complexa. Uma grande parte das técnicas que são apresentadas por Shingo (1985) não tem aplicabilidade quando se muda de equipamento. Dada a grande diversidade de equipamentos que podemos encontrar nos mais diversos ramos de actividade seria muito difícil publicar um trabalho que contemplasse as diversas tipologias de equipamentos existentes. Assim sendo, tal como afirmado por Shingo (1985) e contrariamente ao argumentado por Sugai et al (2007), esta metodologia poderá ser usada em qualquer equipamento, passando pelas várias fases e encontrando soluções para os problemas que vão surgindo, recorrendo ao trabalho em equipa. Tal como em outros trabalhos práticos já referidos no ponto 2.4, os resultados esperados diferem do anunciado por Shingo (1985) para as diversas fases. As equipas de trabalho terão de ter persistência e continuar a acreditar que o resultado de um trabalho de melhoria é apenas a melhor forma de trabalhar num dado momento e deverá servir de base para o próximo trabalho de melhoria.

Deveremos ter sempre presente que, após se conseguirem ganhos na redução do tempo de *setup*, é preciso conseguir mantê-los. Para isso, deverá ser mantido um registo ou realizadas auditorias regulares ao processo e deverão ser comunicados os resultados

aos envolvidos. A manutenção dos ganhos é fundamental para que sirva de base para o próximo trabalho de melhoria que possa vir a ser realizado. Os registos serão fundamentais para que o trabalho da nova caracterização da situação inicial seja mais fácil.

Importa referir que este trabalho é apenas um estudo exploratório, resultado de um projecto experimental, envolvendo inovação incremental e análise comportamental das pessoas envolvidas.

Este trabalho foi uma primeira abordagem de redução do tempo de *setup*. Não foi nossa preocupação conseguir resultados demasiado ambiciosos e de grande precisão. Isso poderá ser constatado no caso de estudo por termos escolhido o minuto como unidade de medida. Uma proposta de continuidade do trabalho poderá ser usar este trabalho como situação inicial e realizar uma nova abordagem na tentativa de baixar ainda mais o tempo de mudança de série e tendo um grau de rigor maior escolhendo como unidade de medida o segundo. Ainda como proposta de continuidade de trabalho, seria importante melhorar a manutenção dos equipamentos. Assim sendo, outro passo importante na melhoria da produtividade seria a implementação do TPM que beneficiaria não só as Loopers como também os restantes equipamentos da empresa.

Ainda como perspectivas futuras, com o intuito de otimizar o capital humano, poder-se-á envolver o grupo através de *brainstorming* e/ou outras técnicas de geração de ideias. De forma a conseguir um melhor acompanhamento deverão ser criados procedimentos internos e deverão ser definidas novas metas para melhorias subsequentes. As inovações radicais poderão ser outro aspecto a considerar.

Os ganhos obtidos nestes equipamentos poderão e deverão ser difundidos internamente, através da Gestão Visual por exemplo. Desta forma poderá resultar num efeito de arrostamento e motivador para que possam surgir outros projectos semelhantes em outros equipamentos ou processos de outros sectores.

O valor estimado dos ganhos que a empresa poderia ter tido no primeiro semestre de 2010, nas condições apresentadas neste trabalho, é sem dúvida uma prova do valor da metodologia. Não nos poderemos esquecer que esta estimativa contempla apenas MOD e custos de máquina, não estão contabilizados outros custos directos e indirectos.

