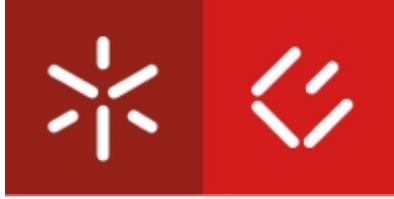


**Universidade do Minho**  
Escola de Economia e Gestão

Ana Rita Fernandes Viamontes

**Implementação de princípios e ferramentas  
lean numa empresa de sistemas para  
automóveis**





**Universidade do Minho**  
Escola de Economia e Gestão

Ana Rita Fernandes Viamontes

**Implementação de princípios e ferramentas  
lean numa empresa de sistemas para  
automóveis**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Estudos de Gestão

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor José António Almeida Crispim**

## AGRADECIMENTOS

É de realçar, primeiramente, que a conclusão deste trabalho representa o culminar de mais uma etapa e que isto não seria possível sem o apoio de algumas pessoas, que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a sua realização. Deste modo, agradecer faz todo o sentido através do reconhecimento de toda a ajuda prestada.

O primeiro agradecimento é dirigido sem sombra de dúvida para as pessoas mais importantes na minha vida e que tornaram tudo isto possível – pai e mãe, obrigada por todo o apoio, carinho e dedicação que me têm prestado e obrigada por ajudarem a realizar todos os meus sonhos.

Gostaria de agradecer a outra pessoa também muito especial na minha vida que me apoiou incondicionalmente, que me deu forças para nunca desistir e lutar pelos meus objetivos – ao meu namorado, obrigada por tudo.

Aos amigos que estiveram sempre lá e me ajudaram a encontrar o melhor caminho a seguir, obrigada pelo vosso carinho.

Este trabalho não seria possível de realizar sem a orientação do Professor Doutor José António Almeida Crispim, ao qual aceitou orientar. Muito obrigada pelo apoio prestado e pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo o projeto.

Quero desde já agradecer à *Kathrein Automotive Portugal* pela oportunidade que me deu de realizar a dissertação na sua fábrica, interagindo com pessoas de variadas áreas que me permitiram crescer e aprender bastante.

Um obrigado ao Coordenador da Melhoria Contínua do departamento de produção, Francisco Gonçalves, meu supervisor na empresa, pela forma como me integrou e pelo apoio prestado ao longo do projeto.

Por fim, aos colaboradores, aos colegas que conheci e aos quais fiz amizade, e aos operadores, obrigada pela partilha de informação e ajuda prestada em todas as fases do trabalho.

## RESUMO

A presente dissertação descreve o trabalho realizado na implementação de ferramentas do pensamento magro na *Kathrein Automotive Portugal*.

A constante evolução e concorrência dos mercados, faz com que as empresas e instituições procurem de forma contínua melhorar o seu desempenho. Esta postura competitiva adotada é resultado das exigências crescentes dos clientes. Deste modo, a busca por estratégias e soluções que respondam de forma rápida e eficaz às necessidades dos clientes e que permitam reduzir as atividades que não acrescentam valor, contribuirão para uma melhoria contínua do seu sistema produtivo.

A *Kathrein Automotive Portugal* já é conhecedora das vantagens que podem advir da filosofia magra, logo, respondeu afirmativamente à introdução de novas ferramentas do pensamento magro no seu sistema produtivo.

O objetivo geral e primordial do presente projeto passa pela melhoria e desempenho do sistema produtivo do setor de Tecnologia de Montagem em Superfície (SMT - *Surface Mount Technology*) onde são produzidas as placas elétricas (PCBs) através da aplicação de ferramentas e princípios magros.

O construto teórico foi corroborado através de abordagem de Investigação-ação permitindo a procura por soluções para os problemas encontrados tendo em vista um ciclo de melhoria contínua. Procedeu-se à recolha dos dados e informação e à observação sistemática do funcionamento global e dos processos em particular. Como apoio ao estudo foi utilizada a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*), identificando os principais desperdícios da empresa. Posteriormente, após estudo do processo de mudança de referência, aplicou-se a técnica Troca Rápida de Ferramentas (SMED - *Single Minute Exchange of Die*) e apresentaram-se as propostas de melhoria após implementação, utilizando-se outras técnicas de apoio como os 5S, Gestão Visual e Normalização do Trabalho.

Com a implementação das oportunidades de melhoria, obtiveram-se resultados significativos ao nível da eliminação dos desperdícios e do aumento da eficiência dos processos.

**Palavras-chave:** Pensamento Magro, melhoria contínua, mudança, desperdícios

## ABSTRACT

This project was performed during a curricular internship to complete the Master in Management Studies. The present project describes the work carried out in implementation of Lean Thinking tools at Kathrein Automotive Portugal.

Due to the constant evolution and market competition, companies and institutions are looking for a good performance. In contrast, the customers' requirements lead companies to adopt even more, a competitive attitude. Therefore, they are forced to find new strategies and solutions that quickly and effectively respond to the needs of customers, allowing reduction of activities that do not add value, contributing to a continuous improvement of their production system.

Kathrein Automotive Portugal is already aware of the advantages that can come from the Lean philosophy, therefore responding positively to the introduction of new Lean Thinking tools in its production system.

The main goal of this project is the improvement and performance of the Surface Mount Technology (SMT) production where PCBs are produced through the implementation of Lean tools and principles.

The theoretical construct was supported through a research-action approach allowing the search for solutions to the problems found having in mind a cycle of continuous improvement. Data and information were collected and systematically observed as an overall and as a singular process. To support the study, the Value Stream Mapping (VSM) tool was used, identifying the company's main wastes. After a study of the changed process setup, the Single Minute Exchange of Die (SMED) technique was applied and the proposals for improvement after this implementation were presented, using the support techniques such as 5S, Visual Management and Standardization Work.

With the improvement opportunities implemented, significant results have been achieved regarding elimination of waste, leading to an increase on the efficiency process.

**Keywords:** Lean Thinking, continuous improvement, *changeover*, *waste*

# ÍNDICE

|   |             |
|---|-------------|
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>RESUMO .....</b>   | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>v</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>  | <b>viii</b> |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>  | <b>x</b>    |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>  | <b>xi</b>   |
| <b>DEFINIÇÕES.....</b>  | <b>xii</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b>   |
| 1.1. Enquadramento e Relevância do Tema .....                                   | 14          |
| 1.2. Objetivos .....  | 15          |
| 1.3. Estrutura da Dissertação.....  | 15          |
| <b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....</b>  | <b>16</b>   |
| 2.1. Breve Contextualização Histórica .....                                     | 16          |
| 2.2. Do TPS ao Pensamento Magro .....   | 17          |
| 2.3. Pensamento Magro – Conceito e Princípios.....                              | 20          |
| 2.4. Os Desperdícios.....   | 23          |
| 2.5. Técnicas e Ferramentas do Pensamento Magro .....                           | 26          |
| 2.5.1. Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - Value Stream Mapping) .....          | 26          |
| 2.5.2. Troca Rápida de Ferramentas (SMED - Single Minute Exchange of Die) ..... | 30          |
| 2.6. A Melhoria Contínua .....  | 34          |
| 2.6.1. Conceito.....  | 34          |
| 2.6.2. A resistência e o compromisso com a mudança .....                        | 35          |
| 2.7. Revisão da Literatura .....  | 38          |
| <b>3. A EMPRESA.....</b>  | <b>50</b>   |
| <b>4. METODOLOGIA .....</b>   | <b>57</b>   |
| <b>5. CASO DE ESTUDO .....</b>  | <b>61</b>   |
| 5.1. Descrição Geral do Processo Produtivo .....                                | 61          |
| 5.2. Descrição do processo produtivo das linhas de produção do setor SMT.....   | 65          |
| <b>6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....</b>                               | <b>70</b>   |
| 6.1. Processo sequencial de análise do problema .....                           | 70          |
| 6.2. Aplicação do VSM .....   | 72          |
| 6.2.1. Dificuldades na criação do VSM .....                                     | 79          |
| 6.3. O processo de mudança de referência .....                                  | 80          |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 6.4.      | O processo de desenvolvimento e implementação da técnica SMED na Kathrein Automotive Portugal .....         | 83         |
| 6.4.1.    | Implementação das Oportunidades de Melhoria resultantes da metodologia SMED                                 | 106        |
| 6.5.      | Dificuldades enfrentadas na implementação da técnica SMED .....   | 111        |
| 6.6.      | O processo de mudança de referência após implementação da técnica SMED e das oportunidades de melhoria..... | 113        |
| 6.7.      | Planeamento da produção das linhas do setor SMT .....   | 116        |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSOES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>  | <b>118</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>120</b> |
|           | <b>APÊNDICE .....</b>   | <b>125</b> |
|           | <b>ANEXOS .....</b>   | <b>127</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1- Sistema de Produção Toyota. ....   | 18  |
| Figura 2- Integração da "casa TPS" no "edifício lean thinking".....  | 19  |
| Figura 3- Princípios do pensamento magro.....  | 21  |
| Figura 4- Etapas para a construção de um VSM.....  | 27  |
| Figura 5- Exemplo de um VSM.....   | 27  |
| Figura 6- Localização a nível mundial.....   | 51  |
| Figura 7 - Principais clientes da Kathrein Automotive Portugal .....   | 56  |
| Figura 8- Fases da Investigação-Ação.....  | 57  |
| Figura 9- Esquema lógico de pesquisa e implementação das técnicas e ferramentas magras.....                              | 60  |
| Figura 10 - Implantação geral da Kathrein Automotive Portugal.....   | 61  |
| Figura 11 - Fluxograma do Processo Produtivo Geral.....  | 63  |
| Figura 12 - Linhas de produção SMT.....  | 66  |
| Figura 13 - WIP utilizando o método FIFO.....  | 67  |
| Figura 14 - Produto do setor SMT.....  | 69  |
| Figura 15 - Esquema lógico do processo de estudo para obtenção dos resultados.....                                       | 70  |
| Figura 16- Construção do VSM.....  | 73  |
| Figura 17 - VSM do fluxo produtivo da referência Daimler GPS.....  | 74  |
| Figura 18 - VSM do fluxo produtivo da referência Daimler BR213.....  | 76  |
| Figura 19- Operações típicas de mudança da Impressora.....   | 83  |
| Figura 20 - Operações típicas de mudança da Inserora.....  | 84  |
| Figura 21 - Estêncis desorganizados.....   | 109 |
| Figura 22 - Etiquetas em falta ou em mau estado.....   | 109 |
| Figura 23 – Recolha do código da referência e do código CIPSA do estêncil.....   | 109 |
| Figura 24 – Colocação das novas etiquetas e organização do espaço inserindo a localização dos estêncis “sem chumbo”..... | 110 |
| Figura 25 - Colocação das etiquetas e organização do espaço inserindo a localização dos estêncis “com chumbo”.....       | 110 |
| Figura 26 - NORTEGUBISIAN (2016).....  | 128 |
| Figura 27 – Nozzles de tamanho grande.....   | 129 |
| Figura 28 - Nozzles de tamanho pequeno.....  | 129 |
| Figura 29 - Apoio da Inserora Módulo 5 (Cabeça).....   | 130 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1 – Tempo médio de mudança de referência por turno.....  | 80  |
| Gráfico 2 - Tempo médio de mudança de referência por linha.....  | 81  |
| Gráfico 3 - Percentagem da distribuição das operações de preparação da Impressora antes e depois da implementação da técnica SMED..... | 100 |
| Gráfico 4 - Percentagem da distribuição das operações de preparação da Insersora antes e depois da implementação do SMED.....          | 100 |
| Gráfico 5 - Percentagem da distribuição das operações de preparação do AOI antes e depois da implementação do SMED.....                | 101 |
| Gráfico 6 - Tempo Médio de mudança de referência após implementação da técnica SMED.....   | 114 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 - Distribuição do tempo gasto na troca de ferramentas. ....   | 31  |
| Tabela 2- Etapas do SMED.....  | 31  |
| Tabela 3 - Diferenças nos hábitos e práticas entre Produção em Massa e Produção Magra. ....                  | 36  |
| Tabela 4 - Casos de aplicação da ferramenta VSM pelos vários autores.....                                    | 40  |
| Tabela 5 - Casos de aplicação da técnica SMED pelos vários autores. ....                                     | 46  |
| Tabela 6 - Produtos produzidos pela Kathrein Automotive Portugal. ....                                       | 55  |
| Tabela 7 - Principais processos produtivos. ....   | 62  |
| Tabela 8- Cronometragem do tempo das atividades de preparação da Impressora. ....                            | 87  |
| Tabela 9 - Cronometragem do tempo das atividades de preparação da máquina Insersora. ....                    | 90  |
| Tabela 10 - Cronometragem do tempo das atividades de preparação que envolvem a máquina AOI.....              | 91  |
| Tabela 11 - Registo e separação das atividades internas das externas afetas á preparação da Impressora. .... | 93  |
| Tabela 12 - Registo e separação das atividades internas e externas afetas à preparação da Insersora.....     | 94  |
| Tabela 13 - Registo e separação das atividades internas e externas afetas à preparação da AOI. ....          | 95  |
| Tabela 14 - Atividade de preparação da referência melhorada.....   | 97  |
| Tabela 15 – Atividades de preparação melhoradas.....   | 98  |
| Tabela 16 - Atividade de preparação melhorada da AOI.....  | 99  |
| Tabela 17 - Redução do tempo da máquina parada. ....   | 102 |
| Tabela 18 - Resumo do Plano de Ações para o setor SMT resultante da metodologia SMED. ....                   | 108 |
| Tabela 19- Trabalho realizado de observação direta.....  | 126 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AOI** – Automated Optical Inspection (Inspeção ótica automatizada)

**FIFO** – First in, first out (Primeiro a entrar, primeiro a sair)

**JIT** – *Just in time* (Justo ao tempo)

**OEE** – *Overall Equipment Effectiveness* (Índice de Eficiência Global)

**PCB** – *Printed Circuit Board* (Placa de Circuito Impresso)

**SMD** – *Surface Mount Design* (Modelo de Montagem em Superfície)

**SMED** – *Single Minute Exchange of Die* (Troca Rápida de Ferramentas)

**SMT** – *Surface Mount Technology* (Tecnologia de Montagem em Superfície)

**SPI** – *Solder Paste 3D Inspection System* (Sistema 3D de Inspeção da Pasta de Solda)

**WIP** – *Work in process* (Inventário em processo)

**TPS** - *Toyota Production System* (Sistema de Produção Toyota)

**VSM** – *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor)

## DEFINIÇÕES

**Alimentadores (*feeders*)** – Utensílios para a colocação das bobinas com os componentes nas Inersoras.

**Bobinas (*reels*)** – Contêm as fitas com os componentes.

**Bottleneck** – qualquer recurso que crie estrangulamento ou dificuldade ao normal funcionamento de um sistema. É o tempo de estrangulamento que determina a capacidade de um sistema e governa a existência de WIP no mesmo.

**Conveyor** – esteira rolante localizada na linha de produção para transporte dos produtos em fabricação.

**Changeover** – Tempo decorrido entre a produção do último produto A e o primeiro bom produto B, dentro dos padrões especificados pela qualidade.

**Estêncil (*stencil*)** – Folha de aço inox perfurada conforme a disposição das ilhas dos componentes SMD (*Surface Mount Device*), ou seja, dispositivo de montagem em superfície.

**Lead-time** – Tempo de processamento decorrido desde a chegada da matéria prima até à entrega do produto final.

**Nutsen** – Placa de cor verde a qual se insere a PCB.

**Passive Patch Antenna** – Pequenas antenas planas e compactas que abrangem uma ampla gama de bandas de frequência, incluindo *GPS*, *GLONASS*, *SDARS* e *RFID*.

**Kaizen** – Melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar valor ao serviço oferecido.

**Nozzles** – Mecanismo que suga os componentes das bobinas e os coloca corretamente na PCB.

# 1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo, Introdução, pretende enquadrar o tema da dissertação que será desenvolvido pelo autor, e que se irá focar na implementação de técnicas e ferramentas magras para otimização do processo produtivo da *Kathrein Automotive Portugal*. Posteriormente, apresentar-se-á o objetivo principal deste projeto bem como a sua estrutura.

## 1.1. Enquadramento e Relevância do Tema

Cada vez mais as empresas e outras instituições estão numa constante procura por um melhor desempenho. Este fator prende-se pelo aumento dos desafios a que as demais organizações são obrigadas a enfrentar e pela procura de soluções que respondam de forma rápida e eficaz e com a maior qualidade às necessidades do cliente. Por outro lado, reduzir custos tornou-se, hoje em dia, um papel fundamental na adição de valor para as empresas e como tal estas tiveram que repensar nos seus objetivos, e, conseqüentemente, nas estratégias adotadas.

Existem muitos fabricantes para os mesmos produtos e existe um excesso de capacidade a nível mundial (Kumar, 2012). Contudo, nem todos os clientes necessitam das mesmas coisas pois diferentes necessidades requerem produtos diferenciados.

A produção magra é uma filosofia de gestão que derivou principalmente da Sistema *Toyota* de Produção (TPS), sendo identificada como magra só a partir de 1990. Esta filosofia apresenta-se como uma variação sobre o tema da eficiência com base na otimização de fluxo e é uma instância atual na história humana para aumentar a eficiência e diminuir o desperdício, utilizando métodos empíricos para decidir o que importa, não aceitando ideias pré-existentes (Barot *et al.*:2011).

O método de Gestão Magra ou Pensamento Magro é um modo de atingir níveis de desempenho elevados de uma maneira mais eficaz em que se percebe uma melhoria significativa da produtividade de uma forma relativamente rápida (Urban, 2015). É através deste método que as organizações conseguem reduzir o desperdício e conseqüentemente aumentar a flexibilidade e a agilidade das operações.

O projeto a desenvolver no âmbito da dissertação de mestrado terá lugar na *Kathrein Automotive Portugal, Sociedade Unipessoal Lda.* – Produção de Sistemas de Antenas para Automóveis, que integra o *Grupo Kathrein Automotive*.

## 1.2. Objetivos

O objetivo geral e primordial do presente projeto passa pela melhoria e aumento do desempenho do sistema produtivo do setor de Tecnologia de Montagem em Superfície (SMT - *Surface Mount Technology*) onde são produzidas as placas elétricas (PCB's) através da aplicação de ferramentas e princípios magros ("*lean*").

Para a resolução dos problemas existentes no sistema produtivo da empresa, os objetivos são:

- Elaborar um Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*);
- Estudar o atual processo de mudança de produto ("*changeover*") das linhas de produção SMT;
- Reduzir o tempo de preparação ("*setup*") aplicando a técnica Troca Rápida de Ferramentas (SMED - *Single Minute Exchange of Die*);
- Normalizar os processos de trabalho nas operações de mudança de produto do setor SMT;
- Elaboração de um planeamento da produção para o setor SMT;

## 1.3. Estrutura da Dissertação

O trabalho desenvolvido está estruturado essencialmente em sete capítulos: no presente capítulo, Introdução, encontra-se o enquadramento da temática e sua relevância. Neste capítulo também estão inseridos os objetivos a atingir ao longo deste estudo.

Em seguida no Capítulo II, Enquadramento Teórico, são apresentados conceitos e estudos sobre a temática após análise e seleção da pesquisa, feita através de artigos e outras publicações.

No Capítulo III, A Empresa, é feita a descrição da empresa na qual foi realizado o presente projeto. Aqui é demonstrado um pouco da sua história, a sua missão e valores, a sua política de qualidade, segurança e ambiente e os seus produtos e principais clientes.

A Metodologia, é apresentada no capítulo IV, onde são referidas as considerações de natureza metodológica e é analisado o método usado como forma de definir a metodologia concreta que vai ser adotada neste trabalho.

O capítulo V, Caso de Estudo, faz uma descrição geral do processo produtivo da empresa tal como uma descrição geral do processo produtivo das linhas de produção do setor em estudo.

Posteriormente no Capítulo VI, Análise e Discussão dos Resultados, efetuar-se-á a análise e diagnóstico do setor em estudo, onde é efetuado um levantamento dos problemas detetados após análise aprofundada dos setores. Como forma de auxiliar essa análise, recorreu-se à ferramenta VSM. Por outro lado, após análise do processo de mudança de produto do setor SMT e como forma de melhorar esse processo procedeu-se à implementação da técnica SMED tendo como base de apoio a ferramenta de Gestão Visual e 5S. Os resultados obtidos também serão mencionados neste capítulo, juntamente com o que se encontra implementado e do que ainda se poderá atingir.

No Capítulo VII, apresentar-se-ão as conclusões retiradas após realização do presente estudo sendo sugeridas ações a tomar no futuro, com vista a uma melhoria contínua constante. Posteriormente, também serão referidas as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

Neste capítulo é feito um enquadramento teórico do modelo organizacional de gestão – Pensamento Magro, tema sobre o qual se foca o presente trabalho. É apresentada a evolução desta filosofia bem como os seus conceitos e princípios, e, principalmente, as ferramentas que a caracterizam e enriquecem, podendo ser implementadas nas empresas com o objetivo de melhorar os seus processos produtivos e na criação de valor.

### **2.1. Breve Contextualização Histórica**

O conceito magro é uma filosofia de produção que nasceu após a segunda guerra mundial no setor automóvel com o objetivo de otimizar os processos de produção. Porém, a designação pensamento magro (“*Lean Thinking*”) só surgiu quando James Womack e Daniel Jones (1996) a referiram na sua obra de referência com o mesmo nome, como conceito de liderança e gestão empresarial (Pinto, 2009). Após essa época, o conceito vem sendo mundialmente conhecido e aplicado fazendo referência à filosofia de liderança e gestão que se baseia na eliminação de desperdícios e na criação de valor.

Ultimamente, esta filosofia alcançou uma enorme reputação a nível mundial, sendo aplicada a diversas áreas de atividade económica, organizações com fins lucrativos, ao setor público, até mesmo em organizações não-governamentais e sem fins lucrativos.

O sucesso de empresas como *Toyota Motors Coporation* fez com que a validade dos princípios e das soluções magras fosse reforçada. Atualmente, empresas “como a Dell ou a Zara reportam ganhos significativos com a implementação dos princípios *lean*” (Pinto, 2009).

O Pensamento Magro, cujo o objetivo é eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade, cresceu através do sistema de produção da Toyota (TPS) por Taiichi Ohno (1988) e seus sócios a partir dos anos 1940 (Pinto, 2009).

Apesar desta filosofia magra ter sido aplicada com grande sucesso no setor industrial, muitas das suas ferramentas e métodos foram posteriormente aplicados e desenvolvidos através de variados estudos no âmbito da produção alargando-se, assim, aos serviços.

## **2.2. Do TPS ao Pensamento Magro**

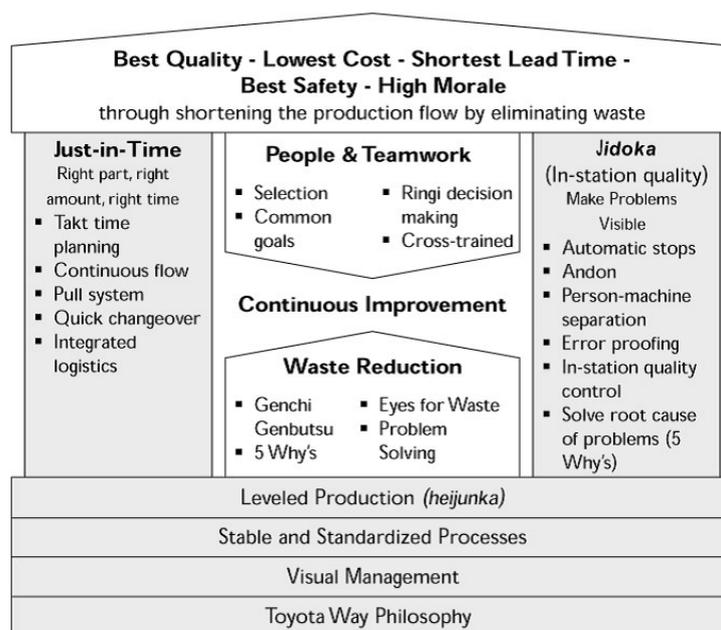
Como já referido no ponto anterior, o TPS é uma das filosofias de gestão que está na origem do “Pensamento Magro”.

Segundo Pinto (2014: 23), “quando se estuda o TPS é frequente apresentá-lo como um edifício (casa) que encerra em si várias divisões que, apesar de terem funções bem determinadas, estão intimamente ligadas.”

O diagrama da casa TPS (Figura 1), segundo Liker (2004), tornou-se num dos símbolos mais reconhecidos na produção moderna. O facto de ser uma casa significa que é um sistema estrutural em que a sua estabilidade é garantida desde que sejam respeitados os seus alicerces, pilares e telhado (Alves, 2014).

Assim, como forma de alcançar os objetivos, representados no telhado da casa, estão os parâmetros de melhor qualidade, menor custo, menor tempo, melhores serviços, maior segurança e maior moral. De seguida, existem dois pilares exteriores – *just-in-time* e *jidoka*, um que provavelmente é a característica mais visível e altamente divulgada do TPS e outro, que na sua essência, significa nunca deixar um defeito passar para a próxima estação e libertar pessoas das máquinas (Liker, 2004), ou seja, proporcionar ao operador ou máquina a autonomia de parar o seu processamento.

Como forma a garantir a melhoria contínua, é importante e necessário que haja o envolvimento das pessoas e das equipas de trabalho bem como a redução dos desperdícios. Por fim, na base, existem vários elementos fundamentais que têm a ver com a necessidade de padronizar, estabilizar, ter processos fiáveis e o *heijunka*, que significa nivelar o cronograma da produção em volume e variedade.



**Figura 1-** Sistema de Produção Toyota.

**Fonte:** Liker (2004: 33)

Liker (2004), afirma que um cronograma nivelado ou *heijunka* é necessário para tornar o sistema estável e assim permitir um inventário mínimo.

O sistema TPS foi concebido com o objetivo de fornecer as ferramentas e as soluções para que as pessoas que nele trabalham possam melhorar continuamente o seu desempenho, sendo que um dos segredos de sucesso deste sistema é a sua incrível consistência em termos de desempenho (Pinto, 2014).

Como resultado da evolução do TPS para a filosofia de gestão empresarial Pensamento Magro, aparece um novo sistema chamado, pela Comunidade *Lean Thinking* (2008), de “edifício magro” (Figura 2).



*Figura 2- Integração da "casa TPS" no "edifício lean thinking".*

*Fonte: Comunidade Lean Thinking (2008)*

Com a constante evolução dos setores dos serviços públicos e privados, a casa teve que sofrer, igualmente, uma evolução devido à necessidade de a filosofia magra ter que se adaptar a estes novos territórios. Assim, foi acrescentado mais dois pilares representando os fornecedores e os clientes (Pinto, 2014: 27):

- Gestão da cadeia de fornecimento (*"Supply Chain Management"*) – envolve todas as organizações que estão empenhadas no fabrico e prestação de serviços e é através de cada uma que o valor é criado e transferido até ao cliente final. Os principais desafios neste âmbito são: a colaboração entre todas as partes, a sincronização e a sintonia com o cliente final, a redução de tempos e custos, a adaptabilidade (flexibilidade) de toda a cadeia de fornecimento e a crescente reatividade às mudanças.
- Serviço ao cliente (*"Customer service"*) – o cliente (final) é a razão de viver de cada organização, é para ele que toda a cadeia se coordena e cria valor. Cada vez mais, o serviço é valorizado pelo cliente. O serviço é, portanto, um fator de diferenciação crítico para todas as organizações.

