



**Ana Marisa Tavares  
Abrunhosa**

**A Gestão do Chão de Fábrica e o Processo de  
Melhoria Contínua**



**Ana Marisa Tavares  
Abrunhosa**

**A Gestão do Chão de Fábrica e o Processo de  
Melhoria Contínua**

Relatório de projeto 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 da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes**  
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Manuel Augusto de Pina Marques**  
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel**  
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Dedico este trabalho a toda a minha família, em especial aos meus pais, Fernando Abrunhosa e Celeste Tavares, pelo apoio e confiança incontestáveis, pelo sacrifício que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui e pelo seu amor incondicional.

Ao meu namorado, Fábio Silva, pelo apoio e motivação inesgotáveis nas alturas mais tempestuosas, que me deram força para levar este projeto até ao fim.

À Universidade de Aveiro e ao DEGEI, mas em especial à minha orientadora, a Professora Carina Pimentel, pela sua disponibilidade e apoio incontestáveis durante o estágio e na execução deste projeto.

À Bosch Termotecnologia S.A. por me ter dado a oportunidade de realizar o estágio nas suas instalações e a todos os seus colaboradores, frisando os elementos do *High Output*. Um agradecimento especial ao meu orientador, o Engenheiro Paulo Vieira, por todo o seu apoio, compreensão e amizade.

**palavras-chave**

Ferramentas *Lean Manufacturing*, Melhoria Contínua, Gestão do Chão de Fábrica.

**resumo**

Atualmente existe uma elevada concorrência nos mercados, originando nas empresas a necessidade de evoluírem para conseguirem sobreviver. Para além do aumento do número de concorrentes, os próprios consumidores tornaram-se mais exigentes no que toca à qualidade e à variedade dos produtos, assim como em termos do seu custo e tempo de resposta.

Com a finalidade de melhorar a sua produtividade através de processos mais eficientes, as empresas têm vindo a implementar ferramentas *Lean Manufacturing*, como é o caso do *Value Stream Mapping*, do *Single Minute Exchange of Die* e do Sistema *Kanban*, assim como têm procurado desenvolver os seus colaboradores para a prática da melhoria contínua no seu chão de fábrica.

Com este trabalho pretende-se, por um lado, mostrar a aplicabilidade de cada uma das ferramentas acima referidas para auxiliar o controlo e monitorização do processo produtivo de uma secção de montagem de automáticos de água da Bosch Termotecnologia. Por outro lado, pretende-se expor a importância de uma boa gestão do chão de fábrica por parte dos responsáveis de equipa dessa secção, não só para a organização do seu trabalho, como também para a concretização da melhoria contínua numa base diária.

Os resultados obtidos com a implementação de cada uma destas ferramentas confirmam a sua aplicabilidade numa secção de montagem de automáticos de água e, sobretudo, a sua contribuição para aumentar a eficiência da mesma.

**keywords**

Lean Manufacturing Tools, Continuous Improvement, Shop Floor Management.

**abstract**

Currently there is a high competition in the markets, forcing companies to permanently develop themselves in order to survive. In addition to the increasing of the number of competitors, consumers have become more demanding regarding the quality and variety of products, as well as in terms of costs and response time.

In order to improve their productivity through more efficient processes, companies have been implementing Lean Manufacturing tools, such as the Value Stream Mapping, the Single Minute Exchange of Die and the Kanban System, and have sought to develop employees for the practice of continuous improvement on the shop floor.

This work is intended to show the applicability of each of the above mentioned tools in order to improve the control and monitoring of the production process of an assembly section of automatic water components, of Bosch Termotechnology company. On the other hand, it seeks to expose the importance of good management of the shop floor by the section supervisors, not only to a better organization of their work, but also for the pursuit of continuous improvement on a daily basis.

The results obtained with the implementation of each of these tools confirm their applicability to the assembly section of automatic water components and, especially, its contribution to the increasing of the section efficiency.

# Índice

<b>Capítulo 1 - Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento e Motivação .....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia de Investigação .....	3
1.4. Estrutura do Relatório .....	4
<b>Capítulo 2 - Enquadramento Teórico e Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	7
2.1.1. Origem e Evolução .....	7
2.1.2. Princípios <i>Lean Manufacturing</i> .....	9
2.1.3. Formas de Desperdício .....	9
2.2. Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i> .....	10
2.2.1. <i>Value Stream Mapping</i> .....	11
2.2.2. <i>Single Minute Exchange of Die</i> .....	13
2.2.2.1. Origem e Definição.....	13
2.2.2.2. Fases Conceptuais .....	14
2.2.2.3. Benefícios e Dificuldades.....	16
2.2.3. Sistema <i>Kanban</i> .....	17
2.2.3.1. Origem.....	17
2.2.3.2. Descrição do Sistema <i>Kanban</i> .....	17
2.2.3.3. Quadro de Planeamento <i>Kanban</i> e Gestão de Prioridades .....	20
2.2.3.4. Vantagens e Requisitos .....	20
2.2.3.5. Determinação do Número de <i>Kanbans</i> .....	21
2.2.3.6. Implementação .....	22
2.3. Sistema de Gestão <i>Lean</i> .....	22
<b>Capítulo 3 - Estudo de Caso .....</b>	<b>27</b>
3.1. Apresentação da Empresa .....	27
3.1.1. Grupo Bosch.....	27

3.1.2. Bosch Termotecnologia, S.A. ....	28
3.2. <i>Bosch Production System</i> .....	30
3.3. Descrição e Análise do Sistema Produtivo da Empresa.....	32
3.3.1. Caracterização da Secção de Montagem de Automáticos de Água .....	33
3.3.2. Análise Crítica e Identificação de Problemas .....	34
<b>Capítulo 4 - Aplicação de Princípios e Ferramentas <i>Lean</i> na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia .....</b>	<b>37</b>
4.1. <i>Value Stream Mapping</i> .....	37
4.2. <i>Single Minute Exchange of Die</i> .....	40
4.2.1. Análise do Processo de Mudança de Ferramentas – Situação Atual.....	40
4.2.2. Definição do Processo de Mudança de Ferramentas – Situação Futura .....	41
4.2.3. Definição e Implementação do Plano de Ação .....	41
4.2.4. Avaliação de Resultados .....	48
4.3. Sistema <i>Kanban</i> .....	49
4.3.1. Análise do Sistema de Controlo da Produção – Situação Atual.....	50
4.3.2. Definição do Sistema de Controlo da Produção – Situação Futura .....	51
4.3.3. Definição e Implementação do Plano de Ação .....	51
4.3.4. Avaliação de Resultados .....	60
<b>Capítulo 5 - Gestão do Chão de Fábrica na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia.....</b>	<b>61</b>
5.1. Diagnóstico ao Estado Atual .....	61
5.2. Definição do Estado Futuro .....	67
5.3. Definição de Ações Corretivas.....	67
<b>Capítulo 6 - Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....</b>	<b>77</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>79</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>83</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Etapas do <i>Value Stream Mapping</i> (Fonte: Rother e Shook, 1999).....	11
Figura 2 – Exemplo de um <i>Kanban</i> de Produção Bosch (Fonte: Bosch, 2011).....	18
Figura 3 – Sistema <i>Kanban</i> Simples (Adaptado de Bosch, 2011) .....	19
Figura 4 – Quadro de planeamento <i>Kanban</i> (Adaptado de Mukhopadhyay e Shanker, 2005).....	20
Figura 5 – Práticas do Sistema de Gestão <i>Lean</i> (Fonte: Mann, 2010) .....	23
Figura 6 – Diagrama de causa-efeito do trabalho do RE (Adaptado de Imai, 1997).....	24
Figura 7 – Produtos Bosch Termotecnologia, S.A. (Fonte: Bosch, 2008b).....	28
Figura 8 – Organograma da Bosch Termotecnologia, S.A.....	30
Figura 9 – Automático de água .....	33
Figura 10 – Automático de água desmontado.....	33
Figura 11 – <i>Value Stream Mapping</i> da Secção 857.....	38
Figura 12 – <i>Value Stream Design</i> da Secção 857 .....	39
Figura 13 – Plano de ação: mudança rápida de ferramentas .....	41
Figura 14 – Exemplo de uma Folha de Observação do Tempo de <i>Setup</i> .....	44
Figura 15 – Gabaris utilizados no PT 46: antes da melhoria .....	47
Figura 16 – Gabaris utilizados no PT 46: depois da melhoria .....	47
Figura 17 – Plano de ação: sistema de controlo da produção .....	51
Figura 18 – Sistema <i>Kanban</i> Simples com supermercado para todas as referências.....	51
Figura 19 – Sistema <i>Kanban</i> com recurso ao <i>software</i> SAP para todas as referências .....	53
Figura 20 – Sistema <i>Kanban</i> com supermercado para as referências tipo A e Sistema <i>Kanban</i> com recurso ao <i>software</i> SAP para as referências tipo B e C .....	54
Figura 21 – Configuração do supermercado para as referências tipo A da Secção 857 .....	59
Figura 22 – Plano de ação: gestão do chão de fábrica.....	62
Figura 23 – Diagrama de causa-efeito da falta de tempo do RE para a melhoria contínua .....	65
Figura 24 – Trabalho Padronizado para o Responsável de Equipa da Secção 857 .....	73

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Ferramentas utilizadas na aplicação do SMED (Adaptado de McIntosh <i>et al.</i> , 2007).....	15
Tabela 2 – Funcionamento de um quadro de planeamento <i>Kanban</i> .....	20
Tabela 3 – Setores de negócio e divisões do Grupo Bosch (Adaptado de Bosch, 2008b) .....	28
Tabela 4 – Elementos <i>Bosch Production System</i> (Adaptado de Bosch, 2006) .....	31
Tabela 5 – Problemas identificados na Secção 857 através do VSM .....	39
Tabela 6 – Famílias de automáticos de água produzidas na célula 1 .....	42
Tabela 7 – Mudanças analisadas na célula 1.....	43
Tabela 8 – Mudanças analisadas entre a célula 1 e a célula 4 .....	43
Tabela 9 – Operações de <i>setup</i> realizadas e sua classificação .....	44
Tabela 10 – Poupança no carregamento das agulhas com <i>o-rings</i> no PT 75.....	45
Tabela 11 – Poupança nas mudanças entre a célula 1 e a célula 4.....	46
Tabela 12 – Poupança na duplicação da chave repartida entre o PT 46 e PT 47.....	46
Tabela 13 – Poupança com a otimização do braço da aparafusadora no PT 47.....	47
Tabela 14 – Poupança com a fixação do gabari 2 no PT 46 .....	47
Tabela 15 – Documentos <i>standard</i> utilizados no processo de mudança de ferramentas.....	48
Tabela 16 – Poupança total com a implementação do processo de mudança de ferramentas na Secção 857.....	49
Tabela 17 – Quantidade de cartões <i>Kanban</i> necessários na Secção 857 para as referências tipo A ...	58
Tabela 18 – Tarefas realizadas atualmente pelo RE da Secção 857.....	63
Tabela 19 – Descrição das tarefas realizadas atualmente pelo RE da Secção 857 .....	64
Tabela 20 – Problemas encontrados na gestão do chão de fábrica da Secção 857 .....	67
Tabela 21 – Ação corretiva: eliminação de algumas tarefas realizadas atualmente pelo RE .....	69
Tabela 22 – Ação corretiva: eliminação de tarefas realizadas pelo RE como resposta a problemas ...	70

## Lista de Siglas e Acrónimos

<b>5S</b>	<i>Seiton – Seiri – Seiso – Seiketsu – Shitsuke</i>
<b>BL</b>	Bordo(s) de Linha
<b>BPS</b>	<i>Bosch Production System</i>
<b>CIP</b>	<i>Continuous Improvement Process</i>
<b>CONWIP</b>	<i>Constant Work in Process</i>
<b>EPEI</b>	<i>Every Part Every Interval</i>
<b>FIFO</b>	<i>First-In-First-Out</i>
<b>JIT</b>	<i>Just-in-Time</i>
<b>MOE1</b>	Departamento de Produção/Engenharia 1
<b>MRP</b>	<i>Material Requirement Planning</i>
<b>OEE</b>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
<b>POT</b>	<i>Planned Operating Time</i>
<b>PPM's</b>	<i>Parts per Million</i>
<b>PT</b>	Posto(s) de Trabalho
<b>QCE</b>	Qualidade, Custos e Entrega
<b>QCO</b>	<i>Quick Changeover</i>
<b>RE</b>	Responsável de Equipa
<b>RT</b>	Responsável de Turno
<b>RA</b>	Responsável de Área
<b>SMED</b>	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
<b>SNP</b>	Quantidade de peças por <i>Kanban</i>
<b>TOP</b>	<i>Team Oriented Production</i>
<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<b>TPS</b>	<i>Toyota Production System</i>
<b>VSD</b>	<i>Value Stream Design</i>
<b>VSM</b>	<i>Value Stream Mapping</i>
<b>WIP</b>	<i>Work in Process</i>



# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo faz-se um enquadramento do tema deste projeto e as principais motivações para este trabalho, seguindo-se a exposição dos objetivos a alcançar, a apresentação da metodologia de investigação adotada na sua realização e, por fim, a estrutura deste relatório.

### **1.1. Enquadramento e Motivação**

Atualmente, com a crise económica que se faz sentir, as empresas veem-se obrigadas a reduzir custos para se manterem num mercado que é cada vez mais competitivo e exigente. Algumas soluções encontradas relacionam-se com a eliminação de atividades que não acrescentam valor ao produto, a produção de produtos de acordo com as necessidades do cliente e a criação de processos mais eficientes. Assim, para que seja mantida a satisfação do cliente, as empresas não podem descurar a qualidade dos produtos/serviços, o cumprimento dos prazos de entrega e a atribuição de preços competitivos.

Esta abordagem à produção leva à introdução de novos conceitos, como é o caso do *Lean Manufacturing*. O *Lean Manufacturing* pode ser visto como uma filosofia que permite identificar e eliminar atividades sem valor acrescentado através da implementação de princípios e ferramentas de gestão que envolvem algumas mudanças em termos organizacionais, nomeadamente ao nível dos processos operacionais e da cultura da organização (Womack *et al.*, 1990). Os seus benefícios têm levado a que muitas empresas adotem esta filosofia, sendo a empresa Bosch Termotecnologia um exemplo disso.

A empresa Bosch Termotecnologia tem implementado a produção *Lean* através do cumprimento de alguns princípios internos que vão de encontro a este modelo organizacional, mas sem descurar a cultura da organização. Este sistema de produção único da Bosch é designado por *Bosch Production System* (BPS) e os seus princípios são: orientação ao processo, sistema de produção *pull*, qualidade perfeita, flexibilidade, padronização, transparência, envolvimento e responsabilização dos colaboradores, eliminação de desperdício e melhoria contínua. Os objetivos

do BPS são produzir produtos com qualidade e cumprir os prazos de entrega ao menor custo, visando sempre a satisfação do cliente (Bosch, 2006).

A empresa tem vindo a implementar o BPS com bastante perseverança, realizando sistematicamente projetos relacionados com a implementação de ferramentas e princípios *Lean*. Contudo, é normal existirem áreas mais desenvolvidas do que outras. Com o objetivo de alcançar a excelência em todos os seus processos, a Bosch Termotecnologia tem investido esforços e recursos para que todas as áreas da empresa estejam ao mesmo nível em termos da aplicação dos princípios *Lean*. Assim, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma das secções de montagem da empresa, a Secção de Montagem de Automáticos de Água, através da implementação de conceitos e ferramentas *Lean* com potencial para a melhoria da área em questão. Esta melhoria será feita, não só ao nível do seu processo produtivo, mas também no que toca à gestão que é feita pelas chefias do chão de fábrica.

Posto isto, os principais problemas evidenciados nesta secção dizem respeito à gestão do chão de fábrica, nomeadamente, à forma como as chefias de mais baixo nível gerem o seu tempo e tarefas para conciliar as suas funções de controlo e melhoria do processo produtivo e à falta de iniciativa e criatividade para o desenvolvimento e liderança de projetos com vista à evolução e melhoria do processo produtivo da secção. A propagação destes problemas gera uma outra dificuldade que é o não aproveitamento de todo o potencial das ferramentas e práticas *Lean Manufacturing/ Bosch Production System* disponíveis na empresa que ao serem implementadas contribuirão para um aumento da eficiência da mesma, ao mesmo tempo que facilitarão o controlo e a gestão do processo produtivo por parte dos responsáveis do chão de fábrica.

Com este projeto pretendeu-se realçar, não só a importância e as vantagens que advêm da implementação de ferramentas *Lean* numa organização que ambiciona evoluir e melhorar a cada dia que passa, mas também a necessidade de uma cultura de melhoria contínua que fomenta a iniciativa e a criatividade daqueles que estão verdadeiramente inteirados dos processos produtivos para liderar projetos com vista a implementação dessas ferramentas. Só através da melhoria contínua e do controlo dos *standards* é que os processos atingem a estabilidade necessária, e como responsáveis por estas funções as chefias do chão de fábrica devem gerir o seu dia de forma a conciliar as duas. O projeto incidiu também nesta vertente procurando ajudar estas chefias a organizarem as suas tarefas e a assumirem as suas funções, com vista à sustentabilidade dos processos produtivos pelos quais são responsáveis.

## **1.2. Objetivos**

O principal objetivo deste projeto relaciona-se com a otimização do sistema produtivo da Secção de Montagem de Automáticos de Água, também designada por Secção 857, da empresa Bosch Termotecnologia, através da aplicação de princípios e ferramentas *Lean Manufacturing/Bosch Production System* e do desenvolvimento e aperfeiçoamento da capacidade

dos responsáveis do chão de fábrica para lidarem e liderarem com as ferramentas de melhoria contínua. A combinação destas duas vertentes possibilita uma redução de várias formas de desperdício, contribuindo para uma melhoria dos processos produtivos e, conseqüentemente, da produtividade da área em questão. Apresentam-se de seguida os objetivos específicos a alcançar:

- ◆ Avaliar a capacidade dos responsáveis do chão de fábrica para lidarem e liderarem com os princípios, ferramentas e técnicas *Lean Manufacturing/Bosch Production System*;
- ◆ Avaliar a forma como os responsáveis do chão de fábrica participam no processo de melhoria contínua e as ferramentas que utilizam para o suportar;
- ◆ Definir ações corretivas para melhorar a participação das chefias do chão de fábrica no processo de melhoria contínua e aprimorar a utilização das ferramentas e técnicas *Lean Manufacturing/Bosch Production System* pelos mesmos;
- ◆ Avaliar e analisar os princípios e ferramentas *Lean Manufacturing/Bosch Production System* disponíveis para suportar o processo de melhoria contínua;
- ◆ Implementar ferramentas e técnicas *Lean Manufacturing/Bosch Production System* com vista à melhoria do processo produtivo da Secção de Automáticos de Água.

Para se alcançarem estes objetivos tornou-se imprescindível a análise e a caracterização do processo produtivo atual da Secção 857, para posteriormente se proceder à definição do plano de trabalho a seguir.

### **1.3. Metodologia de Investigação**

A metodologia utilizada neste projeto foi a metodologia de Investigação-Ação. Esta escolha deveu-se ao facto desta ser caracterizada como uma metodologia de investigação ativa, envolvendo os colaboradores e promovendo a mudança (Coutinho e Dias, 2009). A metodologia envolve cinco etapas: Diagnóstico, Planeamento de Ações, Implementação de Ações, Avaliação e Especificação da Aprendizagem. Estas etapas foram, de certa forma, adaptadas ao estudo realizado, tendo-se considerado as fases seguintes:

A fase de *Análise da Situação Atual* envolveu um diagnóstico ao sistema produtivo da área a estudar e por isso foi aquela que se prolongou por um período de tempo maior. Nesta fase realizou-se um levantamento de dados e foi recolhida informação diversa junto dos operadores e responsáveis do chão de fábrica. De igual modo, foram realizadas algumas tarefas pertinentes, nomeadamente, identificação e análise de processos, desenho e análise do fluxo de materiais e de informação, análise das tarefas dos Responsáveis de Equipa, entre outras. Compilando toda esta informação, os problemas existentes na área estudada foram expostos, possibilitando a procura de soluções para os mesmos.

Seguiu-se a fase de *Definição da Situação Futura* na qual é descrita a situação que se pretende alcançar depois de resolvidos todos os problemas atuais. Assim, tendo por base os

problemas identificados na fase anterior, foram propostas melhorias a implementar no sistema produtivo, quer ao nível dos processos de produção, quer ao nível da gestão do chão de fábrica.

Seguindo a sequência das etapas, a fase que se seguiu foi a de *Definição e Implementação de Ações*. Depois de apresentadas as propostas de melhoria na fase anterior, seguiu-se o planeamento das ações a tomar, de forma a solucionar os problemas identificados. Com o plano de ações definido, o passo seguinte foi a sua implementação tendo em conta as características e os recursos da área estudada.

Finalmente sucedeu a fase de *Avaliação de Resultados*. Nesta fase foi estudado o impacto das ações tomadas e implementadas na fase anterior, tendo em conta um conjunto de indicadores de desempenho.

É importante referir que o projeto iniciou com a realização de uma revisão bibliográfica centrada no estudo de artigos científicos, casos de estudo, livros e teses, que abordam a temática da produção *Lean*: origem e evolução, princípios de gestão da produção, técnicas e ferramentas, entre outros conceitos subjacentes a esta filosofia. Ainda dentro do tema foram aprofundados conceitos relacionados com a gestão do chão de fábrica num ambiente *Lean*.

#### **1.4. Estrutura do Relatório**

O presente relatório divide-se em 6 capítulos: (1) *Introdução*, (2) *Enquadramento Teórico e Revisão Bibliográfica*, (3) *Estudo de Caso*, (4) *Aplicação de Princípios e Técnicas Lean na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia*, (5) *Gestão do Chão de Fábrica na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia* e (6) *Conclusões e Desenvolvimentos Futuros*. Assim, para além do presente capítulo, meramente introdutório, existem outros cinco que se sumariam de seguida.

O capítulo 2 é dedicado ao *Enquadramento Teórico e Revisão Bibliográfica*, refletindo a revisão bibliográfica e familiarizando o leitor com o tema do projeto. Inicialmente é introduzida a filosofia *Lean Manufacturing*, a sua origem, assim como os seus princípios e ferramentas, os quais estão na origem do *Bosch Production System*. De seguida são aprofundadas as ferramentas e técnicas *Lean* desenvolvidas neste projeto: o *Value Stream Mapping*, o *Single Minute Exchange of Die* e o Sistema *Kanban*. Para terminar é desenvolvido o conceito de Sistema de Gestão *Lean*, associado à gestão do chão de fábrica.

O *Estudo de Caso* é apresentado no capítulo 3. Neste capítulo é feita uma apresentação da empresa onde decorreu este projeto, assim como do grupo empresarial do qual esta faz parte. Para além disso, é feita uma descrição do sistema de gestão da produção da empresa, o *Bosch Production System*, assim como do seu sistema produtivo, com particular ênfase na caracterização da Secção de Montagem de Automáticos de Água e dos seus problemas atuais.

No capítulo 4, *Aplicação de Princípios e Técnicas Lean na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia*, procede-se à apresentação das propostas de melhoria desenvolvidas de acordo com os problemas identificados no capítulo anterior. São descritas as situações atuais, definidas as situações futuras e os planos de ação a implementar e, por fim, é feita uma avaliação dos resultados obtidos.

No capítulo 5 é apresentada uma outra vertente do projeto, a *Gestão do Chão de Fábrica na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia*. Neste capítulo é feita uma descrição do sistema atual de gestão do chão de fábrica da secção em questão, sendo depois definidas a situação futura e as ações corretivas necessárias para alcançar os objetivos definidos na situação futura.

Finalmente, o capítulo 6 é reservado para as *Conclusões e Desenvolvimentos Futuros*, incluindo uma reflexão sobre todo o trabalho realizado e algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.



# Capítulo 2

## Enquadramento Teórico e Revisão Bibliográfica

Neste capítulo faz-se uma revisão bibliográfica sobre o *Lean Manufacturing*, ressaltando algumas ferramentas subjacentes a esta filosofia como é o caso do *Value Stream Mapping*, do *Single Minute Exchange of Die* e do Sistema *Kanban*. É abordado, também, o conceito de Sistema de Gestão *Lean*, que se encontra associado ao processo de gestão do chão de fábrica.

### **2.1. Lean Manufacturing**

Nos dias que correm, estagnação é sinónimo de fracasso. Com a crescente globalização e o aumento da exigência por parte dos mercados, as empresas são obrigadas a evoluir em termos tecnológicos e a adotar métodos de produção mais flexíveis, de modo a aumentarem ou, pelo menos, manterem os seus níveis de competitividade e concorrência. Neste sentido, e com o objetivo de promover a melhoria contínua, a maioria das empresas tem vindo a despender consideráveis esforços financeiros e humanos na implementação de novas abordagens aos sistemas de produção, como é o caso do *Lean Manufacturing* (Shah e Ward, 2003). Esta filosofia permite identificar e eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto/serviço (Womack *et al.*, 1990), através da integração de uma grande variedade de princípios e práticas de gestão, tais como, *Just-in-Time* (JIT), sistemas de qualidade, *setups* reduzidos, sistema *pull*, fluxo contínuo, equipas de trabalho, produção celular, gestão de fornecedores, entre outras (Shah e Ward, 2003). É este o motivo que torna o *Lean Manufacturing* uma das abordagens marcantes de grande aposta, tanto por empresas de produção de bens como empresas de serviços.

#### **2.1.1. Origem e Evolução**

Após a 2ª Guerra Mundial (1939-1945), a indústria automóvel no Japão apresentava grandes dificuldades devido à destruição da sua rede industrial e à falta de poder de compra dos consumidores. Para piorar a situação, os EUA possuíam uma grande capacidade financeira e de recursos, dominando os mercados internacionais de vendas de automóveis. Ao encarar esta realidade, Taiichi Ohno, diretor da *Toyota Motor Company*, decidiu que a solução para a sua

empresa estava nas empresas americanas e resolveu, então, estudar o sistema de produção utilizado pelas mesmas (Liker, 2004 e Holweg, 2007).

A indústria ocidental tinha por base o Sistema de Produção em Massa desenvolvido por Henry Ford e Frederick Taylor, no início do séc. XX. Com este sistema Ford quebrou com a tradição da produção artesanal de automóveis, reduzindo em cerca de 90% os esforços necessários para montar um modelo Ford T (Duguay *et al.*, 1997; Towill, 2006 e Ohno, 1988). O fluxo contínuo em todo o percurso, desde as matérias-primas até à expedição do produto final, a divisão do trabalho em grupos de competências especializadas e o estudo de movimentos levaram a aumentos extraordinários da produtividade (Towill, 2006). Contudo, problemas como a falta de diversidade de produtos, tempos de entrega ao cliente demasiado elevados e processos de fabrico pouco flexíveis levaram a um colapso deste sistema de produção (Duguay *et al.*, 1997).

Ao deparar-se com tal situação, Ohno apercebeu-se de que esta não era a solução para a Toyota chegar aos seus clientes, uma vez que o mercado Japonês exigia uma grande variedade de produtos de elevada qualidade e a preços reduzidos (Holweg, 2007). Apesar de tudo, Ohno seguiu alguns dos princípios de Ford, tais como, fluxo contínuo de materiais, normalização de processos e eliminação de desperdícios (Towill, 2006), desenvolvendo, nos anos 50, uma adaptação ao sistema de produção de Ford, o *Toyota Production System* (TPS), que permitia alcançar simultaneamente elevada qualidade, baixo custo, tempos de entrega reduzidos e elevada flexibilidade. Este novo sistema de produção baseava-se na sucessiva eliminação de desperdícios e na maximização da satisfação dos clientes (Liker, 2004 e Ohno, 1988). Taiichi Ohno fez, assim, juz à sua afirmação de que *“Tudo o que fazemos é olhar para a linha temporal que inicia quando o cliente nos faz uma encomenda até ao momento em que recebemos o pagamento. E estamos a reduzir esse tempo eliminando as atividades que não agregam valor.”* (Adaptado de Ohno, 1988).