Referências

- Badurdeen A., (2007) *Lean Manufacturing Basics*, [em linha]
URL:<<http://www.leanmanufacturingconcepts.com>>.
- Barker, J.A. (2004) *Summary Points of The Power of Vision*, [em linha]
URL:<http://www.executiveevolution.com/docs/Power_of_Vision.pdf>.
- Courtois A., Pillet, M. e Martin-Bonnefous C., (2007) *Gestão da Produção*, Lisboa: Lidel.
- Couto, R.J.A. (2008) *Estudo de Implementação do Método SMED e do Método de Taguchi no Processo de Injecção de Plásticos*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Cusumano, M.A., (1989) *The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota*, Massachusetts: Harvard East Asia Monographs.
- Gest, G., McIntosh, R.I., Mileham, A.R. e Owen, G.W. (1995) "Review of Fast Tool Change Systems", *Computer Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 8, n. 3, pp. 205-210.
- Lopes, R., Neto, C. e Pinto, J.P. (2003) *Aplicação Prática do Método SMED*, [em linha]
URL:<http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/artigo_quickchangeover.pdf>.
- McIntosh, R.I., Culley, S.J., Mileham, A.R. e Owen, G.W. (2001) "Changeover Improvement: A Maintenance Perspective", *International Journal of Production Economics*, pp. 153-163.
- Miller, J. (2006) *Reflections on Standard Work*, [em linha]
URL:<http://www.gembapantarei.com/2006/04/reflections_on_standard_work.html>.
- Monden, Y. (1984) *Produção Sem Estoques: Uma Abordagem Prática ao Sistema de Produção da Toyota*, São Paulo: IMAM.
- Mota, P.M.P. (2007) *Estudo e Implementação da Metodologia SMED e o seu Impacto numa Linha de Produção*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Moxham, C. e Greatbaks, R. (2001) "Prerequisites for the Implementation of the SMED Methodology", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18, n. 4, pp. 404-414.
- Pais, G.C.S. (2008) *Estudo e Implementação da Metodologia SMED na Inplas*, *Dissertação de Mestrado*, Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Rother, M. e Shook, J. (2003) *Learning to See*, Cambridge, The Lean Enterprise Institute.

- Satolo, G.E. e Calarge, F.A. (2008) "Troca Rápida de Ferramentas: Estudo de Casos em Diferentes Segmentos Industriais", *Exacta*, Vol. 6, pp. 283-296.
- Shingo, S. (1985) *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Cambridge: Productivity Press.
- Shingo, S. (2000) *O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas*, Porto Alegre: Bookman Editora.
- Sugai, M., MacIntosh, R.I. e Novaski, O. (2007) "Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): Análise Crítica e Estudo de Caso", *Gestão da Produção*, Vol. 14. n. 2, pp. 323-335.
- Womack, J.P. e Jones, D.T. (1994) "From Lean Production to Lean Enterprise", *Harvard Business Review*, p. 93-103
- Womack, J.P. e Jones, D.T. (1998) *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*, Rio de Janeiro: Campus.
- Womack, J.P., Jones, D.T. e Roos, D. (1990) *The Machine That Changed the World*, Canada: Macmillan Publishing Company.

Anexo A – Registo de tarefas do mapa 26277

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado	Class. Trabalho		Factos adicionais, ideias, Observações
				Interno	Externo	
1	Último rolo bom PQ0171/13	0:00	0:00			
2	Retirar fundo do bloco	0:04	0:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Aumentar velocidade
3	Subir enrolador + limpeza rápida da máquina	0:05	0:09	<input checked="" type="checkbox"/>		Abrir looper e enrolador em simultâneo + limpeza rápida da laminadora e enrolador
4	Abrir looper	0:04	0:13	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Preenchimento do mapa de corte	0:05	0:18	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar após paragem da máquina
6	Paragem: Intervalo	0:14	0:32	<input checked="" type="checkbox"/>		Cumprir horários
7	Abastecer looper	0:32	1:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Suspender funcionamento da Looper 3
8	Limpar calota	0:09	1:13	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
9	Verificação de qualidade da espuma	0:05	1:18	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
10	Cortar chanfros	0:07	1:25	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
11	Colar bloco	0:10	1:35	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
12	Período de secagem da cola	0:16	1:51	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
13	Ripar bloco	0:07	1:58	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
14	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	0:04	2:02	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
15	Introdução de dados na consola da looper	0:05	2:07	<input checked="" type="checkbox"/>		Programar Looper no período de secagem da cola
16	Acertar espessura	0:05	2:12	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
17	Primeiro rolo bom PQ0174/12	0:03	2:15		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
18	Paragem: avaria na impressora de etiquetas	0:16	2:31	<input checked="" type="checkbox"/>		Substituir equipamento
19	2 rolos	0:06	2:37		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
20	6 rolos	0:23	3:00		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
21	9 rolos	0:16	3:16		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
22	10 rolos	0:18	3:34		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
23	19 rolos	0:34	4:08		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
24	Último rolo bom PQ0174/12	0:02	4:10		<input checked="" type="checkbox"/>	ok