O objetivo desta evolução é a aproximação das organizações aos fornecedores e clientes de forma a que haja sintonia entre todos.

### 2.3. Pensamento Magro – Conceito e Princípios

A abordagem Pensamento Magro, está direcionada para as práticas de gestão onde a eliminação gradual do desperdício é o seu objetivo principal.

Deste modo, tem como base um conjunto de princípios com o objetivo de simplificar a maneira como a organização produz e agrega valor aos seus clientes ao mesmo tempo que os desperdícios são eliminados. Segundo Citeve (2012: 4), as características centrais do Pensamento Magro são:

- Organização baseada em equipas envolvendo pessoas flexíveis, com múltipla formação, com elevada autonomia e responsabilidade nas suas áreas de trabalho;
- Estruturas de resolução de problemas ao nível das áreas de trabalho, em sintonia com uma cultura de melhoria contínua;
- Operações magras, o que leva os problemas a revelarem-se e a serem posteriormente corrigidos;
- Políticas de liderança de recursos humanos baseadas em valores, no comprometimento, as quais encorajam sentimentos de pertença, partilha e de dignidade;
- Relações de grande proximidade com fornecedores;
- Equipas de desenvolvimento multifuncionais;
- Grande proximidade com o cliente.

Através destas características pode-se verificar que é necessário que todos os colaboradores estejam envolvidos em todo o processo e que se crie um ambiente de ligação próxima com todas as partes interessadas no negócio, de forma a que a criação de valor para estes se centre nas atividades que vão ao encontro da sua satisfação, procurando eliminar todas as formas de desperdício.

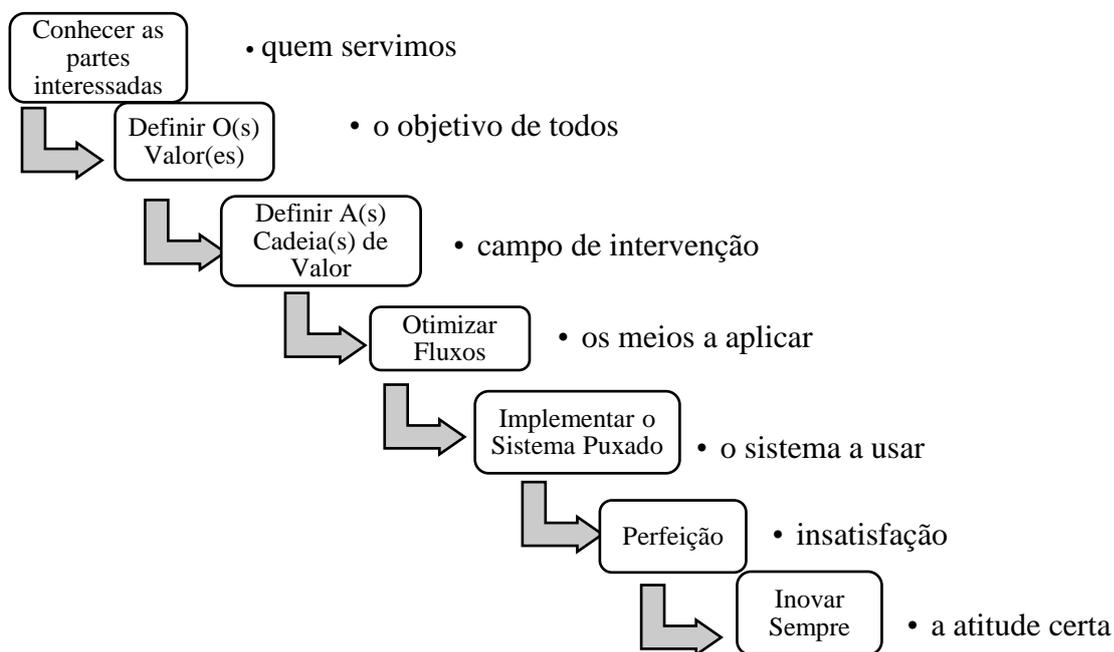
Existem atualmente várias técnicas e ferramentas que se podem utilizar para a identificação do desperdício, contudo, as que serão referenciadas no ponto relativo às Técnicas e Ferramentas do Pensamento Magro (ver seção 2.5) foram as utilizadas no presente estudo.

Porém, antes de passar às técnicas e ferramentas, devemos ter em atenção os princípios desta abordagem. Womack e Jones (1996) identificaram cinco princípios desta filosofia:

- 1) Criar Valor;
- 2) Definir a Cadeia de Valor;
- 3) Otimizar o Fluxo;
- 4) O Sistema Puxado (“Pull”); e
- 5) Perfeição.

Estes cinco princípios apresentam algumas lacunas por considerarem apenas a cadeia de valor do cliente (existem várias cadeias de valor numa organização). Outra limitação referente a estes princípios é que “tendem a levar as organizações a entrar em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, ignorando a crucial atividade de criar valor através da inovação de produtos, serviços e processos” (Pinto, 2009: 19).

Como forma de contornar esta situação, a Comunidade *Lean Thinking* (2008), através de investigação e desenvolvimento, procedeu à proposta de mais dois princípios (Figura 3). Os princípios que foram adicionados dizem respeito à forma de “Conhecer as partes interessadas” e à forma de “Inovar sempre”, assim, pretende-se que a empresa entre no caminho certo, procurando a excelência e um desempenho excelente.



**Figura 3-** Princípios do pensamento magro.

**Fonte:** Adaptado de CLT - Comunidade Lean Thinking (2008)

Deste modo, Pinto (2009: 20), afirma que os novos princípios do Pensamento Magro são os seguintes:

1. **Conhecer quem servimos** – Conhecer com detalhe todas as partes interessadas do negócio. Uma organização que apenas se concentre na satisfação do seu cliente, negligenciando os interesses e necessidades das outras partes (como colaboradores), não pode augurar um bom futuro. (...). Uma outra alteração proposta a este nível consiste em focalizar a atenção no cliente final e não apenas no próximo cliente da cadeia de valor (...).
2. **Definir valores** – Porquê valores e não apenas o valor? Porque, mais uma vez, uma organização que se limite a satisfazer apenas o seu cliente, negligenciando as demais partes interessadas (...), não pode ambicionar um futuro próspero. (...). Com esta nova abordagem, muitas das atividades que antes eram classificadas como desperdício necessário são agora classificadas como valor-acrescentado, porque criam valor para outras partes que não o cliente. (...)
3. **Definir as cadeias de valor** – Se a organização tem de satisfazer simultaneamente todas as partes interessadas, entregando-lhes valor, é natural que terá de definir para cada parte interessada a respetiva cadeia de valor. (...)
4. **Otimizar o fluxo** – Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital.
5. Se possível, **implementar o sistema puxado (“pull”)** nas cadeias de valor – A lógica puxada em oposição ao empurrada (“push”) procura deixar o cliente (e outras partes interessadas) liderar os processos, competindo-lhes apenas a eles desencadear os pedidos e evitando que as empresas empurrem para as partes aquilo que julguem ser a necessidade destas. (...)
6. A **procura pela perfeição** – Saber que os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução. Incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando fazer rápido, permitirá às organizações melhorar continuamente.
7. Finalmente, **innovar constantemente** – Inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos: isto é, para criar valor.

## 2.4. Os Desperdícios

O desperdício refere-se a todas as atividades realizadas que não acrescentam qualquer valor, ou seja, atividades e recursos que são usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da não-satisfação dos clientes (Rentes *et al.*, 2009) ou das demais partes interessadas no negócio. Quanto maior for o valor que as empresas criam, maior será a sua vantagem competitiva. Por outro lado, quanto mais favorável for a sua relação para com o cliente, maiores as hipóteses de vencer no mercado (Pinto, 2009).

A pergunta que se faz hoje em dia é: como se manifesta o desperdício nas organizações? O desperdício manifesta-se “através de todas as ações, materiais e processos que o nosso cliente não perceba ou sinta como importantes (i.e, que não valorize ou reconheça como úteis)” (Pinto, 2009: 9). Assim, vai-se manifestando de várias formas, mas vai gerando mais tempo e mais custos sem qualquer benefício. As empresas que queiram e que estejam empenhadas em combater o desperdício devem começar primeiramente por classificar as suas diferentes formas.

Wello e Ringen (2016), in “*Beyond waste elimination: Assessing lean practices in product development*”, no seu estudo sobre a introdução de um modelo magro no desenvolvimento do produto, referiram que o desperdício ocorre quando uma operação falha e é dividido em dois tipos: **Tipo 1**- desperdício necessário e **Tipo 2**- puro desperdício.

O desperdício necessário tem em conta aquelas atividades que não criam diretamente valor, mas que têm que ser realizadas (administração, gestão, testes obrigatórios, etc.). Já o puro desperdício, na produção, é dividido em sete (ou oito) subcategorias, incluindo defeitos, excesso de produção, transporte, espera, inventário, movimento e processamento (e subutilização de pessoas).

Neste estudo em concreto, no desenvolvimento do produto, e dependendo do processo de produção, a eficiência deve estar entre 80-90%. Contudo, a pesquisa indica que o tempo total do valor acrescentado é menos que 30% na maioria das empresas e que os altos níveis de desperdício (>70%) pertencem principalmente ao tipo 1.

Para melhorar a “magreza”, as empresas devem em grande medida, substituir as atividades com tempo de valor agregado. Por outro lado, a caça do puro desperdício (tipo 2) é uma estratégia menos viável devido à natureza das atividades e às características das pessoas envolvidas. Ao contrário da fabricação, o desperdício, neste caso, geralmente não é resultado

de atividades desnecessárias, mas devido a deficiências no fluxo de informação e na comunicação.

Embora cada atividade possa ser tangível nela mesma, na ausência de um produto de trabalho físico, a qualidade e o fluxo de informação é essencialmente intangível. Isto, torna difícil a deteção de desperdícios em tempo, devido ao controle de qualidade e completo retrabalho ou triagem antes da peça ir para a próxima operação e finalmente para o cliente final. Adicionalmente, a simultaneidade e a natureza inter-relacionada das atividades de desenvolvimento do produto podem causar um impacto dramático de qualquer deteção ou comunicação tardia de informações erradas numa perspectiva de desempenho.

Como já foi dito anteriormente, existem sete (oito) categorias de desperdícios as quais foram identificadas por Taiichi Ohno (1912-1990) e Shigeo Shingo (1909-1990) ao longo do desenvolvimento do Sistema de Produção *Toyota*. Deste modo, as sete/oito formas de desperdício identificadas pelos autores as quais devem ser removidas com vista à melhoria contínua foram as seguintes:

1. **Excesso de Produção** – é a mais penalizante das sete categorias de desperdícios; ocorre quando se produz em quantidades superiores ao necessário, levando a uma ocupação desnecessária de recursos, consumo de materiais e de energia sem que isso represente retorno financeiro para a empresa, antecipação de compras de peças e materiais, aumento do inventário e ausência de flexibilidade no planeamento.
2. **Esperas** – quando existem períodos de inatividade das pessoas ou dos equipamentos durante o processo. As causas mais comuns podem ter a ver com fluxo obstruído (avaria, defeitos de qualidade ou acidentes), problemas de *layout* (que originam excessivos transportes, provocando erros ou acidentes), problemas e/ou atrasos com entregas de fornecedores (internos ou externos), capacidade (oferta) não balanceada ou sincronizada com a procura e grandes lotes de produção.
3. **Transporte e Movimentações** – qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas, de um sítio para o outro por alguma razão. Na generalidade, este tipo de desperdício deve ser sempre minimizado pois aumenta o tempo de fabrico durante o qual não é adicionado nenhum valor ao produto.
4. **Desperdício do próprio processo** – referem-se a operações e a processos que não são necessários, tais como retrabalho, reprocessamento, manuseamento de materiais, etc.

5. **Inventário (“stock”)** – denuncia a presença de materiais retidos por um determinado tempo, dentro ou fora da fábrica.
6. **Defeitos** – a definição de desperdício inclui os defeitos ou problemas de qualidade. A estes estão associados os custos de inspeção, respostas às queixas dos clientes e reparações. São as não conformidades que causam a insatisfação do cliente.
7. **Trabalho desnecessário** – movimento que não é realmente necessário para executar as operações, que pode ser muito lento, ou muito rápido e excessivo.
8. **A não utilização de potencial humano** – as grandes empresas aprenderam de uma forma dura e dispendiosa que a automatização da fábrica e dos armazéns não beneficia a melhoria contínua e, conseqüentemente, a produtividade. Nas últimas décadas, milhões de euros foram gastos para retirar as pessoas das fábricas, quando afinal são as pessoas o principal recurso de qualquer organização. Desta forma, com vista a melhorar os processos e práticas das organizações deve-se dar utilidade às competências dos trabalhadores, pedindo colaboração através de ideias e sugestões.

Arunagiri e Gnanavelbabu (2014), in *“Identification of Major Lean Production Waste in Automotive Industries using Weighted Average Method”*, realizaram um estudo onde o foco é a deteção do desperdício principal dos sete tipos de desperdício existentes que ocorrem na produção, através do método das médias ponderadas. Estes autores, após análise dos resultados, revelaram que três dos sete grandes resíduos são identificados. O questionário desenvolvido pelos autores feito a 91 inquiridos, com o objetivo de encontrar o maior desperdício, demonstrou que o transporte, o tempo de espera e movimentos desnecessários são os principais desperdícios que afetam a produção em ambiente industrial. Como dito anteriormente, os resultados indicaram que o transporte é o maior desperdício na indústria automóvel, porque o número de correspondentes que positivamente concordou foi de 95.59%. O seguinte desperdício é o tempo de espera com uma percentagem total de 94.50%, sendo que o terceiro maior desperdício (movimentos desnecessários), teve um valor de 91.19%. Para reforçar estes resultados, o grupo de inquiridos concorda fortemente com estas diferentes formas de desperdício.

Assim, este trabalho conclui que os gestores de produção e especialistas industriais precisam monitorar esses três principais tipos de desperdício sistematicamente e as medidas necessárias devem ser tomadas para erradicar esses resíduos destacados.

A eliminação destes resíduos aumenta consideravelmente a taxa de produção, e, por sua vez, tem um impacto positivo na produtividade da indústria automóvel.

## 2.5. Técnicas e Ferramentas do Pensamento Magro

Existem várias técnicas e ferramentas magras que permitem às empresas eliminar o desperdício mais facilmente. Muitas destas ferramentas e técnicas surgiram do Sistema de Produção *Toyota* e outras foram desenvolvidas recentemente. Nesta subsecção apresentar-se-ão as técnicas e ferramentas utilizadas no presente projeto, tais como o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*) e a técnica Troca Rápida de Ferramentas (SMED - *Single Minute Exchange of Die*).

### 2.5.1. Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*)

O Mapeamento do Fluxo de Valor é um método que permite visualizar o percurso (ou mapa) de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor (atividades que ocorrem desde a obtenção do pedido até à entrega ao cliente final do produto ou serviço). “É uma ferramenta muito útil e tem sido uma das mais utilizadas no universo de aplicações do *Lean thinking* em empresas industriais e de serviços” (Pinto, 2014: 79).

De acordo com Womack e Jones (2003), este tipo de ferramenta representa o conjunto de todas as ações específicas necessárias para trazer um produto específico (seja um bem, serviço, ou, cada vez mais, uma combinação dos dois) através das três tarefas críticas de gestão de qualquer negócio: 1) a tarefa de resolução de problemas (desde o conceito até ao design detalhado e da engenharia até ao lançamento da produção); 2) a tarefa de gestão de informações (que vai desde a ordem de pedidos até à entrega detalhada) e 3) a tarefa de transformação física de matérias primas para um produto acabado nas mãos do cliente.

Teichgräber (2010), refere que a eliminação de resíduos é o principal objetivo do VSM e que muitas vezes esse desperdício não é aparente. O termo atividade é muitas vezes confundido com o trabalho de valor agregado. Por exemplo, funções de suporte, como o controlo de inventário, geralmente não podem ser consideradas como desperdício. Contudo, o controlo do inventário não converte materiais em produtos de clientes. Apesar de o VSM comunicar informações valiosas, o benefício mais importante vem, da sua criação.

Não só o mapeamento leva a melhores processos, como leva também a um consenso que permite e melhora a sua implementação. Segundo o autor, o VSM pode implacavelmente divulgar como o processo atual realmente funciona e executa. Este conhecimento pode ser usado para desenvolver um futuro VSM economicamente mais eficiente.

Esta ferramenta magra representa os fluxos de materiais e de informação da empresa e pode ser construído através de quatro passos fundamentais:

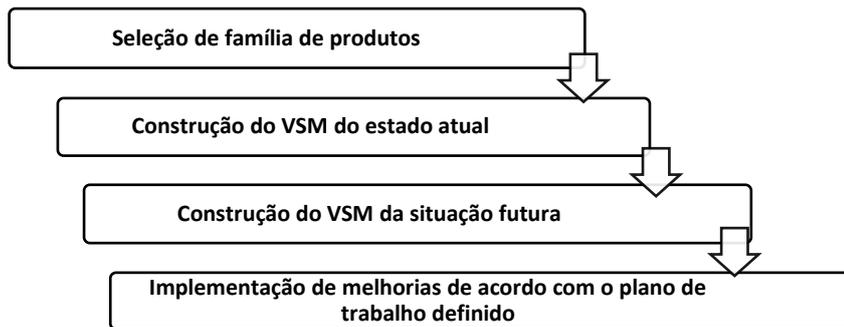


Figura 4- Etapas para a construção de um VSM.

Fonte: Alves (2014: 9).

Após a conclusão destas etapas, a empresa está em condições de quantificar tempos e atividades que acrescentam ou não acrescentam valor.

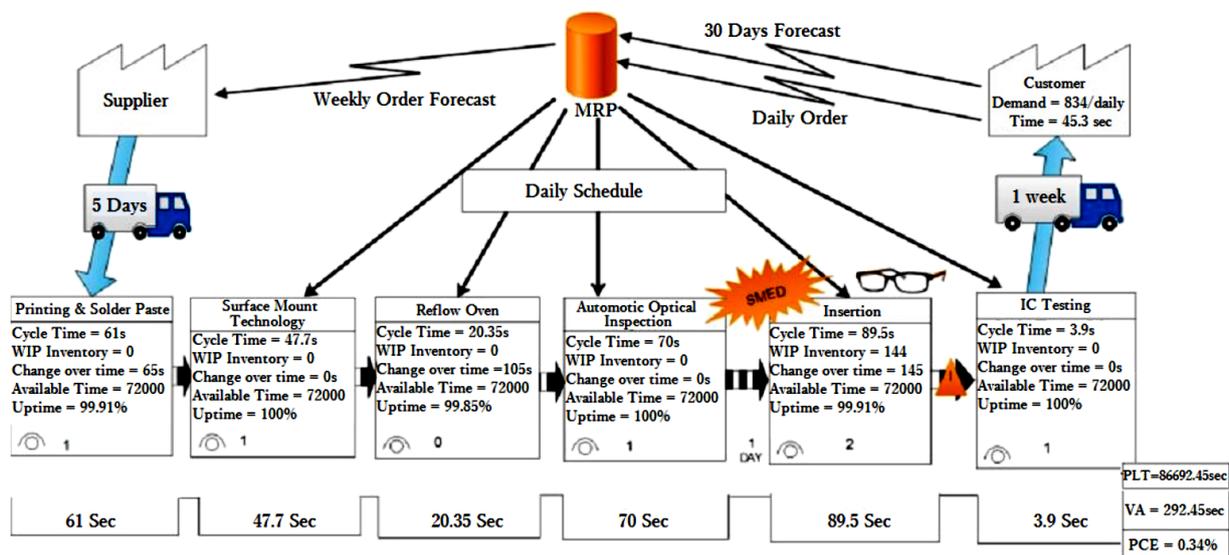


Figura 5- Exemplo de um VSM.

Fonte: Azizi e Manoharan (2015)

Através do mapa (Figura 5), pode-se verificar todo o processo produtivo, começando desde a identificação do fornecedor até ao cliente. Posteriormente, segue-se o mapear das operações de fabrico do produto identificado (parte inferior da Figura 5, da esquerda para a direita) com

todas as pessoas importantes de cada uma das etapas do fabrico. Numa linha temporal (base da Figura 5), são registados os tempos de valor acrescentado (operações) e tempos de não valor acrescentado (esperas e transportes). Os tempos são determinados consoante as operações de cada fase e o *takt time* do processo (relação entre o tempo disponível e a procura nesse tempo).

O VSM apresenta, segundo Rother e Shook (1999), Braglia *et al.* (2009) e Moreira (2010) as seguintes vantagens:

- Permitir a visualização do fluxo de materiais e de informação e como se relacionam entre si;
- Auxiliar na identificação e eliminação dos desperdícios e suas principais fontes;
- Permitir a identificação de ações de melhoria na fábrica e no fluxo de valor;
- Ajudar na visualização do fluxo de valor em vez dos processos individualmente;
- Estabelecer uma metodologia representativa de avaliação de processos;
- Tornar visíveis as decisões sobre a cadeia de valor, sendo fácil discuti-las;
- Agregar conceitos e técnicas de produção magra, evitando a implementação de técnicas isoladas;
- Fornecer uma linguagem comum para tratar os processos de fabrico;
- Vincular o planeamento dos produtos e a previsão da procura tanto para o planeamento da produção quanto para o controlo do fluxo de compras, usando parâmetros operacionais como o *takt time*;
- Descrever o que é necessário fazer para se obter valores quantitativos, possibilitando a comparação entre o estado atual e o futuro.

Como todas as ferramentas, estas têm as suas vantagens e igualmente as suas desvantagens. Braglia *et al.* (2009), indica algumas desvantagens principais que podem advir deste tipo de ferramenta, tais como:

- ❖ O seu nível de precisão é limitado e o número de versões que podem ser manipuladas é baixo por ser uma técnica baseada em papel e lápis;
- ❖ Apresenta a falta de uma estrutura espacial do *layout* de instalação e como isso impacta os atrasos na manipulação do material de interoperabilidade;
- ❖ Não mostra o impacto dos fluxos de material ineficientes sobre o trabalho em processo (WIP), a produção de ordens e as despesas operacionais;

- ❖ Não pode abordar a complexidade de empresas de grande volume e de baixo volume, cujos fluxos de valor são compostos por centenas de peças e produtos industriais;
- ❖ Pode ser efetivamente aplicada somente a sistemas de produtos lineares, uma vez que não consegue mapear fluxos de valor caracterizados por múltiplos fluxos se fundindo entre si;
- ❖ Carece de capacidade para um rápido desenvolvimento e avaliação de múltiplas análises do tipo “E se” que são necessárias para priorizar diferentes alternativas;
- ❖ Não pode ser aplicado a processos de engenharia devido a diferenças fundamentais entre métodos de fabrico e de engenharia;
- ❖ É incapaz de dar uma visão real dos problemas de variabilidade relativos ao processo de produção analisado.

Após descrição das vantagens e desvantagens desta ferramenta, existem, também, várias barreiras que podem dificultar a sua implementação. Deste modo, Xavier e Sarmento (2006) fazem referência a algumas dessas barreiras:

- (i) **Mapeamento desordenado** - mapear todos os fluxos de valor pode constituir um perigo para a empresa, pois o mapeamento só deve ser feito onde demonstrará maiores benefícios para esta. Assim, é sugerido que:
  - Exista uma focalização dos esforços nos fluxos de valor que exijam uma melhoria substancial;
  - Um entendimento claro da situação atual;
  - Uma definição de metas de melhoria para as famílias de produtos escolhidas;
  - Uma definição e busca por um consenso sobre a “situação futura” e
  - Após implementação do estado futuro, recomeçar o mapeamento, pois estados futuros implementados tornam-se estados atuais.
- (ii) **O Mapeamento de Fluxo não pode ser delegado** - é da responsabilidade da administração o mapeamento do fluxo. É necessário que esta se envolva diretamente e caminhe pessoalmente através dos setores a serem mapeados e participar ativamente. Deste modo, poderá conhecer mais intimamente a situação atual e seguidamente dar sugestões e orientar a implementação do estado futuro.
- (iii) **O VSM é diferente dos tradicionais mapas de processo** – frequentemente os mapas de processos focam em processos individuais, já o VSM tem como foco os fluxos de

materiais e de informação relacionadas com a família de produtos. Os mapas de processos em termos de visão do estado futuro são definidos com base em perspectivas muitas vezes óbvias de melhorias a serem feitas, sem ter em conta os princípios magros, com capacidade de originar fluxos de valor cada vez mais enxutos.

- (iv) **Níveis de inventário (itens que devem ser observados; matérias-primas, produtos em trânsito ou acabados)** – a transformação desses valores em valores financeiros ajuda a perceber os ganhos significativos e aparentemente fáceis de conquistar. Por outro lado, medir os níveis de inventário ajuda a calcular o prazo de entrega (*lead time*), que representa um indicador muito importante. Através da acumulação de inventário, pode-se verificar a interrupção do fluxo.
- (v) **A atribuição de valores insignificantes aos mapas** – informações desnecessárias como a distância entre estações de trabalho e o número de empilhadoras utilizadas, por exemplo, impedem que o mapa seja visto de forma objetiva. Por vezes são gastos muitos dias de trabalho no levantamento dessas informações pouco úteis. Um bom mapa é aquele que demonstra a possibilidade de vislumbrar claramente a mudança.
- (vi) **Escolha de atitude** – quando se olha muito de longe não se é capaz de enxergar precisamente o estado atual da organização. Contrariamente, se olharmos de muito perto, implicará visualizar apenas melhorias pontuais e não sistémicas.
- (vii) **Elaborar planos de ação, não de estudo** - mostrar a prioridade da implementação do estado futuro desenhado, as suas expectativas de prazo e que recursos devem ser alocados. Após elaboração do plano de ação, a sua execução deverá ser monitorada diariamente eliminando os obstáculos um a um conforme surgirem. Esta ferramenta tem como grande poder a sua simplicidade e o poder de provocar mudanças, para além de servir como mecanismo de monitoração.

### **2.5.2. Troca Rápida de Ferramentas (SMED - *Single Minute Exchange of Die*)**

Os métodos existentes de redução dos tempos de preparação (mudança de ferramenta ou ajustes nos processos, p.ex), consistem em ações concertadas de melhoria, resultado do trabalho em equipa, que visam a sistemática redução dos tempos e das atividades de mudança e/ou ajuste, maximizando a utilização dos meios e o aumento da flexibilidade dos processos.

Assim, uma consequência direta da redução do tempo de mudança é a redução dos custos e dos lotes de fabrico (Pinto, 2014).