A Toyota utilizou o TPS como uma estratégia para atingir a excelência operacional, alcançada através da aplicação de métodos e ferramentas de melhoria contínua, tornando o sistema de produção Japonês famoso além-fronteiras. Não obstante, o sucesso da aplicação continuada destas ferramentas e técnicas depende de um profundo conhecimento das pessoas e respeito pelas mesmas. São os operadores que dão vida ao sistema de produção. Logo, o TPS não é apenas um conjunto de ferramentas, é um sistema sofisticado de produção que fornece as ferramentas e as técnicas necessárias para que as pessoas possam melhorar continuamente os processos com os quais trabalham (Rother, 2010). Daí o termo *“Toyota Way”* que significa uma maior dependência nas pessoas e não o oposto. As empresas dependem, inevitavelmente, dos operadores para identificar os problemas, encontrar soluções e cultivar a melhoria contínua. Neste sentido, o TPS é muito mais do que um conjunto de ferramentas e técnicas de produção, é uma cultura (Liker, 2004).

Nos anos 60 e 70, a filosofia TPS ganhou adeptos por todo o Japão, chegando aos Estados Unidos no final da década de 70. Por volta dessa altura, os empresários americanos começaram a

demonstrar um crescente interesse pelas técnicas de gestão Japonesas, com especial atenção para a otimização dos processos e redução de custos através da identificação e eliminação de desperdícios, adotando o referido sistema de produção (Womack *et al.*, 1990; Shah e Ward, 2003 e Liker, 2004). Todavia, o termo TPS estava identificado com uma marca, sendo necessário procurar um nome aceitável para o conceito. Vários nomes foram surgindo até que, em 1990, Womack, Jones e Ross publicaram o livro “*The Machine that Changed the World*”, no qual foi utilizado o termo *Lean Manufacturing*, que acabou por ser aceite por todos (Holweg, 2007). É comum utilizarem-se, também, os termos *Lean Production* e *Lean Thinking*, para fazer alusão a esta extensão do *Toyota Production System*. Desde então, este conceito tem sido mundialmente aplicado em todas as áreas de atividade económica para se referir à filosofia de gestão cujo objetivo é a criação de valor através da sistemática eliminação de desperdícios (Shah e Ward, 2003).

### **2.1.2. Princípios *Lean Manufacturing***

Segundo Womack e Jones (1996), a filosofia TPS representa um conceito de gestão com a finalidade de criar valor através da eliminação de desperdícios. A este conceito, os autores, associaram cinco princípios que, ao serem implementados na sequência que se segue, servem de *roadmap* para a implementação da filosofia *Lean Manufacturing*.

**Valor:** capacidade oferecida no valor que o cliente está disposto a pagar, no momento certo.

**Cadeia de Valor:** conjunto de atividades específicas necessárias ao desenvolvimento, produção e entrega de valor, que percorre um caminho desde as matérias-primas até ao cliente final.

**Fluxo Contínuo:** o objetivo é sustentar um fluxo contínuo e fluido desde as matérias-primas até ao produto final, evitando interrupções.

**Sistema Pull:** o cliente é quem dá início à produção, obrigando-a a produzir apenas o que este necessita, na quantidade e momento certos.

**Perfeição:** centra-se na eliminação completa dos desperdícios em todos os processos produtivos ao longo da cadeia de valor. Trata-se de incentivar a melhoria contínua a todos os níveis organizacionais, ouvindo sempre a voz do cliente.

O incentivo à melhoria contínua e a busca pela perfeição implicam identificar e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao produto, ou seja, os desperdícios. Estes podem-se propagar de diversas formas, tais como as descritas na subsecção seguinte.

### **2.1.3. Formas de Desperdício**

A filosofia *Lean Manufacturing* foca-se essencialmente na criação de valor através da sistemática eliminação dos diferentes tipos de desperdício (Womack *et al.*, 1990 e Liker, 2004). Os desperdícios associados ao conceito *Lean Manufacturing* são conhecidos por consumirem

recursos e tempo que não acrescentam qualquer valor ao produto/serviço do ponto de vista do cliente. Segundo Womack e Jones (1996) as principais formas de desperdício existentes na maioria dos sistemas de produção foram identificadas na Toyota, sendo elas:

**Produção Excessiva:** produção efetuada para além das encomendas ou mais cedo do que é necessário. O excesso de produção é considerado o pior desperdício, pois resulta em fluxos de materiais e de informação irregulares e gera outro tipo de desperdício, o excesso de *stocks*.

**Tempo de Espera:** este desperdício representa a percentagem de tempo que as pessoas e máquinas estão paradas, resultando num *lead time* elevado. Normalmente as causas para estes períodos de espera são: avarias, acidentes, problemas no *layout*, atrasos de fornecedores, entre outras.

**Transporte Desnecessário:** traduz o movimento desnecessário de materiais, originando um aumento de custos, tempo e energia. Um exemplo disso é o transporte de produtos para *stock* como resultado do excesso de produção.

**Processos Inadequados/Operações Inúteis:** um processo inadequado resulta da utilização incorreta de equipamentos, ferramentas e recursos. Já as operações inúteis são atividades que aumentam o tempo de produção e os custos.

**Excesso de Stocks:** sejam matérias-primas, produtos semiacabados ou produtos acabados, mantê-los em *stock* é uma forma de desperdício. *Stocks* excessivos acarretam outros desperdícios, tais como: ocupação de espaço, deteriorização dos *stocks*, transporte, manuseamento e armazenamento extra, necessidade extra de pessoal para gerir, entre outros.

**Movimentações Desnecessárias:** resultam da desorganização do espaço fabril, implicando grandes deslocações das pessoas que conduzem a desperdícios em termos de custo e tempo.

**Defeitos:** para além dos defeitos não acrescentarem valor são necessárias, muitas vezes, mais quantidades de matérias-primas. Os defeitos podem estar relacionados com a qualidade do produto final e com o baixo desempenho na entrega ao cliente.

Existem alguns autores que acrescentam uma oitava forma de desperdício às acima referidas: **Não Aproveitamento do Potencial Humano**. Liker (2004) considera que existem ideias, capacidades, oportunidades de aprendizagem e melhorias que são desperdiçadas com a falta de envolvimento dos colaboradores e por estes não serem ouvidos com a merecida atenção.

## 2.2. Ferramentas *Lean Manufacturing*

No sentido das empresas continuarem a ser competitivas, os sistemas produtivos são forçados, cada vez mais, a adotar filosofias e técnicas que lhes permitam ser o mais versáteis possível. Na filosofia *Lean Manufacturing* existe um conjunto de ferramentas e métodos que apoiam a concretização dos princípios *Lean* nas empresas. Algumas das ferramentas frequentemente utilizadas são: JIT, *Jidoka*, *Value Stream Mapping*, Trabalho Normalizado, Gestão

Visual, 5S, *Kaizen*, Sistema *Kanban* e *Single Minute Exchange of Die*. Contudo, no âmbito deste projeto serão aprofundadas apenas algumas dessas ferramentas, que se apresentam de seguida.

### 2.2.1. *Value Stream Mapping*

Desde que surgiu nos finais da década de 90, o *Value Stream Mapping* (VSM) tem sido uma referência para a implementação do *Lean Manufacturing*. A sua primeira abordagem foi apresentada por Mike Rother e John Shook no seu trabalho “*Learning to See*” (Rother e Shook, 1999). Nesta obra os autores desenvolveram uma ferramenta de gestão visual que permite a visualização de todo o processo produtivo de um determinado produto, desde a aquisição das matérias-primas até à entrega do produto ao cliente final. O seu objetivo é identificar e eliminar as fontes de desperdício existentes, através da representação do fluxo de materiais e de informação de determinado processo produtivo (Rother e Shook, 1999).

O VSM é uma ferramenta de lápis e papel, construída através de símbolos (Anexo 2) que traduzem uma linguagem comum, simples e intuitiva e que favorecem a compreensão do estado atual do processo produtivo, permitindo identificar melhorias e mudanças a representar num estado futuro. Segundo Rother e Shook (1999), o VSM deve seguir as seguintes etapas:

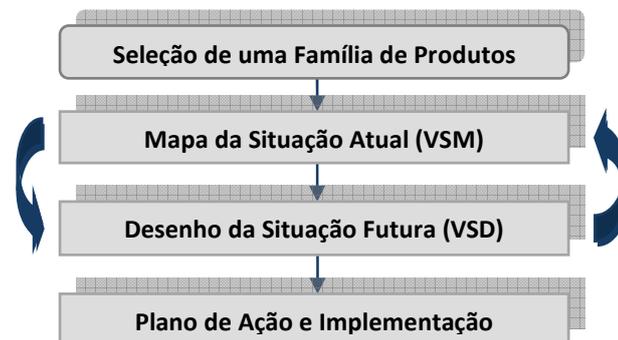


Figura 1 – Etapas do *Value Stream Mapping* (Fonte: Rother e Shook, 1999)

Na primeira etapa, como se pode visualizar através da Figura 1, é selecionada uma família de produtos, com verdadeiro impacto no desempenho da empresa, para ser alvo de análise. Na etapa seguinte são identificados os processos pelos quais passa essa família de produtos ao longo do processo produtivo, de forma a desenhar claramente a situação atual. O fluxo de materiais é desenhado na parte inferior, da esquerda para a direita, e o fluxo de informação, na parte superior da direita para a esquerda. Paralelamente é feita uma recolha de dados que ajudarão a descrever e a analisar todo o processo. De referir que esta descrição é estática, ou seja, é feita numa determinada altura e representa inequivocamente esse momento, logo a escolha do momento é muito importante e deve representar com a maior fidelidade possível a realidade da organização. Finalmente, na terceira etapa, é feita uma análise ao estado atual para se definir o estado “ideal” ou estado futuro (VSD). Rother e Shook (1999) sugerem que essa análise seja feita

através de um conjunto de perguntas e das respostas às mesmas, como suporte para a construção do mapa do estado futuro. Essas questões são as seguintes:

- ◆ *Qual o Takt Time desta família?* Isto é, com que velocidade são consumidos os produtos.
- ◆ *Produz-se para armazém ou diretamente para o cliente?*
- ◆ *Onde usar fluxo contínuo?*
- ◆ *Onde usar supermercados pull?*
- ◆ *Em que ponto(s) deve ser planeada a produção?*
- ◆ *Como nivelar o mix de produtos?*
- ◆ *Que quantidade de produto deverá ser sempre produzida?*
- ◆ *Que planos auxiliares serão necessários desenvolver para implementar o estado futuro?*

Depois de terminado o desenho do estado futuro, a sua implementação deve ser rápida recorrendo a um plano de atividades com atribuição de responsabilidades e funções. Uma vez alcançado o objetivo estipulado, o ideal é recomeçar o mapeamento de novos estados, com vista à melhoria contínua do processo (Rother e Shook, 1999).

Esta ferramenta tem sido extremamente aplicada na indústria, sendo vários os autores a escrever sobre o tema. O VSM tem sido usado para mapear o estado atual e futuro de muitos processos produtivos, como fez, por exemplo, Brunt (2000) numa empresa de produção de aço e Melvin e Baglee (2008) numa empresa de produção de iogurtes. Neste último estudo, o objetivo foi identificar fontes de desperdício no processo produtivo, cuja eliminação/minimização permitisse uma redução de 20% das emissões de CO<sub>2</sub>. Um outro estudo foi realizado por Seth e Gupta (2005) e, segundo estes autores o VSM é um elo de ligação entre as pessoas, as ferramentas e as métricas que permite alcançar uma empresa *Lean*. Para Seth e Grupta (2005), o VSM fornece uma comunicação clara e concisa entre a gestão e o chão de fábrica, permitindo um melhor entendimento e uma melhoria contínua dos conceitos *Lean*. O VSM tem sido também aplicado em áreas mais específicas, tais como no desenvolvimento da rede de fornecedores (Hines *et al.*, 1999), no desenvolvimento de produtos (McManus e Millard, 2002) e, um pouco mais tarde, na determinação de crenças, comportamentos e competências de líderes (Emiliani e Stec, 2004).

Existem alguns processos produtivos em que se torna um pouco difícil aplicar esta ferramenta. Contudo, alguns autores, como é o caso de McDonald *et al.* (2002) e de Lian e Landeghem (2007), consideram a simulação uma boa solução para estes casos. McDonald *et al.* (2002) concluíram que, para situações em que o fluxo produtivo não seja homogéneo, com tempos de mudança de ferramentas variados e com diferentes níveis de *stock* entre os processos, a simulação é um bom auxílio no uso do VSM, uma vez que permite criar vários cenários para o estado futuro. De igual modo, Lian e Landeghem (2007) apresentaram um método formal de modelação que conduz a um modelo gerador que produz automaticamente um modelo de

simulação do VSM. Assim tornaram mais fácil e rápido criar possíveis cenários do estado futuro através do modelo do estado atual.

Outro desenvolvimento feito nesta área foi realizado por Braglia *et al.* (2006), sugerindo uma nova ferramenta para aplicar o VSM no caso de empresas caracterizadas pela produção de uma grande variedade de produtos e em pequenas quantidades, significando muitos fluxos de valor compostos por milhares de produtos. O facto de existirem múltiplas linhas de produção torna difícil a implementação do VSM. Assim, Braglia *et al.* (2006) desenvolveram a ferramenta denominada *Improved Value Stream Mapping (IVSM)* através da qual é identificado o caminho crítico mais longo da produção, que será alvo de análise para identificação de melhorias. Identificadas e implementadas as melhorias, o fluxo de valor é novamente iterado e é identificado o novo caminho crítico, e assim sucessivamente.

### **2.2.2. Single Minute Exchange of Die**

Nas últimas décadas foram desenvolvidas algumas técnicas de mudança rápida de ferramentas que têm vindo a ser aplicadas na generalidade das organizações industriais, permitindo uma redução da quantidade de *stocks*, de tempos e de custos. A mais popular destas técnicas é a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) que tem como objetivo o desenvolvimento de programas que visam a redução dos custos produtivos e possibilitam uma maior flexibilidade por parte da produção (Shingo, 1985). Na subsecção seguinte, descreve-se detalhadamente a metodologia SMED.

#### **2.2.2.1. Origem e Definição**

A ferramenta SMED é uma das ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing* cujo objetivo principal é o de reduzir desperdícios de produção. Surgiu na década de 50, por intermédio do engenheiro da Toyota, Shigeo Shingo (Holweg, 2007). Na altura, o engenheiro tentava calcular a quantidade ideal de produtos que deveriam constituir um lote, de modo a reduzir custos e, segundo ele, a melhor forma de reduzir o tamanho do lote era reduzindo os tempos de paragem para mudança de ferramentas. Para além disso, também havia falta de máquinas e de espaço suficiente para produzir uma maior variedade de produtos. Neste caso a solução encontrada foi garantir que cada máquina existente na fábrica tivesse condições para produzir vários tipos de produtos, implicando uma redução do tempo necessário para mudança de ferramentas (Shingo, 1985).

Segundo Shingo (1985), a aplicação da metodologia SMED tem por objetivo possibilitar a realização do processo de mudança de ferramentas em menos de dez minutos. McIntoch *et al.* (1996) definem o tempo de mudança de ferramentas como o tempo de *setup*, que corresponde ao período de paragem entre as produções, durante a troca de produto. Van Goubergen e Van Landeghem (2002) definem tempo de mudança de ferramentas como o tempo mínimo necessário

para passar da produção da última peça boa do lote anterior, à produção da primeira peça boa do lote subsequente, sendo necessária a troca de ferramentas ou dispositivos. Portanto, percebe-se a similaridade dos processos descritos, apesar de denominações diferentes.

#### **2.2.2.2. Fases Conceptuais**

De acordo com Shingo (1985), a metodologia deve ser aplicada faseadamente, sendo que as três fases que a compõem são as que se apresentam de seguida:

##### **Fase 1 – *Separação entre operações internas e externas***

Inicialmente o processo encontra-se desorganizado e não planeado, não havendo qualquer distinção entre as operações de *setup* internas e externas. Para resolver esta situação, nesta primeira fase as operações de *setup* são identificadas e classificadas em internas e externas, sendo que Shingo (1985) define operações internas como aquelas que são realizadas com a máquina parada e operações externas as realizadas com a máquina em funcionamento. Tipicamente, nesta fase, poupa-se cerca de 30% a 50% do tempo de mudança de ferramentas (Shingo, 1985).

##### **Fase 2 – *Conversão de operações internas em externas***

O objetivo desta fase é a conversão das operações internas em externas, uma vez que as operações ao serem realizadas ainda com a máquina em funcionamento, ou seja, externamente, proporcionarão uma redução do tempo necessário para a mudança de ferramentas.

##### **Fase 3 – *Melhoria sistemática de cada operação de setup***

Por fim, a última fase visa a melhoria sistemática de cada operação de *setup* interna e externa, desenvolvendo e implementando soluções para realizar as diferentes operações de um modo mais fácil, rápido e seguro.

Segundo Nicholas (1998), depois de realizadas estas três fases, existe ainda uma quarta fase que deve ser realizada para que a implementação da ferramenta SMED seja um sucesso: a criação de procedimentos. Todas as operações de *setup* devem ser padronizadas e corretamente documentadas, de forma a assegurar que os operadores de produção seguem todos os procedimentos do processo de mudança de ferramentas.

Como cada empresa é um caso, a metodologia SMED pode seguir diferentes caminhos, dependendo da necessidade de aplicação. Monden (1994) define algumas atividades a serem realizadas durante a implementação do SMED, tais como, conhecer as condições reais das operações de *setup*, filmar as operações, para ficar a conhecer melhor as restrições de tempo e movimentos, e documentar as operações padrão. De igual modo, Moxham e Greatbanks (2001) afirmam que só existe uma implementação efetiva do SMED se forem adotados e implementados alguns pré-requisitos antes das fases que compõem esta metodologia. Os pré-requisitos

incorporam quatro áreas importantes: trabalho em equipa e comunicação, controlo visual, medição de desempenho e melhoria contínua. Em alguns trabalhos, por exemplo em The Productivity Press Development Team (1996) propõe-se a agregação de outros estágios aos já consolidados por Shingo (1985), de forma a aprimorar a metodologia. Os procedimentos são os seguintes:

1. Análise do procedimento atual de *setup*
2. Classificação das várias operações de *setup* em internas e externas
3. Conversão de operações de *setup* internas em externas
4. Desenvolvimento de soluções que permitam reduzir o tempo das operações
5. Criação de procedimentos e monitorização

Existe ainda um conjunto de ferramentas auxiliares descritas por McIntosh *et al.* (2007) que, segundo estes, facilitam a implementação dos procedimentos acima referidos. Essas ferramentas encontram-se descritas na Tabela 1, assim como as fases em que devem ser utilizadas.

**Tabela 1 – Ferramentas utilizadas na aplicação do SMED (Adaptado de McIntosh *et al.*, 2007)**

Ferramentas Auxiliares	
<b>Fase 1</b>	Uso de <i>check-lists</i> Definição de funções de cada operador Melhorar transporte de ferramentas
<b>Fase 2</b>	Preparar as mudanças previamente Automatizar as funções Uso de diferentes apertos
<b>Fase 3</b>	Melhorar o armazenamento e transporte das ferramentas Implementar operações paralelas Eliminar ajustes e automatizar

Até ao momento ainda não existem muitos estudos publicados sobre a aplicação desta metodologia, estando, na generalidade, os estudos apresentados associados aos últimos anos. Assim, Costa *et al.* (2008) procuraram melhorar uma linha de montagem final de autorrádios e os processos envolventes através da redução do tempo de mudança de ferramentas. O resultado foi positivo, destacando a importância do trabalho em equipa, da interação permanente com os operadores, da facultação de formação sobre a metodologia e da padronização e documentação dos procedimentos *standard*. De igual modo, Deros *et al.* (2011) realizaram um estudo com vista à redução do tempo de paragem das máquinas durante o tempo de *setup* e, conseqüentemente, do tempo de *setup*, de forma a aumentar a flexibilidade numa linha de montagem. Os autores focaram-se nos recursos gargalo, alcançando uma redução de 54% no tempo de paragem das máquinas e de 47% no tempo de *setup*. Moreira e Silva Pais (2011) conseguiram reduzir o tempo de *setup* de três grupos de máquinas, de uma empresa de produção de moldes, ao eliminar

atividades sem valor acrescentado, resultando num ganho de cerca de 360 000€ (cerca de 2% do volume de vendas anual). A partir destes exemplos pode-se concluir que é possível obter ganhos, muitas vezes significativos, em termos de tempo, produtividade e capital, com a implementação da metodologia SMED.

### 2.2.2.3. Benefícios e Dificuldades

“A metodologia SMED contradiz a conjectura de que os *setups* têm que demorar muito tempo” (Adaptado de The Productivity Press Development Team, 1996). Quando o *setup* é realizado rapidamente, pode ser realizado as vezes que forem necessárias. Daqui advêm diversas vantagens para a empresa, nomeadamente ao nível das entregas, da qualidade e da produtividade (Shingo, 1985 e The Productivity Press Development Team, 1996). No primeiro caso, como a produção pode ser feita em pequenos lotes, o *lead time* será menor, logo, o tempo de espera por parte do cliente também. Os produtos terão melhor qualidade, uma vez que haverá uma redução dos erros durante o processo de mudança de ferramentas. Por fim, um tempo de mudança de ferramentas reduzido reduz o tempo de paragem da linha, resultando num aumento da produtividade do equipamento. No que toca aos operadores os principais benefícios estão relacionados com a segurança e simplicidade do trabalho. Processos de mudança de ferramentas mais simples resultam em *setups* mais seguros e em ferramentas normalizadas e combinadas, que implicam menos controlo por parte dos operadores.

Visto o tempo de mudança de ferramentas estar frequentemente ligado à área de produção, algumas áreas da empresa são postas de lado no que toca à implementação das metodologias de redução deste tempo, originando falhas. Segundo Van Goubergen (2000) as áreas e as respetivas falhas frequentemente encontradas são as seguintes:

- ◆ Gestão: falta de treino e de programas de consciencialização da importância de um tempo reduzido de mudança de ferramentas, gerando desmotivação dos operadores.
- ◆ Desenvolvimento de equipamentos: muitas vezes os projetos de novos equipamentos são realizados sem ter em consideração a facilitação do processo de *setup* ao utilizador.
- ◆ Compras: os equipamentos são comprados com base nos custos de investimento, podendo implicar elevados custos com os tempos de mudança de ferramentas praticados.
- ◆ Desenvolvimento de produtos: não existe a preocupação de se realizarem padronizações, ainda na conceção dos produtos, para eliminar atividades de *setup*.
- ◆ Qualidade: quando as especificações de qualidade são muito rigorosas pode ser gerado um acréscimo do tempo com demasiados ajustes.
- ◆ Gestão de materiais: não disponibilização dos materiais em tempo útil.
- ◆ TPM: falhas no sistema de manutenção podem gerar paragens durante o processo de *setup*. McIntosh *et al.* (2001) destacam a similaridade entre o TPM e a redução do tempo de *setup*, evidenciando os benefícios da sua integração. Por um lado a manutenção

beneficia a redução do tempo de *setup* ao garantir que as ferramentas utilizadas na sua realização se encontram em boas condições. Por outro lado, o *setup* beneficia a manutenção caso as técnicas de melhoria usadas no *setup* sejam aproveitadas na manutenção (a título de exemplo refere-se o ajuste de um parafuso).

### **2.2.3. Sistema *Kanban***

#### **2.2.3.1. Origem**

O Sistema *Kanban* foi desenvolvido por Taiichi Ohno, na Toyota, na década de 50, tendo como base o princípio de funcionamento do supermercado americano. Após algum tempo de observação, as características do supermercado que mais ressaltaram a Ohno foram (Ohno, 1988): os produtos serem distribuídos em prateleiras identificadas por cartões, permitindo ao cliente retirar as quantidades de que necessita de cada produto, e a reposição destes ser feita de acordo com a procura, ou seja, à medida que os produtos vão sendo consumidos, vão sendo repostos.

Com esta visão, o japonês desenvolveu uma forma de adaptar o sistema de abastecimento utilizado no supermercado às linhas de produção da Toyota (Ohno, 1988). Por analogia, a utilização de um supermercado, agregado ao *Kanban*, possibilita um consumo e uma produção controlados e um controlo visual do *stock* de produto acabado. Neste seguimento, o processo a jusante (cliente) desloca-se ao processo a montante (supermercado) e retira as peças de que necessita (mercadorias), na quantidade e momento certos (Sugimori *et al.*, 1977).

#### **2.2.3.2. Descrição do Sistema *Kanban***

O Sistema *Kanban* sustenta o princípio de Produção *Pull*, uma vez que a produção do processo-fornecedor depende da procura do processo-cliente, ou seja, o processo precedente deve produzir apenas a quantidade retirada pelo processo subsequente. Logo, quando um cliente consome um produto, o *Kanban* é responsável por avisar o processo-fornecedor que esse produto foi consumido, tendo que ser produzida uma quantidade igual à consumida, de forma a repor o *stock* (Sugimori *et al.*, 1977; The Productivity Press Development Team, 2002 e Ohno, 1988). Foi neste sentido que Ohno (1988) desenvolveu o *Kanban*, uma palavra que no Japão significa “cartão”, cujo propósito é dar a conhecer de um modo simples e eficiente as necessidades em cada etapa da produção, permitindo uma comunicação eficiente entre todos os processos envolvidos.

Segundo Sugimori *et al.* (1977) existem dois tipos de cartão *Kanban* que viajam de um processo para outro, dentro da área de produção, substituindo o tradicional planeamento diário da produção, bem como as atividades de controlo e de acompanhamento da mesma. Esses dois tipos de cartão são designados por:

- ◆ *Kanban* de Produção: autoriza a produção ou montagem de uma determinada quantidade de produtos.

- ◆ Kanban de Transporte: autoriza a movimentação de uma determinada quantidade de um dado produto (um lote) entre o processo-cliente e o processo-fornecedor.

Um cartão *Kanban* está normalmente associado a um contentor. A quantidade de *stock* de um determinado produto é então dividida e colocada nos contentores, determinando um número máximo e fixo destes. O conteúdo de um cartão contém habitualmente a informação descrita na Figura 2 (Bosch, 2011):



Figura 2 – Exemplo de um *Kanban* de Produção Bosch (Fonte: Bosch, 2011)

De acordo com Kumar e Planneerselvam (2007) existem duas formas de controlar um Sistema *Kanban*: através de um Sistema *Kanban* Simples, onde apenas se utilizam *Kanbans* de produção, ou através de um Sistema Dual *Kanban*, que utiliza os dois tipos de *Kanban*. No entanto, Huang e Kusiak (1996) fazem referência a uma terceira forma de controlar um Sistema *Kanban*: através de uma Sistema *Kanban* Semi-Dual, no qual existe uma variação dos *kanbans* de produção e de transporte em fases intermediárias do processo produtivo.

Alguns autores estudaram variações do Sistema *Kanban*, como é o caso do método CONWIP (*Constant Work in Process*). Este funciona a partir de um número restrito de cartões na linha de produção. Quando um produto chega a uma linha controlada pelo método CONWIP, um cartão é anexado ao mesmo. Assim que ocorre o processamento do produto, o cartão é retirado e devolvido ao início da linha para ser, então, anexado a outro produto. Segundo Spearman *et al.* (1990), a principal diferença entre o método CONWIP e o Sistema *Kanban* é: no método CONWIP os produtos são puxados no início da linha de produção e empurrados dentro dela; no Sistema *Kanban* os produtos são puxados entre as linhas de produção. Consequentemente, o Sistema *Kanban* exige mais pontos de controlo do que o método CONWIP. Além disso, no método CONWIP o cartão não está relacionado ao produto e sim à linha, desta forma, o WIP está limitado para a linha e não para o produto. Num estudo realizado por Yang (2000) foi feita uma comparação entre o Sistema *Kanban* Simples, o Dual e o método CONWIP, apresentando o último um tempo de espera do cliente mais curto e menos produtos em curso. Neste projeto será abordado apenas o Sistema *Kanban* Simples.

Um Sistema *Kanban* Simples, como o próprio nome indica, funciona de uma forma muito simples e transparente, tal como se apresenta na Figura 3.