Anexo B – Registo de tarefas do mapa 26361

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado	Clas. Trabalho		Factos adicionais, ideias, Observações
				Interno	Externo	
1	Último rolo bom PQ0228/01	0:00	0:00			
2	Retirar fundo do bloco	0:04	0:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Aumentar velocidade
3	Subir enrolador + limpeza rápida da máquina	0:05	0:09	<input checked="" type="checkbox"/>		Abrir looper em simultâneo com subir enrolador e limpeza rápida da laminadora e enrolador
4	Abrir looper	0:04	0:13	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Preenchimento do mapa de corte	0:05	0:18	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar após paragem da máquina
6	Abastecer looper	0:04	0:22	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
7	Limpar calota	0:09	0:31	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
8	Verificação de qualidade da espuma	0:05	0:36	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
9	Intervalo	0:17	0:53	<input checked="" type="checkbox"/>		Cumprir horários
10	Cortar chanfros	0:07	1:00	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
11	Colar bloco	0:10	1:10	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
12	Período de secagem da cola	0:18	1:28	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
13	Ripar bloco	0:07	1:35	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
14	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	0:04	1:39	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
15	Introdução de dados na consola da looper	0:05	1:44	<input checked="" type="checkbox"/>		Programar Looper no periodo de secagem da cola
16	Acertar espessura	0:05	1:49	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
17	Primeiro rolo bom PQ0228/03	0:01	1:50		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
18	54 rolos	0:54	2:44		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
19	Paragem: falta de espaço para escoamento de rolos	0:21	3:05	<input checked="" type="checkbox"/>		Melhorar logística interna; Logística facilitada pela paragem da Looper 3
20	37 rolos	0:37	3:42		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
21	Último rolo bom PQ0228/03	0:01	3:43		<input checked="" type="checkbox"/>	ok

Anexo C – Registo de tarefas do mapa 26375

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado	Clas. Trabalho		Factos adicionais, ideias, Observações
				Interno	Externo	
1	Último rolo bom PQ0236/01	0:00	0:00			
2	Retirar fundo do bloco	0:02	0:02	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
3	Subir enrolador + limpeza rápida da máquina	0:05	0:07	<input checked="" type="checkbox"/>		Abrir looper em simultaneo com subir enrolador e limpeza rápida da laminadora e enrolador
4	Abrir looper	0:04	0:11	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Espera por decisão do planeamento	0:35	0:46	<input checked="" type="checkbox"/>		Eliminar
6	Preenchimento do mapa de corte	0:05	0:51	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar após paragem da máquina
7	Abastecer looper	0:04	0:55	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
8	Limpar calota	0:09	1:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
9	Verificação de qualidade da espuma	0:05	1:09	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
10	Cortar chanfros	0:07	1:16	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
11	Colar bloco	0:10	1:26	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
12	Periodo de secagem da cola	0:15	1:41	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
13	Ripar bloco 1x	0:07	1:48	<input checked="" type="checkbox"/>		Passagem de 1900 para 1600: Não ripar bloco e acertar largura depois de cortar rolos
14	Ripar bloco 2x	0:08	1:56	<input checked="" type="checkbox"/>		
15	Ripar bloco 3x	0:09	2:05	<input checked="" type="checkbox"/>		
16	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	0:04	2:09	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
17	Introdução de dados na consola da looper	0:05	2:14	<input checked="" type="checkbox"/>		Programar Looper no periodo de secagem da cola
18	Acertar espessura	0:05	2:19	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
19	Primeiro rolo bom PQ0240/01	0:03	2:22		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
20	Rolo rejeitado	0:02	2:24	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
21	Segundo rolo	0:04	2:28		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
22	Paragem: avaria no sensor	0:09	2:37	<input checked="" type="checkbox"/>		Substituir equipamento
23	Quatro rolos	0:13	2:50		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
24	Paragem para almoço	0:44	3:34	<input checked="" type="checkbox"/>		Cumprir horários
25	18 rolos	0:56	4:30		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
26	Último rolo bom PQ0240/01	0:02	4:32		<input checked="" type="checkbox"/>	ok