A Troca Rápida de Ferramentas ou a técnica SMED nasceu pela necessidade de alcançar a produção JIT (*Just in time*), um dos pilares do sistema *Toyota* que foi desenvolvido para reduzir os tempos da preparação das máquinas, tentando produzir lotes mais pequenos (Leon, 2013). Este conceito foi criado pelo engenheiro Shigeo Shingo, um dos importantes contributos para a consolidação do Sistema de Produção *Toyota*, junto com Taiichi Ohno, em 1950 (Guo, 2009). O objetivo desta técnica é realizar a mudança de produto ou serviço em menos de 10 minutos, possibilitando que os equipamentos se tornem mais flexíveis (Pinto, 2014), reduzindo assim o tempo de preparação, isto é, o tempo de interrupção necessário para a preparação das máquinas (Shingo, 1985). Este tempo é de facto um obstáculo ao sucesso desta ferramenta, que em certos casos pode atingir valores muito elevados, tal como demonstra a Tabela 1.

| <b>Operação</b>   | <b>Tempo gasto (percentagem)</b> |
|---|----------------------------------|
| Preparativos, confirmações e arrumação de materiais e ferramentas | 30%                              |
| Remoção e montagem de ferramentas                                 | 5%                               |
| Preparação das condições de trabalho                              | 15%                              |
| Corridas de teste e ajustes                                       | 50%                              |

**Tabela 1** - Distribuição do tempo gasto na troca de ferramentas.

*Fonte: Adaptado de Rodrigues (2012: 19)*

A necessidade deste método é obrigatória devido ao aumento da procura por produtos variados e pela redução do ciclo de vida desses produtos (Abraham *et al.*, 2012).

O SMED conduz à redução desse tempo de preparação de forma progressiva, levando-nos às suas etapas (Leon, 2013: 16; Alves, 2014: 17):

| <b>ETAPAS</b>       | <b>ATUAÇÃO</b>                             |
|---------------------|--|
| 1- Etapa preliminar | Estudo da mudança de operação              |
| 2- Primeira Etapa   | Separar as tarefas internas e externas     |
| 3- Segunda Etapa    | Converter as tarefas internas em externas  |
| 4- Terceira Etapa   | Aperfeiçoar as tarefas internas e externas |

**Tabela 2**- Etapas do SMED.

*Fonte: Adaptado de Leon (2013: 16) e Alves (2014: 17)*

- 1- **Etapa preliminar:** Não existe nenhuma distinção entre as operações internas de externas, isto é, operações que devem ser realizadas quando a máquina está parada ou apenas efetuadas com a máquina em funcionamento, respetivamente. Assim, o objetivo desta etapa é a classificação das operações de preparação.
- 2- **Primeira etapa:** Distinção entre as operações internas e externas. Muitas das atividades que são realizadas quando a máquina se encontra parada podem ser realizadas ainda com a máquina em produção, como transportes e certas atividades de preparação e manutenção. Nesta etapa é possível perceber a rentabilidade do tempo gasto em operações de preparação em valores compreendidos entre 30 a 50 %.
- 3- **Segunda etapa:** Transformação de operações internas em externas de forma a aumentar o máximo de operações de preparação com a máquina em funcionamento. O objetivo é a redução do tempo que a máquina se encontra parada. De forma a facilitar o trabalho, nesta fase devem já ser normalizadas funções e preparadas as condições operacionais de todos os materiais.
- 4- **Terceira etapa:** Busca pela melhoria sistemática, de forma a aperfeiçoar todas as operações para tornar o tempo de preparação cada vez mais rápido e eficaz. Normalmente, é realizada uma análise detalhada a todas as operações de forma a encontrar soluções que permitam reduzir o tempo de execução. Para as operações externas pode-se alcançar melhorias ao nível do armazenamento e transporte dos materiais e ferramentas. Nas operações internas pode-se recorrer à aplicação de fixadores rápidos, operações realizadas em paralelo com a utilização de mais do que um colaborador e eliminação dos ajustes e afixações.

Através do que foi dito anteriormente, entende-se que a implementação do método SMED pode trazer grandes benefícios para a empresa, reduzindo o seu tempo de inatividade devido à diminuição do tempo de mudança e na redução do desperdício. Em adição a estes benefícios existem outros, tais como (Aguilar, XX: 21-22):

- As máquinas apresentam um aumento nas taxas de trabalho;
- Existe um aumento na produtividade;
- São produzidos menos defeitos;
- O nível de segurança é aumentado devido aos adequados procedimentos de mudança;
- Menos tempo gasto na limpeza após produção devido a uma melhor organização;

- Os custos gerais de preparação são mais baixos devido ao menor tempo gasto durante a mudança e à diminuição de desperdício;
- A operação com equipamentos requer menos habilidade e treino devido ao processo simplificado;
- Redução do tamanho do lote;
- Redução do inventário de produtos acabados;
- Os lucros são aumentados sem ter que se gastar mais dinheiro em mais equipamentos.

Assim, se for possível fazer preparações mais rápidas, haverá a possibilidade de reduzir os custos, e, paralelamente, aumentar a frequência dessas preparações, reduzindo o tamanho dos lotes. A consequência de uma diminuição do tamanho dos lotes passa pela redução de inventário e do WIP. Por outro lado, a empresa terá uma maior capacidade de resposta através da redução do seu prazo de entrega às exigências do mercado que estão em constante variação e flutuação e que, por vezes, apresentam requisitos temporais rígidos. Tudo isto irá resultar num aumento da produtividade global para a empresa, tornando-a mais competitiva (Rodrigues, 2012).

Uma das principais barreiras à implementação da técnica SMED passa pela dificuldade na identificação e classificação das operações (Oliveira, 2011). Daí o facto de Shingo (1985) definir como preparação externa todas as operações que possam ser realizadas quando a máquina está em funcionamento, e, por outro lado, as operações de preparação internas que são todas as operações que só são feitas quando a máquina está parada. Deste modo, Shingo (1985) descreve, de forma exaustiva, uma série de procedimentos que devem ser seguidos à risca para que esta metodologia tenha sucesso:

- Analisar o procedimento atual;
- Classificar todas as operações realizadas como internas ou externas;
- Converter as operações internas em externas;
- Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações internas;
- Desenvolver soluções que permitam diminuir os atrasos em operações externas;
- Criar procedimentos rigorosos com o objetivo de reduzir falhas durante a preparação;
- Retornar ao início do processo e repetir todo o procedimento para reduzir o tempo de preparação, continuamente.

Este conjunto de procedimentos, segundo Oliveira (2011), requerem uma análise contínua do processo com o objetivo de obter bons resultados. Sempre que este método é aplicado, novas soluções devem ser obtidas.

## 2.6. A Melhoria Contínua

“Melhoria contínua: todos os dias, pouco a pouco, haveremos de lá chegar. Esta é a forma correta de estar na vida, é aceitar a mudança como algo permanente e fazer da insatisfação o motor dessa mudança” (Pinto, 2014: 35).

Nesta secção, falar-se-á de um dos pilares do pensamento magro e num dos compromissos a longo prazo que as pessoas e organizações devem assumir.

### 2.6.1. Conceito

O conceito de melhoria continua é definido por Lodgaard *et al.* (2015), como uma cultura de melhorias sustentadas, visando a eliminação de desperdício em todos os sistemas e processos de uma organização. Contrariamente, Leankit (2015), identifica a melhoria contínua como o método de identificação de oportunidades com o intuito de simplificar o trabalho e reduzir o desperdício. Já Furbino (2007), refere que este conceito também é conhecido pelo termo *kaizen*, uma palavra de origem japonesa (“*kai*” – mudar e “*zen*” – melhor), assim como Robinson (1991), que revela que Melhoria Contínua, para o qual o termo japonês é *kaizen*, tornou-se uma característica distintiva e com sucesso do estilo da gestão japonesa.

De acordo com Russel e Taylor (2009: 67), no trabalho, “*kaizen* significa envolver todos num processo de melhoria gradual, organizado e contínuo.” Os autores revelam igualmente que todos os colaboradores dentro da empresa devem ser envolvidos conjuntamente no trabalho a fim de fazer melhorias.

Segundo Pinto (2014) a perceção da melhoria contínua consiste em três componentes, sendo que o primeiro componente tem a ver com o encorajamento ativo das pessoas a cometerem erros, apesar de parecer contraintuitivo, pois as organizações tendem a punir os erros e a rotular quem os comete como “fracassados” ou “incapazes”. Deste modo, o medo de falhar instala-se e priva qualquer colaborador de tentar melhorar casa vez mais.

A segunda componente, segundo este autor, “incentiva e recompensa as pessoas a identificar os problemas e a solucioná-los.” Assim, quem faz o trabalho é quem melhor o conhece e Pinto (2014: 37) dá o exemplo válido de que “o gestor de topo não terá o mesmo nível de

conhecimento do processo de fabrico que o operador da máquina. Nem o operador de balcão tem competências para gerir o serviço de informação da sua organização.”

Por fim, a terceira componente diz respeito às formas de fazer ainda melhor, ou seja, “incutir nas pessoas a insatisfação com os atuais níveis de desempenho, levando-as a superarem-se constantemente. Esta é uma forma de *empowerment* proativo” (Pinto, 2014:37). Estas componentes podem ser postas em prática criando reuniões periódicas ou criando grupos de melhoria contínua como forma de identificação e reconhecimentos de oportunidades de melhoria que vão sendo implementadas, dos seus ganhos e sobretudo incutir a troca de ideias e de aprendizagens.

Esta abordagem não é uma solução rápida, pois assenta numa evolução gradual solicitando o empenho e envolvimento de toda a equipa, “mas os resultados obtidos são consistentes e duradouros constituindo uma mais valia e até uma vantagem concorrencial para as organizações que podem distinguir-se de outras por realizar as mesmas atividades, mas de forma mais eficiente” (Beato, 2011).

A melhoria contínua promoverá a qualidade ao nível dos produtos e/ou serviços, fomentando a implementação de uma cultura de permanente melhoria (Ribeiro, 2012). Através da implementação desta filosofia muitas organizações poderão dar um passo em frente construindo níveis de desempenho superiores e significativos, identificando e adotando soluções que considerem ser as melhores para os problemas que possam surgir e que constituam um entrave para esse desempenho superior.

### **2.6.2. A resistência e o compromisso com a mudança**

O mais difícil e básico desafio que as demais empresas têm que enfrentar ao quererem aprender sobre a filosofia magra com base na filosofia Toyota “é como criar uma organização alinhada de indivíduos onde cada um tem o DNA da organização e que estão continuamente a aprender juntos para agregar valor ao cliente” (Liker, 2004: 290).

Quando estamos perante uma organização que é constituída essencialmente por capital humano, temos necessariamente que entender um outro conceito, o de cultura organizacional.

Relativamente ao mundo empresarial, podemos definir que a cultura de uma organização passa pelo conjunto de hábitos individuais relacionados com o trabalho nessa mesma organização (Mann, 2003).

As pessoas dentro da empresa são o mais importante e decisivo elemento numa empresa com pensamento magro, porque toda e qualquer causa de sucesso ou insucesso está relacionada com as pessoas (Pinto, 2009). Porém, é muito difícil mudar hábitos tão enraizados de uma hora para a outra, pois muitos hábitos são pessoais e físicos por natureza.

Mann (2003) destaca algumas diferenças entre hábitos e práticas de uma produção em massa em contraste com uma cultura de produção magra (Tabela 3).

| <b>Produção em Massa: Pessoalmente focada nas práticas de trabalho</b>           | <b>Produção Magra: Processo focado nas práticas de trabalho</b>                     |
|--|---|
| Independente   | Interdependente, intimamente ligado   |
| Trabalho e quebra individualizado  | Ao ritmo do processo, tempo como uma disciplina                                     |
| “Deixa-me em paz”  | Eu trabalho como parte da equipa  |
| Eu recebo as minhas próprias peças e suprimentos                                 | Ciclo de trabalho dentro e fora são separados e estandardizados                     |
| Nós fazemos o que for preciso para que o trabalho esteja feito                   | Existe um processo definido para quase tudo; seguir o processo                      |
| Eu defino os meus próprios métodos   | Os métodos são estandardizados  |
| Foco nos resultados; faz o que for preciso                                       | Foco no processo é o caminho para resultados consistentes                           |
| O aperfeiçoamento é responsabilidade de outra pessoa                             | Aperfeiçoar é o trabalho de todos   |
| A manutenção cuida do equipamento quando avaria, não é da minha responsabilidade | Cuidar do equipamento para minimizar o tempo de inutilização não planejado é rotina |
| Dirigido pelo sistema de remuneração ou gratificação                             | Dirigido pela realização das expetativas  |

**Tabela 3** - Diferenças nos hábitos e práticas entre Produção em Massa e Produção Magra.

**Fonte:** Adaptação de Mann (2003: 27)

Criar e desenvolver pessoas com uma cultura magra deve ser visto como um desafio permanente dentro de cada organização. Para isso, é necessário abandonar um conjunto de paradigmas relacionados com a forma como gerimos e lidamos com as pessoas nas organizações (Pinto, 2009).

O que se tem que ter em conta é que não existe a questão “gestão de pessoas”, é possível gerir espaços, materiais e energia, mas não pessoas. Elas devem seguir um líder que as encaminhe para a realização de um bom trabalho e que lhes diga como melhor contribuir para a empresa. Deste modo, a implementação de um plano de formação é muito importante para que se assimile de um modo menos difícil esta mudança de cultura. Assim, a formação, *coaching* e treino deverá ser aplicado desde o início da entrada da filosofia magra dentro da empresa.

À medida que as pessoas se vão tornando “magras”, verificam uma intolerância ao desperdício. Porém, ainda podem existir aquelas que ainda não estão no mesmo nível de pensamento. “A filosofia *lean thinking* não se tornará uma cultura de mudança autossustentada, a não ser que todos estejam “a bordo”, (...)” (Pinto, 2009: 187).

É certo que quanto mais a cultura organizacional é enraizada, mais os colaboradores são contra a mudança. Deste modo, cabe às organizações e aos líderes incentivarem os colaboradores para a mudança demonstrando os benefícios que podem advir de uma cultura magra.

Através do exemplo de muitas empresas espalhadas pelo mundo a mudança nunca é fácil, por esse motivo, gestores, engenheiros, chefes de equipa e operadores estão claramente conscientes dos problemas no “chão de fábrica”, procurando sempre arranjar formas de os resolver. Porém, nem sempre essas ideias ou soluções são implementadas.

De acordo com Pinto (2014: 38), “tipicamente, existe mais de que um problema, aumentando a complexidade das soluções e, possivelmente, conduzindo à mentalidade de “se fizéssemos isto ou aquilo” e depois nada se faz. Todos têm boas ideias, no entanto, parece ser muito difícil implementá-las ou fazer ajustes após a implementação.”

Um importante passo para qualquer empresa é avançar com um programa *kaizen*. Começando pela implementação deste programa, tornará mais fácil para a empresa a implementação eficaz e eficiente de uma metodologia de melhoria contínua e sustentada. Contudo, para que esta implementação tenha sucesso, é necessário que todas as pessoas da

organização estejam comprometidas e dedicadas à política da empresa, aos seus padrões, à implementação e à formação.

Muita da resistência à mudança pode surgir por má vontade ou por receios inerentes ao exercício da própria atividade, tal como a ausência ou formação deficitária dos colaboradores que lhes permita recorrer aos novos sistemas e métodos de trabalho previstos (Ribeiro, 2012). De acordo com Chiavenato (1998), existem quatro formas de se promover uma mudança nas organizações, quando essa mudança se debate, na sua maioria, com a resistência das pessoas:

- Numa primeira fase, as pessoas conseguem mudar por estimulação e/ou coação, tornando todo o processo simples;
- Numa segunda fase, as pessoas podem acomodar-se a essa mesma mudança, ficando habituadas a um comportamento rotineiro e quotidiano;
- Numa terceira fase as pessoas podem, na pior das hipóteses, moverem-se contra a mudança, por comportamentos de defesa no intuito de manter o seu *status quo*;
- Numa quarta e última fase, as pessoas podem obstruir toda e qualquer tentativa de mudança na organização de forma velada ou aberta.

É um facto que a resistência à mudança, independentemente da sua origem, pode ter um impacto negativo contribuindo para um ambiente absentista, agressivo, negativo e impulsionar um ambiente de trabalho hostil (Ribeiro, 2012).

Segundo Pinto (2014), as pessoas que demonstram uma menor resistência à mudança são as pessoas com menor formação académica, como os operadores de linha por exemplo. Já os engenheiros, economistas, gestores e demais licenciados tendem a fechar-se à mudança, salvaguardando-se naquilo que as formações académicas lhes inculcaram. Deste modo, não é por acaso que introduzir mudanças nas organizações é tarefa fácil, tudo por causa da natureza humana que faz com que resista ao desconhecido e evite essas mudanças.

## **2.7. Revisão da Literatura**

Vários autores ao longo do tempo realizaram estudos utilizando técnicas e ferramentas magras, comprovando, assim, a eficiência das mesmas.

No Tabela 4, estão representados alguns autores que contribuíram com esses estudos através de casos de aplicação, para o desenvolvimento destas ferramentas. O VSM e a técnica SMED são as ferramentas que mais se destacam.

| Ferramenta Magra | Autor (ref <sup>a</sup> bibliográfica)         | Objetivo/Problema detetado   | Sugestões de Melhoria   | Resultados   |
|------------------|--|--|---|--|
| VSM              | Andrade, P.; Pereira, V. & Del Conte E. (2015) | Inventários e tempos de estrangulamento exagerados no processo de produção. A empresa não tem um controlo efetivo sobre as matérias primas necessárias para a produção | Aplicação do conceito VSM   | Os resultados mostraram que o VSM combinado com técnicas de simulação é uma boa alternativa para a tomada de decisão tendo em vista a mudança no processo de produtivo                               |
|                  | Azizi e Manoharan (2015)                       | Tempo de mudança de produto elevado no processo de inserção da linha de montagem e WIP elevado   | Aplicação do VSM para revelar resíduos óbvios e resíduos escondidos que afetam a produtividade. Implementação posterior de técnicas SMED e Kaizen | Aumento da produtividade através da aplicação do VSM, eliminando as atividades que não adicionam valor. Como forma de suporte para o estado futuro foi usada a técnica SMED.                         |
|                  | Boonsthonsatit, K. & Jungthawan, S. (2015)     | Devido à crescente competição na indústria automóvel, os fabricantes de equipamentos originais nacionais estão a ser pressionados para aumentar a flexibilidade        | Utilização de uma ferramenta magra que enfatize o tempo de execução com o valor recente da indústria em causa.                                    | Minimização do tempo de execução e maximização da flexibilidade. O método VSM baseado na gestão magra da cadeia de fornecimento contribui para a minimização do custo e para a maximização do lucro. |
|                  | Lacerda <i>et al.</i> (2016)                   | Excesso de desperdício que dificulta o aumento da qualidade e eficiência do processo produtivo   | Catorze soluções propostas para combater os desperdícios identificados  | O tempo de ciclo e o nível de mão de obra foram reduzidos, o processo foi melhorado e foram obtidas poupanças  |
|                  | Rahani (2012)                                  | A empresa em estudo não conseguiu atingir a previsão diária da produção para um produto específico   | Implementação de técnicas magras e desenvolvimento de um mapa do estado futuro  | O uso do VSM melhorou a abordagem em iniciativas de produto magro, uma vez que revela os desperdícios óbvios que afetam a produtividade  |

|  |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
|  | R. Suganthini<br>Rekha, P.<br>Periyasamy &<br>S.Nallusamy<br>(2016) | -   | Foram reconhecidas as atividades críticas não valorizadas tal como as probabilidades necessárias para o seu desenvolvimento. O VSM tem a reputação de encontrar resíduos durante o processo de fabricação e ao nível dos negócios, o que facilita na sua identificação e remoção. Ajuda também no fluxo de etapas de valor acrescentado e na eliminação de etapas de valor não agregado. | O tempo de preparação total foi condensado em cerca de 180 min e o tempo de ciclo foi reduzido para cerca de 98 min, o que fez com que o tempo de espera diminuísse e aumentasse a produtividade  |
|  | Sunk et al.<br>(2016)   | Identificação de Competências de Sistemas e Competências de Métodos nos resultados de publicações específicas | Ampliação da visão sobre fluxos de valor de pesquisadores e profissionais tendo em vista as competências do sistema e métodos dos indivíduos e organizações  | Melhoria da inteligência coletiva da empresa e do planeamento sistemático e metódico, da conceção orientada para os objetivos, da implementação e da racionalização, bem como da melhoria sustentável dos processos, mais precisamente, dos fluxos de valor |

**Tabela 4** - Casos de aplicação da ferramenta VSM pelos vários autores.

**Fonte:** Elaboração própria

Segundo os autores Andrade, P.; Pereira, V. e Del Conte E. (2015), in *“Value stream mapping and lean simulation: a case study in automotive company”*, demonstram o uso do VSM na aplicação de conceitos de produção magra, combinado com uma ferramenta complementar – a simulação, numa empresa de componentes de automóveis. Deste modo, utilizando a técnica da simulação, foi possível fazer uma previsão da linha de produção em estudo de acordo com o VSM. A partir dos dados gerados, o estado atual da linha de produção e as

fraquezas no processo de produção foram analisadas e identificadas pelos autores e um plano de ação foi sugerido.

Os principais problemas relativos à linha de produção tiveram a ver com inventários exagerados e o tempo de estrangulamento (“*bottleneck*”) no processo de produção. Por outro lado, a empresa não tinha qualquer controlo efetivo das matérias primas necessárias na produção, mantendo os excedentes de algumas peças e nenhum inventário para outras, o que aumentava o custo de produção, seja pelo aumento do tempo de produção ou pelo custo de inventário desnecessário.

Como solução sugerida pelos autores, houve a junção de duas posições de trabalho que apresentavam operações similares, aplicando o conceito FIFO e um único operador alternando operações, devido às quantidades máximas de produção de cada produto intermediário. O operador da estação que foi extinta transformou-se num reforço no local de trabalho responsável pelo estrangulamento da produção, reduzindo, assim, o tempo total de processamento da linha. Todas as melhorias sugeridas foram simuladas, com o objetivo de verificar a sua viabilidade. O estado futuro sugerido diminuiu em 7% o tempo total de produção de 427 peças na simulação, apenas com a recolocação do operador e na articulação de duas posições de trabalho. Os autores indicam ainda que o plano de ação sugerido é vantajoso se aplicado com ferramentas magras, tais como, *kanban*, supermercado e especialmente o VSM juntamente com a simulação do modelo desenvolvido.

Autores como Azizi e Manoharan (2015), in “*Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study*”, realizaram um estudo numa linha de montagem de PCB’s em que o principal objetivo era criar um VSM eficiente com o intuito de aumentar a produtividade numa pequena/média empresa eliminando as atividades que não adicionavam valor. Primeiramente, analisaram o desperdício da produção no mapa de estado atual e posteriormente usaram a técnica SMED, como forma de apoio ao estado futuro e para melhoria do processo do plano de ação. Estes autores concluíram que o mapa de fluxo de valor futuro projetado ajuda a identificar efetivamente as atividades de desperdício e processos de produção. Juntamente com a implementação da técnica SMED, o tempo de preparação no processo de inserção foi reduzido de 145 s para 54 s.

Outro caso de sucesso foi dos autores Boonstonsatit e Jungthawan (2015), que no seu artigo “*Lean Supply Chain Management-Based Value Stream Mapping in a Case of Thailand Automotive Industry*”, relataram que existe cada vez mais uma constante competição na

indústria automóvel na Tailândia. Essa recente competitividade é indicada pelos valores oferecidos pelo cliente – flexibilidade. A flexibilidade é medida através do prazo de entrega, e para que haja um aumento dessa competitividade ao longo da cadeia de abastecimento, o conceito de gestão magra é incorporado como gestão da cadeia de fornecimento. Deste modo, um dos mais potenciais métodos é o VSM. Segundo os autores, a sua aplicação é capaz de encurtar o tempo de produção em 80%. Isto, leva a uma redução do tempo total de ciclo de 21,3% e um aumento do valor acrescentado de 293,33%. Para além disso, o menor prazo de entrega contribui para um menor custo, maior lucro e maior competitividade. Estas contribuições, em última instância, resultam na fidelização do cliente.

Lacerda et al. (2016), in *“Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry”*, no seu estudo sobre a aplicação do VSM na eliminação do desperdício, descreveram, através de um estudo de caso, o uso desta ferramenta no processo de produção de peças para automóveis. Deste modo, a implementação desta ferramenta na empresa estudada visou reduzir o desperdício e aumentar a qualidade e a eficiência do processo de produção.

Numa primeira fase procederam à recolha e análise dos dados com o intuito de definir o estado inicial bem como a identificação dos pontos críticos. Numa fase posterior, mapearam o estado futuro representando uma produção equilibrada com uma considerável redução dos desperdícios. Paralelamente, foi também realizada uma análise financeira com o objetivo de verificar o lucro esperado das alterações propostas.

Após identificação dos desperdícios, foram propostas catorze soluções para eliminá-los, dos quais onze foram implementadas. O resultado dessa implementação levou a que o tempo de ciclo no subprocesso de montagem reduzisse de 370 s para 140 s, o número de operadores diminuísse de quatro para três, o nível de inventário do produto inacabado sofresse uma redução de 25% e o ponto de estrangulamento fosse eliminado alterando a operação de 95 s para 1 s. A nível financeiro proporcionou melhores resultados do que o esperado impulsionando no processo de tomada de decisão. Os autores notificaram que ao implementar o plano de ação, o sistema de produção resultante tornou-se mais funcional e eficaz.

Rahani (2012), in *“Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study”*, no seu estudo onde discute a aplicação da técnica VSM através da iniciativa de produção magra num produto, refere que esta técnica melhora a

abordagem desta iniciativa, uma vez que revela os desperdícios óbvios e ocultos que afetam a produtividade da produção do produto em causa. O autor afirma igualmente que existe uma quantidade significativa de tempo que os produtos gastos no sistema de produção em espera não têm qualquer valor agregado.

Através da evidência quantitativa revelada no estudo, demonstrou que muitas das ferramentas magras têm um impacto esperado relacionado à redução desse tempo de espera. Com a aplicação da técnica VSM na avaliação do impacto esperado da mudança no processo de produção, resultou num processo de poupanças (taxas de rejeição mais baixas), e, em certa medida, numa visão positiva devido ao facto de ter havido lacunas substanciais entre trabalho padronizado e trabalho real. Isto significa que os trabalhadores não seguiam rigorosamente os padrões de montagem pelo que improvisá-los poderia ser o fator chave na sustentabilidade da melhoria contínua.

Rekha e Nallusamy (2016), in *“Lean Tools Implementation for Lead Time Reduction in CNC Shop Floor of an Automotive Component Manufacturing Industry”*, examinaram o sistema existente de uma linha de produção no “chão de fábrica” de uma indústria de manufatura que produz caixas de direção de forma a melhorar a produtividade usando a metodologia magra sem afetar demasiado o sistema de trabalho atual. Os autores reconheceram atividades críticas não valorizadas e as probabilidades necessárias para o seu desenvolvimento. Por outro lado, referiram que o VSM é conhecido por encontrar resíduos durante o processo de fabricação e ao nível dos negócios, o que facilita na identificação e remoção dos desperdícios, bem como do fluxo de etapas de valor adicionado e na eliminação de etapa de valor não agregado.