Figura 3 – Sistema *Kanban* Simples (Adaptado de Bosch, 2011)

O operador logístico do processo-cliente desloca-se ao supermercado do processo-fornecedor e retira a quantidade de produtos de que necessita, colocando o cartão *Kanban* desse contentor no quadro de planeamento do processo-fornecedor (existe ainda a possibilidade dos cartões serem colocados numa caixa de construção de lote, sendo colocados no quadro de planeamento só depois de atingido o tamanho do lote). O processo-fornecedor verifica a existência de um cartão no quadro e, como se este fosse uma ordem de produção, passa a produzir a quantidade de produtos consumida. Quando o contentor estiver abastecido, o fornecedor retira o cartão do quadro e coloca-o no contentor, que é depois transportado para o supermercado de produto acabado pelo operador logístico do processo-fornecedor, para posterior consumo por parte do processo-cliente. Este ciclo repete-se sempre que ocorre retirada de material pelo processo-cliente (Kumar e Planneerselvam, 2007).

De acordo com Mukhopadhyay e Shanker (2005), o supermercado pode ser posicionado junto do processo-fornecedor, do processo-cliente ou entre os dois. Isto vai depender das características de ambos os processos, do espaço disponível e de como é feito o abastecimento. Porém, normalmente, quando é implementado um Sistema *Kanban* Simples, este é posicionado junto do processo-fornecedor.

Existe um conjunto de regras relacionadas com a utilização do cartão e do supermercado que devem ser cumpridas quando se adota o Sistema *Kanban* para que este seja bem sucedido. Em (Huang e Kusiak, 1996 e The Productivity Press Development Team, 2002) sugerem-se as regras seguintes:

- ◆ Cada contentor deve conter um cartão *Kanban*;
- ◆ O processo-fornecedor deve produzir apenas o que foi retirado pelo processo-cliente;
- ◆ O abastecimento e consumo só deve ser efetuado com o cartão *Kanban*;
- ◆ Na falta de peças, o processo-fornecedor deve informar o processo-cliente;
- ◆ O processo-fornecedor não deve enviar peças com defeito para o processo-cliente;
- ◆ Deve ser feita uma identificação clara das prateleiras do supermercado;
- ◆ Deve existir uma identificação clara do FIFO (*First-In-First-Out*) para assegurar que as peças armazenadas não se tornam obsoletas e que os problemas de qualidade não são “escondidos” no *stock*;

- ◆ Devem definir-se limites máximos e mínimos em termos de número de *Kanbans* no supermercado.

### 2.2.3.3. Quadro de Planeamento *Kanban* e Gestão de Prioridades

O quadro de planeamento destina-se à afixação dos *Kanbans*, permitindo saber a qualquer momento qual o número de cartões em circulação para cada produto (A, B, C, etc) e quantos contentores de cada tipo de produto existem a jusante. Mukhopadhyay e Shanker (2005) dividem o quadro em três zonas: crítica (vermelho), moderada (amarela) e segura (verde). A zona crítica indica que o *stock* está no seu mínimo, a moderada indica um nível “ótimo” de *stock*, tendo em conta os tempos de paragem planeados e a segura indica o nível máximo de *stock* com base nos tempos de paragem atuais.

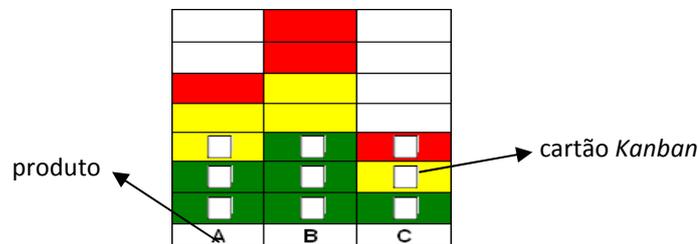


Figura 4 – Quadro de planeamento *Kanban* (Adaptado de Mukhopadhyay e Shanker, 2005)

A existência de um cartão no quadro significa que foi consumido um contentor de um determinado produto. Os primeiros cartões a produzir são os que se encontram na zona vermelha, seguindo-se os da zona amarela e por fim os da zona verde. Analise-se, por exemplo, a configuração da Figura 4:

Tabela 2 – Funcionamento de um quadro de planeamento *Kanban*

Produto	<i>Kanbans</i> em Circulação	<i>Kanbans</i> Consumidos	<i>Kanbans</i> no Supermercado
A	5	3	2
B	7	3	4
C	3	3	0

Como se pode verificar através da Figura 4 e da Tabela 2, o produto que deve ser produzido em primeiro lugar é o C, uma vez que é o único que possui um cartão na zona vermelha e não possui nenhum contentor no supermercado.

### 2.2.3.4. Vantagens e Requisitos

O Sistema *Kanban* é uma ferramenta de controlo da produção extremamente simples, visual, efetiva e pouco dispendiosa (Mukhopadhyay e Shanker, 2005), sendo as suas principais vantagens, de acordo com Huang e Kusiak (1996) e The Productivity Press Development Team (2002), as seguintes:

- ◆ Redução de *stocks*. Ao se calcular a quantidade de *Kanbans* com base nas condições correntes do processo produtivo obtém-se uma redução do *stock*, que segundo Ohno (1988), pode baixar entre 25% a 75%.
- ◆ Melhoria do fluxo de materiais. Com o Sistema *Kanban* existe uma integração e uma simplificação dos processos, tornando-os mais claros e eficazes, havendo uma circulação de materiais/produtos de acordo com a procura do cliente.
- ◆ Melhoria da produtividade. O *Kanban* previne o excesso de produção, uma vez que especifica o tamanho do contentor e o número máximo de contentores a serem produzidos.
- ◆ Coordenação da produção em lotes pequenos, permitindo uma produção mais diversificada, o que se traduz numa vantagem competitiva face à concorrência.
- ◆ Melhoria na resposta às variações da procura. Como é definido um nível mínimo e máximo de *Kanbans*, estes fornecem sinais de quando se deve produzir ou não.
- ◆ Descentralização do planeamento da produção (Mukhopadhyay e Shanker, 2005). A produção deixa de receber o Plano de Produção e passa a produzir de acordo com a procura do processo-cliente, possibilitando um controlo autónomo da produção.

Contudo, para se gerir um fluxo de produtos através do sistema *Kanban* é necessária uma grande fluidez no escoamento dos produtos. Como tal, dever-se-ão impôr algumas alterações estratégicas, organizacionais e tecnológicas para o sucesso da implementação do Sistema *Kanban* (Huang e Kusiak, 1996 e The Productivity Press Development Team, 2002). Essas alterações envolvem processos mais eficientes e são as seguintes: o processo de mudança de ferramentas deve ser realizado no menor tempo possível, os lotes devem ter tamanhos reduzidos, a procura deve ser relativamente estável, deve existir uma melhoria da qualidade dos produtos, para não haver o risco de paragens da produção devido à existência de peças defeituosas, e os operadores e responsáveis de chão de fábrica devem ser determinados e com uma disciplina mais rigorosa.

#### **2.2.3.5. Determinação do Número de *Kanbans***

O número de *Kanbans* a utilizar é uma das questões essenciais neste tipo de sistemas. A forma mais precisa de o calcular é através da experiência e da observação do sistema (Mukhopadhyay e Shanker, 2005). Todavia, se o processo for baseado em operações padronizadas e repetitivas, alguns autores, como por exemplo Sugimori *et al.* (1977) e The Productivity Press Development Team (2002), apresentam fórmulas que permitem estimar esse valor. Existem ainda autores que utilizam modelos de simulação para determinar o número mínimo de cartões. É o caso de Ohno *et al.* (1995) que propõem um algoritmo para determinar o número ótimo de cartões para cada tipo de cartão *Kanban* e de Alabas *et al.* (2002) que desenvolveram três meta-heurísticas acopladas a um modelo de simulação para encontrar o número mínimo de cartões com o custo mínimo.

### 2.2.3.6. Implementação

Segundo Gross e McInnis (2003), depois de dimensionado o Sistema *Kanban* existem algumas questões que devem ser estabelecidas para que a implementação deste sistema seja o mais eficiente possível. Em primeiro lugar é necessário escolher o mecanismo de sinalização a usar, que pode ser um cartão, um objeto num quadro, entre outros. Importa apenas que este sinal seja inequívoco, de fácil perceção e sustentável. De seguida é necessário criar regras para gerir o sistema. São estas que vão conduzir e apoiar os operadores no controlo da produção, que vão informar da sequência de produção e das prioridades e que informam quando pedir ajuda e a quem. Uma forma encontrada para comunicar esta informação é recorrendo a planos de gestão visual, colocando sinais visuais, marcando o chão e fixando as regras. O objetivo é que qualquer pessoa que pertença à produção ou à logística saiba o estado da produção, o que produzir/abastecer, qual a sequência e qual a quantidade.

Outro aspeto importante é a formação dos intervenientes no processo. Assim, é necessário determinar quem necessita de formação e de que tipo. Para esta etapa Gross e McInnis (2003) sugerem abordar os seguintes tópicos para uma formação proveitosa:

- ◆ Questões básicas sobre o *Kanban* (por exemplo, em que consiste e quais os seus benefícios).
- ◆ Funcionamento do *Kanban* (tipo de sinal, regras do sistema, movimentação de material).
- ◆ Quais as prioridades e como geri-las.
- ◆ Discutir quando, como e quem chamar quando é necessária ajuda.

Depois de definidas as características do sistema e treinados os intervenientes é altura do sistema entrar em funcionamento. No início é normal existirem alguns problemas de adaptação ao sistema, logo é importante haver uma monitorização diária do sistema. Há medida que o tempo for passando e o processo se vá tornando rotineiro, a monitorização deve ser realizada menos vezes: uma a duas vezes por semana. Algumas das questões a ter em conta são:

- ◆ Algum sinal ou peça desapareceu? Os intervenientes no processo seguiram as regras?
- ◆ O *stock* está correto? Existe alguém no processo com questões ou dúvidas?
- ◆ O dimensionamento inicial do *Kanban* continua aplicável?

Para terminar, o sistema deve ser melhorado continuamente, tentando reduzir o número de *Kanbans*. Isto é possível através da redução de produtos com defeito, da redução de paragens não planeadas e da redução do tempo de *setup*.

## 2.3. Sistema de Gestão *Lean*

Com a difusão do conceito de *Lean Manufacturing*, o mundo empresarial passou a falar a mesma linguagem ao nível das ferramentas de gestão da produção (Liker, 2004). Neste sentido,

muitos autores têm procurado aprofundar o conceito, como é o caso de David Mann (2010) que sugere a implementação de um Sistema de Gestão *Lean* aquando da implementação do *Lean Manufacturing* para que esta seja realizada com sucesso.

O Sistema de Gestão *Lean* é representado por um ciclo fechado que se baseia num conjunto de práticas de liderança, ferramentas e comportamentos com foco no processo e na sua melhoria. As suas práticas permitem identificar onde o desempenho atual falha quando comparado com o esperado e propõem atividades de melhoria para alcançar o desempenho esperado ou para elevar o nível de desempenho (Mann, 2010). A Figura 5 representa o ciclo de interação dessas práticas.



Figura 5 – Práticas do Sistema de Gestão *Lean* (Fonte: Mann, 2010)

Estas práticas são descritas no texto que se segue. Contudo, o Trabalho Padronizado dos Líderes será abordado com maior detalhe visto ser uma das bases para o trabalho desenvolvido no capítulo 5 deste trabalho.

O Trabalho Padronizado dos Líderes (1) providencia uma estrutura e rotina que ajuda os líderes a desviarem a sua atenção apenas dos resultados, para se focarem no processo e nos resultados (Mann, 2010). Existem vários níveis de liderança numa empresa *Lean*. Desde a gestão de topo até aos líderes de chão de fábrica, todos desempenham as suas funções com vista à excelência dos seus processos. O Responsável de Equipa é um dos líderes do chão de fábrica, e representa o primeiro nível de liderança num ambiente de produção *Lean*. A sua principal função relaciona-se com a gestão de *inputs* (mão de obra, máquinas e material, métodos e medidas) para produzir *outputs* (qualidade, custos e entregas), desempenhando, entre outras, as tarefas descritas no Diagrama de Causa-Efeito apresentado na Figura 6 (Imai, 1997):

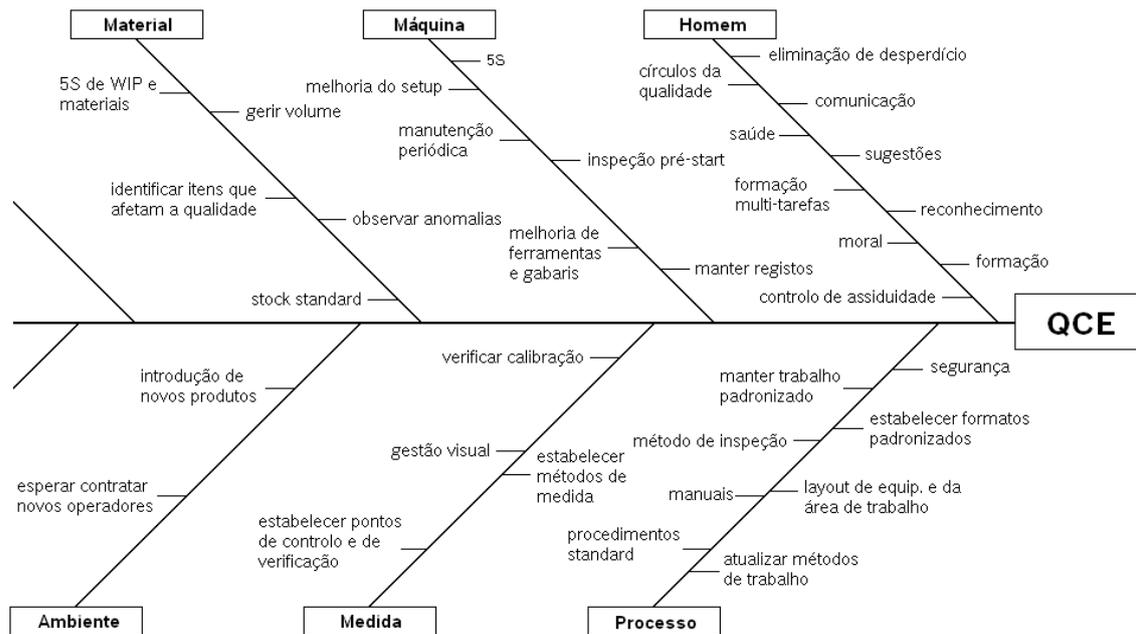


Figura 6 – Diagrama de causa-efeito do trabalho do RE (Adaptado de Imai, 1997)

Segundo Imai (1997), estas tarefas podem ser agrupadas em duas grandes funções: manutenção e melhoria do processo produtivo. No primeiro caso, as tarefas que são desempenhadas passam por assegurar a execução de processos *standard* e assegurar que os dados de controlo do desempenho produtivo estão corretamente registados, com vista ao alcance dos resultados esperados. A função de melhoria consiste na melhoria dos *standards* através da implementação de ações corretivas, da resolução de problemas e na constante execução do processo de melhoria contínua. Um aspeto muito importante desta função é a resolução de problemas. Segundo Liker e Hoseus (2008), quando chegava um estudante à Toyota para aprender o TPS, a primeira lição que lhe era ensinada relacionava-se com a resolução de problemas. Taiichi Ohno orientava os estudantes a ficarem dias inteiros no chão de fábrica a observarem e a perceberem os problemas reais do sistema produtivo, tendo os mesmos depois que pensar profundamente no problema, deslocar-se ao local onde o mesmo ocorreu e encontrar a sua causa.

No sistema de produção de Ford, quando surgem problemas, habitualmente, os operadores trabalham à sua volta, focando-se apenas em cumprir o plano produtivo, ao contrário do que tipicamente acontece num sistema *Lean*, no qual devem ser movidos esforços para procurar a causa do problema, com o objetivo de implementar ações que o impeçam de acontecer novamente (Mann 2010). Assim, esta deve ser uma das tarefas do trabalho padronizado do RE, levando-o a resolver, de forma sustentada, os problemas que vão surgindo na sua área e treinando a sua equipa no mesmo sentido, pois, segundo Liker e Hoseus (2008), os operadores produtivos são das pessoas mais indicadas para o processo de resolução de problemas, uma vez que representam 80% da força de trabalho de uma empresa e passam 99%

do seu tempo a desempenhar atividades de valor acrescentado. Todavia, é habitual estes líderes estarem essencialmente centrados em atividades de “*firefighting*” e atividades que visam a produção do maior número de produtos possível, entre as muitas interrupções causadas por avarias nas máquinas, absentismo e problemas de qualidade. Segundo Imai (1997), uma explicação para este desvio no foco dos RE é a possível falta de clarificação do seu papel e responsabilidades por parte da gestão de topo. É para evitar este tipo de situações que se torna extremamente importante a definição do Trabalho Padronizado para o RE.

Apesar de esta padronização ser crucial para o sucesso da implementação do *Lean Manufacturing* é, talvez, a tarefa mais difícil de instituir, uma vez que se torna cada vez mais difícil padronizar o trabalho para as posições cuja distância em relação à produção vai aumentando. Neste caso, segundo Mann (2010) apenas 80% do trabalho do RE é passível de ser padronizado. Os restantes 20% são utilizados para responder a anomalias, tarefas diárias de melhoria contínua e tarefas periódicas, como treinar operadores. Assim, é fácil concluir que o trabalho do RE não é estático, pois, à medida que o processo vai sendo alterado e o RE vai aprendendo e desenvolvendo as suas capacidades, essas mudanças devem ser integradas no seu Trabalho Padronizado.

Este é um tema ainda muito pouco abordado na literatura pelo que a bibliografia é bastante escassa. Contudo, alguns autores têm dedicado atenção ao tema, fazendo este parte de alguns livros mais recentes na área do *Lean*.

As outras duas práticas do Sistema de Gestão *Lean* são os Controlos Visuais (2) e a Responsabilidade Diária (3). Os Controlos Visuais funcionam através da aplicação de informação de uma forma visual, permitindo a deteção rápida de anomalias, ajuda os operadores e chefias de chão de fábrica e contemplarem as funções mais rapidamente e promovem a padronização dos processos. Estes são uma grande contribuição para uma Gestão *Lean*, pois possibilitam a comparação entre o desempenho atual do processo e o esperado, tornando-se mais fácil a identificação de problemas. Contudo, é necessário um processo sistemático de manutenção dos controlos visuais, representando o Trabalho Padronizado do Líder uma das maiores contribuições para que estes sejam mantidos e atualizados. Uma das ferramentas de controlo visual mais utilizada é o gráfico de controlo do desempenho horário da produção.

O processo de Responsabilidade Diária tem como objetivo assegurar o seguimento das tarefas definidas em resposta a problemas ou oportunidades de melhoria do processo produtivo. Este processo desenvolve-se em reuniões no chão de fábrica, nas quais é feita uma análise dos acontecimentos sucedidos no dia anterior, num determinado processo produtivo, sendo definidas as ações para a melhoria desse processo. Por outras palavras, permite interpretar as observações registadas nos controlos visuais, convertendo-as em ações corretivas e/ou de melhoria e definindo os responsáveis por essas ações para assegurar que estas são cumpridas.



# Capítulo 3

## Estudo de Caso

Este capítulo apresenta a empresa onde se desenvolveu o presente trabalho, a Bosch Termotecnologia, e o grupo empresarial na qual esta se insere. É feita uma descrição do sistema de gestão da produção da empresa, o *Bosch Production System*, assim como do seu sistema produtivo, dando especial ênfase à secção de montagem de automáticos de água e aos problemas identificados nesta área.

### **3.1. Apresentação da Empresa**

#### **3.1.1. Grupo Bosch**

O Grupo Bosch foi fundado, em 1886, por Robert Bosch, em Estugarda, na Alemanha. Inicialmente não passava de uma simples Oficina de Mecânica de Precisão e Eletrotécnica, que abrangia uma reduzida parcela do mercado alemão. Porém, atualmente é uma das empresas líderes no mercado mundial de fornecimento de tecnologia e de serviços. Desde sempre, o seu percurso tem sido marcado pela inovação tecnológica, espírito empreendedor, forte aposta na investigação e desenvolvimento e sentido de responsabilidade social e ecológica. Estes são, provavelmente, alguns dos pilares que têm contribuído para o tremendo crescimento e sucesso do grupo.

O Grupo Bosch é constituído pela Robert Bosch GmbH e mais de 350 subsidiárias e empresas regionais espalhadas por 60 países, com uma rede de fornecedores e clientes à escala mundial. A atividade económica da Bosch é bastante ampla, atuando em diferentes ramos de negócio, tais como os descritos na Tabela 3. Esta diversificação das áreas de negócio gera bastante segurança ao grupo na eventualidade de uma crise em algum destes setores, uma vez que existe uma minimização dos riscos associados.

**Tabela 3 – Setores de negócio e divisões do Grupo Bosch (Adaptado de Bosch, 2008b)**

Tecnologia Automóvel	Tecnologia Industrial	Tecnologia de Bens de Consumo e Construção
Sistemas de Gasolina	Tecnologia de Automação	Ferramentas Elétricas
Sistemas Diesel	Tecnologia de Embalagem	Termotecnologia
Sistemas de Controlo de Chassis	Energia Solar	Eletrodomésticos
Motores Elétricos		Sistemas de Segurança
Multimédia de Carros		
Motores de Ignição e Geradores		
Eletrónica Automóvel		
Revenda Automóvel		

A Bosch não é cotada na bolsa de valores. A maioria da sociedade (92%) pertence a uma fundação sem fins lucrativos denominada Robert Bosch Stiftung, que utiliza os fundos para apoiar atividades de caráter pessoal, intercultural e de investigação médica, correspondendo, assim, à sociedade moderna. O restante património (7%) pertence à família de Robert Bosch e à Robert Bosch GmbH (1%).

Em Portugal, o grupo possui cinco empresas, localizadas em Braga, Aveiro, Ovar, Abrantes e Lisboa, empregando, em 2006, cerca de 4 000 colaboradores e retendo um volume de vendas na ordem dos 700 milhões de euros e de exportações na ordem dos 800 milhões de euros. (Bosch, 2008b).

### **3.1.2. Bosch Termotecnologia, S.A.**

A Bosch Termotecnologia, S.A. é uma das empresas subsidiárias do Grupo Bosch, situada em Cacia, Aveiro. Dedicase ao desenvolvimento, produção e comercialização de produtos destinados ao aquecimento de águas sanitárias e aquecimento central, tais como, esquentadores, caldeiras e painéis solares (Figura 7).



**Figura 7 – Produtos Bosch Termotecnologia, S.A. (Fonte: Bosch, 2008b)**

Inicialmente designada por Vulcano Luso Ibérica Termodomésticos, S.A., a Bosch Termotecnologia iniciou a sua atividade em 1977, após o estabelecimento de um contrato de licenciamento com a Robert Bosch para a transferência da tecnologia utilizada por esta na

produção de esquentadores. O contrato foi uma mais-valia para a empresa que, em 1983, lança uma marca própria – a Vulcano – e, rápida e solidamente, torna-se líder nacional no mercado de esquentadores. Mais tarde, a empresa é adquirida na totalidade pelo Grupo Bosch, sendo transferidas para Portugal mais competências e equipamentos que contribuíram bastante para que esta se tornasse líder no mercado Europeu de esquentadores e a 3ª maior produtora destes a nível mundial.

Graças ao seu constante investimento na Investigação e Desenvolvimento, a Bosch Termotecnologia, lança sistematicamente inovações no mercado, destacando-se por ser a empresa pioneira na produção do esquentador inteligente. Também a gama de caldeiras tem vindo a aumentar, através do lançamento de novos e mais avançados produtos que, de uma forma confortável e segura, têm satisfeito as necessidades dos consumidores.

Sendo a Bosch Termotecnologia uma empresa que se preocupa em entregar aos seus clientes produtos que superem as suas expectativas em termos de qualidade, preço e respeito pelo ambiente, é com muito mérito que ostenta a distinção de ser uma empresa certificada pelas normas ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade), ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental) e pela OHSAS 18001 (Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho).

A sua preocupação com o meio ambiente leva a empresa a apostar na Energia Solar, antecipando-se às necessidades da sociedade. Neste âmbito, a Vulcano foi a primeira marca a entrar no Programa de Incentivos à utilização de Energias Renováveis, proposto pelo Ministério da Economia e Inovação, em 2009. O programa criou condições que possibilitaram aos particulares beneficiar da aquisição, instalação, manutenção e garantia de equipamentos de energia solar.

O serviço ao cliente assume, também, um papel muito importante quando se trata de ganhar vantagem competitiva num mercado repleto de concorrência. Nesse sentido, a Bosch Termotecnologia, S.A. desenvolveu um programa de visitas às instalações, organizadas de uma forma interativa e personalizada, que cativa a atenção, quer dos clientes atuais, quer de potenciais clientes. Na mesma vertente, e sempre com o objetivo de prestar o melhor serviço pós-venda, a empresa disponibiliza uma equipa técnica altamente especializada e capaz de oferecer um serviço personalizado, respondendo às necessidades dos clientes.

A empresa está dividida em quatro áreas distintas: Técnica, Financeira, Gestão do Produto e Engenharia. A Figura 8 representa o organograma da Bosch Termotecnologia, fazendo referência a todos os departamentos incorporados nas diferentes áreas empresariais.

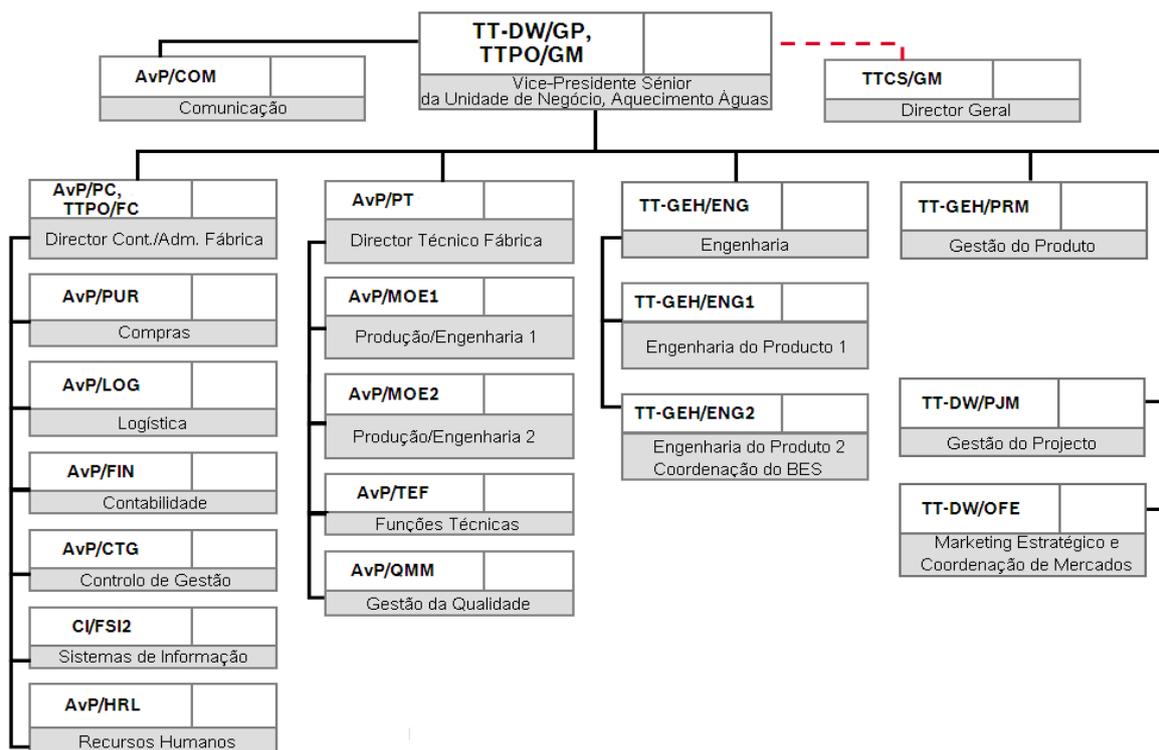


Figura 8 – Organograma da Bosch Termotecnologia, S.A.

Todos os departamentos atuam com base em objetivos comuns, estando fortemente determinados a alcançar metas pré-definidas coletivamente, no sentido de “Melhorar a qualidade de vida através de soluções úteis e inovadoras” (Bosch, 2010).