Anexo D – Registo de tarefas do mapa 26379

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado	Clas. Trabalho		Factos adicionais, ideias, Observações
				Interno	Externo	
1	Último rolo bom PQ0240/01	0:00	0:00			
2	Retirar fundo do bloco	0:04	0:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Aumentar velocidade
3	Subir enrolador + limpeza rápida da máquina	0:05	0:09	<input checked="" type="checkbox"/>		Abrir looper em simultâneo com subir enrolador e limpeza rápida da laminadora e enrolador
4	Abrir looper	0:04	0:13	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Preenchimento do mapa de corte	0:05	0:18	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar após paragem da máquina
6	Abastecer looper	0:04	0:22	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
7	Limpar calota	0:09	0:31	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
8	Verificação de qualidade da espuma	0:05	0:36	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
9	Cortar chanfros	0:07	0:43	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
10	Colar bloco	0:10	0:53	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
11	Periodo de secagem da cola	0:18	1:11	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
12	Ripar bloco	0:07	1:18	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
13	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	0:03	1:21	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
14	Introdução de dados na consola da looper	0:05	1:26	<input checked="" type="checkbox"/>		Programar Looper no período de secagem da cola
15	Acertar espessura	0:05	1:31	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
16	Virar bloco (defeito no fundo do bloco)	0:43	2:14	<input checked="" type="checkbox"/>		Corte da calota e controlo de qualidade antes da Looper
17	Cortar chanfros	0:07	2:21	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
18	Colar bloco	0:07	2:28	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
19	Periodo de secagem da cola	0:10	2:38	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
20	Limpar o fundo	0:12	2:50	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
21	Verificação de qualidade da espuma	0:05	2:55	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
22	Primeiro rolo bom PQ0178/03	0:05	3:00		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
23	Segundo rolo	0:04	3:04		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
24	Paragem: intervalo	0:16	3:20	<input checked="" type="checkbox"/>		Cumprir horários
25	Sete rolos	0:22	3:42		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
26	Dez rolos	0:29	4:11		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
27	Último rolo bom PQ0178/03	0:03	4:14		<input checked="" type="checkbox"/>	ok

Anexo E – Registo de tarefas do mapa 26394

Nº Seq.	Tarefas/Etapa	Tempo (min)	Acumulado	Clas. Trabalho		Factos adicionais, ideias, Observações
				Interno	Externo	
1	Último rolo bom PQ0204/03	0:00	0:00			
2	Retirar fundo do bloco	0:04	0:04	<input checked="" type="checkbox"/>		Aumentar velocidade
3	Subir enrolador + limpeza rápida da máquina	0:05	0:09	<input checked="" type="checkbox"/>		Abrir looper em simultaneo com subir enrolador e limpeza rápida da laminadora e enrolador
4	Abrir looper	0:04	0:13	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Preenchimento do mapa de corte	0:05	0:18	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar após paragem da máquina
6	Abastecer looper	0:05	0:18	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
7	Cortar chanfros	0:07	0:25	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar chanfros antes de abastecer a looper
8	Colar bloco	0:10	0:35	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
9	Periodo de secagem da cola	0:17	0:52	<input checked="" type="checkbox"/>		Nova cola de secagem rápida
10	Ripar bloco	0:08	1:00	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
11	Recolher ripadores + Ajustar rolos guia	0:10	1:10	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
12	Introdução de dados na consola da looper	0:05	1:15	<input checked="" type="checkbox"/>		Programar Looper no periodo de secagem da cola
13	Limpar calota	0:09	1:24	<input checked="" type="checkbox"/>		Cortar calota antes de entrar na Looper
14	Verificação de qualidade da espuma	0:05	1:29	<input checked="" type="checkbox"/>		Trabalho a realizar antes da entrada do bloco
15	Espera por decisão da qualidade	0:33	2:02	<input checked="" type="checkbox"/>		Eliminado pela triagem no armazém de blocos
16	Acertar espessura	0:05	2:07	<input checked="" type="checkbox"/>		ok
17	Primeiro rolo bom PQ0230/06	0:05	2:12		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
18	18 rolos	1:09	3:21		<input checked="" type="checkbox"/>	ok
19	Último rolo bom PQ0230/06	0:04	3:25		<input checked="" type="checkbox"/>	ok