Após a implementação das ferramentas magras adequadas, verificaram que o tempo de preparação total foi condensado em cerca de 180 min e o tempo de ciclo foi reduzido em cerca de 98 min, o que diminui o tempo de espera e aumenta a produtividade. Adicionando a estes resultados, a aplicação do VSM no fabrico de caixa de velocidades de direção, resultou na redução do tempo de produção de fabrico de 7 dias para 5,5 dias, atingindo, assim, a procura no tempo.

Sunk et al. (2016), in *“Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies”*, apresentam desenvolvimentos do mapeamento de fluxo de valor tradicional relacionados ao aprimoramento de competências de sistema e método de indivíduos e organizações. Os autores notificam que dado que as imersões sistemáticas no VSM tradicional (técnica altamente aceite para melhorar o sistema

de produção) são necessárias, o seu estudo descreve do ponto de vista da pesquisa produtiva, abordagens para o aumento da produtividade sistemática, redução do prazo de entrega e para a melhoria dos indicadores de sustentabilidade dos fluxos de valor.

Os desenvolvimentos feitos e introduzidos pelo VSM concentram-se em todo o fluxo e nos detalhes, criando, assim, sinergias para projetar e melhorar fluxos de valor, processos e sistemas de trabalho, tanto economicamente como ecologicamente. Por outro lado, os autores tentaram demonstrar como as abordagens práticas, nomeadamente conceitos de racionalização (princípios magros, VSM, gestão do processo, rotina de melhoria cíclica curta, medição de tempo), são utilizadas na indústria como forma de gerenciar e melhorar os processos e fluxos de valor. Contrariamente, a gestão da sustentabilidade pode ser apoiada no “chão de fábrica” com a utilização do VSM.

Devido aos desenvolvimentos anteriormente citados, o conhecimento implícito descentralizado existente é explicado em diferentes áreas de uma empresa e metodologias conhecidas e comprovadas de diferentes disciplinas e áreas são reunidas e agrupadas ao longo do fluxo de valor. Deste modo, como resultado, o sistema pessoal e organizacional e as competências metodológicas são aplicadas para avaliar os procedimentos de melhoria e apoiar a sua implementação orientada ao alvo. A inteligência coletiva da empresa sofre um aumento, uma vez que essas competências são tornadas transparentes, combinadas, adaptadas, reinterpretadas e desenvolvidas. Assim, é facilitado o planeamento sistemático e metódico, a conceção orientada para os objetivos, a implementação e a racionalização, bem como a melhoria sustentável dos processos, mais precisamente, dos fluxos de valor.

Pode-se constatar através da Tabela 4 e do resumo dos casos de aplicação feitos pelos vários autores, que a ferramenta VSM é uma mais valia para as empresas, pois é através dela que podem conhecer os diferentes desperdícios que não criam valor e que afetam a produtividade. Por outro lado, também podem entender a que nível está o seu desempenho através dos indicadores de desempenho presentes no VSM - tempo de ciclo, tempo de mudança de produto, WIP, entre outros.

Outra técnica que é uma mais valia para as empresas e que pode trazer benefícios conjugada com o VSM é a técnica SMED de Shingo.

A importância de períodos curtos de mudança de produto tem sido crítico para as empresas de manufatura, especialmente as especializadas em produção automóvel. Por outro lado, a constante procura dos clientes por produtos com uma qualidade alta e tempos rápidos de

resposta e de venda a preços razoáveis, levam as empresas a serem cada vez mais competitivas e a necessitarem de fazer melhorias contínuas em qualquer tipo de indústria.

De seguida na Tabela 5, estão representados vários autores aos quais contribuíram com os seus estudos para o desenvolvimento desta ferramenta.

| Ferramenta Magra | Autor (refª bibliográfica)          | Objetivo/Problema detetado   | Sugestões de melhoria   | Resultados  |
|------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| SMED             | Abraham <i>et al.</i> (2012)        | Redução do tempo de mudança de produto de 7 horas para 2 horas através da técnica SMED numa linha de produção de estampagem  | <p>Conversão das atividades internas em externas assegurando a disponibilidade de ferramentas e equipamentos.</p> <p>Implementação de 5S para segurança e ambiente sereno no trabalho.</p> <p>Estudo da viabilidade e projeção de dispositivos de fixação rápida para a ferramenta de estampagem.</p> <p>Padronização da altura do fechamento da ferramenta de estampagem em relação às máquinas de carregamento.</p> | <p>A capacidade de produção cresceu de 60.000 para 105.000 braçadeiras/dia;</p> <p>A eliminação do desperdício em toda a operação aumentou a produtividade, reduziu o custo e ajudou a organização a atingir os seus objetivos e metas;</p> <p>Modificou as práticas existentes resultando numa eliminação significativa de atividades que não acrescentam valor.</p> |
|                  | Ferradás, P. & Salonitis, K. (2013) | Aumento do número de mudança de produto (de 100 para 124/mês em média) e taxa de utilização da linha reduzida, afetando a eficiência; O tempo médio de transição excedia os 15 min | Criação de <i>workshops</i> com as equipas envolvidas no SMED e construção de um novo padrão para a mudança de produto.   | <p>Redução do tempo de mudança de produto em 33%.</p> <p>A receita anual foi de 13.206€</p>   |
|                  | Guo (2009)                          | <p>Longo tempo de preparação na estação de usinagem afeta a capacidade de produção.</p> <p>A gestão de inventário de material impróprio aumenta o prazo de entrega.</p>            | Otimização do sequenciamento da produção e da sequência de preparação e simplificação das operações   | <p>O tempo geral de preparação foi reduzido em até 40% e a redução de custos esperada foi de 50.000 USD.</p>  |

|  |                               |  |  |  |
|--|-------------------------------|--|--|--|
|  | Kumar (2012)                  | Altos valores de tempo de preparação do produto que fazem com que a produtividade seja baixa | A melhoria da produtividade vai ser atingida usando a técnica SMED | Redução do tempo de mudança de 113,75 min para 59,75 min e aumento da produtividade de 17 placas para 44 placas  |
|  | Moreira, A. & Pais, G. (2011) | Reduzir o tempo de mudança de produto de três grupos de máquinas                             | Uso da metodologia SMED  | A empresa em estudo conseguiu eliminar as atividades de desperdício e valor não acrescentado em 360.000€, o que representou cerca de 2% do volume de vendas da empresa               |
|  | Shinde <i>et al.</i> (2014)   | Redução do tempo de inatividade da máquina durante a operação de mudança                     | Implementação da técnica SMED                                      | O tempo total levado pelas atividades de preparação na prensa foi reduzido de 52 min para 24 min, isto é, 28 min reduzidos e uma percentagem de redução de estabelecimento de 53,85% |

**Tabela 5** - Casos de aplicação da técnica SMED pelos vários autores.

*Fonte:* Elaboração própria.

Abraham et al (2012), in “*Setup Time Reduction through SMED Technique in a Stamping Production Line*”, utilizaram a técnica SMED em conjunto com outras ferramentas (Design de Fixação Rápida, 5S, Procedimentos Operacionais Normalizados, Poka-Yoke, etc.), numa empresa que produz braçadeiras para automóveis, com o objetivo de reduzir o tempo de mudança (*changeover*) de 7 h para 2 h de uma linha de produção de estampagem. Verificaram que com a implementação deste método em conjunto com outras ferramentas, a capacidade de produção das prensas aumentou de 60.000 para 105.000 braçadeiras/dia, conseguindo reduzir o tempo de mudança de 7 h para 2 h. Este estudo, segundo os autores, provou que a eliminação de atividades que não adicionam valor em qualquer processo pode trazer enormes resultados. O retorno alcançado neste estudo indica que se existir uma área de conceitos magros bem organizada em todos os departamentos gerará benefícios organizacionais muito significativos.

Ferradás e Salonitis (2013), in “*Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells*”, notificaram que os tempos curtos de mudança de produto sempre foram

críticos para as empresas de produção automóvel. No seu artigo, a técnica SMED foi desenvolvida especialmente para um fornecedor automóvel em uma das suas células de soldagem.

Os autores relataram que dentro da empresa o número de mudanças aumentou, em média, de 100 para 124/mês e que a taxa de utilização da linha foi reduzida. Como consequência, a eficiência geral da linha foi afetada. Por outro lado, o tempo médio necessário para a mudança excedia 15 min e o número de pessoas envolvidas incluía quatro operadores e um supervisor. A empresa tinha alguma experiência na implementação do SMED, contudo, de projetos já realizados, não tinham qualquer sucesso. As soluções magras foram aplicadas com uma equipa de duas ou três pessoas: um engenheiro do departamento da melhoria contínua, o supervisor da linha e um operador ou engenheiro do processo. Na implementação da metodologia, segundo os autores, constituiu a fase mais intensiva do projeto e foi agendada com uma série de *workshops* com todos os membros da equipa envolvidos. Durante a primeira sessão, a equipa realizou uma auditoria de mudança, acompanhada de vários aspetos, tais como a sequência das atividades, o calendário das diferentes tarefas e o movimento de todas as pessoas envolvidas. Durante a segunda sessão, o esforço foi aplicado na construção de um novo padrão relativo à mudança. Posteriormente, uma série de sessões foram adicionadas com o intuito de introduzir modificações baseadas no *design*, racionalização e redução do trabalho interno, e, finalmente, o trabalho externo.

A implementação do método SMED adaptado foi bem-sucedida, segundo os autores, uma vez que várias iniciativas foram implementadas gradualmente, sendo que o tempo de mudança de produto do projeto final foi reduzido em 33% e a poupança anual foi calculada em 13.206€. Guo (2009), in "*Head & Base Production Optimization: Setup Tim Reduction*", através da sua pesquisa sobre a redução do tempo de preparação na estação de usinagem, onde implementa a metodologia SMED, propõe uma série de soluções (otimização da sequência da produção, otimização da sequência de preparação, simplificação da operação de preparação do produto, etc.), para a redução do tempo de preparação sem sacrificar a qualidade. Este autor revela que muitas dessas soluções foram implementadas e o resultado foi significativo e impressionante.

A grande melhoria geral do projeto, segundo o autor, foi calculada como sendo de 45%. Este resultado, em comparação com o objetivo de melhoria de 30% proposto pelos gerentes da empresa, foi muito significativa. Contudo, devido a algumas propostas não terem sido

implementadas, o tempo geral de preparação foi reduzido em até 40% e a redução de custos esperada foi de 50.000 USD.

Por outro lado, Kumar (2012), no seu artigo *“Set up Reduction – A perfect way for productivity improvement of computer numerical control (CNC) setup in manufacturing company”*, concluiu, através da utilização da técnica SMED na melhoria da produtividade do Controle Numérico Computadorizado (CNC), que se pode reduzir o tempo desperdiçado durante a usinagem, e, conseqüentemente, melhorar a taxa de produção dessa máquina. Ao implementar a técnica, houve uma mudança no tempo desperdiçado e na taxa de produção. O tempo desperdiçado reduziu de 113.75 min para 59.75 min e a produtividade aumentou de 17 placas para 44 placas. Deste modo, este tipo de técnica de redução do tempo de preparação também se aplicou a outras máquinas de todas as empresas de produção para alcançar uma maior produtividade.

Moreira e Pais (2011), in *“Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation”*, utilizaram a técnica SMED com o objetivo de melhorarem o sistema produtivo da empresa em estudo. Os autores analisaram a operação de preparação no “chão da fábrica”, fizeram a separação das operações internas das externas, converteram as operações internas para externas, fizeram a racionalização de todos os aspetos da operação de preparação gerando uma perspectiva interna de conhecimento para que as melhorias fossem implementadas em toda a organização, e, posteriormente, implementaram a metodologia no resto das empresas do grupo. Devido ao mau planeamento da produção e à má coordenação dos trabalhadores envolvidos na instalação que contribuiu para uma falta de coordenação das várias configurações, decidiram concentrar-se em duas vertentes diferentes, tanto a nível operacional como a nível organizacional. A nível organizacional, decidiram propor um supervisor SMED devido à falta de comunicação entre os trabalhadores e as equipas SMED. A nível operacional, foi possível coordenar as várias preparações e definir os novos padrões para cada uma.

Após a implementação da metodologia SMED, os autores defenderam que inovações simples baseadas em processos, como a separação entre operações internas e externas e a conversão de operações internas para externas, estão entre os principais impulsionadores da melhoria da produtividade. O principal objetivo do estudo de caso realizado foi diminuir os tempos de instalação das máquinas da empresa. A redução dos tempos de configuração permitiu reduzir o desperdício em 362.960 €, o que representa cerca de 2% do volume de vendas da empresa.

Os autores Shinde et al. (2014), in *“Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique”*, através da pesquisa que descreve a melhoria no processo do tempo de preparação de uma célula de alisamento, descreveram que o método SMED é uma das muitas técnicas de produção magra para a redução do desperdício num processo de produção. Ao terem implementado a técnica SMED, o tempo total necessário para realizar as atividades de preparação no alisamento da prensa foi reduzida de 52 min para 24 min, ou seja, 28 min a menos e uma percentagem de redução do tempo de instalação de 53,85%. Para comprovar a efetividade da técnica SMED, os autores fizeram uma comparação do antes e do depois da sua implementação, com base em uma série de dados de estudo de tempo retirados das atividades de configuração da prensa.

Pode-se concluir através dos diferentes autores, que a utilização de ferramentas magras, mais precisamente a técnica SMED, trará benefícios no sistema produtivo de qualquer empresa, tanto a nível do aumento da produção como em termos de lucro.

### 3. A EMPRESA

Após a elaboração do enquadramento teórico, segue-se a apresentação da empresa onde se desenvolveu o presente projeto, a *Kathrein Automotive Portugal*.

Como forma de dar a conhecer a empresa é feita uma referência à sua história, à sua filosofia em termos de missão, valores e os seus ideais em relação à qualidade e ambiente da organização, tal como os seus principais clientes e produtos.

- **História da Empresa**

O Grupo *Kathrein Automotive* conta com quase 100 anos e aproximadamente 80 anos de experiência em sistemas de antenas para automóveis, sendo considerado o mais antigo e também o maior produtor de tecnologia do mundo inteiro nesse setor. No ano de 2010 o Grupo *Blaupunkt Antenna Systems* e *Olimpus Automotive* foi adquirido e integrado na *Kathrein Automotive* por forma a alargar o campo de atuação do grupo no mercado de antenas de automóveis. No mesmo ano, a participação estratégica de longa data no capital do líder do mercado Sul Americano de antenas de automóveis, a empresa *Olimpus Automotive*, com sede em São Paulo/Brasil, foi incrementada a 100%.

Com a aquisição da *Blaupunkt Antenna* e *Olimpus Automotive* demonstrou o forte compromisso do Grupo *Kathrein* no mercado de antenas de automóveis. Todas as atividades do Grupo *Kathrein* no mercado automóvel são realizadas com suporte na marca global *Kathrein Automotive*. Igualmente, as marcas *Blaupunkt* e *Olimpus* também são geridas com esse suporte.

A fábrica *Kathrein Automotive Portugal* foi fundada em 2010, permitindo combinar custos de produção atrativos com curtos prazos de entrega dentro da zona europeia. Para além da fábrica em Portugal, o Grupo conta com mais duas fábricas alemãs, que contribuem para uma presença local com competências de engenharia alemã e um alto nível de automação. Uma fábrica na China – que serve o mercado local asiático ao mesmo tempo que fornece os mercados globais com produtos de alta qualidade e uma posição no mercado bastante competitiva, e, por último, a fábrica no Brasil que é líder no mercado Sul-Americano de antenas automóveis, fornecendo uma gama alargada de produtos. Mais recentemente, em 2015, alargaram a sua produção instalando uma fábrica no México. As sedes estão localizadas em Rosenheim e Hildesheim (Alemanha), onde se processam todas as atividades de

engenharia, vendas e compras, bem como as operações globais de uma equipa constituída por algumas centenas de colaboradores (ver Figura 6).



Figura 6- Localização a nível mundial.

Fonte: Kathrein Automotive

O seu modelo de negócio oferece uma gama completa de antenas ao nível das funções técnicas e especificações, qualidade e também nível de preço, bem como um leque alargado de possibilidades de atender às necessidades de uma indústria automóvel global. Segundo a empresa, “o objetivo está claramente definido: com o suporte de uma posição de mercado fortemente desenvolvida, a *Kathrein Automotive* direciona-se para alcançar a liderança no negócio de antenas automóveis dentro dos próximos 5 anos.”<sup>1</sup>

Neste momento a *Kathrein Automotive Portugal* conta com cerca de 410 colaboradores dividindo-se entre operadores e serviços administrativos.

- **Missão e Valores**

“Vamos ser líderes nos nossos clientes, com produtos inovadores, em qualidade e quantidade requeridas:

<sup>1</sup> Retirado do site da empresa: <http://www.kathreinautomotive.com/pt/empresa/localizacoes-a-nivel-mundial/>

- ✓ Com os nossos funcionários, com a nossa cultura corporativa e com o nosso sucesso;
- ✓ Com os nossos parceiros, com processos rápidos e confiáveis;
- ✓ Com os nossos acionistas, com bons resultados financeiros e rentabilidade sustentável.” (*Kathrein Automotive*, 2010)

Os seus valores passam por seis aspetos importantes: Orientação para o Futuro e Resultados, Responsabilidade, Iniciativa e Determinação, Sinceridade, Confiança e Transparência, Fiabilidade, Credibilidade e Legalidade e Diversidade cultural.

- Orientação para o Futuro e Resultados: para garantir o desenvolvimento dinâmico e o sucesso de longo prazo da empresa, participam de forma ativa na transformação do mercado e em avanços tecnológicos. Assim, oferecem aos clientes soluções inovadoras e garantem postos de trabalho desafiadores para os seus colaboradores. Todas as suas ações e decisões são orientadas para resultados e para assegurar o crescimento e a independência financeira.
- Responsabilidade: oferecem produtos e serviços seguros para contribuir para uma utilização racional dos recursos e para a proteção ambiental, para que assim as suas atividades empresariais estejam em harmonia com os interesses da sociedade.
- Iniciativa e Determinação: agem com a sua própria iniciativa, com responsabilidade corporativa e perseguem os seus objetivos com determinação.
- Sinceridade, confiança e transparência: a base da relação de confiança com os seus funcionários, parceiros e investidores é mantê-los informados sobre a evolução da empresa. A transparência é um requisito fundamental para o seu sucesso empresarial.
- Fiabilidade, credibilidade e legalidade: prometem o que pode ser realizado e comprometem-se em respeitar a lei em todas as suas ações.
- Diversidade cultural: têm em consideração as origens regionais e culturais da empresa, e reconhecem que a diversidade é um trunfo essencial para o seu sucesso global.

- **Qualidade, Segurança e Ambiente**

A empresa tem uma política de qualidade que vai ao encontro da satisfação dos seus clientes, passando pelo cumprimento das suas exigências e respeitando claramente toda a especificação do produto. Esta gere as suas atividades segundo 6 princípios de qualidade:

1. O objetivo é a satisfação total das expectativas dos seus clientes através da qualidade dos seus produtos e serviços;
2. A qualidade e melhoria contínua é um alvo e responsabilidade de cada funcionário bem como da organização em geral;
3. As diretrizes, processos, sistemas e metas são baseados em requisitos das normas internacionais, nas expectativas dos clientes, bem como na sua experiência e conhecimento. A compreensão e o cumprimento destas diretivas e processos são a base da qualidade;
4. Qualidade significa fazer bem desde o início e à primeira, evitando assim a ocorrência de defeitos no final. A melhoria contínua da qualidade dos processos reduz os custos e aumenta a produtividade.
5. Evitar a falha é mais importante do que eliminar defeitos. Aplicam métodos sistemáticos e ferramentas para a garantia preventiva da qualidade. Aprendem com os erros e eliminam as suas causas a tempo.
6. Os seus fornecedores contribuem substancialmente para a qualidade dos produtos. Assim, exigem aos fornecedores os mesmos padrões de qualidade adotados por eles.

Por outro lado, para além dos seus princípios de qualidade, a *Kathrein* faz com que as suas ações sejam consistentes com o desenvolvimento económico, ecológico e a responsabilidade para com a comunidade e as gerações futuras. Por esse motivo, respeita a segurança e saúde, o uso racional dos recursos e um ambiente limpo. Todos os colaboradores são responsáveis por ajudar na prevenção dos riscos para as pessoas e o ambiente, bem como pelo cumprimento dos requisitos legais e outros aplicáveis à segurança, meio ambiente e saúde. É da responsabilidade da liderança identificar os riscos e impactos, para avaliá-los e tomar as ações apropriadas.

Os seus produtos são fabricados com toda a segurança, são económicos e ecológicos, contribuindo para a melhoria da segurança, saúde e condições de vida ajudando a reduzir o

impacto ambiental. Isto só é possível com uma consequente política de reciclagem sustentável. Quanto aos seus processos, assume que a segurança e a saúde das pessoas têm prioridades e que os efeitos sobre o meio ambiente devem ser minimizados. Assim, estão preparados para responder rapidamente a possíveis situações de emergência. Isso reflete também o espírito que colocam em prática na sua cooperação com os seus fornecedores de bens e serviços. Os seus processos e procedimentos são verificados regularmente, onde avaliam todos os possíveis efeitos nas pessoas e no ambiente sendo assim possível, identificar os pontos fracos e potenciais áreas de melhoria e assegurar um programa eficiente para o meio ambiente, saúde e segurança.

- **Produtos e Clientes**

A *Kathrein Automotive Portugal* tem como atividade principal a produção de sistemas de antenas para automóveis como ilustra a Tabela 6. A empresa apresenta, assim, um leque variado de produtos de acordo com as especificidades de cada cliente. Com vista a uma constante evolução e crescimento, a empresa está sempre recetiva a criar novas soluções e a aumentar o seu catálogo de produtos. Deste modo, pode-se observar na Tabela 6 os principais produtos produzidos pela empresa.

| Produtos   | Especificações   | Serviços  |
|--|--|---|
| <p><b>Antena de interior/vidro</b></p>        | <p>-&gt; Antena de interior/vidro com sistema de multifunções;<br/>-&gt; Layout da estrutura do vidro<br/>-&gt; Módulos amplificadores</p> | <p>-&gt; Radio<br/>-&gt; Radio-Diversity (Fase e comutação diversity)<br/>-&gt; TV (analógica e digital)<br/>-&gt; Radio Digital (DAB/DMB)<br/>-&gt; Comando remoto</p>   |
| <p><b>Antena com Haste</b></p>                | <p>-&gt; Tejadilho<br/>-&gt; Haste de 200, 280 ou 400 mm</p>   | <p>-&gt; Radio<br/>-&gt; Radio Digital (DAB/DMB)<br/>-&gt; Radio por Satélite (SDARS)<br/>-&gt; GPS, Galileo, Glonass<br/>-&gt; TV (analógica e digital)<br/>-&gt; Telefone (AMPS, GSM, E-GSM, 3G, LTE)</p>   |
| <p><b>Antena Rabo Tubarão</b></p>            | <p>-&gt; Tejadilho<br/>-&gt; Preto ou pintado</p>  | <p>-&gt; Telefone (AMPS, GSM, E-GSM, 3G, LTE)<br/>-&gt; GPS, Galileo, Glonass<br/>-&gt; Radio por Satélite (SDARS)<br/>Telestart/Comando à distância</p>  |
| <p><b>Antena de interior/estrutura</b></p>  | <p>-&gt; Antena de interior/vidro com sistema de multifunções;<br/>-&gt; Incorporados no interior do carro;</p>                            | <p>-&gt; Radio-Diversity (Fase e comutação diversity);<br/>-&gt; TV (analógica e digital);<br/>-&gt; Radio Digital (DAB/DMB);<br/>-&gt; Telefone (AMPS, GSM, E-GSM, 3G, LTE);<br/>-&gt; GPS, Galileo, Glonass;<br/>-&gt; Radio por Satélite (SDARS)<br/>-&gt; Comando remoto.</p> |

**Tabela 6 - Produtos produzidos pela Kathrein Automotive Portugal.**

Fonte: <http://www.kathreinautomotive.com/pt/produtos/> (22-11-2016)

O facto de apresentar diversos produtos tem a ver com o seu leque diversificado de clientes (Figura 7).



*Figura 7 - Principais clientes da Kathrein Automotive Portugal*

O dia de trabalho é dividido em três turnos (manhã, tarde e noite), perfazendo um total de 22 dias de produção e 21 h de trabalho. A empresa produz diariamente 50.000 antenas e atingiu este ano um volume de faturação na ordem dos 46M de euros.

## 4. METODOLOGIA

O objetivo primordial deste estudo é melhorar e aumentar o desempenho do sistema produtivo do setor SMT, reduzindo o tempo de mudança de referência (“*changeover*”). Desta forma, foi elaborada a seguinte questão de partida: A implementação de ferramentas e técnicas magras contribuem para melhorar o processo produtivo do setor SMT?

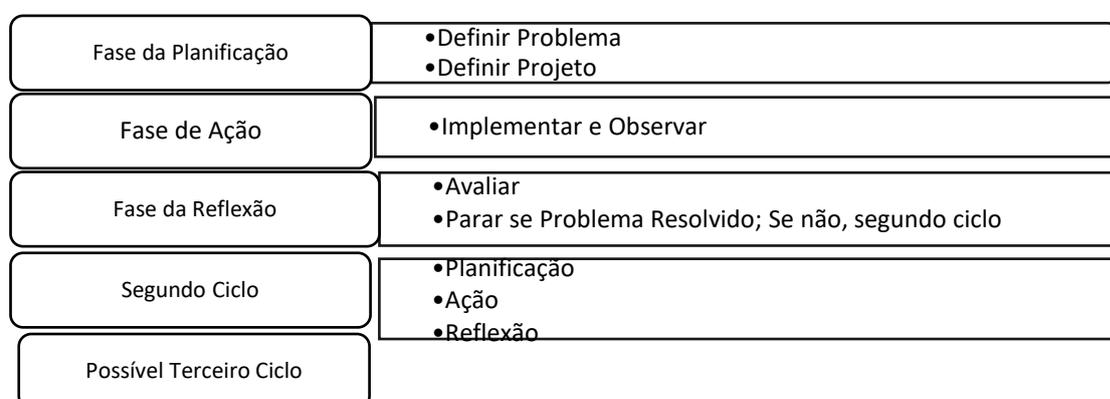
Nesta secção é exposta a metodologia utilizada assim como as técnicas de investigação essenciais para a obtenção dos dados que dão suporte ao estudo empírico. Este projeto de dissertação terá como base uma metodologia de investigação-ação com o intuito de que haja troca de conhecimento e experiências entre a organização e o investigador para benefício mútuo. A metodologia de investigação-ação é caracterizada pelo envolvimento dos investigadores e do objeto a ser investigado no processo de pesquisa, distanciando-se claramente dos princípios da pesquisa científica académica (Gil, 1989).