### 3.2. Bosch Production System

Ao observar as vantagens do *Lean Manufacturing*, a Bosch tem utilizado este sistema de produção como referência no alcance da melhoria contínua e da excelência organizacional, com vista ao desenvolvimento sustentável e positivo da empresa. Neste seguimento, por volta do ano 2002, a Bosch desenvolveu o *Bosch Production System* (BPS) com base na filosofia *Lean Manufacturing*.

O BPS contribui para a orientação e constituição dos processos de agregação de valor, desde o desenvolvimento do produto até ao seu fornecimento ao cliente final. O objetivo é a otimização do fluxo de materiais e de informação, em toda a cadeia de abastecimento, com vista à minimização de desperdícios. Assim, o BPS tem ao seu dispor dezenas de elementos *BPS* (Tabela 4), que fomentam os oito princípios gerais do sistema de produção da Bosch (Bosch, 2006), apresentados de seguida:

**Tabela 4 – Elementos *Bosch Production System* (Adaptado de Bosch, 2006)**

VSM / VSD	TPM	Quality Tools	5S's	TOP
<i>Lean Line Design</i>	<i>Low-Cost Automation</i>	<i>QCO/SMED</i>	<i>Flow-Oriented Layout</i>	<i>Supplier Development</i>
<i>Kanban</i>	<i>Poka Yoke</i>	<i>Ship to Line</i>	<i>Kaizen Workshop</i>	...

- ◆ *Orientação ao Processo* – ao visualizar o processo produtivo como um todo, torna-se mais fácil simplificá-lo e acelerá-lo, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência.
- ◆ *Sistema de Produção Pull* – a produção e a logística só atuam quando existe procura por parte do cliente. A quantidade certa é produzida e entregue na sequência certa, no momento certo, sem nunca descurar a qualidade.
- ◆ *Qualidade Perfeita* – Robert Bosch afirmou: “*Sempre foi um pensamento insuportável para mim, que alguém possa inspecionar algum dos meus produtos e o ache, de qualquer forma, inferior (...)*”. O objetivo é uma produção sem defeitos, conseguida através da antecipação dos mesmos, recorrendo a medidas preventivas.
- ◆ *Flexibilidade* – para responder aos diferentes pedidos do cliente há necessidade de uma rápida e eficiente adaptação da mão de obra, máquinas e horários. Só assim se consegue responder às exigências em termos de quantidade e variedade de produtos/serviços.
- ◆ *Normalização* – adoção e prática dos melhores métodos, aplicados através de normas. Qualquer desvio em relação ao trabalho normalizado serve de base para a melhoria contínua.
- ◆ *Transparência* – a simplificação e clarificação dos processos e das responsabilidades de cada colaborador tornam mais claro o caminho a percorrer no alcance dos objetivos e da verdadeira melhoria contínua.
- ◆ *Eliminação de Desperdício e Melhoria Contínua* – em 1940, Robert Bosch afirmou: “*(...) ninguém se deve dar por satisfeito com o que já foi alcançado, devendo ambicionar a constante melhoria da sua área*”. Só através da melhoria contínua e da constante prevenção de desperdícios é possível alcançar e manter processos dominadores.
- ◆ *Envolvimento dos Colaboradores e Responsabilização* – O colaborador fica motivado ao saber que contribui para o sucesso global da empresa e envolve-se ativamente no processo de melhoria contínua, contribuindo com o seu conhecimento e criatividade.

A gestão integrada e eficiente de todos os princípios e elementos BPS e a participação ativa dos colaboradores sustentam a melhoria em qualidade, custos e entregas, contribuindo para processos cada vez mais simples, transparentes e flexíveis.

### 3.3. Descrição e Análise do Sistema Produtivo da Empresa

Como foi referido previamente, da Bosch Termotecnologia fazem parte vários departamentos, que em conjunto, se dedicam ao desenvolvimento, produção e comercialização de produtos destinados ao aquecimento de águas sanitárias e aquecimento central. O Departamento de Produção (MOE) é um desses departamentos e aquele que está na base deste projeto. Deste departamento faz parte o Departamento de Produção/Engenharia 1 (MOE1), destinado à montagem de esquentadores e caldeiras Bosch e no qual foi desenvolvido o projeto.

Dentro do MOE1 existem duas áreas distintas: a *Comfort*, que se dedica à pré-montagem e montagem final de esquentadores, e a *High Output*, que se dedica à pré-montagem e montagem final de esquentadores e caldeiras. O projeto apresentado neste texto decorreu na área designada por *High Output*. Da *High Output* fazem parte três linhas de montagem final de esquentadores (Célula 4, Linha 5 e linha 8), uma de caldeiras (Linha 6) e duas secções que se dedicam à montagem de componentes que servem de *input* a estas linhas: a Secção 856 (montagem de automáticos de gás) e a Secção 857 (montagem de automáticos de água). Nestas, a produção é orientada ao produto, tendo o fluxo produtivo um sentido único, isto é, o artigo entra no início da linha e passa, sequencialmente, de posto em posto até sair no fim da linha já processado.

O chão de fábrica da empresa é liderado por diferentes chefias, nomeadamente por, Responsáveis de Área (RA), Responsáveis de Turno (RT) e Responsáveis de Equipa (RE). O Responsável de Área lidera dois Responsáveis de Turno que, como o próprio nome indica, trabalham em diferentes turnos, e vários Responsáveis de Equipa, um para cada turno de cada uma das linhas de produção. O RA é responsável por conduzir atividades de melhoria contínua do processo produtivo, motivando e coordenando os operadores para o desenvolvimento e implementação das mesmas e para a resolução de problemas. O RA também assegura o cumprimento das regras de prevenção de riscos e gere e supervisiona os operadores e técnicos de produção, proporcionando o seu desenvolvimento.

O Responsável de Turno também lidera os vários Responsáveis de Equipa, sendo as suas principais responsabilidades: supervisionar, apoiar, motivar, formar e avaliar as suas equipas de trabalho, assegurar a implementação e consolidação de atividades de monitorização e de melhoria contínua da sua área e gerir os recursos de acordo com as necessidades.

Finalmente, o Responsável de Equipa é o líder mais próximo da linha de produção, sendo responsável por supervisionar, motivar e avaliar a sua equipa de operadores, monitorizar indicadores de gestão da produção e identificar desvios, formar operadores nos *standards* definidos para o seu processo produtivo, assegurar a utilização e dinamização das ferramentas e a cultura de melhoria contínua e fazer cumprir as normas de segurança, saúde e higiene no trabalho.

### 3.3.1. Caracterização da Secção de Montagem de Automáticos de Água

Este projeto desenvolveu-se na Secção 857, que se dedica à montagem de automáticos de água (Figura 9), que servem de *input* às linhas de montagem final de esquentadores (Célula 4 e Linha 5) e a uma secção externa ao *High Output* (Secção 881), que faz o empacotamento de CKD's (conjunto de todos os itens que constituem os modelos de esquentadores produzidos na Bosch, preparados para posterior montagem em países onde existem barreiras alfandegárias à importação de esquentadores), BC's (automáticos de água enviados para países como os acima referidos) e ET's (peças de substituição de modelos da Bosch).

O automático de água é responsável por regular o caudal de água que entra e sai do aparelho, ao mesmo tempo que aciona a abertura das válvulas do automático de gás, permitindo a presença do gás no queimador principal. Os principais componentes do automático de água encontram-se exemplificados na Figura 10 e são:

- Veio Seletor de Água (1)
- Caixa (2, 3, 4 e 7)
- Membrana (5)
- Casquilhos (6)
- Parafusos (8)



Figura 9 – Automático de água

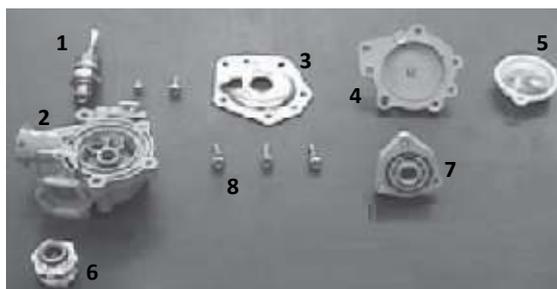


Figura 10 – Automático de água desmontado

Na Secção 857 existem duas células (célula 1 e célula 4) dispostas em U nas quais são montados, diariamente, centenas de automáticos de água. As células distinguem-se pelo facto de na célula 1 serem montados automáticos de água com a caixa (nº 2 da Figura 10) em sintético e na célula 4 com a caixa em latão. Cerca de 90% da produção desta secção é realizada na célula 1. O *Layout* da Secção 857 encontra-se no Anexo 1.

Em ambas as células as operações realizadas são essencialmente de montagem dos componentes que compõem o automático e, por fim, a montagem final deste. Assim, seguindo o *Layout* da Secção 857 (Anexo 1), o processo da célula 1 tem início no Posto de Trabalho (PT) 75 e, sequencialmente, percorre os PT 46, 73, 47, 49, 51, 53, 76, 77 e 50, nos quais os operadores realizam operações de montagem manual dos componentes que constituem o automático de água até este ficar concluído no PT 50. O mesmo acontece na célula 4, com o processo a iniciar no PT 61 e a percorrer os restantes postos de trabalho (14, 23, 6, 55, 57, 18, 30 e 17) até à conclusão da montagem do automático no PT 17. Os PT 89 e 60 são partilhados pelas duas células e são os

únicos postos de trabalho mecanizados. Aqui os automáticos de água são testados (PT 89) e ensaiados (PT 60) de forma a garantir a sua funcionalidade e qualidade.

Os operadores ocupam apenas uma das células dependendo do material de que é feita a caixa do automático de água, isto é, se estiverem a ser produzidos automáticos com a caixa em sintético a célula ocupada é a célula 1, ficando a célula 4 desocupada e vice-versa. A quantidade de operadores a operar nas células segue os cenários de produção definidos para esta secção de 3, 4, 5, 6, 7 ou 8 operadores. Estes cenários foram definidos para que as células consigam adequar a sua produção a um mercado caracterizado por uma procura sazonal. Logo dependendo da quantidade a produzir é utilizado o cenário mais adequado, para que não seja feita uma produção em excesso ou em escassez. A secção é, ainda, constituída por uma área dedicada à preparação de alguns dos componentes que são incluídos na montagem do automático nas células 1 e 4, libertando os operadores das células dessas operações (ver área de preparações no Anexo 1). Nesta pequena área opera um operador por turno.

No que toca ao fluxo de materiais e de informação, a empresa tem implementado um Sistema *Kanban* que suporta o abastecimento de materiais. Assim, junto de cada posto de trabalho da Secção 857 existe um bordo de linha<sup>1</sup> (BL) que é abastecido por um *milk run*<sup>2</sup>, com as peças necessárias à montagem dos automáticos de água. Este deve garantir que nenhum posto fica sem peças, logo, sempre que uma caixa é consumida, o *milk run* desloca-se ao supermercado de material em curso e abastece o posto com a quantidade indicada no *Kanban* da respetiva caixa. É também o *milk run* quem transporta o produto acabado da área de produção para uma área à qual os *milk runs* dos processos-cliente da Secção 857 têm acesso.

O planeamento da produção é feito pela Logística, com recurso à ferramenta MRP, que disponibiliza diariamente o Plano de Produção que as linhas e secções da empresa têm que seguir. O mesmo acontece na Secção 857, sendo o controlo da produção realizado segundo esse plano. Este controlo é feito por um Responsável de Equipa, cuja responsabilidade passa por gerir os operadores e os processos da Secção 857. As suas funções baseiam-se, essencialmente, no controlo e na manutenção do processo produtivo, garantindo que os *standards* são seguidos, e na melhoria do processo produtivo, através do constante estabelecimento de objetivos e metas com vista à melhoria contínua do mesmo. Atualmente, a Secção 857 trabalha em dois turnos, contudo, possui apenas um RE no turno da manhã. No turno da tarde existe apenas um operador que regista as quantidades produzidas e realiza operações rotineiras, de rápido desempenho.

### **3.3.2. Análise Crítica e Identificação de Problemas**

O principal objetivo de uma empresa que implementa o *Lean Manufacturing* é a melhoria contínua e a evolução de todo o seu sistema produtivo. Como uma empresa *Lean*, a Bosch

---

<sup>1</sup> Estantes localizadas junto dos postos de trabalho onde é colocado o material em curso.

<sup>2</sup> Método de abastecimento de material cíclico, desempenhado por operadores logísticos.

Termotecnologia procura desenvolver e aprimorar todos os seus processos com a finalidade de os melhorar continuamente. Neste sentido, a Secção 857 já foi alvo de alguns projetos com vista à melhoria contínua do seu processo produtivo. Nesta já se encontram implementadas algumas ferramentas *Lean*, nomeadamente, o Trabalho Padronizado, o *Total Productive Maintenance*, o 5S, o *Jidoka* e o *Poke Yoka*. Contudo, existe ainda um vasto leque de ferramentas acopladas aos princípios BPS que ainda não foram abordadas na Secção 857 e que, ao serem implementadas eficientemente, poderão produzir ganhos ao nível dos custos, da qualidade e das entregas. Duas dessas ferramentas são o *Single Minute Exchange of Die* e o Sistema *Kanban*, as quais serão alvo de estudo neste projeto.

Outro problema evidenciado na Secção 857 está relacionado com a forma como o Responsável de Equipa gere o seu dia de trabalho. Apesar desta chefia saber que tem que se dedicar a tarefas de controlo e de melhoria do processo produtivo, o seu dia a dia é consumido, na sua maioria, por tarefas de controlo e de manutenção da produção e por atividades de “*firefighting*” que servem de resposta a problemas inesperados e a situações imprevistas. Estas atividades acabam por ocupar excessivamente o tempo do RE, tornando-se num ciclo vicioso que o impede de se focar em atividades de melhoria contínua expectáveis num ambiente *Lean*, tendo contribuído, ao longo do tempo, para uma estagnação do processo produtivo da Secção 857.

Este comportamento reativo do RE tem-se traduzido numa resposta diária a emergências, fazendo com que esta chefia do chão de fábrica não consiga aplicar esforços no desenvolvimento e liderança de projetos de melhoria contínua que poderiam contribuir bastante para uma simplificação do seu trabalho. Um exemplo disso é o facto de o Sistema *Kanban* e o SMED não terem ainda sido abordados/implementados na secção.

Este conjunto de problemas e as dificuldades sentidas pelos líderes do chão de fábrica da Secção 857 estão a atuar como uma barreira à evolução desta área, atrasando o seu desenvolvimento quando comparada com as restantes linhas do *High Output*. Assim, com este projeto pretendem-se encontrar soluções para estes problemas, permitindo uma evolução e melhoria global do seu processo produtivo.



## Capítulo 4

### **Aplicação de Princípios e Ferramentas *Lean* na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia**

Neste capítulo descrevem-se algumas ferramentas *Lean* que foram implementadas na secção de montagem de automáticos de água da Bosch Termotecnologia durante este projeto, tendo como objetivo a melhoria do processo produtivo deste setor da empresa.

O projeto iniciou com o estudo aprofundado do processo de fabrico dos automáticos de água, assim como das várias ferramentas *Lean* já implementadas na Secção 857. Para isso, foram efetuados vários levantamentos de informação junto dos operadores e das chefias, assim como se procedeu à observação direta destes. Durante esta etapa procedeu-se ainda ao estudo aprofundado de várias operações, foram realizados alguns estudos de tempos das operações e analisou-se ainda o balanceamento de uma das células da secção.

#### **4.1. Value Stream Mapping**

Para adquirir uma fotografia do estado atual da Secção 857, previamente a qualquer desenvolvimento, procedeu-se ao mapeamento da cadeia de valor. Assim a primeira etapa deste projeto consistiu na realização de uma análise de todo o processo produtivo da secção através do desenho do seu fluxo atual de informação e de materiais. Para tal recorreu-se à ferramenta *Value Stream Mapping*, sendo o resultado desta etapa o demonstrado na Figura 11. Os símbolos com as respetivas descrições encontram-se no Anexo 2.



Como se pode verificar através do VSM, existem alguns problemas na Secção 857 (identificados a amarelo no VSM) que são identificados na tabela que se segue (Tabela 5):

Tabela 5 – Problemas identificados na Secção 857 através do VSM

Problema	Tipo	Ferramentas para Resolução	Secção em que é tratado
Ordens de produção dependentes do RE	Controlo da Produção	Sistema Kanban	4.3
Produção dependente do Plano de Produção			
Dificuldades no abastecimento			
Acumulação de <i>stock</i> de produto acabado			
Tempo de <i>setup</i> elevado	Mudança de Ferramentas	SMED	4.2

Para tentar solucionar estes problemas desenhou-se um *Value Stream Design* para a Secção 857 (Figura 12), no qual se apresentam soluções para os problemas identificados, recorrendo às ferramentas *Lean* indicadas na Tabela 5. De salientar que será feita uma representação da situação ideal, contudo, poderão surgir restrições que impeçam a implementação desta solução (como se mostrará mais tarde neste relatório).

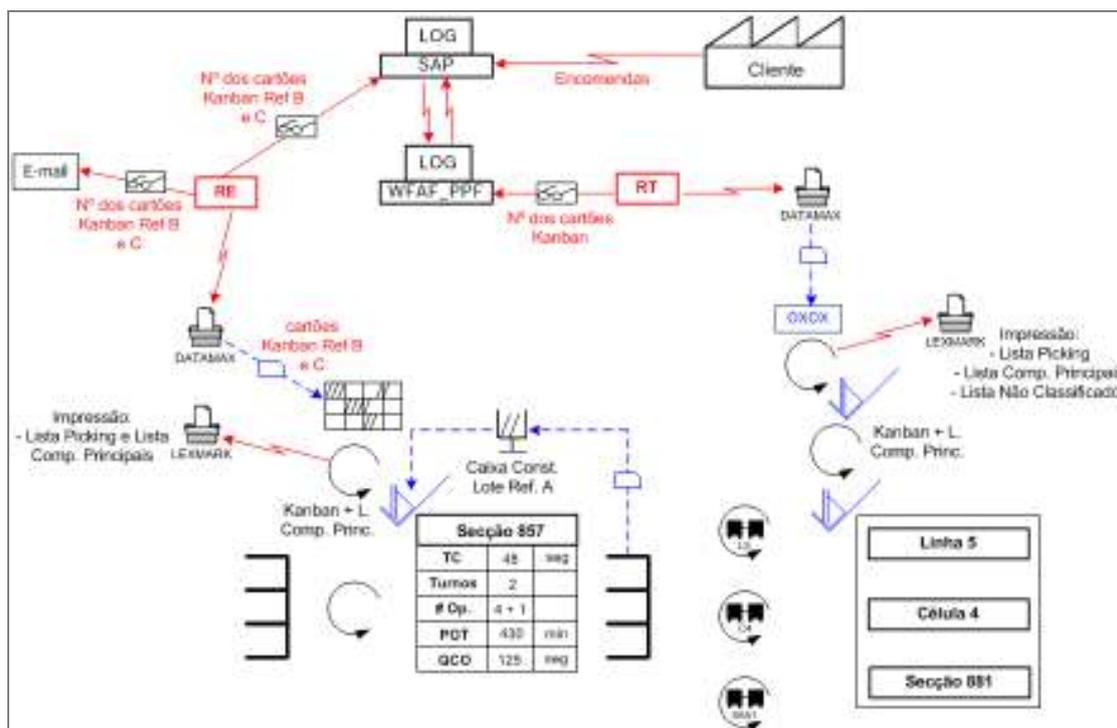


Figura 12 – Value Stream Design da Secção 857

Como se pode verificar no VSD, o processo a jusante da Secção 857 é efetuado do mesmo modo que o indicado no VSM (Figura 11) e aqui não foram efetuadas alterações na gestão de materiais e de informação. No que toca à Secção 857 existem algumas mudanças: o RE passa a

receber um *e-mail* com o número dos cartões a produzir das referências tipo B e C, introduzindo os números dos cartões na aplicação do *software* SAP e imprimindo-os. De seguida o RE coloca os cartões num quadro de planeamento, ao qual o *milk run* tem acesso, permitindo que este saiba quais os materiais a abastecer e levando-os para o sequenciador junto da calha de produção segundo a ordem no quadro de planeamento. No caso das referências tipo A, será implementado um sistema com supermercado, sendo estas referências produzidas à medida que vão sendo consumidas pelos processos-cliente da Secção 857. Este tema será detalhado na subsecção **4.3.3**.

## **4.2. Single Minute Exchange of Die**

Um dos problemas identificados na secção anterior diz respeito ao tempo “excessivo” de mudança de ferramentas na Secção 857. Esta secção não foi ainda alvo de um estudo do tempo de mudança de ferramentas, tendo sido um dos objetivos do presente trabalho organizar e melhorar o processo de mudança de ferramentas desta secção.

Cumprindo com a metodologia apresentada na secção **1.3**, iniciou-se o estudo para a aplicação da metodologia SMED na Secção 857. Inicialmente fez-se uma análise do processo atual de mudança de ferramentas, tendo-se seguido a definição do processo futuro e o plano de ação para o alcançar. Finalmente realizou-se uma avaliação dos resultados obtidos.

Como mencionado na Caracterização da Secção de Montagem de Automáticos de Água (subsecção **3.3.1**), a Secção 857 é composta por duas células de montagem: a célula 1, que se dedica à montagem de automáticos com a caixa em sintético, e a célula 4, que se dedica à montagem de automáticos com a caixa em latão. É importante salientar que cerca de 90% da produção da Secção 857 é feita na célula 1, levando a que o estudo sobre o tempo de mudança de ferramentas incidisse sobre essa célula.

### **4.2.1. Análise do Processo de Mudança de Ferramentas – Situação Atual**

Atualmente não existe nenhum procedimento padrão para a realização do processo de mudança de ferramentas na Secção 857. Os operadores têm acesso ao Plano de Produção que indica a ordem de produção das diferentes referências, e, sempre que existe a necessidade de efetuar uma mudança, estes realizam as operações necessárias para preparar a célula para a montagem dessa nova família (caso não haja nenhuma alteração por parte do RE). No caso das mudanças entre a célula 1 e a célula 4, os operadores são avisados, com antecedência, pelo RE sobre quando proceder à mudança.

Durante a mudança os operadores realizam as operações necessárias de acordo com a sua experiência, tendo-se detetado a este nível alguns problemas que se passam a descrever:

- ◆ Algumas dificuldades para quem não conhece bem o processo, sendo necessária a intervenção de terceiros (operadores mais experientes ou Responsáveis de Equipa);

- ◆ Inexistência de uma sequência de trabalho;
- ◆ Tempo exagerado na realização de algumas operações.

Estas situações resultam, muitas vezes, em perdas de tempo elevadas, tal como indicado no VSM (secção 4.1), levando a uma redução da eficiência da produção e consequente desmotivação dos operadores e responsáveis do chão de fábrica. Contudo, como a secção já se encontra desenvolvida a alguns níveis (nomeadamente, as ferramentas já se encontram posicionadas perto do PT onde vão ser utilizadas, os materiais estão localizados em BL posicionados junto do PT onde são utilizados e os operadores e o RE ajudam-se mutuamente) os resultados em termos de perda de tempo não são, ainda assim, muito insatisfatórios. Todavia, ainda existem algumas melhorias que podem ser implementadas para reduzir o tempo de mudança de ferramentas, sem contar com a padronização e documentação de todo o processo.

#### 4.2.2. Definição do Processo de Mudança de Ferramentas – Situação Futura

O objetivo a alcançar neste estudo é a garantia da realização do processo de mudança de ferramentas, de uma forma rápida e eficaz, sem que haja qualquer tipo de dificuldades por parte dos intervenientes no processo. Para isso pretende-se padronizar e documentar todo o processo, para que os operadores disponham de um ponto de referência que especifique todas as características do processo, tais como: operações de *setup* realizadas em cada PT, sequência das operações de *setup*, operadores designados para realizar as operações e duração das mesmas. Para além disso, pretende-se ainda reduzir o tempo global de mudança de ferramentas para cada um dos cenários de produção.

#### 4.2.3. Definição e Implementação do Plano de Ação

Tendo em conta a situação atual e a situação desejada, definiu-se o seguinte plano de ação com base na metodologia SMED e nos procedimentos adotados para a sua implementação.

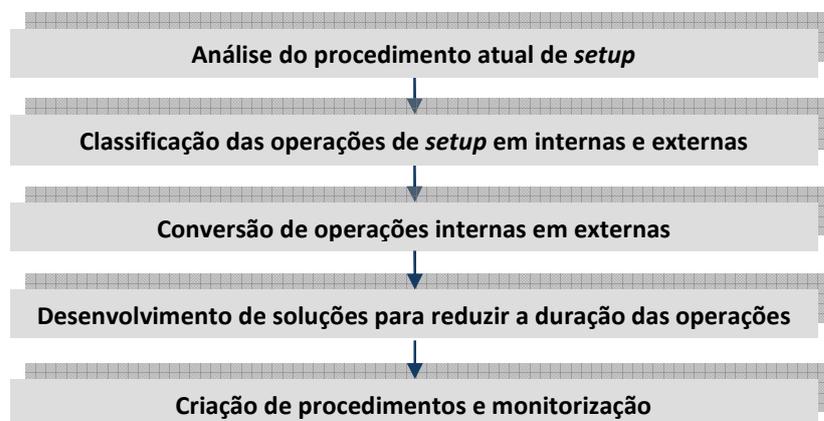


Figura 13 – Plano de ação: mudança rápida de ferramentas

Cada uma destas etapas será detalhada de seguida.

Na primeira etapa – **Análise do procedimento atual de setup** – foi feito, essencialmente, um diagnóstico ao processo atual de mudança de ferramentas, o qual permitiu a identificação de aspetos negativos e respetivas ações corretivas. Os resultados extraídos desta fase são ainda utilizados para estimar e comparar o impacto das soluções a adotar. Tendo isto em conta, pretendeu-se recolher o máximo de informação possível referente ao processo atual.

A Secção 857 dedica-se à montagem de dezenas de referências de automáticos de água em sintético, agrupadas em diferentes famílias de acordo com o tipo de peças a incorporar em cada referência. As famílias dividem-se em duas grandes categorias de acordo com a capacidade dos esquentadores e das caldeiras (5 litros ou 10 litros). Por sua vez, cada uma destas categorias divide-se em outras duas, tendo em conta uma característica dos automáticos: ter veios laterais (TZ) ou não. Finalmente, cada uma destas subcategorias está dividida de acordo com o funcionamento do produto final: na falta de gás, a água fica imediatamente fria (W) ou vai ficando fria gradualmente (WR). Na tabela seguinte encontra-se uma breve descrição de cada família.

**Tabela 6 – Famílias de automáticos de água produzidas na célula 1**

Capacidade		Funcionamento	Características Específicas	Família <sup>3</sup>
10L	A (TZ)	W	-	A <sub>1</sub>
			C/ caixa de regulação	A <sub>2</sub>
		WR	-	A <sub>3</sub>
			C/ caixa de regulação	A <sub>4</sub>
	B	W	-	B <sub>1</sub>
			C/ caixa de regulação	B <sub>2</sub>
			C/ manípulo	B <sub>3</sub>
		WR	-	B <sub>4</sub>
			C/ caixa de regulação	B <sub>5</sub>
5L	C	W	-	C <sub>1</sub>
			C/ caixa de regulação	C <sub>2</sub>
	D (TZ)	W	C/adaptador niquelado	D <sub>1</sub>
			C/adaptador de latão	D <sub>2</sub>
			C/adaptador de latão e tampa de vedação	D <sub>3</sub>

Depois de uma discussão de ideias com os responsáveis do chão de fábrica, definiu-se que interessava analisar apenas as famílias com maior procura, classificadas como tipo A. Neste sentido, realizou-se uma Curva ABC para as produções dos meses de setembro, outubro e novembro de 2011 e janeiro de 2012, para se identificarem as famílias tipo A da célula 1. O mês de dezembro não foi considerado, uma vez que a produção esteve parada bastante tempo para férias.

<sup>3</sup> Códigos atribuídos para tornar mais fácil a identificação das diferentes famílias durante o texto.

Foram identificadas as referências que representam 80% do volume de produção da célula 1 e que correspondem às famílias **B<sub>3</sub>**, **B<sub>4</sub>**, **B<sub>5</sub>**, **C<sub>1</sub>** e **C<sub>2</sub>** da Tabela 6. Visto isto, o estudo focou-se nestas famílias e nas mudanças entre as mesmas. Adicionalmente analisou-se o processo de mudança de ferramentas quando ocorre a mudança da célula 1 para a célula 4 e vice-versa, uma vez que o processo atual também implica desperdícios com potencial de melhoria. Nomeadamente, os operadores têm que realizar todas as operações de mudança de ferramentas na célula para a qual se deslocam, de modo a iniciar a produção, perdendo muito tempo que poderia ser dedicado exclusivamente à produção.

Depois de identificadas as mudanças a analisar para as famílias da célula 1, decidiu-se classificá-las tendo em conta a dificuldade sentida pelos operadores na realização da mudança e de acordo com o tempo gasto na mesma. Assim, as tabelas que se seguem classificam as mudanças de acordo com o seu grau de complexidade: baixo (-), médio (+) e alto (++)

**Tabela 7 – Mudanças analisadas na célula 1**

	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
B <sub>3</sub>		-	-	+	+
B <sub>4</sub>	-		-	+	+
B <sub>5</sub>	-	-		+	+
C <sub>1</sub>	++	++	++		-
C <sub>2</sub>	++	++	++	-	

**Tabela 8 – Mudanças analisadas entre a célula 1 e a célula 4**

	Sintético	Latão
Sintético		++
Latão	++	

Com base nesta análise decidiu-se estudar apenas as mudanças cuja complexidade fosse média ou alta. Assim, no caso da célula 1 analisou-se a mudança da família **C<sub>1</sub>** e **C<sub>2</sub>** para as famílias **B<sub>3</sub>**, **B<sub>4</sub>** e **B<sub>5</sub>** e vice-versa e as mudanças do latão para o sintético e vice-versa.

A recolha de dados teve como base a observação do sistema produtivo e a filmagem *in loco* do processo de mudança de ferramentas para cada uma das combinações de famílias a estudar. Assim, inicialmente procedeu-se à Observação do processo de mudança de ferramentas atual, observando a forma como os operadores realizavam as operações de *setup*, a sua sequência, as ferramentas utilizadas e possíveis melhorias. Depois de terminado este processo, procedeu-se à Filmagem do mesmo, tendo como foco principal o operador e as operações e movimentos realizados por ele. Concluídas as filmagens, realizou-se uma Análise detalhada de cada um dos vídeos para se identificarem problemas e oportunidades de melhoria. Esta análise foi feita juntamente com o Responsável de Área e o Responsável de Equipa da secção, resultando no preenchimento de uma Folha de Observação do Tempo de *Setup* desenvolvida para o efeito (Figura 14). Nesta folha foi registada a seguinte informação: PT em análise, tipo de mudança, sequência das operações, quem realiza as operações, classificação das operações em internas ou externas, duração de cada operação, tempo total do processo e observações.

Folha de Observação do Tempo de Setup								
Tipo de Mudança:		Família B WR >> Família C W					Cenário:	4 op.
Passo	Descrição da Actividade	Posto	Oper.	Tempo [seg]	Externa	Interna	Observações	
1	Trocar Caixa Cheia por Caixa Vazia	60	4	4		x	Os venturis foram trocados enquanto as ultimas 2 peças estavam na máquina de ensaio.	
2	Ajustar Máquina de Ensaio	60	4	8		x		
3	Programar Máquina de Ensaio	60	4	9		x		
4	Troca Gabari de 10 L para 5L	60	4	13		x		
5	Arrumar e Puxar Material em Curso	50	4	21		x		
6	Trabalho Standard (P50, 89 e 60)	-	4	134		x		
TOTAL				189				

Figura 14 – Exemplo de uma Folha de Observação do Tempo de Setup

A duração de cada operação de *setup* foi obtida através da análise das filmagens efetuadas ao processo atual de mudança de ferramentas para cada mudança analisada, que depois de somadas indicam o tempo total necessário para realizar a mudança entre as famílias em análise. Nesta folha (Figura 14) aparece uma operação denominada Trabalho *Standard* que diz respeito ao tempo de produção até se obter a primeira peça boa da referência que está a iniciar.

A etapa seguinte consistiu na **Classificação das várias operações de *setup* em internas e externas**. Esta etapa teve como finalidade classificar as operações de *setup* em internas e externas. Uma vez que a etapa anterior foi concluída com o preenchimento de uma tabela com informação detalhada das operações de *setup*, nessa tabela já se procedeu à sua classificação. Todavia, na Tabela 9 estão descritas todas as operações de *setup* realizadas e a sua classificação. De referir que a operação Verificar Plano de Produção vai passar a ser designada por Verificação da Lista de Componentes Principais depois de implementado o novo Sistema de Controlo da Produção.

Tabela 9 – Operações de *setup* realizadas e sua classificação

Operação de Setup	Externa	Interna
Verificar Plano de Produção		X
Arrumar e Puxar Material em Curso		X
Carregar Agulhas com <i>O-rings</i>		X
Colocar Contagem de Peças a Zero		X
Colocar Marcador de “Novo Modelo”		X
Trocar Gabari		X
Trocar Aparafusadora		X
Programar Máquina de Jato de Tinta		X
Trocar Caixa Cheia por Caixa Vazia		X
Programar Máquina de Teste		X
Ajustar Máquina de Teste		X
Programar Máquina de Ensaio		X
Ajustar Máquina de Ensaio		X
Trocar Venturis		X

Como se pode verificar, todas as operações de *setup* realizadas na Secção 857 são internas, uma vez que são realizadas com a máquina parada ou após a conclusão da última peça da referência atual.

Contudo, torna-se importante analisar se alguma(s) dessas operações pode(m) passar a externa(s), reduzindo-se deste modo o tempo necessário para a mudança de ferramentas. Para tal, definiu-se a etapa – **Conversão de operações de setup internas em externas** – na qual foram criadas as condições necessárias para tornar possível essa transformação.

Para as mudanças analisadas, a única operação que se decidiu passar a externa foi a operação “*Carregar Agulhas com O-rings*” realizada no PT 75 (**CONV1**), que passará a ser realizada pelo RE.

A fim de determinar a poupança de tempo obtida com esta alteração e com as que se seguem foram analisadas as mudanças realizadas na Secção 857 durante os meses de março e de abril de 2012. Esta informação foi obtida através de uma aplicação à qual o operador do PT 60 acede sempre que termina a produção de uma referência, registando a quantidade de automáticos de água produzidos e a quantidade de falhas no ensaio. Através deste registo é possível identificar a sequência de produção, logo, o tipo de mudança realizada. Em relação aos tempos, estes foram obtidos recorrendo à filmagem do processo de mudança de ferramentas.

A Tabela 10 indica quais as mudanças onde é necessário carregar as agulhas, a média de carregamentos diários, o tempo necessário para efetuar o carregamento e a poupança que advém do facto de passar a ser o RE a efetuar esta operação.

**Tabela 10 – Poupança no carregamento das agulhas com o-rings no PT 75**

Tipo de mudança	Nº agulhas carregadas/mudança	Média mudanças/dia	Tempo de carreg./mudança [seg.]	Poupança/dia [min.]
C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> para B <sub>4</sub> ou B <sub>5</sub>	4	3	140	<b>7.00</b>
C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> para B <sub>3</sub>	1	2	33	<b>1.06</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>			<b>8.06</b>

A poupança diária com esta melhoria obtém-se multiplicando o número médio de mudanças diárias, para cada tipo de mudança, pelo tempo de carregamento das agulhas numa mudança, e corresponde a 8 minutos e 6 segundos. Tendo em conta que o Tempo de Ciclo de um automático de água é, em média, de 50 segundos, isto quer dizer que, por dia, podem ser produzidos mais 10 Automáticos de Água.

No que toca às mudanças entre a célula 1 e a célula 4 decidiu-se que quem passará a realizar a mudança será o RE que, para além disso, montará uma quantidade de automáticos de água que corresponde à média dos cenários de produção praticados na Secção 857: 5 automáticos de água (**CONV2**). Esta decisão foi tomada em conjunto com os restantes responsáveis do chão de fábrica (RT, RA). Assim, quando os operadores chegam aos seus postos começam imediatamente a produzir e o tempo de mudança de ferramentas passa a corresponder apenas ao tempo de deslocação duma célula para a outra, estimado em cerca de **14 segundos**, na pior das situações Para se ter uma ideia da poupança alcançada com esta alteração, na Tabela 11

é feita uma comparação do tempo médio necessário para sair a primeira peça na célula 1 e célula 4 quando a mudança é feita pelo RE ou pelos operadores.

**Tabela 11 – Poupança nas mudanças entre a célula 1 e a célula 4**

Tipo de mudança	Média mudanças/dia	Duração média: mudança feita pelos Oper. [min.]	Duração média: mudança feita pelo RE [min.]	Poupança/dia [min.]
C1 para C4	1	8.10	3.28	<b>4.42</b>
C4 para C1	1	6.28	3.11	<b>3.17</b>
<b>Total</b>	<b>2</b>			<b>7.59</b>

A poupança diária obtida com esta melhoria resultou da diferença entre a duração média da mudança realizada pelos operadores e a duração média da mudança realizada pelo RE, sendo o resultado depois multiplicado pelo número médio de mudanças diárias para cada tipo de mudança. Dito isto a poupança diária foi de 7 minutos e 59 segundos, logo, por dia, podem ser produzidos cerca de mais 10 Automáticos de Água.

A etapa que se seguiu foi a de **Desenvolvimento de soluções para reduzir a duração das operações**, cujo objetivo consistiu em identificar e implementar soluções que permitissem melhorar o tempo de mudança de ferramentas. As soluções descrevem-se no texto abaixo.

◆ **Duplicação da chave de 19mm repartida atualmente entre o PT 46 e o PT 47 (SOL1)**

Atualmente, os PT 46 e 47 repartem uma chave de 19 mm necessária ao funcionamento de uma aparafusadora em cada um desses postos. No PT 46, a aparafusadora é utilizada apenas para a montagem da família B<sub>5</sub> e no PT 47 apenas para montagem da família C<sub>2</sub>, tendo os operadores que se deslocar de um posto para o outro para pegar a chave quando é necessária num dos postos. Com o objetivo de eliminar o tempo gasto na deslocação entre os dois PT para pegar a chave, duplicou-se a chave. Na Tabela 12 é indicada a poupança diária conseguida com esta alteração, tendo por base as mudanças realizadas entre as famílias acima referidas.

**Tabela 12 – Poupança na duplicação da chave repartida entre o PT 46 e PT 47**

Tipo de mudança	Posto destino	Média deslocamentos/dia	Duração do deslocamento [seg.]	Poupança/dia [seg.]
C <sub>2</sub> para B <sub>5</sub>	46	2	6	<b>12</b>
B <sub>5</sub> para C <sub>2</sub>	47	2	6	<b>12</b>
<b>Total</b>		<b>4</b>		<b>24</b>

Apesar desta melhoria não se traduzir numa grande poupança de tempo, contribui incrementalmente para a otimização do processo de mudança de ferramentas total.

◆ **Otimização do braço das aparafusadoras do PT 47 (SOL2)**

No PT 47 o sistema de aperto/desaperto do braço das aparafusadoras 30 e 31 é um pouco complexo tendo o operador que recorrer a uma chave especial para proceder à sua troca. Nesse

sentido decidiu-se alterar o sistema de aperto/desaperto, tornando o processo de mudança mais fácil e rápido. A Tabela 13 descreve as mudanças nas quais é necessário trocar a aparafusadora e qual a poupança diária com o novo sistema de aperto do braço.

Tabela 13 – Poupança com a otimização do braço da aparafusadora no PT 47

Tipo de mudança	Média mudanças/dia	Duração pré-alteração [seg.]	Duração pós-alteração [seg.]	Poupança/dia [seg.]
B <sub>3,4,5</sub> para C <sub>2</sub>	2	71	24	94
C <sub>2</sub> para B <sub>3,4,5</sub>	2	71	24	94
<b>Total</b>	<b>4</b>			<b>3.08 min</b>

Ao se fazer a diferença entre o tempo necessário para mudar a aparafusadora, antes da alteração, e o tempo necessário para mudar a aparafusadora, depois de realizada a alteração, e multiplicando o resultado pelo número médio de mudanças diárias, para o tipo de mudança em questão, obtém-se uma poupança diária de 3 minutos e 8 segundos, significando que, por dia, podem ser produzidos, aproximadamente, mais 4 Automáticos de Água.

♦ **Fixação de um dos gabaris do PT 46 (SOL3)**

No PT 46 são utilizados 4 gabaris (Figura 15):

- 1) Sempre posicionado no posto de trabalho;
- 2) Usado frequentemente para a família C;
- 3) Usado frequentemente para a família B;
- 4) Usado muito raramente (não está na Figura 15).

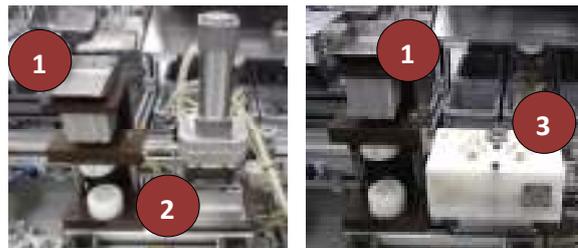


Figura 15 – Gabaris utilizados no PT 46: antes da melhoria

Os gabaris 2, 3 e 4 alternam entre si dependendo da família que esteja a ser produzida. No entanto, a troca mais frequente é entre o 2 e o 3 e é aquela que se pretende eliminar, tornando fixo um dos gabaris. O gabari escolhido para se fixar foi o 2, uma vez que é o mais pesado e complexo, logo, ergonomicamente, é o que merece maior atenção (Figura 16).

Os restantes gabaris, 3 e 4, ficam a alternar entre si (o que raramente acontece). Com a fixação do gabari 2 a poupança esperada é a seguinte (Tabela 14):



Figura 16 – Gabaris utilizados no PT 46: depois da melhoria

Tabela 14 – Poupança com a fixação do gabari 2 no PT 46

Tipo de Mudança	Média mudanças/dia	Tempo de mudança do gabari [seg.]	Poupança/dia [seg.]
B <sub>3,4,5</sub> para C <sub>1,2</sub>	3	14	42
C <sub>1,2</sub> para B <sub>3,4,5</sub>	3	17	51
<b>Total</b>	<b>6</b>		<b>1.33 min</b>

A poupança diária com esta melhoria é de 1 minuto e 33 segundos, logo, por dia, podem ser produzidos, aproximadamente, mais 2 Automáticos de Água. Esta poupança foi calculada multiplicando o número médio de mudanças diárias pelo tempo de mudança do gabari 2, para os tipos de mudança analisados.

Finalmente procedeu-se à elaboração da etapa – **Criação de procedimentos e monitorização** – que abrangeu a padronização, documentação e monitorização do processo de mudança de ferramentas da Secção 857.

A criação de *standards* é crucial para que o trabalho seja efetuado sempre da mesma forma e para que sejam identificados desvios quando estes existem. Assim, cumprindo com um dos objetivos da implementação do SMED, foi criado um documento onde foi padronizado todo o processo de mudança de ferramentas para as famílias da Secção 857 analisadas. O documento é *standard* na Bosch e denomina-se por Instrução de Mudança de Ferramenta (No Anexo 3 encontra-se um exemplo de uma Instrução de Mudança de Ferramenta). Existem outros dois documentos através dos quais o RE garante que os procedimentos criados são implementados, verifica se os *standards* são seguidos e promove a melhoria contínua do processo de mudança de ferramentas. Assim, na tabela que se segue é feita uma descrição de todos os documentos que fazem parte do processo de mudança de ferramentas.

Tabela 15 – Documentos *standard* utilizados no processo de mudança de ferramentas

Documento	Descrição
<b>Instrução de Mudança de Ferramentas</b>	Neste documento encontra-se informação sobre: operações de <i>setup</i> a realizar em cada posto, operador responsável por cada operação, duração de cada operação e tempos totais da mudança para cada cenário de produção.
<b>Folha para Confirmação de Processo</b>	Nesta folha são registados os desvios ao trabalho <i>standard</i> de mudança de ferramentas
<b>Folha para Pontos em Aberto (OPL)</b>	Qualquer desvio ao <i>standard</i> deve ser alvo de análise. Os desvios são registados nesta folha como pontos em aberto, isto é, para análise. Depois da análise devem ser tomadas ações corretivas para que o desvio não se repita.

A monitorização deste processo é feita pelo RE que recorre aos três documentos referidos para identificar e solucionar desvios ao padrão estabelecido e para definir e implementar melhorias que considere importantes para a evolução do processo de mudança de ferramentas e, consequentemente, do processo produtivo da Secção 857.

#### 4.2.4. Avaliação de Resultados

A implementação da ferramenta SMED para desenvolver o processo de mudança de ferramentas da Secção 857 foi um sucesso. Todas as partes envolvidas contribuíram de boa vontade, os operadores colaboraram com todo o processo de recolha de dados, assim como as chefias do chão de fábrica foram muito importantes para identificar os problemas e melhorias a

implementar. Outra grande vantagem foi o facto de não ter sido necessário investir capital nas melhorias implementadas.

Tinha-se referido, previamente, que a Secção 857 já se encontrava bastante desenvolvida no processo de mudança de ferramentas a alguns níveis, logo era de prever que os ganhos não seriam muito significativos. Apesar de tudo, foi possível implementar pequenas melhorias, cujas poupanças estão representadas na tabela que se segue:

**Tabela 16 – Poupança total com a implementação do processo de mudança de ferramentas na Secção 857**

Melhoria	Poupança/Dia [min]	Poupança/Dia [seg]	Nº Automáticos
<u>CONV1</u>	8.06	486	Tempo de Ciclo Médio = 50 segundos, logo $1210/50 = 24$ automáticos
<u>CONV2</u>	7.59	479	
<u>SOL1</u>	0.24	24	
<u>SOL2</u>	3.08	188	
<u>SOL3</u>	1.33	93	
<b>Total</b>	<b>21.10</b>	<b>1270</b>	

Somando o tempo ganho com as melhorias implementadas, obtém-se uma poupança diária de 21 minutos e 10 segundos, que resulta na produção de, aproximadamente, mais 24 automáticos de água.

Outra grande melhoria decorreu ao nível da padronização e da documentação do processo de mudança de ferramentas para as mudanças analisadas. Através da Instrução de Mudança de Ferramenta, os operadores têm toda a informação de que necessitam para realizar o processo de mudança de ferramentas de uma forma rápida e eficaz. Assim a implementação deste novo processo foi um sucesso, sendo necessário, contudo, haver um acompanhamento por parte dos responsáveis do chão de fábrica, nomeadamente o Responsável de Equipa, para que os *standards* sejam controlados e seja possível melhorar o processo numa base contínua.

### **4.3. Sistema *Kanban***

Nesta secção apresenta-se o trabalho desenvolvido neste projeto na área do controlo da produção, que teve como objetivo a alteração da forma como é realizado o planeamento da produção da Secção 857. Esse estudo foi desenvolvido seguindo a metodologia apresentada na secção 1.3 e dele resultou a implementação do Sistema *Kanban* na Secção 857. Assim, inicialmente fez-se uma análise da situação atual da secção no que toca ao controlo da produção, seguindo-se a definição da situação futura e o plano de ação para a alcançar. Finalmente, realizou-se uma avaliação dos resultados obtidos.

#### 4.3.1. Análise do Sistema de Controlo da Produção – Situação Atual

Na maioria das empresas que não utilizam o Sistema *Kanban*, o planeamento da produção é feito recorrendo ao MRP (*Material Requirements Planning*). Esta ferramenta permite o controlo de *stocks* e o planeamento da produção, definindo quando os componentes do produto final devem ser encomendados ou quando devem ser produzidos. O resultado dessa previsão é o lançamento de um Plano de Produção através do qual os responsáveis do chão de fábrica gerem a sua produção.

Atualmente, na Secção 857, o RE recorre a uma aplicação informática para aceder ao Plano de Produção que é, posteriormente, exportado para outra aplicação que trata da distribuição da produção diária para a célula 1 e para célula 4. Todavia, existem condições que a aplicação não assume aquando da distribuição do plano, tais como: entrega da produção num cliente até determinada hora do dia, número de mudanças de ferramentas necessárias, entre outras. Isto implica que o RE tenha que analisar/fazer algumas alterações ao plano antes de o imprimir e entregar ao *milk run* e aos operadores da produção para que estes saibam qual o material a abastecer nos BL e o que produzir, respetivamente. O *milk run* abastece o material necessário recorrendo a um supermercado localizado junto da área de produção, transportando-o para os BL da Secção 857. É também ele quem transporta o produto acabado para um local ao qual os *milk runs* dos processos-cliente têm acesso. No que toca aos processos-cliente da Secção 857, é importante referir que estes funcionam com o Sistema *Kanban*, logo a uniformização do planeamento seria bastante benéfica.

Foram identificados alguns problemas decorrentes da utilização deste tipo de sistema de controlo da produção, os quais motivaram uma análise do fluxo de informação atual da Secção 857. Os problemas apontados foram:

- ◆ Produção dependente do Plano de Produção: Este traduz uma previsão da procura e não a procura real, originando um *stock* elevado de produto acabado, com elevados custos associados. Para além disso também não tem em conta algumas das situações descritas previamente, como é o caso do prazo de entrega e do número de mudanças de ferramentas.
- ◆ Ordens de produção dependentes do Responsável de Equipa: É o RE quem tem acesso ao plano e quem faz a distribuição da produção pelas células 1 e 4, recorrendo às aplicações referidas previamente. Este faz as alterações que considera necessárias para um bom desempenho da produção tendo, conseqüentemente, que as comunicar à Logística. É também o RE que distribui o plano pelos intervenientes no processo, esclarecendo dúvidas quando estas surgem. Todas estas tarefas consomem demasiado tempo ao RE, que poderia ser dedicado a outro tipo de funções.
- ◆ Dificuldades sentidas por parte da Logística: Muitas vezes os *milk runs* não sabem que componentes abastecer nos BL devido ao facto de não existir um documento que o

explícite em detalhe, tendo que recorrer à ajuda do RE. Outro problema frequente são as alterações de última hora ao plano, tendo o *milk run* que desabastecer o que já estava abastecido e abastecer de acordo com as novas necessidades.

#### 4.3.2. Definição do Sistema de Controlo da Produção – Situação Futura

O objetivo desta etapa prende-se com a implementação de um sistema de controlo da produção autónomo que simplifique o fluxo de informação entre a Secção 857 e os processos envolventes, libertando o RE de algumas das suas tarefas de controlo da produção e permitindo que este se dedique mais ao processo de melhoria contínua da sua secção.

#### 4.3.3. Definição e Implementação do Plano de Ação

Tendo em conta a situação atual e futura, definiu-se o seguinte plano de ação:

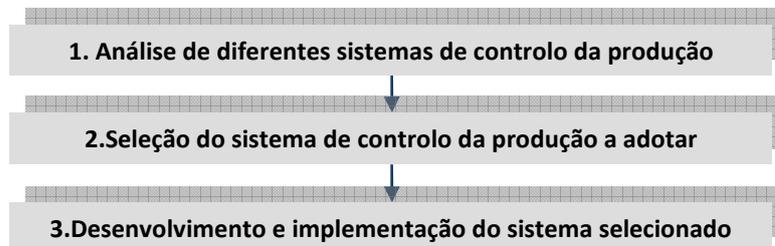


Figura 17 – Plano de ação: sistema de controlo da produção

Cada uma destas etapas será detalhada de seguida:

##### 1. Análise de diferentes sistemas de controlo da produção

Com o objetivo de encontrar uma solução para os problemas descritos na subsecção 4.3.1, decidiu-se fazer um estudo sobre diferentes alternativas para controlar a produção da Secção 857. Nesta ordem de ideias foram identificadas as seguintes soluções:

##### **SOLUÇÃO 1: Sistema Kanban Simples com supermercado para todas as referências**

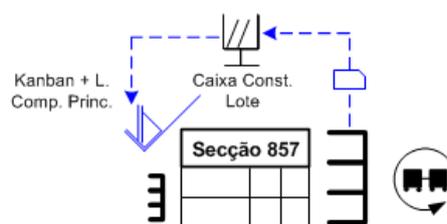


Figura 18 – Sistema Kanban Simples com supermercado para todas as referências

Nesta solução, inicialmente o Supermercado de produto acabado da Secção 857 encontra-se cheio. Depois, à medida que os contentores com os produtos vão sendo consumidos pelos clientes da secção, os *Kanbans* que lhes correspondem vão sendo colocados numa Caixa de

Construção de Lote até ser atingido o tamanho do lote definido; quando é atingido o tamanho do lote, os cartões são “picados” pelo *milk run*, isto é, com o seu PDA leem uma espécie de código de barras presente no cartão que despoleta a impressão de uma Lista de Componentes Principais para os operadores produtivos, com a descrição dos componentes a montar para aquele cartão, e uma Lista de *Picking* para o *milk run*, que descreve o material que este deve abastecer nas células; de seguida, este leva os cartões que constituem o lote para um Sequenciador junto da calha de produção. O Sequenciador é o local para onde são levados os cartões *Kanban* e a Lista de Componentes Principais das referências a produzir, sendo colocados numa sequência de produção, ao qual o operador do primeiro posto das células de montagem da Secção 857 tem acesso, retirando os que se encontram em primeiro lugar na ordem sequencial. Com a informação contida na Lista de Componentes Principais e nos cartões, os operadores passam a produzir a quantidade contida nos cartões; quando o contentor estiver cheio é-lhe adicionado o respetivo cartão, sendo este levado pelo *milk run* para o Supermercado de produto acabado, repetindo-se o ciclo. As vantagens deste tipo de sistema são:

- ◆ A produção passa a ser feita de acordo com a procura real do cliente;
- ◆ Com a especificação do tamanho do contentor e do número máximo de contentores a produzir, existe uma prevenção do excesso de produção e a resposta às variações da procura é melhor;
- ◆ O *milk run* sabe facilmente o que abastecer através da consulta da Lista de *Picking*, não sendo necessário recorrer à ajuda do RE;
- ◆ Existe uma integração de todos os processos produtivos (Secção 857, Célula 4, Linha 5, Secção 881), havendo uma simplificação do fluxo de materiais e de informação;
- ◆ O RE deixa de ter que aceder a todas as aplicações que acede atualmente para distribuir e imprimir o Plano de Produção.

Contudo, existem algumas desvantagens associadas a esta opção, tais como:

- ◆ Necessidade de se realizarem, diariamente, várias mudanças entre a célula 1 e a célula 4, implicando uma grande perda de tempo que se traduz numa menor eficiência da secção;
- ◆ Falta de resposta às necessidades diárias das linhas de montagem final aquando da produção de cartões com quantidades muito elevadas. Por exemplo, se for iniciada a produção de um cartão de 500 automáticos de água, o seu tempo total de produção será tal que os cartões que entram no sequenciador terão que esperar bastante tempo até ser iniciada a sua produção;
- ◆ Possível ocultação de problemas consequente da quantidade de *stock* de produto acabado que é necessário manter no supermercado para que não haja ruturas.

Existe ainda uma restrição que é o espaço disponível para a criação do supermercado.