É um método constante de aprendizagens através de uma espiral que possui planificação, ação, observação e reflexão como processos (Teixeira, 2013).

Como qualquer outro método de pesquisa, a investigação-ação apresenta um plano de investigação e outro de ação onde será necessário seguir quatro fases (Serrano, 1994; Trilla, 1998):

- Definição do problema;
- Elaboração de um plano de ação;
- Implementação do plano de ação e observação do seu funcionamento;
- Discussão e avaliação dos resultados.

Na figura seguinte poder-se-á observar as diversas fases e sua ordem de execução:



**Figura 8-** Fases da Investigação-Ação.

*Fonte:* Adaptado de Kuhne e Quigley (1997)

Este tipo de metodologia impele a que o saber seja consecutivamente aplicado, ligando-se a teoria à prática através da investigação (Teixeira, 2013).

Para este caso concreto em estudo, utilizar-se-á como base as fases que constituem a Figura 8, para que haja uma maior organização na eliminação/diminuição dos problemas existentes e na recolha dos dados.

Com o intuito de dar resposta à questão acima formulada, é utilizado como método de recolha e análise de dados, a pesquisa bibliográfica, a observação direta e a análise de dados internos da empresa, a organização de workshops, a cronometragem e a filmagem.

#### ❖ Recolha e análise de dados

Após definição do tipo de pesquisa deve-se, posteriormente, abordar as técnicas de pesquisa assim como de recolha de dados. Posto isto, foi feita uma pesquisa bibliográfica prévia determinando as técnicas a serem utilizadas, para além das técnicas de registo desses dados e sua posterior análise.

Como dito anteriormente, os instrumentos utilizados para a recolha de dados foram a pesquisa bibliográfica, a observação direta e participante, a pesquisa e análise de documentos internos da empresa, a organização de workshops, a cronometragem, e a recolha e interpretação de imagens através da filmagem.

A observação direta, segundo Lakatos e Marconi (2003), utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspetos da realidade, pois não consiste em apenas ver e ouvir, mas também em examinar factos ou fenómenos que se desejam estudar. Este tipo de observação desempenha um papel importante nos processos observacionais, em contexto de descoberta, e obriga o investigador a um contacto mais direto com a realidade.

Esta técnica de pesquisa auxilia na identificação de evidências revelando comportamentos, atividades e tarefas. Através deste método foi possível recolher vários aspetos importantes para a elaboração do presente trabalho. Pela Tabela 19 (Ver Apêndice), que diz respeito ao trabalho realizado por observação direta, pôde-se verificar todas as ações que foram efetuadas durante o processo de recolha de dados. Paralelamente à prática do método de observação direta na empresa, realizou-se também uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de se construir o enquadramento teórico da pesquisa pela procura de informação em material publicado, livros, jornais e outros, que serviram de suporte à investigação. Com a

concretização da pesquisa bibliográfica foi possível aceder ao conhecimento sobre o pensamento magro e as suas técnicas e ferramentas. Esta pesquisa permitiu ter as bases para criar as condições necessárias para a resolução dos problemas da empresa fazendo o uso dessas técnicas e ferramentas. Desta forma, procedeu-se à análise e tratamento de documentos internos da empresa (tempos de mudança, tempos de ciclo, sequência da produção, etc.). Após a recolha e tratamento da informação, foi possível cruzar dados, identificar problemas, tendências e padrões.

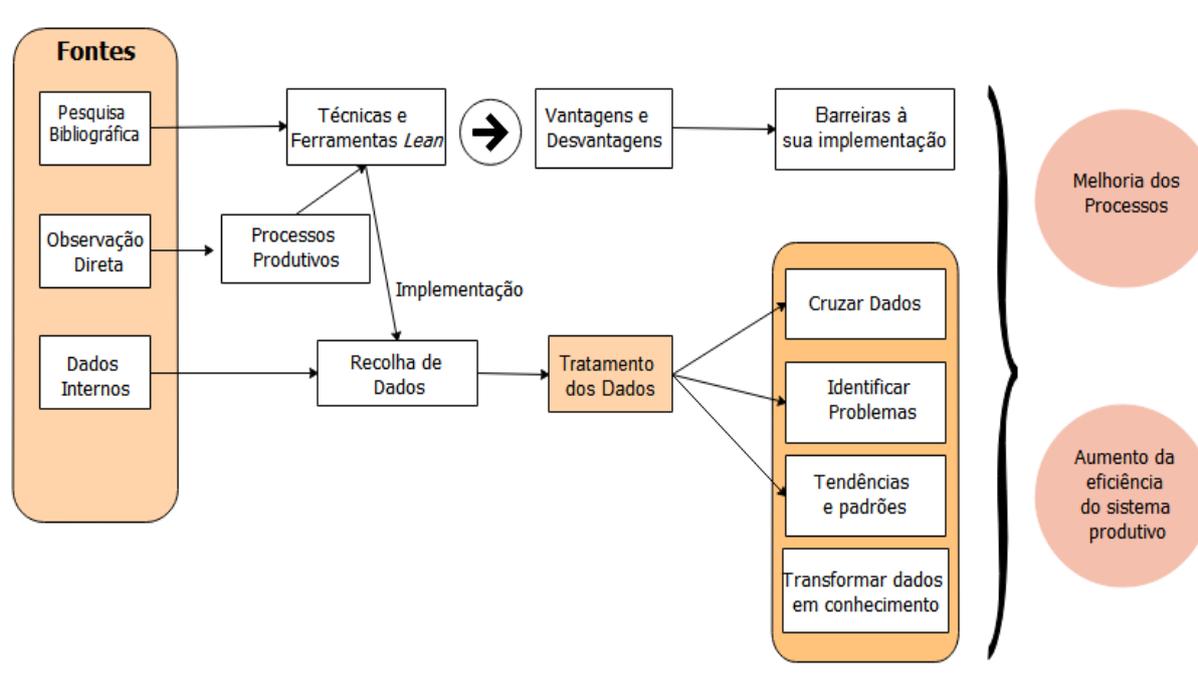
Outro método de recolha de dados muito importante para a realização deste trabalho passou pela organização de *workshops* que permitiram a implementação das técnicas e ferramentas magras de uma forma fácil e rápida. Segundo o site Significados (s.d.), o *workshop* consiste numa reunião de um grupo de pessoas com interesse em determinado assunto. Enfatiza a troca de ideias, demonstra e aplica técnicas. Apresenta um carácter prático e a sua realização requer uma abertura ao diálogo por parte do palestrante e da plateia. Os *workshops* tiveram como objetivo dar a conhecer estas técnicas e ferramentas às pessoas envolvidas, como implementá-las, e, posteriormente, encontrar oportunidades de melhoria para aumentar a eficiência dos processos e da empresa.

Outros métodos utilizados na recolha de dados e que serviram de apoio ao *workshop* foram o método de cronometragem e o método de filmagem.

Segundo a AEP – Associação Empresarial de Portugal (2003), o estudo de tempos é uma técnica de medida de trabalho que permite registar os tempos e fatores de atividade para os elementos de dada operação ou tarefa, executada em determinadas condições, permitindo analisar os dados recolhidos. Este estudo pode ser utilizado para a determinação dos tempos padrão para operações ou como fator de medição. Para o procedimento do estudo dos tempos foi necessário dispor de algum material base: um cronómetro, câmara de vídeo e folhas de observação. Por ter sido utilizada uma câmara de vídeo, através da filmagem, conseguiu-se observar o trabalho as vezes necessárias, facilitando, assim, uma análise mais pormenorizada dos tempos e das atividades.

Através destes métodos conseguiu-se obter um maior conhecimento sobre a empresa analisando os seus indicadores de desempenho e os problemas existentes possíveis de serem resolvidos pela implementação de ações de melhoria. Deste modo, com a implementação de técnicas e ferramentas magras, a *Kathrein Automotive Portugal* terá como grande vantagem

poder aumentar a sua competitividade no mercado, melhorar o seu desempenho a nível dos processos e consequentemente aumentar a sua produtividade e o seu lucro.



**Figura 9-** Esquema lógico de pesquisa e implementação das técnicas e ferramentas magras.

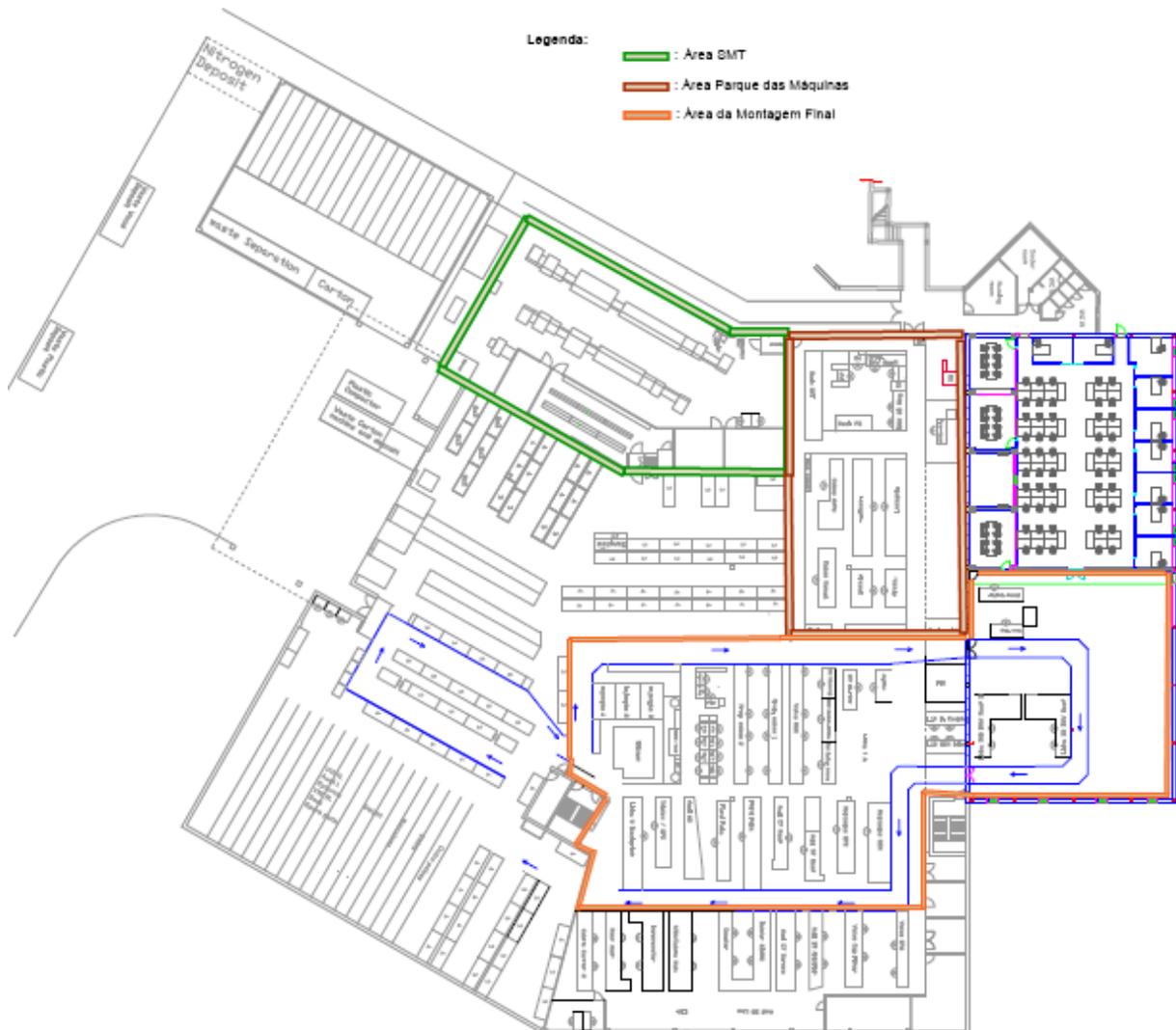
Na Figura 9 está representado o esquema utilizado para a elaboração do presente trabalho, até chegar aos resultados pretendidos. Representado na figura, temos as fontes de dados que foram utilizados, tais como a pesquisa bibliográfica, a observação direta e os dados internos fornecidos pela empresa. Numa fase inicial, foi feita uma pesquisa bibliográfica para o enquadramento teórico com o objetivo de suportar a investigação. Através dessa investigação foi possível recolher informação acerca das técnicas e ferramentas magras, as vantagens e desvantagens que podem trazer para as organizações e as barreiras à sua implementação. De seguida, já com uma noção maior sobre as técnicas e ferramentas, passou-se à recolha dos dados internos da empresa, com a análise de documentos e com a ajuda de ferramentas como o *workshop*, a cronometragem e a filmagem. Posteriormente, procedeu-se à análise e tratamento dos dados, onde foi permitido cruzar dados, identificar problemas, tendências e padrões e transformar dados em conhecimento, utilizando como ferramenta o *Excel*.

Posto isto, todo este conhecimento permitiu implementar a ferramenta VSM e a técnica SMED de Shingo que levaram ao objetivo deste trabalho - a melhoria dos processos e aumento da eficiência do sistema produtivo do setor SMT.

## 5. CASO DE ESTUDO

### 5.1. Descrição Geral do Processo Produtivo

Na Figura 10, estão representados os processos produtivos da *Kathrein Automotive Portugal* dos quais fazem parte o setor SMT, o setor Parque de Máquinas que engloba os processos produtivos de Soldadura, Prensagem, Lacagem, Fresagem das PCB's e Corte de Cabos e por último a Montagem Final, onde se processa toda a montagem das antenas.



*Figura 10 - Implantação geral da Kathrein Automotive Portugal.*

*Fonte: Kathrein Automotive Portugal.*

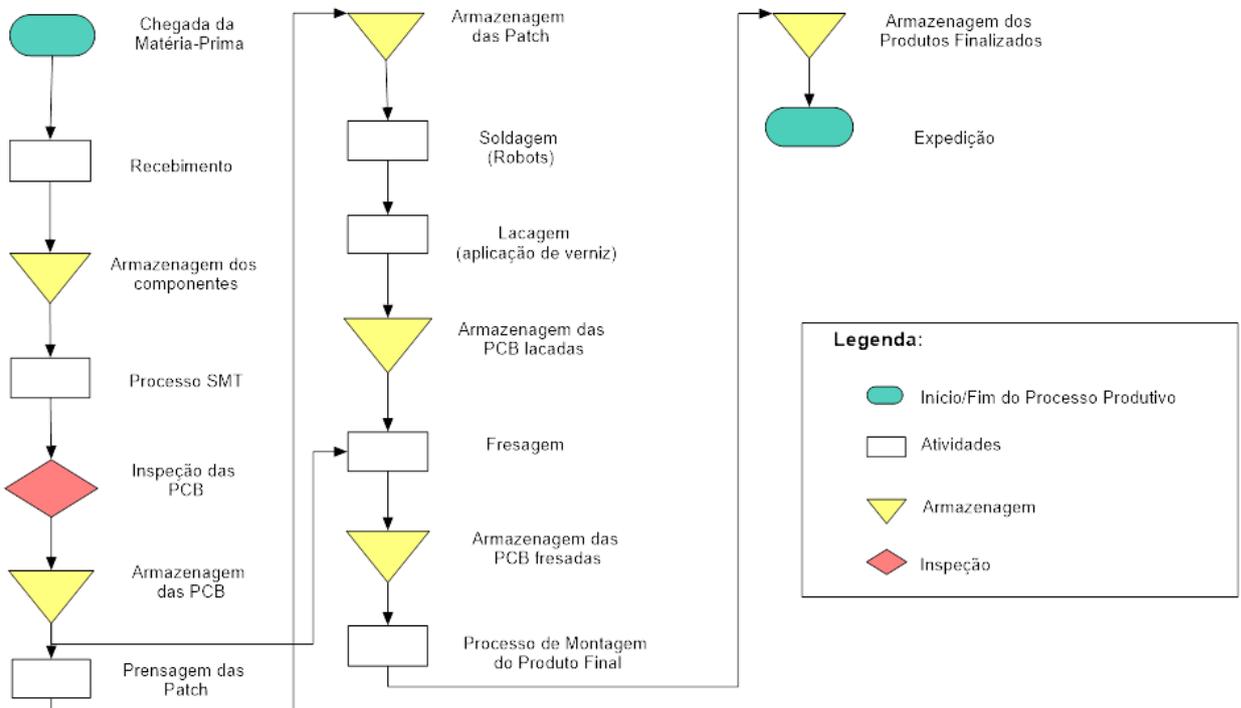
Representado na Tabela 7, estão resumidamente os processos gerais que fazem parte do sistema produtivo da empresa assim como a sua respetiva descrição.

| Tecnologia de Montagem em Superfície (SMT - <i>Surface Mount Technology</i> )  | Parque das Máquinas (Grupo de Robots, Lacagem, Fresagem, Pré-Teste, Rx, Preparação de Cabos)  |
|--|---|
|   |   |
| <p>No departamento SMT, é feita a codificação das PCBs consoante a referência de cada cliente e posteriormente seguem para as linhas 1, 2 e 3 para aplicação de pasta de solda e dos componentes a fim de seguirem o processo produtivo.</p>   | <p>Por este departamento passam as referências de PCB's que necessitam de sofrer pulverização de verniz, onde prensam e soldam as <i>Patch</i> e onde cortam totalmente ou parcialmente as <i>nutsen</i> onde estão inseridas as PCB.</p> |
| <b>Montagem Final</b>  |   |
|    |   |
| <p>Aqui é parte final do processo onde é efetuada a montagem das antenas, juntamente com o processo de Soldagem, Aparafusamento, Prensagem, Inspeção Visual e Teste Elétrico. Neste setor também está inserido o processo Verificação da Qualidade, onde a equipa de qualidade faz uma inspeção por amostra para validação do produto final.</p> |   |

**Tabela 7** - Principais processos produtivos.

**Fonte:** Elaboração própria.

De seguida, é apresentado o fluxograma (Figura 11), ao qual contém os passos necessários para a produção dos sistemas de antenas desde a chegada da matéria prima até ao produto final ser expedido.



**Figura 11 - Fluxograma do Processo Produtivo Geral.**

**Fonte:** Elaboração Própria

Analisando o fluxograma da Figura 11, no início do processo produtivo, temos o recebimento da matéria prima que passa por um controle de qualidade com o objetivo de verificar a sua quantidade e se está em condições de acordo com os padrões de qualidade. Após essa verificação é armazenada em armazém juntamente com os outros componentes. De seguida, e de acordo com uma ordem de produção, as PCB's (referências) são separadas e encaminhadas ao setor SMT a fim de iniciarem o processo produtivo.

O setor SMT é caracterizado por ser um setor que faz a inserção de componentes através do Modelo de Montagem em Superfície (SMD - *Surface Mount Design*) automaticamente na superfície das placas de circuito impresso (Rodrigues, 2006). Após a inserção desses componentes as PCB's são inspecionadas por um operador que verifica se estão em conformidade para continuarem o processo produtivo. Posteriormente, estas placas seguem para o setor Parque de Máquinas dentro de magazines (caixas próprias para o armazenamento das placas que contêm as PCB's), e são armazenadas em prateleiras, umas

com o intuito de seguirem para a Prensagem das *Patch Antenna*<sup>2</sup> e Soldadura e outras para o processo de Lacagem ou Fresagem. As peças que resultam da Prensagem são armazenadas e ficam em espera (FIFO) para sofrerem o processo de Soldadura nos robots, seguindo logo para a Lacagem onde lhes são aplicadas verniz para evitar a corrosão. Depois do processo de Lacagem, as peças ficam em espera (FIFO) até seguirem para o processo de Fresagem, que consiste no recorte do perfil da PCB retirando assim o excesso de material ao redor da peça. Após a passagem das peças pela Fresagem estas ficam armazenadas a fim de seguirem para a Montagem Final.

É de realçar que nem todas as referências passam pelos mesmos processos, sendo que algumas vão diretamente à Fresagem e prosseguem para a Montagem Final, outras passam pelo processo de Soldadura, Fresagem e Montagem Final, por exemplo.

Na Montagem Final é efetuada a montagem das PCB's juntamente com outros componentes (cabos, componentes de plástico, etc.) até formarem o produto final - as antenas. Esta montagem é feita através dos processos de Soldadura, Aparafusamento e Prensagem. Posteriormente, é feita uma inspeção visual e um teste elétrico, a fim de verificar se as antenas estão em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo cliente.

A equipa da qualidade, através do processo de Verificação da Qualidade, faz a inspeção por amostra para validação do produto. Depois da passagem por todos estes processos ditos anteriormente, o produto final vai para armazém com o objetivo de ser expedido.

A *Kathrein Automotive Portugal* neste momento possui no total 60 linhas de produção (área verde, vermelha e laranja na Figura 10). O setor SMT possui 3 linhas de produção, as linhas 1, 2 e 3. A linha 3 foi implementada nos últimos anos, sendo considerada a mais recente do setor. O setor Parque de Máquinas, apresenta 17 linhas de produção e a Montagem Final, 40 linhas de produção. Recentemente, no ano de 2017, novas linhas foram implementadas (linha 37, 45,46 e 47), criando mais postos de trabalho e aumentando a capacidade produtiva.

Aquando da reunião inicial com a empresa, e por sua sugestão, a presente dissertação insere-se principalmente no setor SMT, nomeadamente nas linhas 1,2 e 3. A sugestão feita pela empresa no setor acima mencionado deve-se ao facto de este apresentar diversos problemas ao nível da troca de ferramentas das máquinas que estão envolvidas no processo de mudança

---

<sup>2</sup> As Patch Antennas ou antenas *microstrip* servem para muitas aplicações sem fio, incluindo recetores do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e em roteadores de rede local sem fio (WLAN) (Microwave Journal, 2012)

de referência e pelos grandes tempos afetos a esse processo. Assim, é do interesse da empresa que esses problemas sejam resolvidos para melhorar a eficiência das linhas.

Deste modo, após descrição geral do processo produtivo da fábrica, na secção seguinte, é feita uma descrição mais detalhada sobre o processo produtivo da empresa envolvendo as linhas de produção do setor SMT, visto que é o foco principal deste estudo.

## 5.2. Descrição do processo produtivo das linhas de produção do setor SMT

Nesta secção, descreve-se de uma forma mais concreta o processo produtivo das linhas de produção do setor SMT da *Kathrein Automotive Portugal*.

A empresa possui dois tipos básicos de processos produtivos: a) montagem de placas de circuito impresso (PCB) e b) montagem do produto final (antenas).

As placas de circuito impresso são encontradas em praticamente todos os equipamentos elétricos e eletrónicos e é caracterizada por ser “uma estrutura resistente, substrata, não condutiva e feita de cobre para conectar componentes elétricos (...)” (*National Instruments*, 2011). Os componentes eletrónicos formam a estrutura do circuito, ou seja, são os componentes que fazem parte de qualquer circuito eléctrico ou electrónico (do mais simples ao mais complexo) que estão interconectados (Marques *et al.*, 2013). Por outro lado, “todos os componentes eletrónicos presentes na placa dependem da sua aplicação, que podem incluir semicondutores (circuitos integrados ou chips), transístores, díodos, capacitores, resistores, conectores e assim por diante” (Bernardes *et al.*, 1997).

Todas as placas de circuito impresso, antes de passarem pelo processo de montagem de componentes, são todas codificadas numa máquina chamada Laser (máquina que marca as placas com códigos 2D e UID, código de barras, números de série e de lote e as informações comerciais e logótipos, como maneira de identificar o produto final de cada cliente). Cada PCB está inserida numa placa verde a qual se denomina de *nutsen*. Cada *nutsen* é transportada, tanto no início do processo como no fim, em caixas que dão pelo nome de *magazines* juntamente com a sua *Lot Traveller*<sup>3</sup> (Ver Anexo I).

Para além da Laser, a SMT, que é o setor foco deste projeto, é composto, atualmente, por três linhas de produção como ilustrado na Figura 12, onde se fabricam produtos como

---

<sup>3</sup> Ficha que contém todos os dados relativos à produção da referência (nº do produto, quais os processos de produção, entre outros).

exemplificado na Figura 14. A linha 3 apresenta maior capacidade de produção, sendo a linha mais recente da SMT.



*Figura 12 - Linhas de produção SMT.*

Cada uma das três linhas de produção da SMT é formado basicamente por nove etapas/máquinas principais:

- Abastecedor (“*Loader*”) – responsável pela alimentação da linha de produção com PCB’s;
- Impressora (“*Screen Printer*”) - faz o depósito da pasta de solda nas áreas de soldagem dos componentes na PCB;
- Inspeção de Pasta de Solda (“*SPI Printer*”) – verifica a quantidade de solda presente em cada PCB;
- Inersora (“*Pick&Place*”) – são máquinas automáticas utilizadas para a inserção de pequenos e grandes componentes. A inersora de componentes pequenos funciona a alta velocidade enquanto que a inersora de componentes grandes utiliza uma velocidade menor;
- Forno (“*Reflow Oven*”) – responsável pela refusão da pasta de solda e consequente fixação dos componentes eletrónicos na PCB;
- Máquina FIFO – transfere placas conformes para a próxima máquina em modo FIFO.
- Inspeção Ótica Automática (*AOI - Automatic Optical Inspection*) – inspeciona cada PCB de acordo com o modelo padrão a fim de encontrar erros.
- Inspeção MESH – local onde o operador inspeciona os erros que deram no *software* de inspeção na máquina anterior (AOI).

→ Área de acolhimento da PCB montada (“*Unloader*”) – responsável pela recolha das PCB’s montadas.

Após o lote ser codificado pela Laser, este vai ficar em espera no local destinado ao WIP, onde contém os lotes que estão à espera de serem produzidos em cada linha (Figura 13), em forma de FIFO.



*Figura 13 - WIP utilizando o método FIFO.*

Cada lote vai para a sua linha de produção destinada, começando por ser carregado no Abastecedor. De seguida, cada PCB segue para a Impressora onde lhe será colocada a pasta de solda nas áreas destinadas à soldagem dos componentes. Todas as placas soldadas passam por um programa de inspeção chamado Inspeção da Pasta de Solda (SPI - *Solder Past Inspection*), que verifica a percentagem de solda presente em cada PCB. Caso emita o alarme, significa que a PCB apresenta uma percentagem de solda reduzida ou insuficiente e cabe ao operador a decisão de validar a peça ou não, consoante o limite padrão<sup>4</sup>.

Na Inserção, após passagem pela SPI, são colocados na PCB todos os componentes necessários através da inserção dos alimentadores (“*feeders*”) com as bobines (“*reels*”). É necessário ter em conta que existem algumas referências que ao passarem pelo setor SMT, são-lhe inseridos componentes dos dois lados, não simultaneamente, os quais são denominados de lado superior (“*top side*”) e lado inferior (“*bottom side*”). Quando acabam de produzir todas as placas do lado superior, posteriormente, passam a produzir o lado inferior e assim sucessivamente.