## SOLUÇÃO 2: Sistema Kanban com recurso ao software SAP para todas as referências

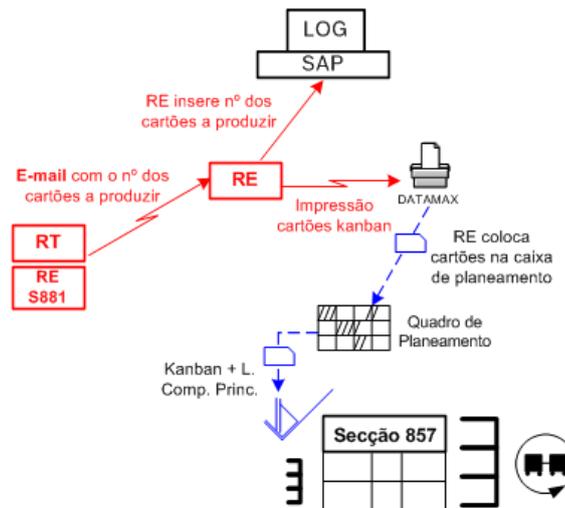


Figura 19 – Sistema Kanban com recurso ao software SAP para todas as referências

Nesta opção, diariamente o RE da secção 857 recebe um *e-mail* do RT da sua área (Linha 5 e Célula 4) e do RE da S881 a informar qual o número dos cartões *Kanban* a produzir no dia seguinte; no dia o RE introduz o número dos cartões na aplicação do *software* SAP, imprime-os e coloca-os no Quadro de Planeamento; a partir daqui o processo é o mesmo que o descrito na Solução 1. Resumidamente: o *milk run* “pica” os cartões, sendo impressa a Lista de Componentes Principais e a Lista de *Picking*, entregue ao *milk run* e aos operadores da produção; por fim, os cartões são levados para o Sequenciador, “ordenando” a produção da quantidade presente no cartão *Kanban*. As vantagens deste sistema são:

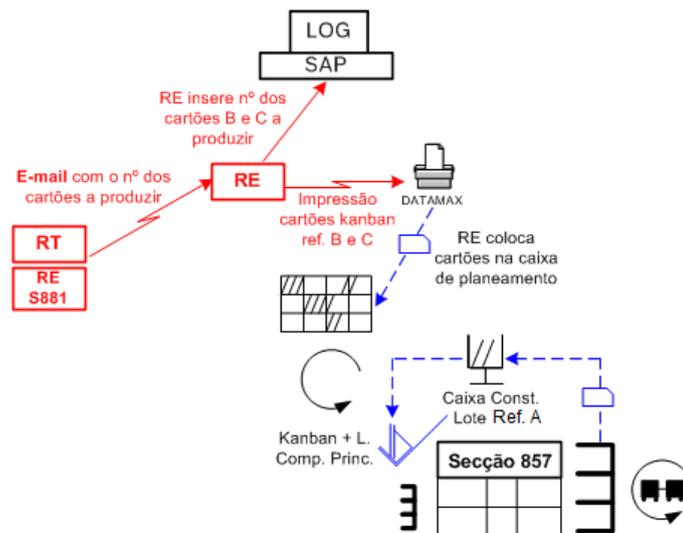
- ◆ O RE deixa de ter que aceder a todas as aplicações que acede atualmente para distribuir e imprimir o Plano de Produção, sendo necessário apenas introduzir na aplicação do *software* SAP o número dos cartões a imprimir e imprimi-los;
- ◆ O *milk run* sabe facilmente o que abastecer através da consulta da Lista de *Picking*, não sendo necessário recorrer à ajuda do RE;
- ◆ O RE pode juntar os cartões dos automáticos de água em latão para produzir de uma só vez, evitando muitas mudanças entre a célula 1 e a célula 4;
- ◆ Existe uma integração de todos os processos produtivos (Secção 857, Célula 4, Linha 5, Secção 881), havendo uma simplificação do fluxo de materiais e de informação.

De igual modo existem algumas desvantagens que devem ser tidas em conta, nomeadamente:

- ◆ A quantidade de *stock* de produto acabado mantém-se inalterada, não permitindo uma redução do mesmo;

- ◆ E tal como referido nas desvantagens da Solução 1: se a secção receber um cartão *Kanban* que “ordene” a produção de, por exemplo, 500 automáticos de água, poderão não conseguir responder a tempo às necessidades diárias das linhas finais.

**SOLUÇÃO 3: Sistema *Kanban* Simples com supermercado para as referências tipo A e Sistema *Kanban* com recurso ao software *SAP* para as referências tipo B e C**



**Figura 20 – Sistema *Kanban* com supermercado para as referências tipo A e Sistema *Kanban* com recurso ao *software* *SAP* para as referências tipo B e C**

Esta solução é uma junção das duas soluções anteriores. Para as referências mais consumidas na Secção 857 é utilizado o Sistema *Kanban* Simples e para as restantes é aplicado o Sistema que recorre à aplicação do *software* *SAP*. Para as referências tipo A o sistema é igual ao da Solução 1. Resumidamente: inicialmente, o Supermercado encontra-se cheio, depois, à medida que os contentores com as referências tipo A vão sendo consumidos pelos clientes da Secção 857, os *Kanbans* que lhes correspondem vão sendo colocados numa Caixa de Construção de Lote; quando é atingido o tamanho do lote, os cartões são “picados” pelo *milk run*; de seguida, este leva os cartões que constituem o lote para um Sequenciador junto da calha de produção e, como se fosse uma ordem de produção, produz-se a quantidade consumida; quando o contentor estiver cheio é adicionado o respetivo cartão, sendo levados pelo *milk run* para o Supermercado, repetindo-se o ciclo.

No caso das referências tipo B e C, o processo é igual ao da Solução 2: diariamente o RE da secção 857 recebe um *e-mail* do RT da sua área e do RE da S881 a informar qual o número dos cartões *Kanban* a produzir no dia seguinte; no dia o RE introduz o número dos cartões na aplicação do *software* *SAP*, imprime-os e coloca-os no Quadro de Planeamento; o *milk run* desloca-se ao quadro e “pica” os cartões, sendo impressa a Lista de Componentes Principais e a Lista de *Picking*; por fim, os cartões são levados para o Sequenciador, “ordenando” a produção da

quantidade presente no cartão *Kanban*. Para evitar muitas mudanças de ferramentas entre a célula 1 e 4 nesta solução será definida uma janela horária, durante a qual serão produzidos os automáticos em latão. É necessário ter em atenção que os lotes construídos na caixa de construção de lote das referências tipo A têm prioridade face às restantes referências. De seguida são apresentadas as vantagens resultantes da implementação deste sistema:

- ◆ Uma grande parte da produção passa a ser feita de acordo com a procura real do cliente;
- ◆ Com a especificação do tamanho do contentor e do número máximo de contentores a produzir, existe uma prevenção do excesso de produção de referências tipo A e a resposta às variações da procura destas será melhor;
- ◆ O *milk run* saberá facilmente o que abastecer através da consulta da Lista de *Picking*, não sendo necessário recorrer à ajuda do RE;
- ◆ Permite uma integração de todos os processos produtivos (Secção 857, Célula 4, Linha5, Secção 881), havendo uma simplificação do fluxo de materiais e de informação;
- ◆ No caso das referências tipo B e C, o RE deixa de aceder às aplicações que acede atualmente para distribuir e imprimir o Plano de Produção, sendo necessário apenas introduzir na aplicação do *software* SAP o número dos cartões a imprimir e imprimi-los;
- ◆ O RE pode juntar os cartões dos automáticos em latão para produzir de uma só vez, uma vez que nas referências tipo A não existe latão, evitando-se muitas mudanças entre a célula 1 e a célula 4.

Todavia, existem algumas desvantagens como é o caso de uma possível ocultação de problemas, conseqüente da quantidade de *stock* de produto acabado que é necessário manter no supermercado para que não haja ruturas e ainda a possibilidade da secção não conseguir responder às necessidades diárias das linhas finais devido à produção de um cartão com uma quantidade muito elevada (tal como na Solução 1 e 2). Existe também uma pequena restrição que é a limitação do espaço necessário à criação do supermercado.

## **2. Seleção do sistema de controlo da produção a adotar**

O sistema de controlo da produção ideal seria o da Solução 1, contudo, face à limitação de espaço é de todo impossível criar um supermercado para todas as referências produzidas na Secção 857. A Solução 3 para além de possuir as mesmas vantagens da Solução 1, não necessita de um supermercado tão grande, visto este ser só para as referências tipo A. Assim optou-se pela escolha da Solução 3.

## **3. Desenvolvimento e implementação do sistema selecionado**

Para se desenvolver e implementar o sistema de controlo da produção selecionado com sucesso foram definidos os seguintes passos:

### 3.1. Análise do espectro de referências da Secção 857

Com o objetivo de classificar as referências produzidas na Secção 857 de acordo com a quantidade produzida, recorreu-se à Curva ABC. Nesta ordem de ideias, considerou-se a média dos consumos diários dos meses de setembro e de outubro de 2011 para cada referência, ordenando-os por ordem decrescente. De seguida calculou-se a percentagem de cada referência sobre o valor total consumido e a percentagem acumulada, obtendo-se deste modo a quantidade de referências para cada classe (definiu-se que as classes ABC seguiriam o critério: A=80% do consumo médio diário, B=15% e C=5%).

Depois de analisados os dados verificou-se que de um total de 125 referências produzidas na Secção 857, 13 são referências tipo A, 34 são referências tipo B e 78 são referências tipo C. Sendo assim as referências que serão produzidas para supermercado, tendo como base a Solução 1, são as 13 referências tipo A. As restantes serão controladas através do Sistema *Kanban* com recurso ao *software* SAP (Solução 2). Contudo, depois de se calcular a quantidade de *Kanbans* para entrar circulação, poderá ser necessário limitar o número de referências tipo A que vão para supermercado, dada a restrição de espaço para o mesmo.

### 3.2. Cálculo do número de cartões *Kanban* e configuração do supermercado para as referências tipo A

O número de *Kanbans* a colocar em circulação foi calculado recorrendo a uma fórmula *standard* da Bosch, a fórmula *Kanban* BPS que, por questões de confidencialidade, não será apresentada. A aplicação desta fórmula necessita de um levantamento e tratamento de dados rigoroso pois, para além de fornecer um modelo que permite determinar a quantidade necessária de *Kanbans*, possibilita um confronto com os principais indicadores de perdas, que indicam a quantidade de desperdício dentro do sistema possibilitando a implementação de atividades de melhoria para redução desse desperdício. Em primeiro lugar foi definido um SNP (quantidade de peças por *Kanban*) igual a 8 para a Secção 857, uma vez que nos processos-cliente desta secção os SNP são múltiplos de 8. De seguida, com base neste valor, definiram-se os tamanhos dos lotes para cada referência em estudo, utilizando o método *every part every interval*<sup>4</sup> (EPEI) e, posteriormente, determinou-se a procura média diária em função dos dados existentes, correspondentes aos meses de setembro e outubro de 2011.

Obtidos estes dados, de seguida, calculou-se cada uma das componentes da fórmula *Kanban* BPS. A Cobertura do Tempo de Reabastecimento é uma dessas componentes. Para determinar o número de *Kanbans* que permite cobrir este tempo analisou-se o percurso realizado

---

<sup>4</sup> Indicador que permitiu determinar o período de tempo que a Secção 857 demorará a produzir as referências tipo A. Por exemplo, se numa semana (5 dias de produção) uma dada referência for produzida em 4 dias, o valor do seu EPEI será de 1,3 dias, ou seja, em média, a referência será produzida a cada 1,3 dias.

por um *Kanban* dentro da Secção 857. Os pontos do percurso analisados foram: tempo de transporte entre a caixa de construção de lote e o sequenciador de produção; tempo máximo de espera dos *Kanbans* no sequenciador de produção, até que sejam recolhidos pelos operadores de produção; tempo que o *milk run* demora a disponibilizar os componentes necessários à produção; tempo necessário para a mudança de ferramentas; tempo de produção de um *Kanban* e tempo de transporte do *Kanban* produzido até ao supermercado de produto acabado. A soma destes tempos denomina-se por Tempo de Reposição e consiste no tempo desde que um *Kanban* de produção sai do supermercado até à sua reposição no mesmo.

Como vai ser implementado um sistema de controlo da produção para as referências tipo A e outro para as referências tipo B e C, existem alguns aspetos a ter em conta no cálculo do tempo de reposição. É o caso da produção dos automáticos em latão, que são referência tipo B e C. Para que não sejam necessárias muitas mudanças entre a célula 1 (sintético) e a célula 4 (latão) definiu-se uma janela horária durante a qual serão produzidos todos os automáticos em latão. Assim, todos os dias, no início do primeiro turno, durante 2 horas e 30 minutos serão produzidos os automáticos em latão. Este tempo foi calculado com base no consumo médio diário de automáticos em latão e no tempo de ciclo médio necessário para produzir um automático deste tipo. Para garantir que durante esta janela horária não existe rutura de *stock* no supermercado das referências tipo A, este tempo foi adicionado ao tempo de reposição, aumentando a quantidade de *Kanbans* necessários para cobrir o tempo de reposição de um ciclo.

Depois de determinado o tempo de reposição para cada uma das referências tipo A, multiplicou-se esse valor pela quantidade média diária de automáticos consumidos e dividiu-se o resultado pela multiplicação entre o tempo de produção planeado (POT) e o número de peças por *Kanban* (SNP), determinando o número de *Kanbans* necessários para cobrir o tempo de reabastecimento.

Existiu ainda a necessidade de definir um tempo para a construção do lote, que não foi contemplado no tempo de reposição, havendo uma componente específica na fórmula *Kanban* BPS que determina o número de *Kanbans* necessários para cobrir esse tempo, designado por Cobertura do Tamanho do Lote. Esta componente foi determinada dividindo o tamanho do lote de cada uma das referências tipo A pelo número de peças por *Kanban* e subtraindo a este resultado uma unidade.

A próxima componente, Cobertura do Pico de Consumo durante o Tempo de Reposição, determinou o número de *Kanbans* necessários para cobrir um pico de consumo dos clientes durante o tempo de reposição de uma dada referência. O pico de consumo é dado pela quantidade máxima que os clientes conseguem consumir de uma dada referência durante o tempo de reposição de um *Kanban*. Este valor foi determinado com base na quantidade máxima consumida de cada uma das referências durante o tempo de produção planeado (POT), para o período em análise. Ou seja, imaginando que durante o POT são consumidos 500 automáticos de

uma determinada referência, durante o Tempo de Reposição são consumidos X automáticos de água dessa mesma referência. Depois de obtidos estes dados procedeu-se ao cálculo da quantidade de *Kanbans* necessários à cobertura do pico de consumo, cujo cálculo se passa a descrever: inicialmente determinou-se a diferença entre o consumo máximo no tempo de reposição e o tamanho do lote para cada referência; de seguida dividiu-se o resultado da conta anterior pelo número de peças por *Kanban*.

A última componente determina o número de *Kanbans* necessários para a Cobertura do Tempo de Segurança relativamente a paragens não planeadas e a atrasos da produção. Aqui foi considerada a variação do desempenho da secção com base no OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), e a variação no consumo do cliente com base no consumo planeado e real do mesmo.

Determinadas todas as componentes, obteve-se o número final de *Kanbans* necessários para a criação de um supermercado. Os resultados obtidos foram:

**Tabela 17 – Quantidade de cartões *Kanban* necessários na Secção 857 para as referências tipo A**

Referência	<i>Kanbans</i> necessários		Quant. máxima de peças no supermercado (unid)
	Máximo	Mínimo	
Ref.1	14	1	112
Ref.2	15	1	120
<u>Ref.3</u>	28	1	224
<u>Ref.4</u>	34	1	272
<u>Ref.5</u>	35	1	280
<u>Ref.6</u>	29	1	232
<u>Ref.7</u>	29	1	232
<u>Ref.8</u>	18	1	144
Ref.9	14	1	112
Ref.10	16	1	128
Ref.11	31	1	248
Ref.12	17	1	136
Ref.13	11	1	88
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>13</b>	<b>2328</b>

Atualmente a Secção 857 possui duas estantes, que em conjunto têm uma capacidade de armazenagem de 105 contentores, ou seja, 105 *Kanbans*, com 8 automáticos de água cada. Segundo os dados da Tabela 17 seriam necessários 291 *Kanbans*. Contudo é impossível criar um supermercado para essa quantidade de contentores, dada a limitação de espaço existente. Assim, das referências tipo A escolheram-se as 8 com maior procura (a sublinhado na Tabela 17), que equivalem a 200 *Kanbans*, ou seja a 200 contentores.

Ao ser criado um supermercado composto por duas estantes com as medidas padrão da Bosch, no qual uma tem uma capacidade de armazenagem de 90 contentores e a outra de 120

contentores, a disposição das referências nas prateleiras será (uma coluna equivale a 15 contentores: 5 x 3 contentores):

Estante 1:	Ref.3	Ref.3	Ref.6	Ref.6	Ref.8	<u>Ref.8</u>
	Ref.3	Ref.3	Ref.6	Ref.6	Ref.8	Ref.13
	Ref.3	Ref.3	Ref.6	Ref.6	Ref.8	Ref.13
	Ref.3	Ref.3	Ref.6	Ref.6	Ref.8	Ref.13
	Ref.3	<u>Ref.3</u>	Ref.6	<b>Ref.6</b>	Ref.8	<b>Ref.13</b>

Estante 2:	Ref.4	Ref.4	Ref.4	Ref.5	Ref.5	Ref.7	Ref.7	Ref.10
	Ref.4	Ref.4	<u>Ref.4</u>	Ref.5	Ref.5	Ref.7	Ref.7	Ref.10
	Ref.4	Ref.4	Ref.5	Ref.5	Ref.5	Ref.7	Ref.7	Ref.10
	Ref.4	Ref.4	Ref.5	Ref.5	<b>Ref.5</b>	Ref.7	<b>Ref.7</b>	Ref.10
	Ref.4	Ref.4	Ref.5	Ref.5	Ref.7	Ref.7	Ref.10	Ref.10

Figura 21 – Configuração do supermercado para as referências tipo A da Secção 857

Em cada entrada das prateleiras será indicada a referência do Automático de Água e o número máximo e mínimo de contentores na mesma. O máximo é de 3 contentores para cada entrada da prateleira, exceto para as assinaladas a negrito na Figura 21, para as quais o máximo é 2 e para as sublinhadas cujo máximo é 1. O mínimo é sempre 1. Para além do supermercado para estas referências, é necessária uma estante para as restantes referências tipo A e para as referências tipo B e C, que armazenará 60 contentores.

### 3.3. Formação, Entrada em Funcionamento e Monitorização

O sistema de controlo da produção selecionado será implementado em duas etapas. Em primeiro lugar será implementado o Sistema com recurso ao *software* SAP para as referências tipo B e C, para o qual é apenas necessário o RE da Secção 881 e o RT da Linha 5 e Célula 4 começarem a enviar os *e-mails* com os cartões a produzir para a caixa de correio eletrónico do RE da Secção 857, que depois os imprime e os coloca no quadro de planeamento. Este sistema é o primeiro a ser implementado, uma vez que as alterações em relação ao sistema atual são mínimas, permitindo uma adaptação gradual aos cartões até à implementação do Sistema *Kanban* Simples com Supermercado para as Referências tipo A.

O próximo passo é a implementação do Sistema *Kanban* Simples com Supermercado. A sua implementação será mais complexa, uma vez que o sistema difere bastante do anterior e do que existe atualmente. Será necessário definir um local junto da secção para criar o supermercado, e terão que ser identificadas as prateleiras do mesmo com o número das referências tipo A. Este sistema permitirá controlar as variações da procura, reduzir gradualmente as variações de *stock* de produto acabado para minimizar os custos com o mesmo, aplicar o conceito *just-in-time*, em que se produzam apenas as quantidades necessárias, quando solicitadas e permitirá que a gestão da produção e dos *stocks* seja partilhada, conseguindo-se um maior acompanhamento.

Existem ainda alguns aspetos a delinear antes da entrada em funcionamento do novo sistema de controlo da produção, tais como, o mecanismo de sinalização a utilizar, as regras de funcionamento do sistema e a formação dos intervenientes no processo. Assim, o mecanismo é o *Kanban* de Produção padrão da Bosch (ver Figura 2 na página 18) e as regras são as mencionadas na subsecção **2.2.3.2**. Em relação à formação dos intervenientes, esta não se revelou necessária pois: 1) o *milk run* já lida com cartões *Kanban* noutros processos da empresa, 2) os operadores da produção não necessitaram de formação, uma vez que o que mudou para eles foi o facto de já não verificarem o Plano de Produção mas sim a Lista de Componentes Principais, sendo suficiente haver uma simples explicação por parte do RE de como ler a lista e 3) o RE já tem uma formação sobre o funcionamento de Sistemas *Kanban*, necessitando apenas de se adaptar a este e às suas novas funções.

Gross e McInnis (2003) sugerem que depois da entrada do sistema em funcionamento é importante haver um acompanhamento diário rigoroso do mesmo durante as primeiras 6 semanas. Durante este período desencadeia-se a fase de adaptação ao sistema, logo é provável que surjam alguns problemas relacionados com a falta de experiência e disciplina dos colaboradores envolvidos no processo, esquecimento de algumas regras, cálculo do número de *Kanbans* incorreto, entre outros. Tendo isto em conta é muito provável que surja a necessidade de se fazerem alguns ajustes, nomeadamente ao número de *Kanbans* que deve ser recalculado para se reduzir o *stock* no supermercado ao mínimo. Quando o processo estabilizar, o prazo para as auditorias deve ser alargado para uma a duas vezes por semana, procurando melhorar a situação atual do sistema.

#### **4.3.4. Avaliação de Resultados**

Apesar dos esforços não houve tempo para implementar/testar o funcionamento deste sistema já que o período do projeto terminou. Contudo prevê-se que, inicialmente, a conjugação dos dois sistemas será complicada para o RE. Apesar disso, com o tempo pretende-se que esta chefia seja libertada das suas tarefas de controlo da produção, o que deverá acontecer após a fase da adaptação ao novo sistema.

## Capítulo 5

### Gestão do Chão de Fábrica na Secção de Montagem de Automáticos de Água da Bosch Termotecnologia

Uma das vertentes deste projeto, que se apresenta neste capítulo, teve por objetivo o estudo e análise do trabalho do RE da Secção 857 com vista à melhoria da gestão do chão de fábrica nesta secção. Neste capítulo são assim apresentadas algumas ações corretivas ao trabalho do RE que visam libertar o mesmo de algumas das suas atividades para que se possa dedicar mais ao processo de melhoria contínua da Secção 857. Recorre-se à metodologia de Investigação-Ação, tal como nos capítulos anteriores.

#### 5.1. Diagnóstico ao Estado Atual

Da Secção 857 faziam parte, inicialmente, dois RE (um por turno). No entanto, durante a minha estadia na empresa essa situação foi alterada existindo atualmente apenas um RE no turno da manhã. Esta chefia é responsável pela manutenção e melhoria do processo produtivo da Secção 857 desempenhando, de uma forma geral, as seguintes tarefas:

- ◆ Supervisionar e motivar os seus operadores;
- ◆ Implementar e monitorizar os *standards* definidos para a sua área;
- ◆ Monitorizar os indicadores de gestão da produção e identificar desvios aos mesmos;
- ◆ Formar os operadores nos *standards* definidos para a sua área;
- ◆ Assegurar a utilização e dinamização das ferramentas e cultura de melhoria contínua;
- ◆ Proceder à resolução sustentada de problemas;
- ◆ Realizar a avaliação do desempenho dos colaboradores;
- ◆ Fazer cumprir as normas de segurança, saúde e higiene no trabalho;
- ◆ Assegurar a substituição de operadores quando necessário.

Contudo, ao longo do tempo, a função melhoria tem sido negligenciada pelo RE, em parte, devido ao surgimento de problemas inesperados e de situações imprevistas que obrigam à

intervenção do RE, impedindo-o de realizar algumas das suas tarefas diárias, nomeadamente as de suporte ao processo de melhoria contínua. Estes problemas foram-se acumulando, gerando um ciclo vicioso de “*firefighting*” que funciona como uma barreira à evolução do processo produtivo da área em questão.

Até ao momento, na Secção 857, já poderiam ter sido desenvolvidos e liderados mais projetos de melhoria contínua de forma a melhorar os custos, a qualidade e as entregas da Secção 857. Todavia, atualmente, esta chefia do chão de fábrica não consegue empenhar esforços nesse sentido. Adicionalmente, o RE tem alguma dificuldade em gerir as suas tarefas diárias, uma vez que o seu trabalho não se encontra padronizado. Este tem vindo a desempenhar tarefas que nem ele mesmo sabe se deveriam ser desempenhadas por ele, denotando-se também que existe algum descuido por parte da gestão de topo no que toca à clarificação do papel e das responsabilidades desta chefia. Para estudar melhor este problema decidiu-se adotar o procedimento apresentado na Figura 22.

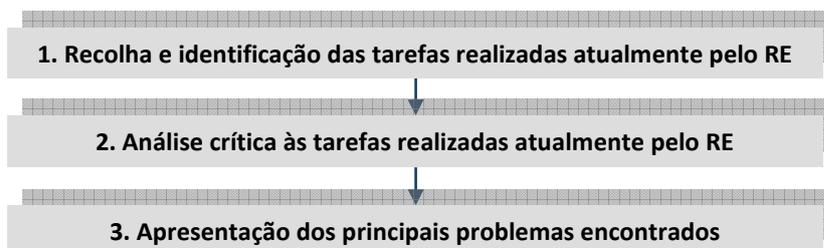


Figura 22 – Plano de ação: gestão do chão de fábrica

Cada uma destas etapas é detalhada de seguida.

### **1. Recolha e identificação das tarefas realizadas atualmente pelo RE**

Com a finalidade de identificar as tarefas desempenhadas pelo RE, foi criado um ficheiro que este foi preenchendo ao longo de 40 dias (8 semanas), no qual descreveu todas as tarefas realizadas por ele e o tempo gasto nas mesmas. Depois de compilada a informação, criou-se a Tabela 18 na qual é feito um resumo do trabalho atual do RE. Nesta tabela aparecem quatro colunas: a coluna Tarefa faz descreve as tarefas realizadas atualmente pelo RE, a coluna Periodicidade, tal como o próprio nome indica, indica a frequência com que é realizada cada uma das tarefas, a coluna Duração Média dá informação do tempo que o RE demora em média a realizar cada uma das tarefas, para os dias em que foram realizadas e de acordo com a sua periodicidade, e, por fim, a coluna Frequência de Realização informa sobre a frequência com que foi realizada a tarefa nos 40 dias analisados, para a sua periodicidade de realização (a título de exemplo: a  $T_4$  tem uma periodicidade diária, contudo só foi realizada em 21 dos 40 dias, logo,  $21/40=53\%$ )

**Tabela 18 – Tarefas realizadas atualmente pelo RE da Secção 857**

	Tarefa	Periodicidade	Duração Média [min]	Frequência de Realização
T <sub>1</sub>	Reunião com os operadores	Diária	5	100%
T <sub>2</sub>	Reunião <i>Point</i> CIP	Dia Sim, Dia Não	23	100%
T <sub>3</sub>	Reunião TPM	Quinzenal	32	100%
T <sub>4</sub>	Preparação para reunião de secção	Diária	5	53%
T <sub>5</sub>	Reunião de secção	Diária	24	100%
T <sub>6</sub>	Preenchimento de quadros	Diária/Horária	26	100%
T <sub>7</sub>	Introdução da produção no SIQ_GES	Diária	4	100%
T <sub>8</sub>	Substituição dos operadores – WC	Diária	25	100%
T <sub>9</sub>	Momentos de aperto	Semanal	13	100%
T <sub>10</sub>	Preenchimento do ficheiro do OEE	Diária/Horária	27	100%
T <sub>11</sub>	Confirmação de processos	Diária	33	58%
T <sub>12</sub>	Revisão da matriz de policompetências	Diária	2	100%
T <sub>13</sub>	Realização do circuito de manutenção	Diária	2	100%
T <sub>14</sub>	Passagem de informação entre turnos	Diária	7	100%
T <sub>15</sub>	Registo dos planos de controlo	Diária	28	100%
T <sub>16</sub>	Impressão do plano de produção	Diária	14	100%
T <sub>17</sub>	Registo SPC	Diária	27	90%
T <sub>18</sub>	Análise/Alteração do plano produção	Diária	12	100%
T <sub>19</sub>	5S's	Diária	24	88%
T <sub>20</sub>	Entrega da produção no WCSF_SEC	Diária	6	100%
T <sub>21</sub>	Aprovação do plano de produção	Semanal	19	100%
T <sub>22</sub>	Avaliação do desempenho dos operadores	Anual	125	100%
T <sub>23</sub>	Registo WPAR_LIN	Esporádica	5	60%
T <sub>24</sub>	Preparação de material para a Secção 881	Esporádica	95	78%
T <sub>25</sub>	Pedidos de intervenção (WGTM_ORD)	Esporádica	4	60%
T <sub>26</sub>	Retrabalho	Esporádica	20	10%
T <sub>27</sub>	Reparação de um posto de trabalho	Esporádica	17	73%
T <sub>28</sub>	Recuperação de atrasos da produção	Esporádica	77	43%
T <sub>29</sub>	Substituição de operadores num posto	Esporádica	259	13%
T <sub>30</sub>	Marcação de automáticos de latão	Esporádica	15	23%

Para facilitar a compreensão do conteúdo associado às tarefas acima apresentadas, na Tabela 19 detalham-se algumas dessas tarefas.

**Tabela 19 – Descrição das tarefas realizadas atualmente pelo RE da Secção 857**

Descrição das Tarefas	
T <sub>1</sub>	No início de cada turno, o RE informa e atualiza os operadores dos problemas ocorridos no turno anterior, das ações tomadas para os corrigir e dos objetivos para o turno que vai iniciar.
T <sub>2</sub>	Serve de suporte ao processo de resolução de problemas, revendo desvios dos padrões, definindo ações corretivas e designando um(a) responsável por estas.
T <sub>3</sub>	É parecida com a T <sub>2</sub> , a diferença é que os assuntos a abordar estão relacionados com o processo de manutenção autónoma.
T <sub>5</sub>	Tem o mesmo objetivo da T <sub>1</sub> , só varia o facto de esta ser realizada entre as chefias do chão de fábrica e não com os operadores de linha.
T <sub>6</sub>	O RE faz o acompanhamento dos indicadores de desempenho, numa base horária ou diária.
T <sub>7</sub>	O RE introduz a quantidade de peças que apresentam falhas durante o ensaio, na aplicação SIQ_GES
T <sub>9</sub>	O RE testa todas as aparafusadoras e chaves especiais para identificar desvios ao <i>standard</i> , evitando que sejam produzidos automáticos com defeito.
T <sub>10</sub>	O RE faz o acompanhamento do indicador de desempenho OEE, numa base horária ou diária.
T <sub>11</sub>	O RE assegura que determinado padrão é mantido numa base diária e que através da sua implementação prática são geradas ideias e sugestões para a melhoria do processo.
T <sub>12</sub>	É realizada no início de cada turno e serve para o RE atribuir os operadores aos postos de trabalho, tendo sempre em conta a rotatividade do trabalho.
T <sub>13</sub>	No início de cada turno, o RE realiza operações simples de TPM, tais como, verificar nível de óleo de lubrificação, limpar filtros, verificar estado dos suspensores, entre outras.
T <sub>15</sub>	O RE verifica a existência de desvios em relação aos Planos de Controlo estabelecidos.
T <sub>16</sub>	O RE imprime e distribui o plano de produção pelas duas células da Secção 857.
T <sub>17</sub>	O RE assegura que os resultados de processos planeados são alcançados e vão de encontro aos requisitos do cliente, controlando os processos com base em amostras.
T <sub>18</sub>	O RE faz uma análise do plano de produção e procede às alterações que considera necessárias ao bom desempenho da Secção 857.
T <sub>19</sub>	O RE garante os 5S's da área, para que esteja sempre arrumada, organizada e limpa, sendo possível identificar problemas visualmente.
T <sub>20</sub>	O RE entrega as quantidades produzidas de cada referência, na aplicação informática WCSF_SEC.
T <sub>21</sub>	O RE faz a aprovação do plano de produção para a semana seguinte, tendo em conta as quantidades a produzir de cada referência.
T <sub>22</sub>	O RE realiza uma avaliação anual da performance dos operadores.
T <sub>23</sub>	O RE regista a quantidade de peças defeituosas, na aplicação informática WPAR_LIN.
T <sub>24</sub>	O RE procede à montagem de peças de substituição com destino à Secção 881.
T <sub>25</sub>	O RE utiliza a aplicação informática WGTM_ORD para pedir a intervenção de mecânicos e eletricitas, aquando da ocorrência de avarias nas células.

## 2. Análise crítica às tarefas realizadas atualmente pelo RE

As tarefas realizadas pelo RE são maioritariamente de monitorização e controlo do processo produtivo da Secção 857 e de resposta a problemas que surgem inesperadamente nessa área. Poucas são aquelas que se dedicam à melhoria contínua do processo da secção. De seguida é feita uma análise crítica às tarefas realizadas pelo RE, através da sua classificação em:

### 2.1. Tarefas que não deveriam ser realizadas pelo RE

Existem algumas tarefas desempenhadas atualmente pelo RE que não deveriam ser realizadas por ele, nomeadamente, a Preparação de Material para a Secção 881 (T<sub>24</sub>), o Registo

SPC (T<sub>17</sub>) e a Marcação de Automáticos de Latão (T<sub>30</sub>). A primeira ocupa cerca de 16.8%<sup>5</sup> do tempo do RE, já para não falar que não contribui nem para o controlo nem para a melhoria do processo produtivo da Secção 857. O Registo SPC deveria ser realizado pelo operador das preparações, mas tal não se verifica, ocupando 5.5% do tempo do RE. Por fim, a Marcação de automáticos deveria ser realizada pelos operadores de produção, mas esta tarefa não se encontra definida como sendo uma tarefa do trabalho padronizado destes operadores, ficando o RE responsável por a desempenhar (ocupação de 0.8% do seu tempo).

## 2.2. Tarefas realizadas como resposta a problemas que surgem na Secção 857

Existem algumas tarefas realizadas pelo RE (T<sub>26</sub>, T<sub>27</sub>, T<sub>28</sub> e T<sub>29</sub> da Tabela 18) que não passam de resposta a problemas que vão surgindo e se vão repetindo ao longo do tempo. A T<sub>26</sub> ocupa cerca de 0.5% do tempo do RE, diariamente, a T<sub>27</sub>, cerca de 2.8%, a T<sub>28</sub> 7.5% e a T<sub>29</sub> cerca de 7.7%. A partir destes factos, pode-se verificar que o RE não tem, realmente, o seu papel clarificado, uma vez que, num ambiente *Lean*, este não deveria perder tempo a “apagar fogos” mas sim a preveni-los. Essa não é a realidade e no Diagrama de Causa-Efeito da Figura 23 são apresentados os principais problemas que ocorrem na Secção 857 que consomem tempo ao RE, “impedindo-o” de realizar as tarefas de melhoria do processo produtivo. Estes problemas foram identificados com base nos dados obtidos no ficheiro preenchido pelo RE, através de questionários ao mesmo e recorrendo à observação em tempo real na área em questão.

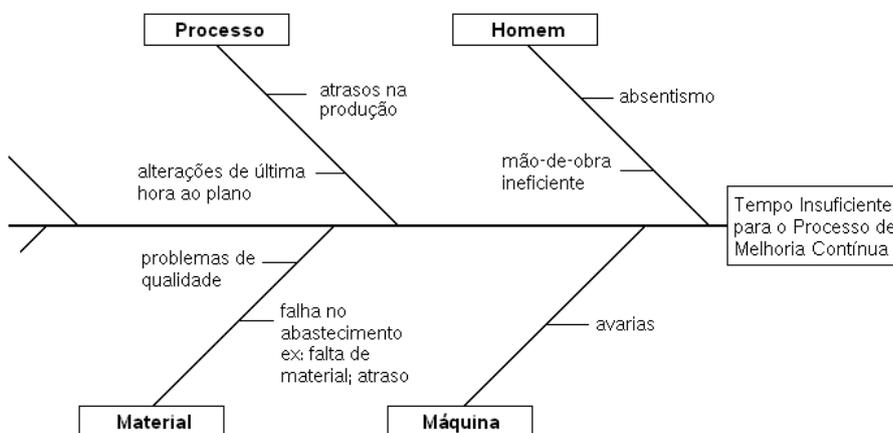


Figura 23 – Diagrama de causa-efeito da falta de tempo do RE para a melhoria contínua

Muitos destes problemas repetem-se frequentemente, o que faz questionar se a sua causa não estará associada, por uma lado, à falta de tempo do RE para ir à raiz dos problemas, resultado de uma má gestão e falta de padronização do seu trabalho, ou por outro lado, à sua

<sup>5</sup> Estes valores são calculados dividindo a duração média da tarefa pelo tempo de trabalho do RE (440 minutos) e multiplicando depois pela frequência de realização. A título de exemplo: para a tarefa Preparação de Material para a Secção 881 a média de tempo é de 95 minutos. Este tempo a dividir por 440 e depois a multiplicar por 78% (frequência de realização) dá 16.8%.

falta de iniciativa e motivação para o processo de melhoria contínua, não procurando desenvolver projetos e ações com vista à resolução definitiva dos problemas mencionados e mesmo para uma evolução e melhoria de todo o processo produtivo da Secção 857.

### 2.3. Tarefas que não estão a ser realizadas como esperado

Efetivamente, algumas tarefas não estão a ser realizadas como seria de esperar. Para se perceber melhor o que está a falhar decidiu-se dividir essas tarefas de acordo com o que está errado na sua realização:

#### ◆ *Assiduidade na realização da tarefa*

No conjunto das tarefas a realizar pelo RE, existem apenas quatro que servem diretamente de suporte ao processo de melhoria contínua da Secção 857: **T<sub>2</sub>**, **T<sub>3</sub>**, **T<sub>11</sub>** e **T<sub>19</sub>**. Destas, aquela que contribui de uma forma mais direta para a evolução e melhoria do processo produtivo é a Confirmação de Processos (**T<sub>11</sub>**). Diariamente deveria ser realizada, pelo menos, uma Confirmação de Processo, no entanto, quando surgem problemas esta tarefa é colocada imediatamente de parte, não tendo sido realizada em 42% dos dias em que decorreu este estudo. Podem ser realizadas confirmações ao trabalho *standard* dos operadores, à forma como é feita a manutenção autónoma (TPM) pelos mesmos, ao processo de mudança de ferramentas e aos supermercados e bordos de linha.

Também a tarefa de Preparação para a Reunião de Secção (**T<sub>4</sub>**) foi colocada de lado em 47% dos dias, por falta de tempo, traduzindo-se numa exposição menos clara e concisa da situação da Secção 857, podendo resultar, no mínimo, num aumento do tempo necessário para a realização da reunião. Em relação ao Registo SPC (**T<sub>17</sub>**) e aos 5S's (**T<sub>19</sub>**), a não realização destas tarefas em 100% dos dias deve-se à falta de tempo do RE para o fazer, consequência de imprevistos que necessitam da sua atenção.

#### ◆ *Rigor na execução da tarefa*

Existem algumas tarefas que não estão a ser executadas da forma esperada, seja por falta de tempo, esquecimento ou desinteresse. É o caso da Reunião com os Operadores (**T<sub>1</sub>**) que, apesar de ser realizada assiduamente, o conteúdo abordado não é, muitas vezes, o *standard*. Esta reunião que deveria servir para comunicar aos operadores os problemas, objetivos e expectativas da Secção 857, não está a cumprir o seu objetivo, logo também o RE não está a cumprir a sua função.

Outra situação a apontar é o Preenchimento do Ficheiro do OEE (**T<sub>10</sub>**). Este indicador deveria ser acompanhado numa base horária e diária, sendo registado no quadro de *Point* CIP e numa aplicação informática. Contudo, na realidade isto não acontece e o registo é efetuado apenas no fim do turno. Acontece o mesmo com o indicador de falhas internas (PPM's) que também deveria ser acompanhado de hora a hora, mas tal não acontece.

Por fim, há ainda que fazer referência à forma como o RE executa a tarefa de garantir os 5S's (T<sub>19</sub>). O RE no lugar de ir garantindo os 5S's numa base diária, tem dias em que não garante qualquer tipo de organização/limpeza da sua área e outros em que, conseqüentemente, é necessária uma organização/limpeza profunda da sua área produtiva.

◆ *Tempo de execução da tarefa*

Neste ponto a única tarefa que merece destaque é a Confirmação de Processos (T<sub>11</sub>), devido ao facto de ser uma tarefa que implica muito rigor, atenção e dedicação do RE e que, pelos dados obtidos e pela observação feita, não está a demorar o tempo necessário para que sejam respeitadas estas características.

### 3. Apresentação dos principais problemas encontrados

Depois desta análise exaustiva, ficou claro que os principais problemas existentes no chão de fábrica da Secção 857 são os apresentados na Tabela 20:

Tabela 20 – Problemas encontrados na gestão do chão de fábrica da Secção 857

Problemas	Ferramentas para Resolução	Subsecção em que é tratado
Falha na clarificação do papel e responsabilidades do RE	Trabalho Padronizado para o RE	5.3.1.1
Ocupação improdutivo do tempo do RE		5.3.1.2 a 5.3.1.4
Falta de iniciativa do RE para o processo de melhoria contínua	Coaching e Formação	5.3.2

## 5.2. Definição do Estado Futuro

O objetivo deste estudo é essencialmente o de reorganizar o trabalho do RE, para que este possa dedicar uma parte do seu tempo ao processo de melhoria contínua da Secção 857. Neste sentido, foram identificadas ações corretivas que visam uma maior participação do RE no processo de melhoria contínua da Secção 857 e que fomentam a sua capacidade e iniciativa para desenvolver e liderar projetos de melhoria contínua, recorrendo ao conhecimento de que dispõe das ferramentas *Lean* e à sua experiência em projetos anteriores. Essas ações corretivas serão apresentadas nas subsecções seguintes.

## 5.3. Definição de Ações Corretivas

O principal objetivo desta etapa consistiu na eliminação ou, pelo menos, na atenuação dos problemas identificados na Secção 857 no que toca à forma como é feita a gestão desta área. Neste sentido, foram propostas algumas ações corretivas que poderão solucionar/minimizar os problemas identificados, que se passam a descrever.

### **5.3.1. Padronização do trabalho dos Responsáveis de Equipa**

O principal objetivo é a criação de um documento padrão no qual seja feita uma descrição das tarefas a desempenhar pelo RE, a sua duração e periodicidade, permitindo uma melhor gestão do seu tempo e do processo pelo qual é responsável. Contudo, para se proceder à criação da Folha de Trabalho Padronizado para Responsáveis de Equipa foi necessário tomar algumas decisões e definir algumas ações corretivas no que toca ao trabalho atual do RE. Assim, as decisões tomadas e respetivas ações corretivas definidas são:

#### 5.3.1.1. Clarificação do papel e responsabilidades do RE

A partir do momento em que o modelo de gestão BPS foi implementado na empresa Bosch Termotecnologia, a gestão de topo ou, pelo menos, as chefias numa posição superior ao Responsável de Equipa deveriam ter clarificado o seu papel e responsabilidades, de forma a este saber sem hesitações quais as suas funções. Uma forma simples e eficaz de transmitir essa informação ao RE poderia ser através da padronização do seu trabalho, como aconteceu com os operadores das linhas de produção, por exemplo.

#### 5.3.1.2. Eliminação de algumas tarefas realizadas atualmente pelo RE

Como se referiu no ponto **2.1** deste capítulo, existem tarefas que não deveriam ser realizadas pelo RE, sendo necessário encontrar uma solução para a sua resolução. Neste seguimento, criou-se a Tabela 21 com essas tarefas, as ações corretivas para as mesmas e o tempo que o RE poupa se deixar de as realizar.

**Tabela 21 – Ação corretiva: eliminação de algumas tarefas realizadas atualmente pelo RE**

<b>Tarefa</b>	<b>Ação Corretiva</b>	<b>Poupança</b>
Preparação de Material para a Secção 881	Esta tarefa deveria ser realizada por um operador produtivo, mas sem o ir buscar às células da secção. O turno no qual se deveria desempenhar esta tarefa deveria ser aquele onde se produz mais automáticos em latão, para que a célula 1 (sintético) ficasse desimpedida para o operador realizar algumas das operações necessárias nas máquinas dessa célula. Ao se definir a janela horária para a produção de latão no turno da manhã, esta tarefa deveria ser realizada nesse turno.	Poupança de <b>16.8%</b> de tempo de trabalho do RE, que equivale a, aproximadamente, <b>74 minutos</b> (1 hora e 14 minutos) por dia.
Registo SPC	Esta tarefa deveria ser realizada pelo operador responsável pelo processo das preparações de material para a Secção 857. A questão é que, atualmente, existem alguns problemas com a eficiência deste processo. Para além de existir apenas 1 operador (no turno da manhã) para preparar todo o material para ambos os turnos, o que se torna impossível quando o cenário é de 7 a 8 operadores na Secção 857, pois exige a preparação de muito material, o operador também não consegue ser muito eficiente devido a problemas de saúde. Uma solução poderia ser aumentar a flexibilidade deste processo, através do aumento o número de operadores para 2 (no turno da manhã), mesmo que o segundo só permaneça nas preparações durante meio turno. A sugestão de colocar os 2 operadores no mesmo turno deve-se ao facto de algumas das operações realizadas por estes serem desempenhadas na célula 1, logo necessitam da célula desocupada, o que acontece quase sempre no turno da manhã enquanto são produzidos os automáticos de água em latão. Para além disso, o Registo SPC só é realizado de manhã, logo com 2 operadores seria mais fácil. Desta forma, o Registo SPC poderia passar a ser realizado por um destes operadores, libertando o RE desta tarefa.	Poupança de <b>5.5%</b> de tempo de trabalho do RE, que equivale a, aproximadamente, <b>24 minutos</b> por dia.
Marcação de Automáticos de Latão	Uma solução é acrescentar esta operação ao trabalho <i>standard</i> dos operadores de produção. Outra, é procurar saber até que ponto é necessário fazer esta marcação, uma vez que é feita para uma quantidade muito reduzida de automáticos, sendo a situação desejável, se possível, eliminar esta operação de vez.	Poupança de <b>0.8%</b> de tempo de trabalho do RE, que equivale a, aproximadamente, <b>4 minutos</b> por dia.

Somando o tempo poupado com a eliminação destas tarefas do dia a dia do RE, o RE fica com cerca de 1 hora e 42 minutos livres para se dedicar a outras tarefas.

De igual modo, procurou-se eliminar as tarefas realizadas pelo RE como resposta a problemas que surgem esporadicamente na Secção 857. Assim, as ações corretivas são as que se apresentam na Tabela 22. Neste caso não é possível calcular qualquer tipo de poupança, uma vez que os problemas não deixarão de existir mesmo com a implementação destas ações. Prevê-se, no entanto, que haja uma diminuição da sua ocorrência.

**Tabela 22 – Ação corretiva: eliminação de tarefas realizadas pelo RE como resposta a problemas**

Problema	Ação Corretiva
Problemas de qualidade	A maioria dos problemas de qualidade resulta no retrabalho da peça para substituição, por exemplo, no caso de um componente com defeito. Esta recuperação não está incluída no trabalho <i>standard</i> dos operadores, tendo o RE que a fazer. Neste caso, esta tarefa deverá continuar a ser realizada pelo RE, pois caso contrário a célula terá que parar para um dos operadores fazer a recuperação da peça.
Avarias	Atualmente os operadores realizam apenas operações simples de TPM no início do turno, tais como, verificar o nível de óleo de lubrificação, limpar filtros, verificar o estado dos suspensores, e pouco mais. Seria bastante produtivo, estes passarem a realizar pequenas reparações nos seus postos, quando há avarias, chamando o RE só em último caso e não de imediato como acontece atualmente. Para tal, necessitariam de uma formação que englobasse as avarias mais frequentes nas suas células de trabalho. Para avarias mais complexas o RE deve chamar de imediato o mecânico.
Absentismo	Na eventualidade de faltar um operador sem aviso prévio, o RE não deve ocupar o seu posto para garantir o plano como acontece atualmente. Existem duas possibilidades: ou a célula passa a produzir para um cenário de produção com menos um operador ou é definido um “banco” de operadores que ficarão disponíveis para substituir os que faltam, não só nesta secção como nas outras do <i>High Output</i> . O número de operadores disponíveis deve ser tal que contemple todas as linhas do <i>High Output</i> , pois atualmente isso não se verifica e a prioridade é dada às linhas finais, visto ser destas que sai o produto acabado para o cliente final.
Falha no abastecimento	Esta falha no abastecimento pode resultar de atrasos no abastecimento ou do abastecimento incorreto de material. Este é um problema da Logística com o qual o RE da Secção 857 lida esporadicamente. Uma grande parte deste problema será resolvida com o Sistema <i>Kanban</i> , uma vez que o <i>milk run</i> terá acesso a uma lista detalhada do material a abastecer, podendo fazer o abastecimento de forma imediata, simples e sem erros.
Mão de obra ineficiente	Dada a política de rotatividade entre as várias linhas do <i>High Output</i> , muitas vezes surgem na Secção 857 operadores que não estão familiarizados com o processo, resultando numa perda de eficiência do mesmo. A solução poderia ser: como o RE sabe com uma semana de antecedência qual será o cenário da semana seguinte, sabe se são necessários mais ou menos operadores na secção e, no caso de serem necessários mais operadores poderia ficar definido quais os operadores com maior antecedência, podendo o RE verificar se têm formação adequada no processo e caso não tenham, poderia proceder à sua formação, evitando, assim, perdas de eficiência.
Alterações de última hora ao plano	Estas alterações de última hora serão evitadas quando a produção começar a produzir recorrendo a cartões <i>Kanban</i> . Nesta situação deixa de existir o plano e a secção produzirá para responder às necessidades dos processos-cliente.
Atrasos na produção	Estes atrasos são, na maioria das vezes, consequência de outros três problemas acima descritos: problemas de qualidade, falha no abastecimento e mão de obra ineficiente. Logo, a solução passa por resolver esses problemas.

Para além destas, atualmente são realizadas algumas tarefas pelo RE que vão deixar de o ser após a implementação do sistema de controlo da produção definido na secção 4.3. Essas tarefas são: Impressão do Plano de Produção ( $T_{16}$ ). Análise/Alteração do Plano de Produção ( $T_{18}$ ) e Aprovação do Plano de Produção ( $T_{21}$ ). De referir que, com esta alteração o RE deixa de imprimir o Plano de Produção e passa a imprimir os cartões *Kanban*, logo a tarefa Impressão do Plano de Produção altera para Impressão de cartões *Kanban*. No caso da tarefa Aprovação do Plano de Produção, esta não poderá ser eliminada por enquanto, uma vez que é necessária uma certa adaptação ao novo sistema de controlo da produção. Contudo, pretende-se que, no médio prazo,

depois do sistema amadurecer e do RE se sentir à vontade com este sistema, esta tarefa deixe de ser realizada.

#### 5.3.1.3. Melhoria do desempenho do RE na realização de algumas tarefas

Algumas das tarefas realizadas atualmente pelo RE poderiam ser desempenhadas melhor. Nomeadamente, a garantia dos 5S's deveria passar a ser realizada numa base horária, durante cerca de 5 minutos. O RE deveria dar uma volta à sua área produtiva e verificar se tudo se encontra nos devidos lugares, limpo e nas condições desejadas (em termos de segurança, por exemplo). Ao fazer isto de hora a hora já não seria necessário proceder a uma limpeza/organização profunda, como acontece, muitas vezes, uma vez por semana, na situação atual.

Na Reunião com os Operadores devem ser abordados todos os tópicos definidos no *standard* e não apenas definir quem ocupa que posto e em que célula produzir. A comunicação dos problemas ocorridos no dia anterior e as ações tomadas para os resolver são, por exemplo, muito importantes para os operadores se manterem alerta para a possibilidade de surgirem novamente. Tal como a definição dos objetivos é importante para estes saberem o que deles se espera.

Outra situação que se repete diariamente é o não preenchimento das folhas dos indicadores de desempenho na base temporal definida. Por alguma razão foi definida essa base, para que, visualmente, seja possível detetar problemas no desempenho da produção, definindo, rapidamente, soluções para os problemas sem que existam perdas significativas. O RE ao não acompanhar os indicadores pode estar a desvalorizar problemas que depois poderão ser mais difíceis de resolver, logo, este deveria começar a prestar mais atenção a este tipo de pormenores, não deixando de realizar o seu registo com rigor.

Finalmente, diariamente tem que ser realizada, pelo menos, uma Confirmação de Processos e tal não se verifica. Esta é das tarefas mais importantes para que o processo melhore numa base contínua, exigindo muito rigor, atenção e dedicação do RE. Atualmente é obrigatória apenas uma Confirmação de Processos por dia ao trabalho *standard* dos operadores ou à forma como é feita a manutenção autónoma pelos mesmos (TPM) ou ao processo de mudança de ferramentas (QCO) ou ainda aos supermercados e bordos de linha. Contudo, como se pretende que o RE ocupe mais o seu tempo com tarefas de melhoria contínua, e sendo esta aquela que melhor traduz a realidade dos processos e as melhorias a fazer, seria uma mais-valia o RE passar a fazer uma Confirmação a todos estes processos, diariamente. Ou seja, por dia o RE passaria a realizar 4 Confirmações de Processo, uma para cada um dos processos referidos previamente. Para o ajudar, seria interessante criar uma folha que funcionasse como uma *check-list*, que seria atualizada pelo RE à medida que fosse realizando as confirmações, ao longo do dia. Essa folha

deveria estar afixada no quadro *Point CIP*, sendo fácil, por exemplo, para o Responsável de Área verificar se as confirmações foram feitas.

#### 5.3.1.4. Definição de novas tarefas a serem realizadas pelo RE

Depois de definidas as tarefas a eliminar da ocupação diária do RE, este terá disponível algum tempo que poderia ser dedicado à realização de novas tarefas. Neste sentido, uma tarefa que vai passar a ser realizada pelo RE da Secção 857 é a mudança de ferramentas entre a célula 1 e a célula 4, referida na subsecção **4.2.3**. Esta é realizada, em média, duas vezes por dia: uma da célula 1 para a célula 4 e outra da célula 4 para a célula 1.

Uma das tarefas que não apareceu discriminada no ficheiro que o RE preencheu com a indicação das suas tarefas foi uma tarefa relacionada com a resolução de problemas. Esta tarefa dever-se-ia denominar Resolução Sustentada de Problemas, devendo ser realizada quando é aberta uma Folha de Resolução de Problemas. O facto de não ser feita referência a esta tarefa, sabendo que existem bastantes problemas na Secção 857 demonstra que talvez estes não estejam a ser resolvidos de acordo com a metodologia BPS. Para a resolução sustentada de problemas é necessário ir-se à raiz do problema e eliminá-la para que o problema não volte a suceder. Sendo assim, seria importante o RE começar a perder mais tempo com o estudo detalhado dos problemas que surgem na secção.

Outra tarefa que poderia ser feita pelo RE é uma Confirmação de Processos aos 5S's. Seria interessante o RE começar a fazer uma confirmação a esse processo, de forma a identificar desvios ao *standard* estabelecido pela empresa e definindo possíveis melhorias que tornassem o processo de garantir os 5S's mais eficiente.

#### 5.3.1.5. Folha de Trabalho Padronizado para Responsáveis de Equipa

Depois de definidas algumas ações corretivas procedeu-se à criação de uma Folha de Trabalho Padronizado para Responsáveis de Equipa, demonstrada na Figura 24. A maioria das tarefas é comum a todos os Responsáveis de Equipa da empresa, todavia existem algumas que são específicas da área de responsabilidade de cada um. As tarefas, a sua periodicidade e as respetivas durações incluídas neste documento resultam da análise do ficheiro preenchido pelo RE da Secção 857 durante os 40 dias, da observação *in loco*, e de informações fornecidas pelo Responsável de Área. Contudo, como foi referido no Capítulo 2, na secção **2.3**, o trabalho do RE não é estático, pois à medida que o processo vai evoluindo e o RE vai desenvolvendo as suas capacidades, essas mudanças devem ser integradas no seu Trabalho Padronizado. Por outro lado, não é fácil conseguir-se padronizar a 100% o trabalho do RE, nomeadamente em termos da duração de algumas tarefas, principalmente as esporádicas.