Após passagem pela Inserção, as PCB’s seguem para o Forno para que a pasta de solda sofra refusão e faça com que os componentes fiquem fixos à placa. O Forno é calibrado consoante

<sup>4</sup> Percentagem de Pasta de Solda: < 20 % (marcar a PCB ou a *Nutsen* como defeituosa).

o tipo de pasta de solda, pois diferentes tipos de solda apresentam diferentes temperaturas. Depois de as PCB sofrerem o processo de refusão no Forno, estas ficam em espera na Máquina FIFO. Esta máquina tem como objetivo levar as placas conformes para a próxima máquina, como dito anteriormente, a fim de prosseguirem para inspeção na AOI. A máquina FIFO também tem como função avisar o operador, à décima placa (tem capacidade para 20), que vai atingir o seu máximo para que assim o Forno sofra paragem e não deixe entrar mais placas. Se isso acontecer, as placas ficam danificadas por estarem muito tempo dentro do Forno, assim, através do sinal sonoro da Máquina FIFO o operador sabe que tem que escoar o mais depressa possível as placas.

De seguida, as placas passam para a AOI, *software* de inspeção, que verifica cada PCB de acordo com o modelo padrão de cada referência. O *software* após verificar a placa, indica se esta contém erros (falta de componentes ou pasta de solda). Se a peça estiver OK, continua no sentido da produção, automaticamente, caso não esteja OK, e mediante os erros que são indicados no *software*, o operador verifica se são válidos ou se são falsas rejeições, como na maioria dos casos. Se a placa apresentar erros, o operador terá que riscar a vermelho a PCB defeituosa e registar no programa *MESH*, quais são esses erros passando o leitor de código de barras na PCB, para que assim se saiba que esta foi rejeitada e não possa ser utilizada em nenhum outro processo.

Por último, todas as placas consideradas conformes são encaminhadas, após passagem na inspeção, para a área de acolhimento da PCB montada e colocadas nas *magazines* a fim de serem levadas para armazém.

Todo o processo é acompanhado por uma ficha (*Lot Traveller*), onde estão inseridos todos os dados importantes à produção da referência. Esses dados dizem respeito ao número do produto, da PCB, à data, à quantidade a produzir, qual o lado (superior ou inferior) e a linha. Nessa ficha também constam os programas que devem ser introduzidos em cada máquina aquando da mudança de referência. Por exemplo, na Impressora tem que ser feita a mudança de produto através da troca de estêncil, da pasta de solda, do tipo de suporte e da inserção da nova referência no programa, já o Forno, necessita que seja feita a mudança do perfil consoante a pasta de solda utilizada e da esteira rolante, pois nem todas as *nutsen* apresentam tamanhos iguais. Todas essas fases têm que ser validadas pelo operador através da assinatura deste, a fim de evitar qualquer tipo de erro.

No fim de cada lote produzido, é-lhe anexado uma *checklist* com a indicação do tipo de produto e PCB, as suas quantidades, o seguimento para os outros processos, juntamente com o seu respetivo *kanban* de produção.



*Figura 14 - Produto do setor SMT.*

A importância de vermos o processo produtivo como um todo reflete-se na perceção das interdependências entre os setores da empresa. O motivo pelo qual se escolheu a atuação no setor SMT foi por ser um setor em que é compartilhado pela maior parte das referências fabricadas o que trará para a empresa oportunidades de melhoria.

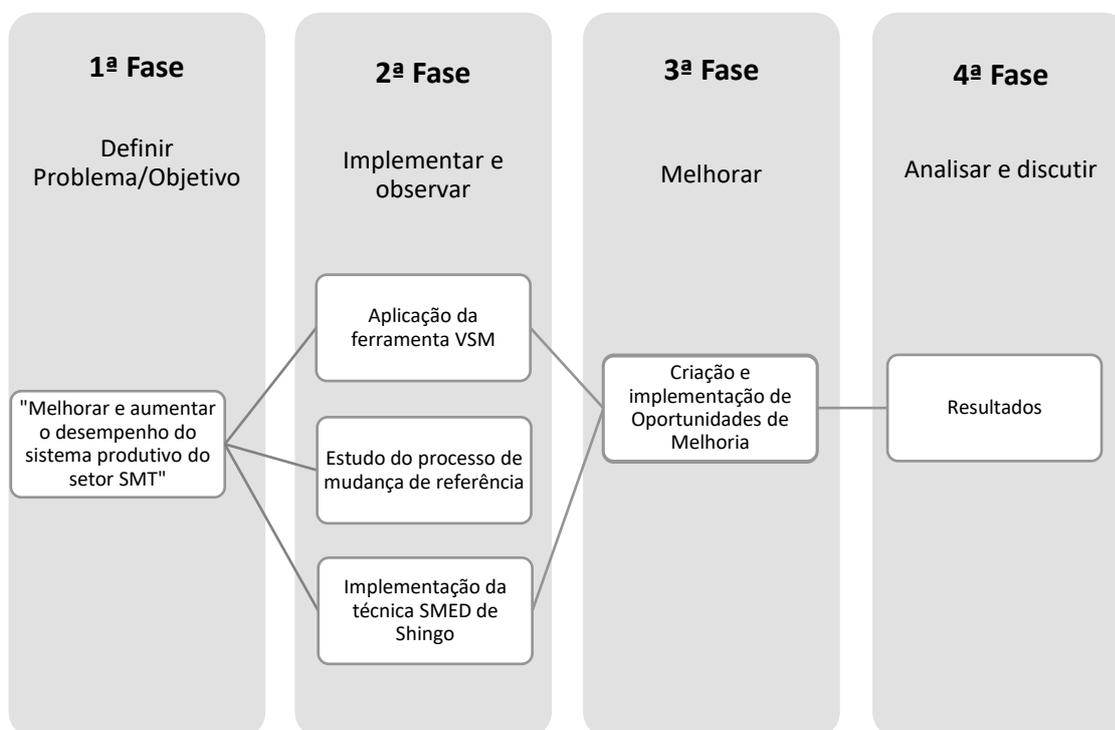
Contudo, numa fase inicial, proceder-se-á a uma análise geral de todos os processos produtivos da empresa, com o objetivo de ser feito o levantamento e identificação dos desperdícios e problemas existentes ou oportunidades de melhoria existentes. Como forma de diagnóstico, recorreu-se à ferramenta VSM, que será referida no capítulo seguinte, após descrição do processo sequencial de análise do problema.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Para que fosse mais fácil ter uma percepção global da situação atual do sistema produtivo da empresa, foi selecionada uma família de referências como base de apoio para a análise efetuada, permitindo, assim, ter uma noção dos principais problemas que se poderia encontrar nos setores em estudo. Deste modo, realizou-se uma análise pormenorizada aos setores descritos no subcapítulo anterior, identificando os principais problemas existentes (ver secção 5.1). Através da identificação dos variados problemas é possível identificar as possíveis oportunidades de melhoria, passíveis de serem implementadas. Contudo, antes de se efetuar essa análise, segue-se o processo o modo como essa análise foi efetuada.

### 6.1. Processo sequencial de análise do problema

Como forma de perceber o encadeamento de todo o processo de análise do problema foi elaborado um esquema lógico, usando como base as fases de investigação-ação demonstradas no **capítulo 4, METODOLOGIA**, que dá a entender todas as fases pelas quais este estudo passou até chegar ao resultado final.



*Figura 15 - Esquema lógico do processo de estudo para obtenção dos resultados.*

*Fonte: Elaboração própria*

Essas fases, que aparecem de uma forma sintetizada no processo sequencial da Figura 15, são as seguintes:

1. Definir problema/objetivo de estudo, que passa pela melhoria e aumento do desempenho do sistema produtivo do setor SMT;
2. Após a definição do problema/objetivo de estudo do presente trabalho, prosseguiu-se para a 2ª fase que consistiu na aplicação da ferramenta VSM, do estudo do processo de mudança de referência das linhas do setor SMT e da implementação da técnica SMED de Shingo.

Na aplicação da ferramenta VSM, as atividades envolveram o mapeamento dos processos e fluxo de materiais, a identificação dos desperdícios e ações de melhoria; No estudo do processo de mudança de referência, foram recolhidos os dados relativos ao tempo médio de mudança de referência por linha e por turno com o intuito de analisar e perceber o aumento desses tempos e possíveis causas. Após esse estudo, e como forma de melhorar esse processo, prosseguiu-se para a implementação da técnica SMED de Shingo. A implementação dessa técnica consistiu em quatro etapas:

- Etapa Preliminar – Racionalização do trabalho;
  - Primeira Etapa – Separar atividades de preparação internas das externas;
  - Segunda Etapa – Converter as tarefas internas em externas;
  - Terceira Etapa – Aperfeiçoar as tarefas internas e externas através da criação de oportunidades de melhoria.
3. Com a criação das oportunidades de melhoria na fase anterior, nesta fase, seguiu-se para a sua implementação;
  4. Nesta fase o objetivo foi analisar e discutir os resultados obtidos através da implementação da ferramenta VSM, da técnica SMED e das oportunidades de melhoria.

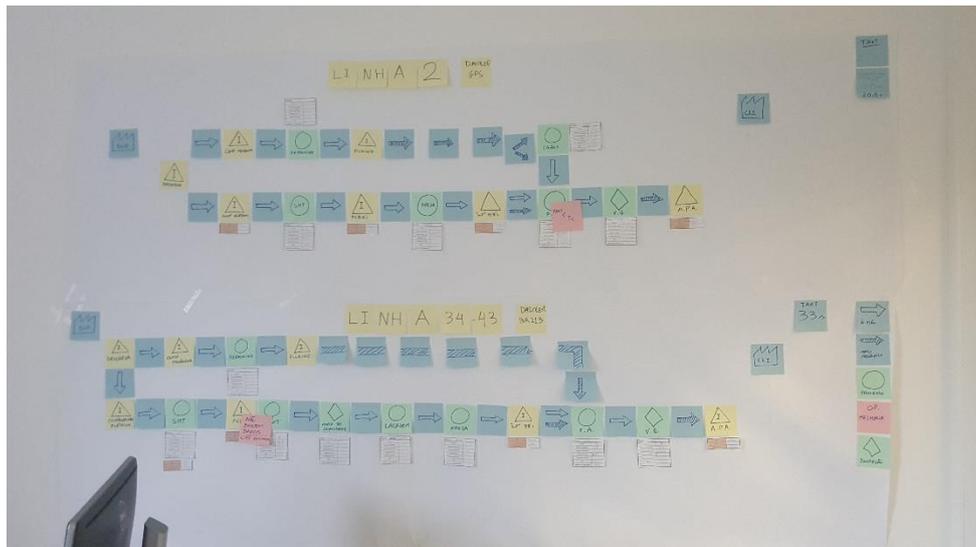
Posto isto, foi possível realizar este estudo de uma forma mais organizada e coerente, seguindo passos lógicos para a obtenção dos resultados pretendidos. Assim, nas secções seguintes, temos a fase de implementação com a aplicação da ferramenta VSM, o estudo do processo de mudança de referência (“*changeover*”) do setor SMT e da implementação da técnica SMED de Shingo.

## 6.2. Aplicação do VSM

Para uma perceção global da situação atual do sistema produtivo da empresa, é necessário construir o Mapeamento do Fluxo de Valor. Assim, conseguimos ter uma ideia do percurso que o produto faz ao longo de toda a cadeia de valor. Como já foi dito ao longo do presente trabalho, o estudo incide maioritariamente no setor SMT, contudo, para termos uma perceção mais correta da situação da empresa, o VSM abrangerá todos os setores importantes da fábrica.

A aplicação do VSM foi feita através da realização de um *workshop* para um grupo de cinco pessoas, as quais fizeram parte dois coordenadores da produção, o técnico da melhoria contínua e um estagiário da produção. O melhor seria juntar todos os *managers* dos vários departamentos, mas por incompatibilidade de horários não foi possível. Este *workshop* teve como objetivos dar a conhecer a ferramenta VSM, escolher a família de referências a mapear e criar grupos para a recolha de dados para no fim se proceder à sua criação. A meta é mapear em detalhe todo o processo produtivo, identificar os desperdícios, reduzir os tempos de processamento e o prazo de entrega, melhorar a eficiência operacional e definir a visão futura. A *Kathrein Automotive Portugal* produz um variado leque de referências (aproximadamente 207). Apesar de todas passarem pelo mesmo processo no setor SMT, no setor Parque de Máquinas e na Montagem Final nem todas estão sujeitas aos mesmos processos, tornando-se inviável a criação de um VSM para cada uma. Porém, é importante realçar que seria mais correto e uma mais valia para a empresa a criação de um VSM para cada família de referências. Isso só não foi possível realizar devido à necessidade de delimitar a amostra pelo limite de tempo deste estudo e pela grande quantidade de referências. Por esse motivo, existiu a necessidade de selecionar a família de referências (*Daimler GPS* e *BR213*) que passam pela maior parte dos processos dos setores em estudo. Estas famílias fazem parte das referências consideradas *High Runners* da empresa, representando a maior faturação ao longo do último ano de atividade (2016).

Após a escolha da família de referências a mapear e da recolha dos dados necessários à criação do VSM, o primeiro passo foi pegar num rolo de papel cenário, colá-lo na parede e com a ajuda de marcadores e *post-it* de várias cores, começou-se a desenhar o estado atual (Figura 16), recorrendo à simbologia VSM (ver exemplo em anexo II).



**Figura 16-** Construção do VSM.

Para que fosse mais fácil desenhar o estado atual, seguiu-se as seguintes etapas:

1. Reunir informação sobre os produtos e processos a mapear (calcular o *takt time*);
2. Identificar inventários e as várias etapas do processo;
3. Caracterizar os processos produtivos;
4. Caracterizar as receções e entregas de Matérias Prima e Produto Acabado;
5. Identificar os fluxos de material;
6. Caracterizar os processos de encomenda de clientes e a fornecedores, e o Processo de Planeamento;
7. Identificar o fluxo de informação;
8. Completar com tempos de ciclo e prazos de entrega.

Através do desenho do estado atual e conseqüente análise dos principais Indicadores Chave ou Indicadores de Desempenho, conseguiu-se ter uma noção geral dos problemas existentes ao longo do processo produtivo.

Tal como os autores Azizi e Manoharan (2015), (capítulo 2.5., secção 2.5.1. Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM - *Value Stream Mapping*)), foi mapeado todo o processo produtivo, que começou desde a identificação do fornecedor até ao cliente. De seguida, mapearam-se as operações de fabrico da família de produtos identificado (parte inferior da Figura 17 e 18, da esquerda para a direita) e numa linha temporal (base da Figura 17 e 18), registaram-se os tempos de valor acrescentado (operações) e os de valor não acrescentado (prazo de entrega). Todos os tempos foram determinados consoante as operações de cada fase e o *takt time* do processo.

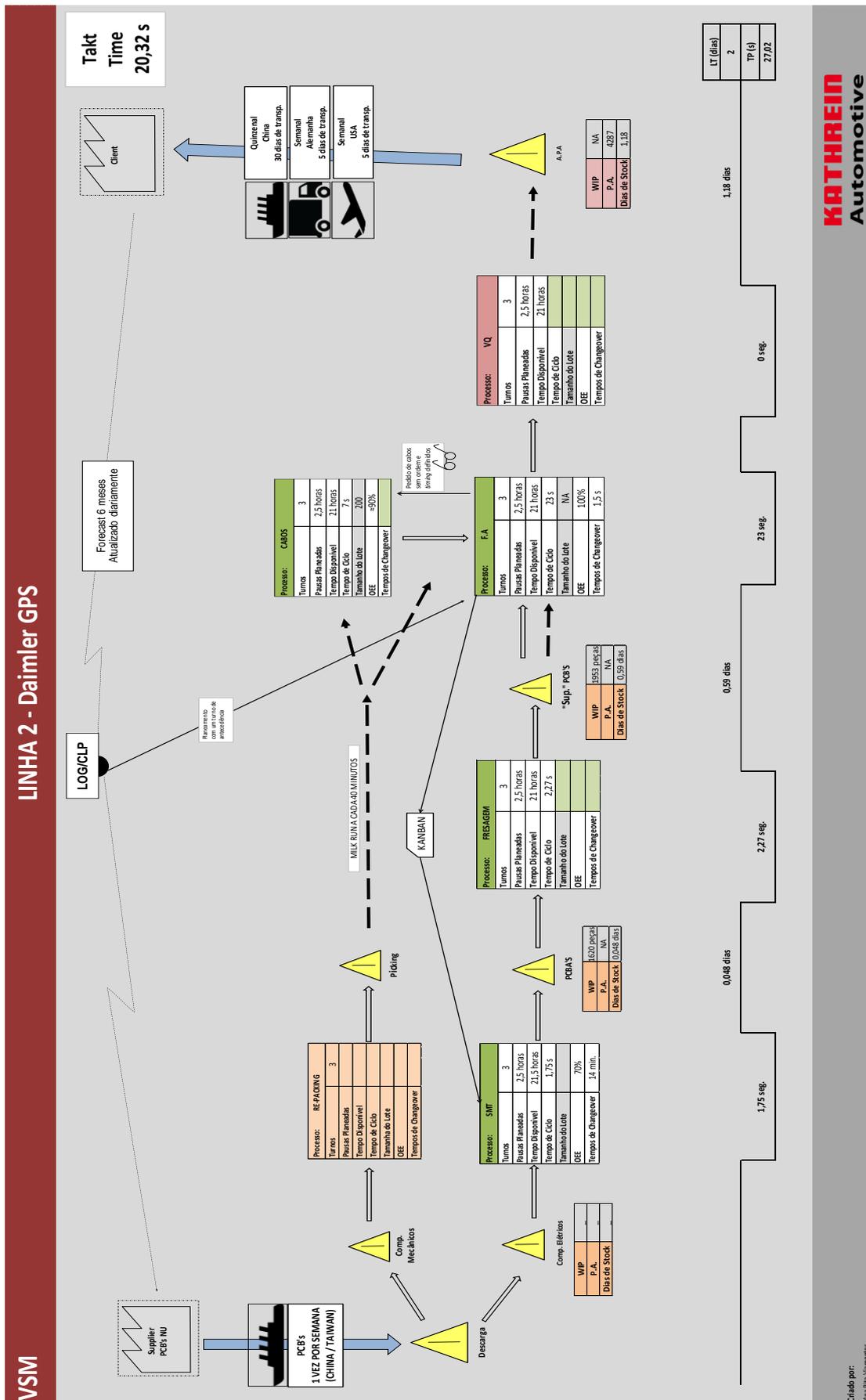


Figura 17 - VSM do fluxo produtivo da referência Daimler GPS.

Como forma de se conseguir responder às necessidades do cliente da referência *Daimler GPS* de 81.850 peças por mês, a empresa tem de garantir a produção diária de 3.720 peças, por mensalmente serem considerados 22 dias de produção.

O *takt time*, segundo Pinto (2014), é um tempo de ciclo calculado em função da procura, em que se a procura aumentar, o tempo de *takt* tem de diminuir, verificando-se o oposto quando a procura diminui. O *takt time* é calculado com base na seguinte equação:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ de\ produção\ por\ turno}{Procura\ por\ turno} \quad (1)$$

Com o quociente entre o tempo de produção disponível por turno de 21h de trabalho e 22 dias de produção e uma procura de 81.850 peças/mês, obtém-se um *takt time* de 20,32 s.

Representado no VSM (Figura 17), a família *Daimler GPS* está sujeita a quatro processos principais: SMT, Fresagem, Montagem Final e Cabos. Como operação secundária temos o processo de Verificação da Qualidade que é um processo que não é pago pelo cliente. O processo de Reembalagem (*Re-packing*) apesar de estar inserido no mapeamento é um processo que não tem muita importância para a empresa.

Cada processo é representado pelos seus respetivos indicadores (turnos, pausas planeadas, tempo disponível, tempo de ciclo, tamanho do lote, OEE e tempo de mudança). Os indicadores globais dizem respeito ao processo (prazo de entrega e tempo de processamento).

Para calcular o tempo de processamento, procedeu-se à soma dos tempos de ciclo dos vários processos.

Analisando o VSM, o tempo de processamento ou valor acrescentado da referência em estudo é cerca de 27,02 s e o prazo de entrega é de aproximadamente 2 dias.



Para a referência *Daimler BR213*, de 50.400 peças por mês, a empresa tem de garantir a produção diária de 2.200 peças por mensalmente serem considerados, igualmente, 22 dias de produção.

O *takt time* para esta referência é de 33 s, devido ao quociente entre o tempo de produção disponível por turno ser de 21h de trabalho e 22 dias de produção e a procura de 50.400 peças/mês, contando que esta referência é produzida em duas linhas (34 e 43). Assim, representado na Figura 18, temos o VSM do fluxo produtivo da referência *Daimler BR213*.

Esta família passa por cinco processos principais, SMT, Soldadura, Lacagem, Fresagem, Montagem Final e por dois processos secundários ou que não são pagos pelo cliente como o Muro da Qualidade e Verificação da Qualidade. Tal como no caso anterior o processo de Reembalagem, não foi considerado visto não ser um processo importante para a empresa.

Para a elaboração do VSM foram considerados os mesmos indicadores do VSM da referência anterior. O tempo de processamento desta referência é de 54,21 s e o prazo de entrega corresponde a aproximadamente 3 dias.

Posto isto, analisando em conjunto os VSM criados para as duas famílias de referências, a principal fonte de desperdício detetada passou pelos elevados inventários entre processos. Outras fontes de desperdício como transporte, o tempo de espera e movimentações, também foram observadas, mas não são aparentes no VSM, porém existem na realidade. Esta situação vai de encontro aos resultados dos autores Arunagiri e Gnanavelbabu (2014), (demonstrados no capítulo 2, na secção 2.4. em Os Desperdícios), em que revelam que os três grandes resíduos identificados na indústria automóvel têm a ver com o transporte, tempo de espera e movimentações. Apesar dos autores não referirem nos seus resultados o excesso de inventário como uma grande fonte de desperdício, este pertence às sete (oito) categorias de desperdícios identificadas por Taiichi Ohno (1912-1990) e Shigeo Shingo (1909-1990), referidos no capítulo acima mencionado.

Assim, quando existe excesso de inventário, significa que há uma retenção de material, o que fará com que pare o fluxo sem acrescentar valor (Pinto, 2014).

O que se verifica é que existe um excesso de inventário ao longo dos processos, principalmente no inventário afeto à Fresagem, devido à utilização de *robots*. A acumulação de WIP, neste caso, tem a ver com um desnivelamento entre o tempo de ciclo de um processo para outro, ou seja, poderá ter a ver com o processo anterior se mover de forma mais rápida do que o processo seguinte e com uma má gestão do planeamento ao nível da produção. Os

processos em si apesar de serem relativamente rápidos, acumulam muito WIP, entre cada um. Esta situação pode ser colmatada através da integração e balanceamento de todos os processos, sendo uma oportunidade de melhoria a ter em conta.

Relativamente aos problemas detetados ao longo da cadeia de valor das duas referências, nota-se que não existe informação relativa ao indicador Índice de Eficiência Global (OEE) na maior parte dos processos. Este facto deve-se à falta de informação que permite proceder ao cálculo deste indicador, tais como o cálculo da eficiência, da disponibilidade e qualidade real. Este indicador é muito importante pois permite avaliar a eficiência global, medindo o desempenho global de um processo ou sistema (Pinto, 2014).

No VSM relativo à família de referências Daimler BR213 (Figura 18), verifica-se que o processo Montagem Final apresenta um tempo de ciclo de 23 s sendo a operação mais demorada da sequência de fabrico. O *takt time* desta família de referências tem um valor de 20,32 s, isto quer dizer que o tempo de ciclo deste processo é superior ao *takt time*. Esta situação não é favorável, pois o tempo de ciclo nunca pode ser superior ao *takt time* para que não haja atrasos nas entregas, nem muito inferior, para que não haja desperdícios no processo. Assim (Pinto, 2014):

- $tk \text{ (procura)} > c \text{ (capacidade)} \rightarrow$  sobrecarga, atrasos nas entregas, falha ao cliente!

Isto sugere que a empresa deverá ajustar o tempo ciclo dos seus processos ao seu *takt time*, para assim satisfazer a procura e aumentar a sua taxa de ocupação (capacidade).

Por último, foi discutido que o tempo de mudança da referência do processo do setor SMT apesar de não apresentar valores muito acentuados nos dois VSM, era um ponto a melhorar. Tal como implementado pelos autores Azizi e Manoharan (2015), (no capítulo 2, secção 2.7, Revisão da Literatura), utilizou-se a técnica SMED como forma de suporte para o estado futuro para a redução dos tempos de mudança de produto das linhas SMT, e por ser a técnica mais indicada nestas situações. Contudo, antes de partirmos para a caracterização do processo de mudança da empresa e do desenvolvimento do processo de implementação da técnica SMED, na secção seguinte estão caracterizadas algumas dificuldades inerentes à aplicação da ferramenta VSM. A descrição das dificuldades na implementação da ferramenta é importante no sentido de termos uma perceção do que correu mal e do que se pode vir a ser melhorado dentro da empresa.

### 6.2.1. Dificuldades na criação do VSM

Durante a criação do Mapeamento do Fluxo de Valor, que teve como objetivo o seguimento do fluxo de valor do produto ao longo dos vários processos, existiram vários problemas que dificultaram o seu desenvolvimento. Esses problemas foram detetados ao longo do estudo através dos indicadores relevantes para a perceção do estado atual da empresa em estudo. Deste modo, de seguida, são citadas alguns desses problemas:

➤ Indisponibilidade de dados

O facto de não existirem valores referentes aos tempos de ciclo da família de referências em estudo, dificultou na recolha dos dados pois tinham que ser todos medidos manualmente, através da cronometragem.

A falta de informação relativa aos indicadores de alguns processos produtivos como Muro de Qualidade e Verificação da Qualidade, pois apesar de serem processos produtivos pagos pela empresa, também são importantes para a caracterização do seu estado.

➤ Demora na disponibilização dos dados

O que se verificou muitas vezes ao longo da recolha dos dados para a elaboração do VSM foi a falta de colaboração imediata de alguns colaboradores. Isso deveu-se essencialmente ao reduzido tempo e disponibilidade pelas várias tarefas que têm que desempenhar ao longo do dia.

➤ Desatualização de documentos

A desatualização de alguns documentos dificultou na hora da recolha e tratamento dos dados, pois muitos encontravam-se errados ou com valores desatualizados. Esta situação podia comprometer a confiabilidade dos dados.

➤ Esperas por causa da produção

Quando se está a seguir uma família de referências no meio de muitas, o processo torna-se complicado devido ao tempo de espera pelo momento em que essa referência vá ser produzida.

➤ Não colaboração de todos os intervenientes

Para a elaboração de qualquer VSM é necessária a participação de todos os intervenientes que fazem parte da cadeia de valor da empresa. Uma das dificuldades na elaboração do VSM

foi a impossibilidade de reunir todos os *managers* dos diferentes departamentos (logística, processo, projeto, IT, etc.) para a discussão e mapeamento dos fluxos produtivos.

### 6.3. O processo de mudança de referência

Um dos problemas que muitas empresas se deparam, hoje em dia, tem a ver com o aumento dos tempos de mudança de produto nas suas linhas de produção.