 <b>BOSCH</b>		Secção		Responsável de Equipa	
		857			
<b>Folha de Trabalho Padronizado para Responsáveis de Equipa</b>		Responsável	Análise efetuada por	Data	Revisão
					00
Periodicidade	Tarefa	Tempo [minutos]			
Horária	<u>Acompanhamento dos KPI's:</u>				
	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	2			
	Falhas Internas (PPM's)	2			
	Garantir 5S's da área	5			
Diária	Reunião com os Operadores	5			
	Atualização da Matriz de Policompetências	5			
	Circuito de Manutenção Autónoma	5			
	Impressão de Cartões <i>Kanban</i>	10			
	Preparação para Reunião de Secção	5			
	Reunião de Secção	15			
	<u>Confirmação de Processos:</u>				
	TPM	15			
	QCO	30			
	Trabalho Standard	45			
	Supermercados e Bordos de Linha	30			
	5S's	15			
	Verificação e Registo de Planos de Controlo	30			
	Substituição de Operadores - WC	20-30			
	Introdução da Produção no SIQ_GES	5			
	<u>Registo Final de Turno:</u>				
	KPI's:				
	Falhas Internas (PPM's)	5			
	Nível de Serviço (M1)	5			
	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	5			
	Folhas <i>Point CIP</i>	5			
	Entrega da Produção no WCSF_SEC	5			
	Passagem de Informação entre Turnos	10			
Dia Sim, Dia Não	Reunião <i>Point CIP</i>	15			
Semanal	Momentos de Aperto	15			
	Aprovação do Planeamento da Produção	20			
Quinzenal	Reunião TPM	30			
Anual	MAG	120			
Esporádica	Registo WPAR_LIN	5			
	Pedidos de Intervenção (WGTM_ORD)	5			
	Mudança de Ferramentas entre a C1 e a C4	15			
	Resolução Sustentada de Problemas	60			
	Formação de Operadores				

Figura 24 – Trabalho Padronizado para o Responsável de Equipa da Secção 857

### 5.3.2. Coaching e Formação

Alguns autores têm vindo a referir que o sucesso do *Lean* depende, em grande medida, da existência de uma cultura *Lean* e que a aplicação das ferramentas *Lean* não garante por si só o sucesso da sua implementação. Da análise efetuada à gestão do chão de fábrica da Secção 857, e com certeza das restantes áreas da Bosch Termotecnologia, pode-se concluir que existe

efetivamente falta de uma cultura *Lean*. Apesar de todos os esforços e investimentos feitos para a implementação eficiente das ferramentas *Lean*, há um aspeto muito importante que está em falta, a iniciativa e a motivação dos colaboradores da empresa para desenvolverem e procurarem implementar a melhoria contínua no processo produtivo da sua área de trabalho. Esta é uma incógnita para a qual ainda não existe uma solução, contudo podem ser tomadas algumas decisões e definidas algumas ações para estimular os intervenientes nos processos produtivos, nomeadamente os Responsáveis de Equipa, que são aqueles que estão em contacto permanente com o processo e com os operadores produtivos.

Uma solução possível é o *Coaching* através do qual o *coach*, que poderia ser o Responsável de Área ou o Responsável de Turno, fomenta as capacidades dos *coachees*, neste caso os Responsáveis de Equipa, ajudando-os a trilhar o seu próprio caminho de autodesenvolvimento, a aumentar a sua autoestima e a reconhecer e a superar as suas fragilidades. Afinal de contas, são os Responsáveis de Equipa que gerem o processo produtivo, logo se estes estiverem cientes das suas capacidades e souberem desenvolvê-las, se estiverem motivados e se sentirem úteis, são uma grande contribuição para a melhoria dos processos da empresa. Existem vários tipos de *Coaching*, mas o mais indicado para esta situação seria o *Coaching* do Desempenho, uma vez que neste processo o *coach* ajuda o *coachee* a aprender, a descortinar as áreas em que o seu potencial de desenvolvimento é maior, a fazer opções, a analisar erros e a ultrapassá-los (Brocato, 2003). O *coach* vai fazendo críticas construtivas e dando *feedback* aos *coachees*, motivando-os e não julgando-os.

Este processo pode ser uma mais-valia para os RE identificarem oportunidades de melhoria e desenvolverem projetos com vista à evolução do processo produtivo da sua área. Mas para que isso aconteça, estas chefias têm que estar bastante familiarizadas com todas as ferramentas de melhoria contínua disponíveis na empresa. Contudo, ficou claro que não se sentem à vontade, por exemplo, com o *Value Stream Mapping*, uma das ferramentas mais importantes para identificar problemas no sistema produtivo, possibilitando a definição de soluções para os mesmos e a identificação de oportunidades de melhoria. Esta ferramenta permite, não só a análise da situação atual da área do RE, mas também de todos os processos envolventes, alargando o espectro de análise. Assim, seria extremamente importante haver uma formação sobre esta ferramenta que habilitasse os RE a utilizarem o VSM e o VSD no seu dia a dia, como mais uma ferramenta para a resolução sustentada de problemas.

Apesar de tudo, o *Lean Manufacturing* não se pode resumir, única e exclusivamente à aplicação de ferramentas e conceitos na produção, a verdadeira transformação ocorre ao nível da aprendizagem e da mudança de pensamento e paradigmas. O sucesso da implementação desta filosofia está dependente da mudança de atitudes e pensamentos por parte de todos os envolvidos, pois as principais decisões são tomadas no chão de fábrica e tal só é possível quando os colaboradores, nomeadamente os Responsáveis de Equipa, se encontram comprometidos com a melhoria contínua, tanto no processo, como no desenvolvimento pessoal (Mann, 2010). Ao

longo do tempo tem-se vindo a investir esforços para que haja uma conciliação entre a cultura de trabalho e a consciencialização de todos em relação às mudanças consequentes dos novos modelos de gestão da produção. A criação de uma cultura *Lean*, através de um programa de formação/ação, é muito importante para incutir nos colaboradores a ideia de pensamento *Lean*, de modo a criar um propósito de trabalho na resolução de problemas. Esta formação é particularmente importante para as chefias que lidam diariamente com as ferramentas de melhoria contínua, como é o caso dos Responsáveis de Equipa. Logo, sugere-se uma formação profunda a este nível.

Para além de todas estas ações corretivas existem duas ações que poderiam melhorar o sistema produtivo atual de toda a área do *High Output*: a Participação dos RE nas Reuniões Departamentais, e a Rotatividade dos RE pelas diferentes linhas de produção desta área.

Para além das ferramentas necessárias para o processo de melhoria contínua e a iniciativa para este processo por parte dos RE, seria importante que a opinião destas chefias chegasse diretamente aos seus superiores, sem a necessidade de intermediários. Uma das ações que poderia ser implementada seria a participação dos RE em, pelo menos, duas das reuniões mensais do seu departamento. Nestas reuniões são discutidos assuntos que se passam essencialmente no chão de fábrica, logo faria sentido estarem presentes as pessoas que mais se sentem à vontade no chão de fábrica, os Responsáveis de Equipa. Desta forma, para além de ouvirem, em primeira mão, qual a situação da sua área e o que se pretende para a mesma, também poderiam participar e dar a sua opinião, uma vez que estão totalmente inteirados no assunto.

No que toca à Rotatividade dos RE, ao haver uma rotatividade destas chefias, estas passariam a absorver todos os processos do *High Output*, aumentando as suas competências como líderes de processo e competências técnicas. Para os processos também seria muito importante o “olhar e a análise de olhos frescos e sem vícios”, promovendo a melhoria contínua. Outra vantagem seria a substituição dos Responsáveis de Equipa quando faltam, sem que existisse qualquer tipo de consequência na eficiência do processo em questão. Para tal seria interessante a formação de, pelo menos, mais dois operadores a este nível (em cada um dos turnos), para que quando um RE faltasse fosse substituído imparcialmente.



## Capítulo 6

### Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

A filosofia Lean Manufacturing enfatiza a maximização de valor e a identificação e eliminação do desperdício ao longo da cadeia de valor. Com a convicção de que nada é perfeito e que tudo pode ser melhorado, todos os dias, as pessoas devem estar envolvidas e procurar melhorar o seu sistema produtivo. As ferramentas e os conceitos desenvolvidos neste projeto baseiam-se na filosofia Lean e fazendo uma retrospectiva global do projeto pode-se afirmar que a generalidade dos objetivos traçados foi cumprida.

Este projeto, que decorreu na empresa Bosch Termotecnologia, S.A., pretendeu realçar, não só a importância e as vantagens que advêm da implementação de um conjunto de ferramentas Lean, mas também, a necessidade e o potencial de uma cultura de melhoria contínua que fomente a iniciativa e a criatividade de quem está envolvido nos processos produtivos. Sendo assim, o projeto focou-se em duas vertentes: uma direcionada para a implementação de algumas ferramentas Lean e outra que assenta na forma como é realizada/encarada a gestão do chão de fábrica pelas suas chefias.

Na primeira vertente, as ferramentas abordadas foram: o *Value Stream Mapping*, o *Single Minute Exchange of Die* e o Sistema *Kanban*.

A primeira ferramenta, o VSM, serviu de suporte à implementação das outras duas ferramentas na medida em que permitiu identificar oportunidades de melhoria através do desenho, numa primeira etapa, da situação atual do processo produtivo da secção de montagem de automáticos de água, e, do desenho, numa segunda etapa, da situação futura (tendo como base a situação atual).

Em relação à ferramenta SMED, os principais objetivos a alcançar com a sua implementação foram a redução do tempo de mudança de ferramentas, a sua padronização e a documentação de todo o processo de mudança de ferramentas para minimizar a variabilidade do processo. Apesar do tempo atual de mudança de ferramentas na secção em questão não ser muito significativo, através do estudo do SMED efetuado foi possível implementar pequenas melhorias, que se traduziram numa poupança diária de cerca de 21 minutos e 10 segundos. Com esta poupança podem ser produzidos, diariamente, mais 24 automáticos de água. Outra melhoria

significativa correspondeu à normalização e documentação do processo de mudança de ferramentas, permitindo realizar este processo de uma forma rápida e eficaz. De referir que não foi necessário fazer qualquer tipo de investimento financeiro por parte da empresa, uma vez que não houve necessidade de implementar melhoria tecnológicas significativas. Dado o sucesso da implementação do SMED na secção de automáticos de água e os resultados positivos obtidos, seria recomendável, a título de sugestão de trabalho futuro, a implementação desta ferramenta às restantes famílias de automáticos de água da secção, assim como a secções que ainda não beneficiaram com a implementação desta ferramenta.

A outra ferramenta abordada durante o desenvolvimento deste projeto foi o Sistema *Kanban*. Trata-se de uma ferramenta muito eficaz, a partir da qual se pode planear e controlar a produção de um modo mais simples ao nível do operador, que se tornam autónomos e podem assumir toda a responsabilidade. Infelizmente, esta parte do projeto não foi totalmente concluída até à sua data de finalização por questões de falta de tempo. Visto isto, não foi possível avaliar os resultados finais da implementação do Sistema *Kanban* na secção de montagem de automáticos de água. Porém, todas as características do sistema a implementar foram definidas e a implementação encontra-se planeada para um futuro próximo.

Por fim, a outra vertente deste projeto teve como principal objetivo a melhoria da gestão do chão de fábrica da secção de automáticos de água. Através do estudo e da análise do trabalho do RE desta secção foi possível identificar algumas ações corretivas ao seu trabalho. Estas ações, para além de o libertarem de algumas das suas tarefas, podendo dedicar uma maior parte do seu tempo ao processo de melhoria contínua da secção, visam um melhor desempenho do RE na realização das suas tarefas. Daqui resultou a padronização do seu trabalho, tornando mais fácil a gestão do seu dia a dia. Para além disso foram ainda sugeridas novas tarefas que contribuirão não só para o desenvolvimento do processo produtivo, como também para o seu desenvolvimento na função de responsável de equipa.

Em reflexão final, este projeto foi muito interessante e enriquecedor para os meus conhecimentos, na medida em que me proporcionou a aquisição de novos conhecimentos e experiências, o que será certamente de grande valor para a minha vida profissional futura.

## Referências Bibliográficas

- Alabas, C., Altiparmak, F., & Dengiz, B. (2002). A comparison of the performance of artificial intelligence techniques for optimizing the number of kanbans. *Journal of the Operational Research Society*, Vol.53, No.8, 907-914.
- Bosch. (2006). *Bosch Production System*.
- Bosch. (2008a). *Bosch Production System - Lean Logistics Implementation in TTPO*.
- Bosch. (2008b). *Bosch Termotecnologia SA: Apresentação da Empresa*.
- Bosch. (2010). *House of Orientation: Visão, Missão, Valores, Competências Empresariais, Bosch Business System*.
- Bosch. (2011). *Bosch Production System/Logistics Standard - Production Control*.
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, Vol.44, No.18-19, 3929-3952.
- Brocato, R. (2003). Coaching for improvement: an essential role for team leader and managers. *Journal for Quality & Participation* 26(1), 17-22.
- Brunt, D. (2000). From Current State to Future State: Mapping the Steel to Component Supply Chain. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol.3, No.3, 259-271.
- Costa, P., Alves, A., & Sousa, R. (2008). *Implementação da Metodologia Quick Changeover numa Linha de Montagem Final de Auto-Rádios: Para Além da Técnica SMED*. Maputo.
- Coutinho, C. P., & Dias, A. B. (2009). Investigação-Ação: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, 455-479.
- Deros, B. M., Mohamad, D., Idris, M. H., Ghani, J. A., & Ismail, A. R. (2011). Setup Time Reduction in an Automotive Battery Assembly Line. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 618-625.
- Duguay, C. R., Landry, S., & Pasi, F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.17, No.12, 1183-1195.
- Emiliani, M. L., & Stec, D. J. (2004). Using value-stream maps to improve leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, Vol.25, Issue 8, 622-645.
- Gross, J. M., & McInnis, K. R. (2003). *kanban: Made Simple*. New York: Amacom.
- Hines, P., Rich, N., & Esain, A. (1999). Value stream mapping: A distribution industry application. *Benchmarking: An International Journal*, Vol.6, Issue 1, 60-77.
- Holweg, M. (2007). The Genealogy of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25, 420-437.
- Huang, C. C., & Kusiak, A. (1996). Overview of kanban Systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol.9, No.3, 169-189.

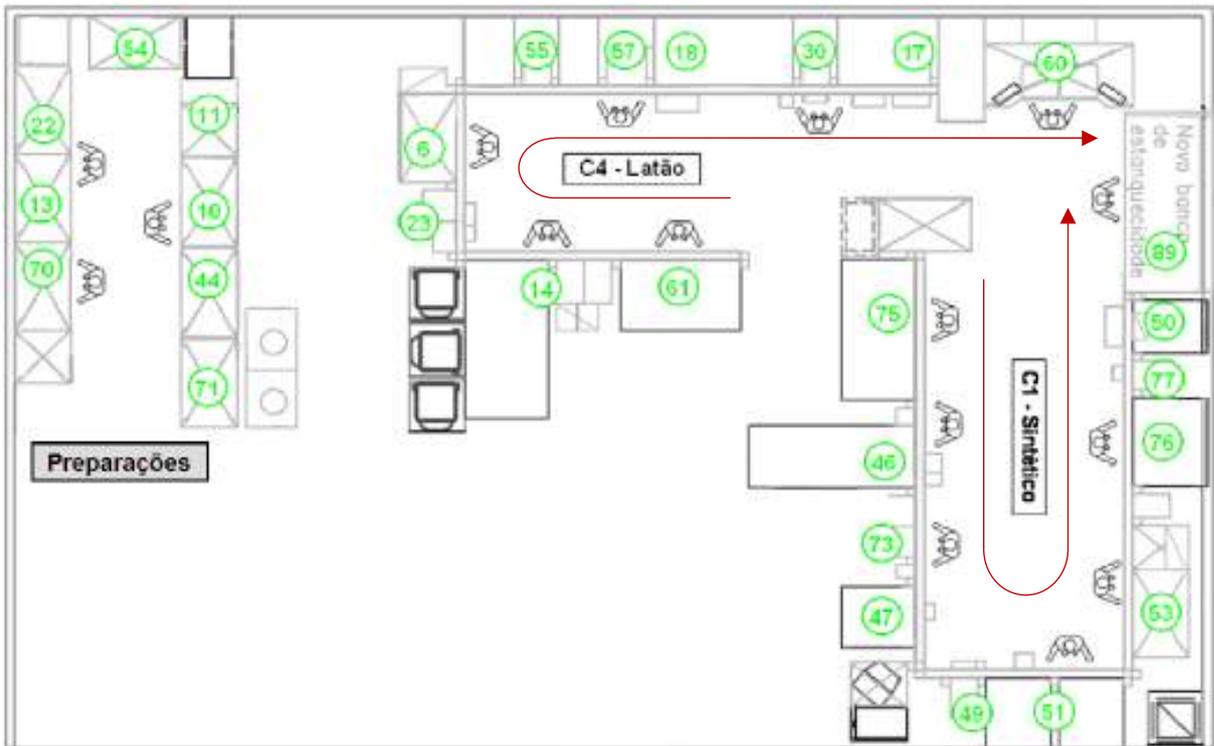
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen*. New York: McGraw-Hill.
- Kumar, S. C., & Planneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-KANBAN system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32, 393-408.
- Lian, Y. H., & Landeghem, H. V. (2007). Analysing the Effects of Lean Manufacturing using a value Stream Mapping-Based Simulation Generator. *International Journal of Production Research*, Vol.45, No.13, 3037-3058.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Mann, D. (2010). *Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions, 2nd Edition*. New York: Productivity Press.
- McDonald, T., Aken, E. M., & Rentes, A. F. (2002). Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: a manufacturing case application. *International Journal of Logistics research and Applications*, Vol.5, No.2, 213-232.
- McIntoch, R., Culley, S., Gest, G., Mileham, T., & Owen, G. (1996). An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.16, No.9, 5-22.
- McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A., & Owen, G. (2001). Changeover improvement: A maintenance perspective. *International Journal of Production Economics*, Vol.73, 153-163.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, T. (2007). Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.54, No.1, 98-111.
- McManus, H. L., & Millard, R. L. (2002). Value Stream Analysis and Mapping for product development. *Proceedings of the International Council of the Aeronautical Sciences*. Toronto: Massachusetts Institute of Technology.
- Melvin, A., & Baglee, D. (2008). Value Stream Mapping: A Dairy Industry Prospective. *International Engineering Management Conference*. Estoril.
- Monden, Y. (1994). *Toyota Production System - An integrated approach to just-in-time*. London: Chapman & Hall.
- Moreira, A., & Silva Pais, G. C. (2011). Single Minute Exchange of Die: a case study implementation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.6, Issue 1, 129-146.
- Moxham, C., & Greatbanks, R. (2001). Prerequisites for the implementation of the SMED methodology. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.18, No.4, 404-414.
- Mukhopadhyay, S. K., & Shanker, S. (2005). Kanban implementation at a tyre manufacturing plant: a case study. *Production Planning & Control*, Vol.6, No.5, 488-499.
- Nicholas, J. M. (1998). *Competitive manufacturing management: continuous improvement, lean production, customer-focused quality*. McGraw-Hill.

- Ohno, K., Nakashima, K., & Kojima, M. (1995). Optimal numbers of two kinds of kanbans in a JIT production system. *International Journal of Production Research*, Vol.33, Issue 5, 1387-1401.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Cambridge: Productivity Press.
- Rother, M. (2010). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. New York: McGraw-Hill.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute.
- Seth, D., & Gupta, V. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, Vol.16, No.1, 44-59.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance. *Journal of operationa Management*, 21, 129-149.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: the SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Spearman, M. L., Woodruff, D. L., & Hopp, W. J. (1990). CONWIP: a pull alternative to Kanban. *International Journal of Production Research*, Vol.23, 879-894.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Choa, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, Vol. 15, No.6, 553-564.
- The Productivity Press Development Team. (1996). *Quick Changeover for Operators: The SMED System*. New York: Productivity Press.
- The Productivity Press Development Team. (2002). *Kanban for the Shopfloor*. Nwe York: Productivity Press.
- Towill, D. R. (2006). Handshakes Around the World. *IEE Manufacturing Engineer*, Vol.85, Issue 1, 20-25.
- Van Goubergen, D. (2000). Setup reduction as an organization-wide problem. *Solutions 2000 Conference*. Cleveland.
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18, 205–214.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking*. New York: Siman & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.
- Yang, K. K. (2000). Managing a flow line with single-Kanban, dual-Kanban or Conwip. *Production and Operations Management*, Vol.9, Issue 4, 349-366.



## Anexos

### Anexo 1 – Layout da Secção 857

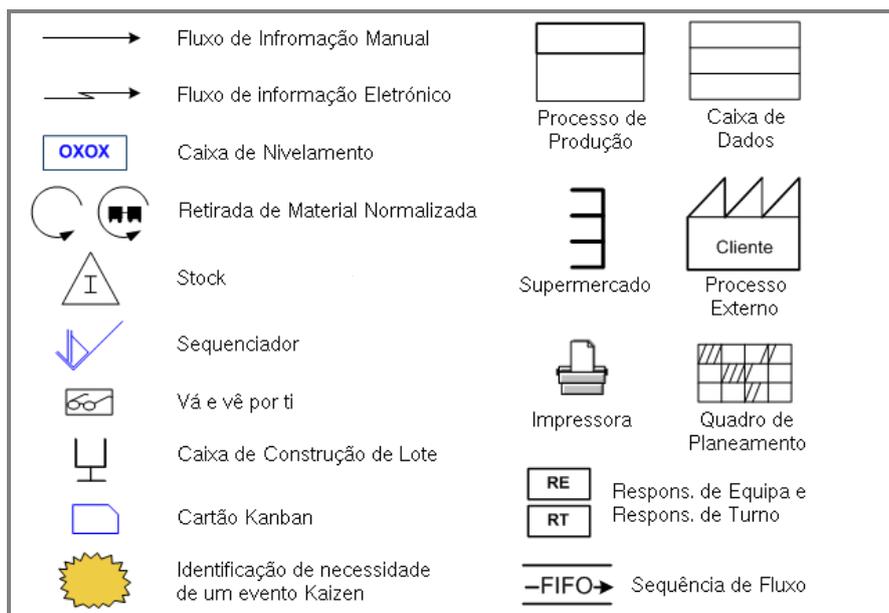


#### Legenda:

 Fluxo de Produção

 Número do Posto de Trabalho

### Anexo 2 – Simbologia do Value Stream Mapping

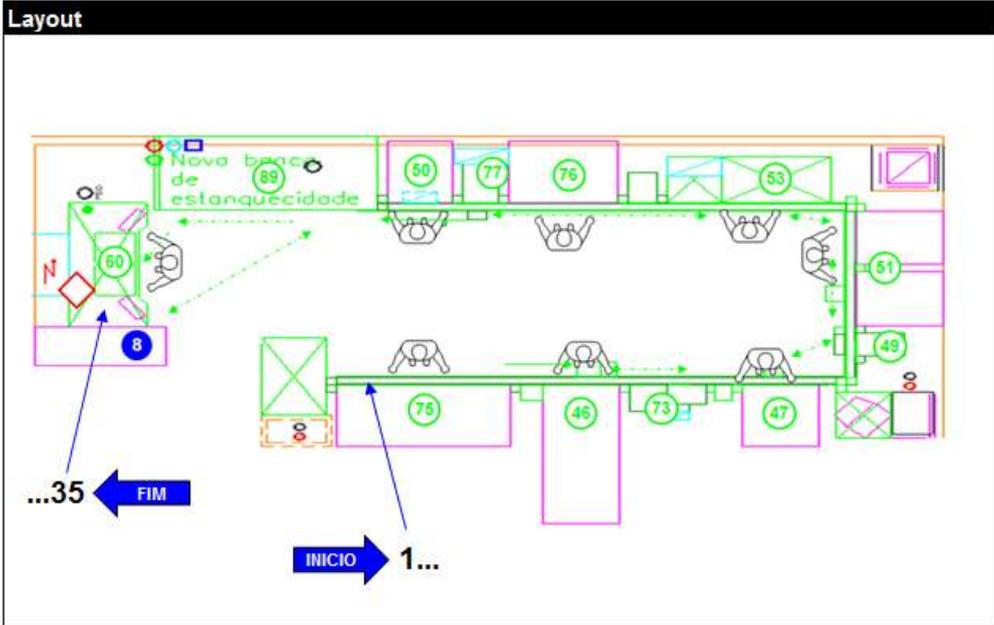


Anexo 3 – Exemplo de uma Instrução de Mudança de Ferramenta

# Instrução de Mudança de Ferramenta

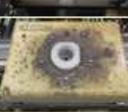


Procedimento	IMF - 0000	S857 - Célula 1					
1 – Executar os pontos de acordo com a sequência definida 2 – Qualquer desvio ao trabalho "Standard" deve ser registado na "Open Point List" (Lista de Pontos em Aberto), com a descrição do problema/desvio e a acção correctiva							
Tempo total para execução:							
	<b>Nº Operadores</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
	<b>Tempo [seg.]</b>	<b>72</b>	<b>76</b>	<b>79</b>	<b>88</b>	<b>120</b>	<b>161</b>



**Seqüência de trabalho**

Seq.	Máquina	Local	Acção/Metodologia	Ferramentas	Tempo [seg]	Fotos	Cenários					
							8	7	6	5	4	3
1			Verificar Lista de Componentes Principais		8		OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
2			Arrumar e Puxar Material em Curso		40		OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
3	Posto 75	Linha de Montagem	Colocar Marcador de "Novo Modelo"	Marcador	2		OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
4			Colocar Contador a Zero	-	3		OP1	OP1	OP1	OP1	OP1	OP1
5			Realizar Trabalho Standard	-	8,3		BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
6	Posto 46	Linha de Montagem	Arrumar e Puxar Material em Curso		15		OP2	OP2	OP2	OP2	OP1	OP1
7			Realizar Trabalho Standard	-	14,7		BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
8			Programar Jato de Tinta	Lista de C. Principais	8		OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP1
9	Posto 73	Linha de Montagem	Arrumar e Puxar Material em Curso		7		OP2	OP2	OP2	OP2	OP2	OP1
10			Realizar Trabalho Standard	-	5,4		BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
11			Verificar Lista de Componentes Principais		5		OP3	OP3	OP3	OP2	OP2	OP2
12			Trocar Gabari de 5L para o de 10L	Gabari	7		OP3	OP3	OP3	OP2	OP2	OP1

13	Posto 47	Linha de Montagem	Trocar da Aparafusadora nº 31/32		24*	↓		OP3	OP3	OP3	OP2	OP2	OP2
14			Arrumar e Puxar Material em Curso		17	10L		OP4	OP4	OP3	OP3	OP2	OP2
15			Realizar Trabalho Standard	-	12,9			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
16			Trocar Gabari de 5L para o de 10L	Gabari	12			OP5	OP5	OP4	OP3	OP3	OP2
17	Posto 51	Linha de Montagem	Arrumar e Puxar Material em Curso		15			OP6	OP6	OP4	OP3	OP3	OP2
18			Realizar Trabalho Standard	-	21,4	5L → 10L		BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
19	Posto 53	Linha de Montagem	Arrumar e Abastecer Material		8			OP6	OP6	OP4	OP3	OP2	OP2
20			Realizar Trabalho Standard	-	30,0			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
21	Posto 76	Linha de Montagem	Arrumar e Puxar Material em Curso		10			OP6	OP6	OP5	OP4	OP3	OP2
22			Realizar Trabalho Standard	-	10,9			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
23			Verificar Lista de Componentes Principais		3			OP7	OP6	OP5	OP4	OP3	OP3
24			Trocar Gabari de 5L para o de 10L	Gabari	7	5L		OP6	OP6	OP5	OP4	OP3	OP3
25	Posto 50	Linha de Montagem	Arrumar e Puxar Material em Curso		17	↓		OP7	OP6	OP5	OP4	OP3	OP3
26			Colocar Contador a Zero		1	10L		OP7	OP6	OP5	OP4	OP3	OP3
27			Realizar Trabalho Standard	-	30			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
28			Ajustar Máquina de Teste		8			OP7	OP6	OP5	OP4	OP3	OP3
29	Posto 89	Banca de Estantiquidade	Programar Máquina de Teste		-			OP7	OP6	OP5	OP4	OP4	OP3
30			Realizar Trabalho Standard	-	26,8			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL
31			Trocar Caixa Cheia por Caixa Vazia		3			OP8	OP7	OP6	OP5	OP4	OP3
32	Posto 60	Banca de Ensaio	Trocar Venturis		20			OP8	OP7	OP6	OP5	OP4	OP3
33			Ajustar Máquina de Ensaio		6			OP8	OP7	OP6	OP5	OP4	OP3
34	Posto 60	Banca de Ensaio	Programar Máquina de Ensaio		24			OP8	OP7	OP6	OP5	OP4	OP3
35			Realizar Trabalho Standard		32,8			BAL	BAL	BAL	BAL	BAL	BAL

\* este tempo só é aplicável na mudança de C W para B W c/ manípulo se no braço se encontrar a aparafusadora nº 32 (utilizada na família C W c/ cx regulação), caso contrário são apenas 2 segundos.