Com o intuito de saber se a *Kathrein Automotive Portugal* apresentava esse problema, foi necessário proceder à análise do tempo de mudança de referência das três linhas de produção do setor SMT. Essa tarefa tornou-se um pouco difícil no início devido à falta dessa informação dada pela empresa, contudo, numa fase posterior, já foi possível aceder aos seus registos.

O processo de mudança de referência começa quando é retirado o tempo desde o início da chegada da última placa “boa” da referência que estava a ser produzida até à chegada da primeira placa “boa” da referência seguinte.

Analisando os tempos da empresa em estudo, verificou-se que esta também sofria com o seu aumento, como demonstram os Gráficos 1 e 2.

Apesar de não serem valores muito expressivos para uma linha de produção, se tentássemos que esses valores ficassem sempre abaixo dos dez minutos, constituía para a empresa uma vantagem significativa.

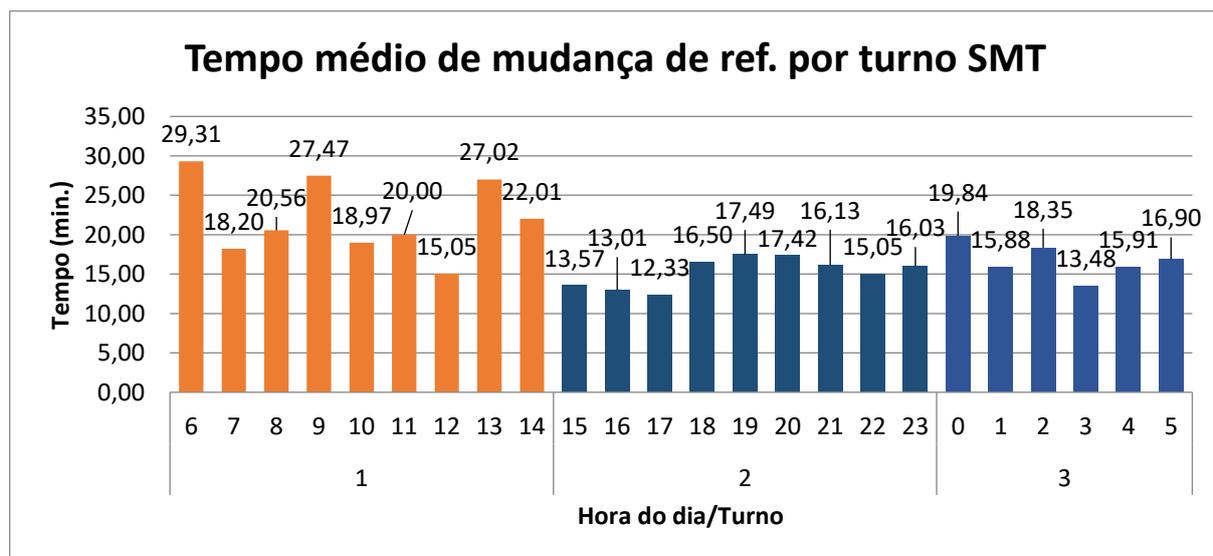
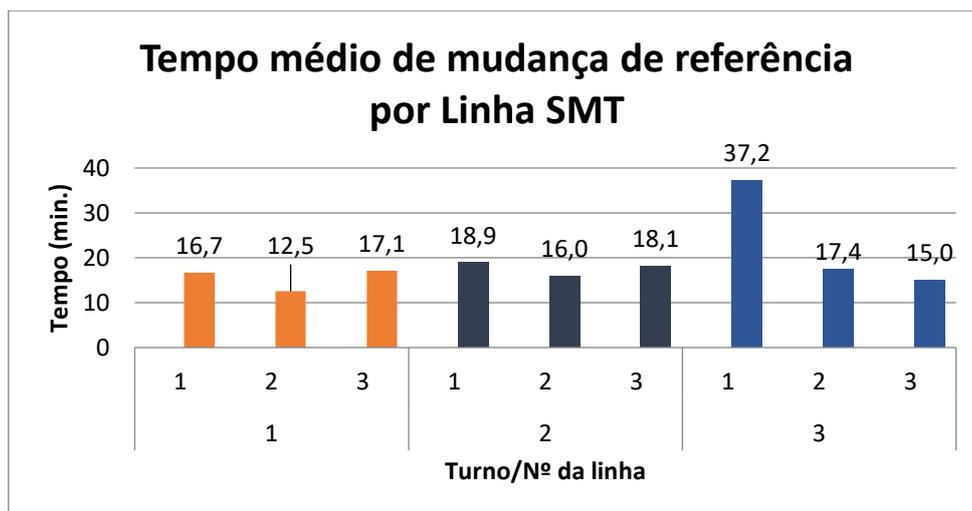


Gráfico 1 – Tempo médio de mudança de referência por turno.

Fonte: Registos disponibilizados pela empresa.

Fazendo uma análise do Gráfico 1, que representa o tempo médio de mudança de referência por turno, das 6 da manhã às 14h da tarde o máximo de tempo atingido foi de 29,31 min e o mínimo foi de 15,05 min no turno 1. No turno 2, das 15h da tarde às 23h da noite, o máximo atingido foi de 17,49 min e o mínimo de 12,33 min. Já no turno 3, da meia noite às 5h da manhã, o máximo atingido foi de 19,84 min e o mínimo foi de 13,48 min. O turno que representa um maior tempo médio de mudança de referência é o turno 1, seguido do turno 3 e 2.

No Gráfico 2, temos representado o tempo médio de mudança de referência por linha. Do turno 1 ao 3, a linha 1 apresentou um tempo médio de 16,7 min, 12,5 min e 17,1 min, respetivamente. Na linha 2, o tempo foi de 18,9 min, 16 min e 18,1 min e por último, na linha 3, o tempo foi de 37,2 min, 17,4 min e 15 min. A linha que apresentou um tempo médio de mudança de referência maior foi a linha 3, seguido da linha 2 e 1.



**Gráfico 2** - Tempo médio de mudança de referência por linha.

*Fonte:* Registos disponibilizados pela empresa.

Relativamente ao processo de mudança em si, o número de pessoas envolvidas, inclui, por cada turno, seis operadores e um chefe de equipa ou supervisor.

É de realçar que nem todas as referências são iguais pelo que umas demoraram mais a preparar do que outras. Contudo, foi necessário proceder a um estudo preliminar das atividades que fazem parte da mudança de referência das máquinas.

Constatou-se que as atividades realizadas durante esse processo ocorriam de forma improvisada ou sem ordem específica. A falta de uma instrução de trabalho escrita para a

atividade de mudança de referência, a excessiva movimentação, a falta de material e a procedência de ajustes foram alguns dos problemas encontrados durante esse processo.

A falta de dados em relação ao tempo total despendido na mudança é outro problema para a eficiência do SMT, pois a precisão dos dados é importante para verificar o real impacto do processo na produtividade.

Outra situação que é relevante passa pela existência de operadores que estão a fazer várias tarefas em simultâneo em duas linhas de produção na Impressora e na troca de componentes (Inersora), o que poderá levar a uma desorganização e sobrecarga do operador.

Por outro lado, as atividades que levavam a um grande gasto de tempo na mudança de produto era a troca do estêncil e a aplicação da pasta de solda efetuada na Impressora e a inserção dos componentes na Inersora. As atividades relativas à Impressora ocupam tempo, visto que, se procede à troca de estêncil consoante o código da referência. A aplicação da pasta de solda tem que ser efetuada com todo o cuidado de acordo com as normas, assim como a calibração da Impressora. Já as atividades inerentes à Inersora requerem um gasto de tempo na preparação de todos os componentes necessários à referência a produzir tal como a sua montagem.

Outra situação que contribui para o aumento dos tempos é quando se procede à alteração dos perfis do Forno, ou seja, quando a temperatura é aumentada ou diminuída consoante as especificações de cada referência, neste caso da pasta de solda utilizada.

Através deste processo conseguiu-se identificar variadas formas de desperdício que não contribuem para a criação de valor da empresa, tais como desperdícios com pessoas paradas, movimentação, material parado, erros, entre outros.

Pelo facto de existirem estes problemas e pelo simples motivo de existir uma competitividade cada vez maior e uma constante pressão por parte dos clientes, demonstrou uma necessidade crescente de intervenção neste setor para sua melhoria. Assim, para a redução do tempo de mudança de referência foi utilizada a técnica SMED de Shingo.

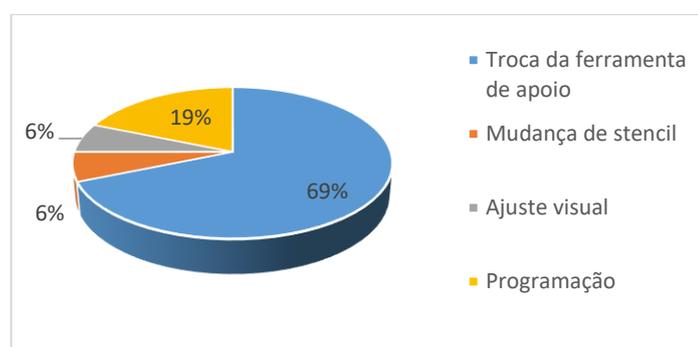
#### 6.4. O processo de desenvolvimento e implementação da técnica SMED na *Kathrein Automotive Portugal*

Através do estudo anteriormente feito do processo produtivo da linha de produção SMT, e igualmente das atividades que englobam a mudança de referência, contribuiu para um melhor entendimento dos problemas existentes. Deste modo, possibilitou o desenvolvimento da metodologia SMED, criada por Shingo, a ser implementada.

Como referido anteriormente, as linhas de produção SMT são compostas pelos seguintes equipamentos principais: Impressora, Inersora, Forno e AOI. Quando existe mudança de produto, as atividades da Impressora incluem a mudança de estêncil, reabastecimento da pasta de solda, reprogramação, ajuste da esteira rolante (“*conveyor*”), mudança dos apoios da placa e ajuste visual de fiduciais. A Inersora requer reprogramação, troca de apoios (cabeças e *nozzles* – ver Anexo III), ajuste da esteira rolante e mudança dos alimentadores. As atividades de mudança do Forno têm a ver com a reprogramação e ajuste da esteira rolante e por último, as atividades da AOI passam pelo carregamento do programa na máquina e no *software* MESH.

Farlow (2005), no artigo “*Efficient Line Changeover*”, refere que as máquinas que consomem mais tempo durante esse processo são as Impressoras e as máquinas de inserção de componentes (Inersora). Já o tempo que é necessário para a mudança dos padrões do Forno revelam-se inexpressivos.

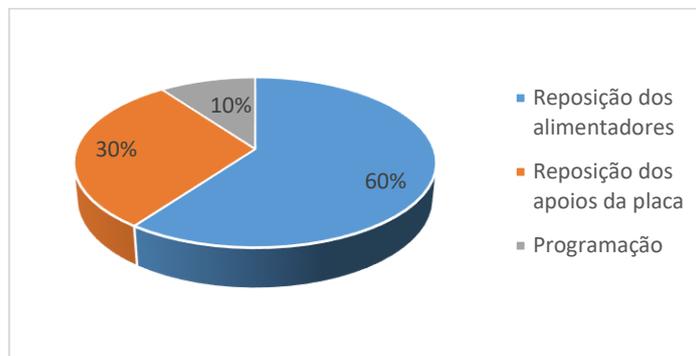
Através dos gráficos da Figura 19 e 20, elaborados por Farlow (2005), obtém-se a percentagem do tempo gasto em relação à troca de produção das máquinas Impressora e Inersora.



**Figura 19-** Operações típicas de mudança da Impressora.

*Fonte:* Adaptado de Farlow (2005: 45)

Apesar dos avanços que se têm vindo a fazer com o objetivo de melhorar o uso da Impressora, a troca da ferramenta de apoio continua a ser o maior componente de mudança desta máquina (Figura 19).



**Figura 20** - Operações típicas de mudança da Impressora.

*Fonte:* Adaptado de Farlow (2005: 45).

Em relação às operações efetuadas na mudança de referência da Impressora, a que gasta mais tempo é a reposição dos alimentadores, seguida do suporte da placa e da programação (Figura 20).

Tendo em conta o facto de os tempos de mudança de padrão relativos ao Forno se revelarem inexpressivos, como dito anteriormente, o processo de mudança do Forno tende a ser um obstáculo.

Allen (2016), in *“Instant Reflow Oven Changeover in a World of short Production Runs”*, revela que “ter uma linha de produção de 2 milhões de dólares e sentar-se por mais de trinta minutos à espera de um forno de mais de quarenta mil dólares para estabilizar uma nova referência irá causar estragos nos lucros.” Esta situação revela-se quando o Forno necessita de dez, vinte, trinta ou até quarenta minutos para estabilizar a uma nova temperatura, especialmente se a nova referência requer temperaturas mais baixas, ou seja, mais frias do que a anterior. Por esse motivo, demora mais tempo arrefecer o forno do que aquecê-lo e a chave para uma mudança instantâneo e rápido é uma inteligente seleção das referências (Allen, 2016).

Relativamente à AOI, esta é uma máquina que usa um sistema que tira uma imagem da placa, grava-a e avalia-a em relação a um critério pré-definido. A máquina é usada após soldagem com o objetivo de identificar defeitos, geralmente causados por falhas nas etapas anteriores. Os defeitos que são geralmente detetados pela AOI têm a ver com a insuficiência ou excesso

de solda, com curto-circuitos que possam existir entre as duas juntas de solda e com o deslocamento do componente (Gouvea, 2014).

Cada vez que a placa apresenta esses defeitos, o operador tem que verificar a veracidade desses erros aprovando ou reprovando a peça. O tempo que é gasto neste processo é da responsabilidade do operador que vai inspecionar a primeira peça da nova referência a produzir, caso esta contenha erros.

Através da análise feita dos valores dados pela empresa das diferentes máquinas, a que apresenta um tempo de estrangulamento superior é a Impressora. Por essa razão, sofrerá maior intervenção quanto às suas atividades de mudança de referência.

Com o intuito de criar um novo processo de mudança de referência para as linhas de produção da SMT foi utilizada a técnica SMED de Shingo.

Como forma de tornar todo este processo mais fácil, foi organizado um *workshop*, dirigido pelo Técnico da Melhoria Contínua aos operadores envolvidos no processo de mudança de referência, assim como os supervisores dos vários turnos. Este *workshop* teve como objetivos dar a conhecer aos intervenientes a técnica SMED, identificar os vários tipos de desperdício, aplicar a técnica no processo de mudança de produto do setor SMT e identificar oportunidades de melhoria.

Através do *workshop* conseguiu-se fazer a separação das atividades internas das externas, definir um padrão ótimo e definir oportunidades de melhoria.

Como forma de conhecer o processo adotado pelos operadores nas linhas SMT, foi utilizado o instrumento de pesquisa que dá pelo nome de observação direta.

O motivo da utilização deste instrumento passou pelo levantamento dos desperdícios e das atividades de mudança com os respetivos tempos e movimentos – cronoanálise. A fim de complementar este estudo de cronoanálise, recorreu-se ao método de filmagem, que segundo Loizos (2002), citado por Pinheiro *et al.* (2005: 717), é “indicado para o estudo de ações humanas complexas difíceis de serem integralmente captadas e descritas por um único observador.”

A aplicação desse método juntamente com a cronoanálise possibilitou uma análise mais minuciosa do processo. Através destes métodos foi possível identificar, com a ajuda de todos os intervenientes, os principais desperdícios no processo, tais como:

- Pessoas paradas (ex. o operador não tinha o que fazer, operador deveria preencher *Lot Traveller* enquanto está parado);

- Movimento de pessoas (ex. armazenamento da pasta de solda longe do operador);
- Material parado - inventário (ex. referências que vão entrar na máquina, referências preparadas no caminho que depois geram falta de alimentadores para suplentes nas linhas);
- Movimento de material (ex. buscar suplentes ao armazém, estêncil por lavar);
- Erros (ex. alimentador mal montado, falta de identificação do estêncil, SPI com erros);
- Sobreprocessamento (ex. referências preparadas no caminho que não estão a ser usadas);
- Excesso de produção (ex. WIP de PCB's por falta de componentes – placas gravadas);
- Outros (ex. falta de alimentadores nas linhas, referências com erros na AOI, má separação do lixo no carro de mudança de referência)

Posto isto, passou-se à aplicação das etapas do SMED descritas no capítulo 2, (secção 2.5.2., SMED (Single Minute Exchange of Die)), propostas por Shingo (1985) que foram as seguintes:

- **Etapas Preliminar**

Esta fase inicial caracteriza-se por ser uma fase onde o trabalho de mudança não é racionalizado, ou seja, existe uma ausência de métodos, o tempo de preparação é muito variável e não existe distinção entre atividades internas e externas.

Visto que não existia um padrão para todas as atividades que faziam parte da mudança de referência, através do *workshop*, foi possível reunir todas essas atividades. Estas foram registadas através de filmagens em que cada operador efetuava a mudança de referência nas diferentes máquinas envolvidas no processo (Impressora, Inserora e AOI). Assim, em conjunto com os operadores que participaram no *workshop* foi possível entender que atividades eram feitas, mesmo que fossem realizadas de maneira errada ou sem um padrão definido. As atividades que resultaram dessa observação apresentam-se nas Tabelas 8, 9 e 10, das quais fazem parte as atividades de mudança de referencia da Impressora, Inserora e AOI, respetivamente.

| <b>Impressora</b>   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Operações</b>  | <b>Tempo (s)</b>            |
| 1. Buscar o estêncil.   | 77                          |
| 2. Buscar <i>magazine</i> .                                       | 60                          |
| 3. Buscar pasta de solda.   | 31                          |
| 4. Buscar pinos ou bases.   | 23                          |
| 5. Colocar carro c/estêncil junto à Impressora.                   | 8                           |
| 6. Libertar estêncil.   | 15                          |
| 7. Retirar pasta das lâminas.                                     | 4                           |
| 8. Retirar lâminas.   | 12                          |
| 9. Retirar estêncil para o carro.                                 | 5                           |
| 10. Colocar luvas.  | 17                          |
| 11. Tirar excesso de pasta das lâminas.                           | 52                          |
| 12. Limpar lâminas com um toalhete.                               | 108                         |
| 13. Limpar os pinos.  | 32                          |
| 14. Limpar suportes do estêncil.                                  | 8                           |
| 15. Carregar programa na SPI.                                     | 41                          |
| 16. Colocar o estêncil.   | 9                           |
| 17. Colocar nova pasta de solda.                                  | 30                          |
| 18. Carregar programa na Impressora.                              | 15                          |
| 19. Buscar <i>Lot Traveller</i> <sup>5</sup> .                    | 29                          |
| 20. Carregar <i>magazines</i> (2 unidades).                       | 22                          |
| 21. Confirmar <i>Lot Traveller</i> e preencher <i>checklist</i> . | 42                          |
| 22. Ajustar o estêncil.   | 22                          |
| 23. Fazer transporte da 1ª placa.                                 | 30                          |
| 24. Confirmar fiduciais.  | 7                           |
| 25. Ajustar pinos.  | 120                         |
| 26. Fazer 1ª <i>print</i> .                                       | 30                          |
| 27. Validar primeira placa na SPI.                                | 33                          |
| 28. Calçar luvas.   | 17                          |
| 29. Retirar excesso de solda do estêncil.                         | 30                          |
| 30. Limpar o estêncil.  | 33                          |
| 31. Levar estêncil para a sala de lavagem.                        | 26                          |
| 32. Colocar estêncil na máquina de lavar.                         | 16                          |
| 33. Preencher registo de lavagens.                                | 12                          |
| <b>Total</b>  | <b>1016 s</b><br>(≈ 17 min) |

**Tabela 8-** Cronometragem do tempo das atividades de preparação da Impressora.

*Fonte:* Elaboração própria.

Observando as atividades de mudança da Impressora, verificou-se que só um operador realiza essas atividades, ficando encarregue de as realizar em duas linhas (1 e 2) sendo que outro operador realiza essas atividades na linha 3.

Observando e analisando as operações e os tempos da Tabela 8 compreendeu-se que:

<sup>5</sup> Folha que acompanha as *magazines* com as PCB's indicando as características de produção do produto (Ver Anexo I).

- As atividades de, Buscar estêncil, magazines, pasta de solda, pinos ou bases são feitas com a máquina em funcionamento;
- O Transporte do Carro de Mudança de Referência/estêncil até à Impressora é feito igualmente com a máquina em funcionamento;
- Libertar estêncil refere-se à paragem da máquina e posterior libertação do estêncil através do programa da Impressora;
- Nas atividades, Retirar pasta das lâminas e Retirar lâminas, o operador com a ajuda de uma espátula, retira o excesso de resíduos de pasta de solda das lâminas e, posteriormente, retira-as e coloca-as em cima do carro;
- Retirar estêncil para o carro consiste na retirada do estêncil que estava na máquina Impressora com o código da referência anterior e colocá-lo no carro de mudança de estêncil/referência;
- As atividades, Calçar as luvas, Tirar excesso de pasta das lâminas, Limpar lâminas com um toalhete, Limpar pinos, Limpar suportes do estêncil, Verificar pinos, dizem respeito à colocação das luvas de *latex* para limpeza das lâminas, retirando o excesso de pasta de solda e limpando-as com a ajuda de um toalhete. Posteriormente, ainda com a ajuda de um toalhete o operador procede à limpeza dos pinos que seguram as placas e dos suportes que sustentam o estêncil. De seguida, verifica se os pinos estão em ordem e prontos para sustentarem a placa;
- A atividade, Carregar programa na SPI é feita logo após a mudança de referência no programa da Impressora. Esta atividade contempla o carregamento da nova referência no programa de inspeção de pasta de solda (SPI).
- Colocar o estêncil, Colocar nova pasta de solda e Carregar programa na Impressora, tratam da colocação do estêncil na Impressora de forma a verificar se os pinos e os apoios estão em conformidade com o estêncil, de seguida, é feita a colocação da pasta de solda no estêncil fora da máquina e com o estêncil já colocado o operador carrega o programa na máquina, mudando a referência;
- A atividade *Buscar Lot Traveller*, compreende a movimentação do operador ao lugar onde está situada a *Lot Traveller*, normalmente encontra-se em cima da *magazine* com a nova referência. A atividade, Carregar *magazines* (2 unidades), diz respeito ao transporte e colocação das *magazines* no Abastecedor. Confirmar *Lot Traveller* e

preencher *checklist*, trata da verificação e assinatura pelo operador dos parâmetros que constam nessas fichas a fim de reduzir erros;

- Ajustar estêncil é uma atividade que compreende o ajuste do estêncil através do programa da Impressora, ficando alinhado com as lâminas;
- As atividades, Fazer transporte da primeira placa, Confirmar fiduciais e Ajustar pinos, dizem respeito ao transporte da primeira placa até à Impressora, à confirmação dos fiduciais que trata do ajuste do estêncil feito anteriormente, bloqueando o estêncil no sítio correto e do ajuste dos pinos ligando-os através de um mecanismo de pressão.
- Fazer primeiro *print*, Validar 1ª placa no SPI, são atividades realizadas com a máquina em funcionamento. A Impressora faz o primeiro *print* à primeira placa, ou seja, faz a colocação da pasta de solda nos espaços destinados. De seguida a placa passa para a SPI onde esta faz a inspeção da placa que levou a pasta, verificando se os parâmetros estão corretos e se a quantidade de solda foi a correta e por último o operador tem sempre que preencher uma *checklist*, assinando-a e verificando se tudo está em ordem com as especificações que constam nessa *checklist*;
- A Colocação das luvas, Retirar excesso de solda do estêncil, Limpar estêncil, Levantar estêncil para a sala de lavagem, Colocar estêncil na máquina de lavar e Preencher registo de lavagem são atividades efetuadas igualmente com a máquina em funcionamento e dizem respeito à limpeza dos materiais aos quais continham resíduos de pasta de solda da referência anterior. Sempre que existe troca de referência o estêncil utilizado tem que obrigatoriamente ser transportado para sala de lavagem para posteriormente ser inserido na máquina de lavar para assim ser limpo e pronto a ser utilizado. Sempre que se levam os estêncis para a sala de lavagem o operador tem que efetuar um registo da lavagem.

| <b>Inersora</b>                               |              |
|---|--------------|
| <b>Operações</b>                              | <b>Tempo</b> |
| 1. Parar a máquina.                           | 8            |
| 2. Verificar a referência a produzir.         | 10           |
| 3. Enviar novo programa para a máquina.       | 20           |
| 4. Parar esteira rolante de entrada do Forno. | 25           |
| 5. Calcular quantidade de componentes.        | 43           |
| 6. <i>Start</i> da máquina.                   | 5            |
| 7. Confirmar necessidade de componentes.      | 19           |
| 8. Preparar suplentes.                        | 7            |

|  |                            |
|--|----------------------------|
| 9. Preparar alimentadores (1 unidade).     | 50                         |
| 10. Fazer leitura das bobinas (1 unidade). | 5                          |
| 11. Preencher <i>Lot Traveller</i> .       | 15                         |
| <b>Total</b>                               | <b>207 s</b><br>(3,45 min) |

**Tabela 9** - Cronometragem do tempo das atividades de preparação da máquina *Insersora*.

*Fonte: Elaboração própria.*

Relativamente a atividade de preparação da *Insersora*, entendeu-se que pelo menos dois operadores estão a trabalhar simultaneamente nas duas linhas (1 e 2) e mais dois na linha 3. Verificou-se, também, que um operador fica encarregue de preparar a referência antecipadamente, fazendo o registo, a leitura e separação dos componentes para a sua montagem.

Observando e analisando as operações e tempos da Tabela 9, compreendeu-se que:

- A atividade, Parar a máquina compreende o tempo que a máquina precisa para parar de trabalhar até que seja possível iniciar as atividades seguintes da preparação;
- A atividades, Verificar a referência a produzir, Enviar novo programa para a máquina e Parar esteira rolante de entrada do Forno, são todas efetuadas com a máquina parada. O operador verifica na *Lot Traveller* qual a referência que vai ser produzida e faz o envio do novo programa com a nova referência para a máquina. De seguida, faz a paragem da esteira rolante à entrada do Forno para que assim não ocorra o risco de as placas entrem enquanto o forno ainda não estiver na temperatura ideal;
- Calcular as quantidades de componentes é a atividade que contempla o cálculo das quantidades de componentes necessária à produção da referência. Esta atividade ajuda o operador a saber de quantos componentes irá necessitar e se chegam para produzir a nova referência;
- A atividade *Start* da máquina diz respeito ao iniciar da máquina para a produção da nova referência;
- Confirmar necessidades de componentes e Preparar suplentes são atividades que consistem na verificação da necessidade de componentes que estejam em falta e necessidade de preparar algum suplente para colmatar essa falta. Os suplentes são componentes que já foram utilizados na produção de outras referências, mas que ainda

contêm componentes que podem ser utilizados, caso sejam da mesma família da referência a produzir;

→ As atividades, Preparar alimentadores, Fazer leitura das bobines e Preencher *Lot Traveller*, consistem na preparação dos alimentadores com as bobines e sua leitura e, posteriormente, a verificação pelo operador se tudo está em conformidade com as especificações da *Lot Traveller*.

| AOI  |                            |
|--|----------------------------|
| Operações  | Tempo                      |
| 1. Mudar referência no MESH.                         | 8                          |
| 2. Mudar perfil do Forno.                            | 10                         |
| 3. Ligar esteira rolante de entrada do Forno.        | 5                          |
| 4. Preencher <i>Lot Traveller</i> .                  | 20                         |
| 5. Carregar programa do AOI.                         | 20                         |
| 6. Inspeção da 1ª peça.                              | 21                         |
| 7. Preencher <i>checklist</i> do produto acabado.    | 21                         |
| 8. Transportar <i>magazines</i> para o supermercado. | 98                         |
| <b>Total</b>   | <b>203 s</b><br>(3,38 min) |

**Tabela 10** - Cronometragem do tempo das atividades de preparação que envolvem a máquina AOI.

**Fonte:** Elaboração própria.

Para finalizar, observando a atividades de preparação referentes à AOI, verificou-se que só um operador é que realiza essas atividades nas linhas 1 e 2 e outro operador na linha 3. Assim, analisando as operações e tempos da Tabela 10, compreendeu-se que:

- A atividade, Mudar referência no MESH, contempla a mudança da referência anterior para a referência que vai ser produzida;
- Mudar perfil do Forno é uma atividade em que o operador de acordo com as especificações da *Lot Traveller*, modifica o seu perfil, mudando a sua temperatura e a esteira rolante consoante a pasta de solda e tamanho das placas;
- As atividades, Ligar esteira rolante de entrada do Forno e Preencher *Lot Traveller* passam pelo acionamento da esteira rolante que está antes do forno para que as placas assim que estiverem com os componentes inseridos, entrem no forno e pelo preenchimento da *Lot Traveller*, verificando se as especificações e se os programas estão em ordem;

- Carregar programa na AOI refere-se à inserção da nova referência no programa da máquina que inspeciona cada PCB.
- A Inspeção da 1ª peça passa pela verificação de todos os erros pelo operador que resultaram da máquina AOI;
- As atividades, Preencher *checklist* de produto acabado e Transportar *magazines* para o supermercado são realizadas quando acaba de ser produzida uma *magazine* com quinze *nutsen*. Cada vez que isso acontece, o operador tem que preencher a *checklist* indicando quantas peças foram produzidas, em que linha e qual a referência. Após o preenchimento da *checklist* e quando duas *magazines* estiverem cheias o operador procede ao seu transporte para o supermercado que se encontra fora do setor SMT.

Todas as atividades que envolveram a mudança de referência das diferentes máquinas foram realizadas como sendo o “pior dos casos” em que não existe qualquer ordem padrão de tarefas e onde são consideradas atividades que só são afetas a algumas referências.

- **Primeira Etapa: Separar as atividades de preparação internas das externas**

Após a **Etapa Preliminar**, surge a **Primeira Etapa** onde se fez um estudo das atividades através do registo de elementos de trabalho necessários, tal como a filmagem e a cronometragem, já mencionadas anteriormente. Por outro lado, é onde surge a separação das atividades internas das atividades externas através da análise feita das atividades prévias antes da paragem da máquina, das atividades a realizar com a máquina parada e das atividades a realizar após paragem.

Deste modo, através da análise feita, verificou-se que a maior parte das atividades da Impressora eram executadas internamente (Tabela 11).

| SMED 1 – Impressora |  |             |                  |         |
|---------------------|--|-------------|------------------|---------|
| Operação            | Descrição                                  | Duração (s) | Tipo de Operação |         |
|                     |  |             | Interna          | Externa |
| 1                   | Buscar o estêncil                          | 77          |                  | X       |
| 2                   | Buscar <i>magazines</i>                    | 1           |                  | X       |
| 3                   | Buscar pasta de solda                      | 31          |                  | X       |
| 4                   | Buscar pinos ou placas                     | 23          |                  | X       |
| 5                   | Colocar carro com estêncil junto à máquina | 8           | X                |         |
| 6                   | Libertar estêncil                          | 15          | X                |         |

|   |   |                             |   |
|---|---|-----------------------------|---|
| 7   | Retirar pasta das lâminas                                   | 4                           | X |
| 8   | Retirar lâminas   | 12                          | X |
| 9   | Retirar estêncil para o carro                               | 5                           | X |
| 10  | Calçar luvas  | 17                          | X |
| 11  | Tirar excesso de pasta das lâminas                          | 52                          | X |
| 12  | Limpar lâminas com toalhetes                                | 108                         | X |
| 13  | Limpar os pinos   | 32                          | X |
| 14  | Limpar os suportes do estêncil                              | 8                           | X |
| 15  | Carregar programa do SPI                                    | 41                          | X |
| 16  | Colocar o estêncil  | 9                           | X |
| 17  | Colocar nova paste de solda                                 | 30                          | X |
| 18  | Carregar programa da Impressora                             | 15                          | X |
| 19  | Buscar <i>Lot Traveller</i>                                 | 29                          | X |
| 20  | Carregar <i>magazines</i> (2 unidades)                      | 22                          | X |
| 21  | Confirmar <i>Lot Traveller</i> e preencher <i>checklist</i> | 42                          | X |
| 22  | Ajustar o estêncil  | 22                          | X |
| 23  | Fazer o transporte da 1ª placa                              | 30                          | X |
| 24  | Confirmar fiduciais   | 7                           | X |
| 25  | Ajustar os pinos  | 120                         | X |
| 26  | Fazer 1º <i>print</i>                                       | 30                          | X |
| 27  | Validar a 1ª placa no SPI                                   | 33                          | X |
| 28  | Calçar luvas  | 17                          | X |
| 29  | Retirar excesso de solda do estêncil                        | 30                          | X |
| 30  | Limpar o estêncil   | 33                          | X |
| 31  | Levar estêncil para a sala de lavagem                       | 26                          | X |
| 32  | Colocar estêncil na máquina de lavar                        | 16                          | X |
| 33  | Preencher registo de lavagens                               | 12                          | X |
| <b>Total de tempo gasto na preparação</b> |   | <b>1016 s</b><br>(≈ 17 min) |   |

**Tabela 11** - Registo e separação das atividades internas das externas afetas á preparação da Impressora.

*Fonte: Elaboração própria.*

As atividades que não são executadas internamente dizem respeito à busca do estêncil, *magazines*, da pasta de solda e dos pinos/bases e à limpeza dos materiais. O facto de já usufruírem de um suporte móvel onde armazenar os itens de consumo durante a mudança de

referência da Impressora ajudou na redução do tempo gasto, assim como na redução da movimentação do operador.

Por outro lado, quando existe a necessidade da mudança de referência na linha, é usado um dispositivo sonoro que alerta os operadores sobre o início da atividade de mudança permitindo chamar a atenção do operador que está encarregue da mudança de referência, levando o carrinho até ao local da Impressora.

Relativamente às atividades da Inersora (Tabela 12), observou-se que a maioria das atividades também eram feitas internamente, tirando as atividades que contemplavam a confirmação e preparação dos suplentes e dos alimentadores, da sua leitura e do preenchimento da *Lot Traveller*.

| SMED 1 - Inersora                         |   |                            |                  |         |
|---|---|----------------------------|------------------|---------|
| Operação                                  | Descrição                                 | Duração (s)                | Tipo de Operação |         |
|   |   |                            | Interna          | Externa |
| 1   | Parar a máquina                           | 8                          | X                |         |
| 2   | Verificar a referência a produzir         | 10                         | X                |         |
| 3   | Enviar novo programa para a máquina       | 20                         | X                |         |
| 4   | Parar esteira rolante de entrada do Forno | 25                         | X                |         |
| 5   | Calcular quantidades de componentes       | 43                         | X                |         |
| 6   | Iniciar a máquina                         | 5                          | X                |         |
| 7   | Confirmar necessidades de componentes     | 19                         |                  | X       |
| 8   | Preparar suplentes (1 unidade)            | 7                          |                  | X       |
| 9   | Preparar alimentadores (1 unidade)        | 50                         |                  | X       |
| 10  | Fazer leitura das bobines (1 unidade)     | 5                          |                  | X       |
| 11  | Preencher <i>Lot Traveller</i>            | 15                         |                  | X       |
| <b>Total de tempo gasto na preparação</b> |   | <b>207 s</b><br>(3,45 min) |                  |         |

**Tabela 12** - Registo e separação das atividades internas e externas afetas à preparação da Inersora.

**Fonte:** Elaboração própria.

Analisando as atividades afetas à AOI (Tabela 13), verificou-se que tal como as atividades que fazem parte da mudança de referência nas outras máquinas, estas eram feitas maioritariamente de forma interna. Só as atividades de preenchimento da *checklist* do

produto acabado e do transporte das *magazines* para o supermercado eram feitas externamente.

| SMED 1 – AOI                              |   |                            |                  |         |
|---|---|----------------------------|------------------|---------|
| Operação                                  | Descrição   | Duração (s)                | Tipo de Operação |         |
|   |   |                            | Interna          | Externa |
| 1   | Mudar referência no MESH.                         | 8                          | X                |         |
| 2   | Mudar perfil do Forno.                            | 10                         | X                |         |
| 3   | Ligar esteira rolante de entrada do Forno.        | 5                          | X                |         |
| 4   | Preencher <i>Lot Traveller</i> .                  | 20                         | X                |         |
| 5   | Carregar programa do AOI.                         | 20                         | X                |         |
| 6   | Inspeção da 1ª peça.                              | 21                         | X                |         |
| 7   | Preencher <i>checklist</i> do produto acabado.    | 21                         |                  | X       |
| 8   | Transportar <i>magazines</i> para o supermercado. | 98                         |                  | X       |
| <b>Total de tempo gasto na preparação</b> |   | <b>203 s</b><br>(3,38 min) |                  |         |

*Tabela 13 - Registo e separação das atividades internas e externas afetas à preparação da AOI.*

*Fonte: Elaboração própria.*

Desta forma, através da separação das atividades internas das externas conseguiu-se entender de uma forma mais organizada que atividades são feitas com a máquina parada e com a máquina em funcionamento.

- **Segunda Etapa: Converter as tarefas internas em externas**

Após a **Primeira Etapa**, onde se fez a separação das atividades internas das atividades externas, procedeu-se a aplicação da **Segunda Etapa** que consiste na conversão, se possível, das tarefas internas em externas.

Com a ajuda dos operadores intervenientes no processo de preparação das máquinas foi discutida a melhor forma de converter as atividades internas, possíveis de serem convertidas, em externas. Dessa discussão resultaram as seguintes atividades, ordenadas de acordo com a melhor maneira de serem executadas. Por outro lado, houve a possibilidade de passar algumas atividades internas para atividades externas.

Nas atividades referentes à Impressora (Tabela 14), a atividade, Colocar carro de preparação junto à máquina e a atividade, Carregar *magazine*, que funcionavam como operações

internas, passaram a realizar-se externamente, antes da paragem da máquina. Quando a máquina está em funcionamento, foram adicionadas algumas atividades importantes as quais a operadora que estava a realizar a mudança de referência durante a filmagem não as efetuou, tais como, Mudar Abastecedor e Mudar *Flip-Station*. Nestas atividades a operadora tem que proceder à mudança do mecanismo que vai retirando as placas da *magazine* (Abastecedor) e modificar o programa da *Flip-Station*, que faz a rotação das placas e as leva para a entrada da Impressora. Posteriormente, após a máquina em funcionamento, a atividade referente ao Preenchimento da *checklist*, que era uma operação feita com a máquina parada começou a ser feita como atividade externa, ou seja, depois de a máquina estar em funcionamento.

| <b>SMED 2- Impressora</b>                |   |
|--|---|
| <b>Operação</b>                          |   |
| <b>ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO EXTERNAS</b> |   |
| <b>1</b>                                 | Buscar o estêncil.  |
| <b>2</b>                                 | Buscar pasta de solda.                                      |
| <b>3</b>                                 | Buscar <i>magazine</i> .                                    |
| <b>4</b>                                 | Buscar pinos ou placas.                                     |
| <b>5</b>                                 | Colocar car-ro de preparação da referência junto à máquina. |
| <b>6</b>                                 | Carregar <i>magazine</i> .                                  |
| <b>ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO INTERNAS</b> |   |
| <b>7</b>                                 | Mudar Abastecedor.  |
| <b>8</b>                                 | Mudar <i>Flip-Station</i> .                                 |
| <b>9</b>                                 | Libertar estêncil.  |
| <b>10</b>                                | Carregar programa da Impressora.                            |
| <b>11</b>                                | Carregar programa na SPI.                                   |
| <b>12</b>                                | Calçar luvas.   |
| <b>13</b>                                | Retirar pasta das lâminas.                                  |
| <b>14</b>                                | Retirar lâminas.  |
| <b>15</b>                                | Retirar para o carro.                                       |
| <b>16</b>                                | Tirar excesso de pasta das lâminas.                         |
| <b>17</b>                                | Limpar lâminas com um toalhete.                             |
| <b>18</b>                                | Limpar os pinos.  |
| <b>19</b>                                | Ajustar pinos.  |
| <b>20</b>                                | Limpar suportes do estêncil.                                |
| <b>21</b>                                | Colocar lâminas.  |
| <b>22</b>                                | Colocar nova pasta de solda.                                |
| <b>23</b>                                | Colocar estêncil.   |
| <b>24</b>                                | Ajustar estêncil.   |
| <b>25</b>                                | Fazer transporte da 1ª placa.                               |
| <b>26</b>                                | Confirmar fiduciais.  |
| <b>27</b>                                | Fazer 1º print.   |
| <b>28</b>                                | Validar 1ª placa no SPI.                                    |

---

| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO EXTERNAS |  |
|-----------------------------------|--|
| 29                                | Preencher <i>checklist</i> .           |
| 30                                | Calçar luvas.                          |
| 31                                | Limpar lâminas com toalhetes           |
| 32                                | Retirar excesso de solda do estêncil.  |
| 33                                | Limpar o estêncil.                     |
| 34                                | Levar estêncil para a sala de lavagem. |
| 35                                | Colocar estêncil na máquina de lavar.  |
| 36                                | Preencher registo de lavagens.         |

---

**Tabela 14** - Atividade de preparação da referência melhorada.

**Fonte:** *Elaboração própria.*

Com esta separação, conseguiu-se determinar, numa segunda fase, uma nova sequência de operações tornando o processo muito mais organizado.

Com a separação das atividades internas das externas, o tempo de total das atividades internas, ou seja, com a máquina parada, passaram de 11,52 min para 10,7 min.

Nas atividades relativas à *Insertora* (Tabela 15), algumas começaram a ser feitas externamente e a ordem da sua execução também foi modificada. As atividades, *Verificar qual a referência a produzir* passou a ser realizada externamente tal como a atividade *Calcular quantidade de componentes*.

Por outro lado, foram adicionadas mais duas atividades que são feitas externamente e que são necessárias para que o processo seja completo, nomeadamente as atividades, *Carregar alimentadores na máquina (1 unidade)* e *Preparar novo programa*. Durante a discussão sobre o melhor processo a ser realizado, conclui-se que a atividade, *Parar esteira rolante de entrada do Forno*, estava a ser feita erradamente e que era desnecessária, sendo retirada do leque de atividades da mudança de referência da máquina.

Assim, as atividades, *Verificar qual a referência a produzir*, *Preparar alimentadores (1 unidade)*, *Fazer leitura das bobines (1 unidade)*, *Carregar alimentadores na máquina* e *Preparar novo programa* são feitas externamente antes da máquina parar. As atividades externas feitas depois da máquina em funcionamento dizem respeito ao *Preenchimento da Lot Traveller*, ao *Cálculo da quantidade de componentes*, à *Confirmação de componentes em falta* e à *Preparação de suplentes (1 unidade)*. Relativamente às atividades internas, só existem três atividades que têm que ser feitas com a máquina parada, tais como, *Parar a máquina*, *Enviar novo programa para a máquina* e *Iniciar a máquina*.

O tempo total das atividades externas, aquando da separação das atividades internas das externas, passou de 1,85 m para 0,6 m.

| <b>SMED 2 – Inersora</b>          |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Operação</b>                   |  |
| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO EXTERNAS |  |
| <b>1</b>                          | Verificar qual a referência a produzir |
| <b>2</b>                          | Preparar alimentadores (1 unidade)     |
| <b>3</b>                          | Fazer leitura das bobines (1 unidade)  |
| <b>4</b>                          | Carregar alimentadores na máquina      |
| <b>5</b>                          | Preparar novo programa                 |
| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO INTERNAS |  |
| <b>6</b>                          | Parar máquina                          |
| <b>7</b>                          | Enviar novo programa para a máquina    |
| <b>8</b>                          | Iniciar a máquina                      |
| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO EXTERNAS |  |
| <b>9</b>                          | Preencher <i>Lot Traveller</i>         |
| <b>10</b>                         | Calcular quantidades de componentes    |
| <b>11</b>                         | Confirmar componentes em falta         |
| <b>12</b>                         | Preparar suplentes (1 unidade)         |

**Tabela 15** – Atividades de preparação melhoradas.

**Fonte:** Elaboração própria.

Se analisarmos e compararmos as Tabelas 12 e 15, numa primeira e segunda etapa, verifica-se uma diminuição significativa das atividades feitas internamente. Anteriormente, existiam seis atividades feitas internamente e agora, com a separação e organização das atividades internas e externas, o número desceu para metade. Contrariamente, o número de atividades externas aumentou significando que existiam atividades que eram passíveis de serem feitas com a máquina em funcionamento, sem que isso interferisse na produtividade da máquina. Contudo, se também conseguirmos reduzir o trabalho externo existirá uma maior eficiência e foco nas atividades de maior importância. Isso acontecerá se tentarmos melhorar a logística de suporte e também a ergonomia do espaço.

Por último, nas atividades que fazem parte da AOI (Tabela 16), só uma atividade foi suscetível de ser colocada como atividade externa, mais precisamente a atividade, Preencher *Lot Traveller*. A operação, Ligar esteira rolante de entrada do Forno, foi retirada da lista de

atividades pelos mesmos motivos ditos anteriormente, nas atividades referentes à *Insersora*, pois é uma atividade que é desnecessária e não é correta. Assim, como atividades de preparação interna ficam as atividades, Mudar referência no MESH, Mudar perfil do Forno, Preencher *Lot Traveller*, Carregar programa do AOI e a Inspeção da 1ª peça. Como preparação externa, as atividades Preencher *Lot Traveller*, Preencher *checklist* do produto acabado e Transportar *magazines* para o supermercado.

| SMED 2 – AOI                      |   |
|-----------------------------------|---|
| Operação                          |   |
| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO INTERNAS |   |
| 1                                 | Mudar referência no MESH.                         |
| 2                                 | Mudar perfil do Forno.                            |
| 4                                 | Preencher <i>Lot Traveller</i> .                  |
| 5                                 | Carregar programa do AOI.                         |
| 6                                 | Inspeção da 1ª peça.                              |
| ATIVIDADES DE PREPARAÇÃO EXTERNAS |   |
| 7                                 | Preencher <i>Lot Traveller</i>                    |
| 8                                 | Preencher <i>checklist</i> do produto acabado.    |
| 9                                 | Transportar <i>magazines</i> para o supermercado. |

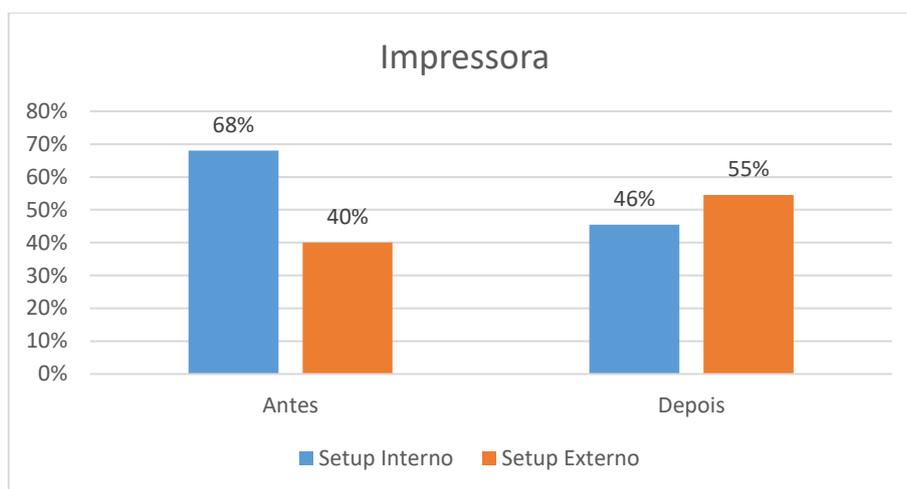
**Tabela 16** - Atividade de preparação melhorada da AOI.

*Fonte: Elaboração própria.*

Após a separação das atividades internas das externas, o tempo dispensado anteriormente nas atividades internas era de 1,4 min e agora é de 1 min.

Só com a transformação das operações internas em externas resultou numa redução do tempo da máquina parada.

De um modo geral, relativamente à Impressora, o Gráfico 3, ilustra a redução do tempo de preparação das atividades internas de 68% para 46% do tempo total de mudança de referência.

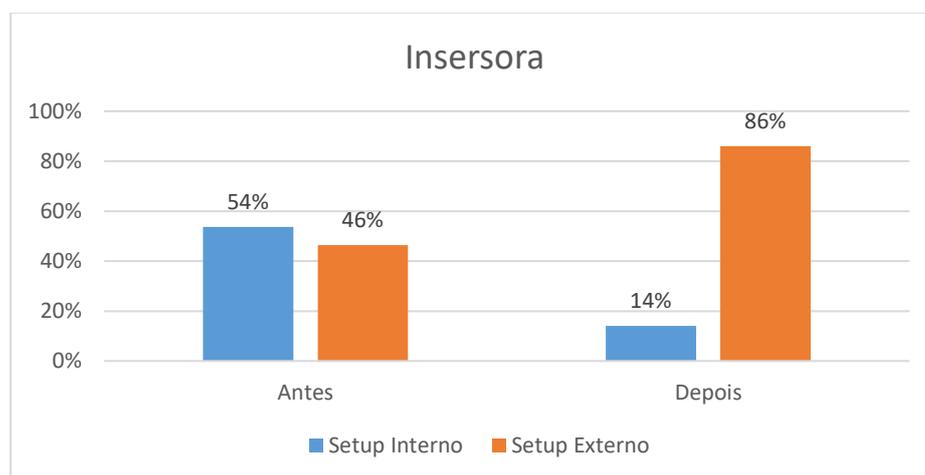


**Gráfico 3** - Percentagem da distribuição das operações de preparação da Impressora antes e depois da implementação da técnica SMED.

*Fonte: Elaboração própria*

Pode-se constatar que as melhorias correspondem a um aumento de 22% nas atividades realizadas como externas, mais concretamente, as atividades realizadas com a máquina em funcionamento.

Para a Inersora (Gráfico 4), a redução do tempo de preparação das atividades internas foi de 54% para 14%.

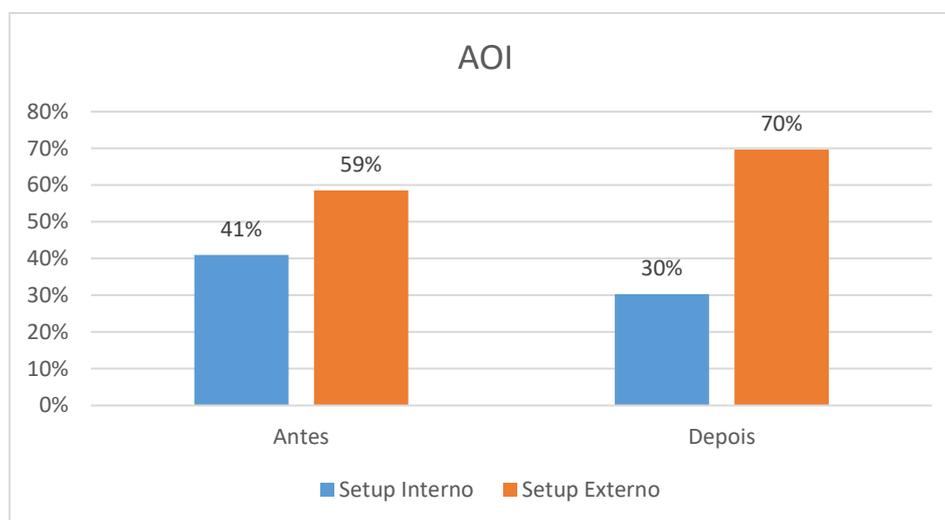


**Gráfico 4** - Percentagem da distribuição das operações de preparação da Inersora antes e depois da implementação do SMED.

*Fonte: Elaboração própria*

As melhorias verificadas correspondem a um aumento de 40% nas atividades realizadas externamente.

Por último, em relação à máquina AOI, através do Gráfico 5, pode-se verificar que a redução do tempo de preparação das atividades internas foi de 41% para 30%.



**Gráfico 5** - Percentagem da distribuição das operações de preparação do AOI antes e depois da implementação do SMED.

*Fonte: Elaboração própria*

As melhorias efetuadas correspondem a um aumento de 11% nas atividades realizadas externamente.

Conforme a Tabela 17, a melhoria efetuada na Impressora corresponde a uma diminuição de 3,72 min de operação da máquina parada em cada mudança de referência.

De 11,52 min de preparação das atividades internas antes da aplicação da técnica SMED, diminuiu para 7,8 min após aplicação.

Relativamente à Insersora, corresponde a uma pequena diminuição de 1,25 min de operação da máquina parada a cada mudança e de 1,85 min de preparação das atividades internas desceu para 0,6 min. Por último, na máquina AOI, a diminuição foi de 0,4 min de operação da máquina parada em cada mudança de referência e de 1,4 min de preparação das atividades internas antes da aplicação da técnica SMED, passando para 1 min após implementação.

Deste modo, pode-se constatar que a máquina que demonstrou resultados mais significativos foi a Impressora, contudo, mesmo que as outras máquinas tenham tido resultados pouco significativos em termos de redução de tempo a cada mudança de referência, se a empresa conseguir reduzir minimamente o tempo gasto com as atividades de preparação internas, conseguirá promover um aumento da eficiência e da produtividade. Por outro lado, através

deste avanço, permitirá aos operadores a realização das atividades de um modo mais padronizado e antecipado, reduzindo o tempo de inatividade das máquinas.

| Máquina    | Tipo de Preparação | Antes       |                 | Depois      |                 |
|------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
|            |                    | Tempo (min) | Percentagem (%) | Tempo (min) | Percentagem (%) |
| Impressora |                    |             |                 |             |                 |
|            | Externa            | 5,42        | 40%             | 9,33        | 55%             |
|            | Interna            | 11,52       | 68%             | 7,8         | 46%             |
|            | <b>Total</b>       | 16,94       | 100%            | 17,13       | 100%            |
| Inersora   |                    |             |                 |             |                 |
|            | Externa            | 3,45        | 46,38%          | 3,68        | 85,98%          |
|            | Interna            | 1,85        | 53,62%          | 0,6         | 14,02%          |
|            | <b>Total</b>       | 3,45        | 100%            | 4,28        | 100%            |
| AOI        |                    |             |                 |             |                 |
|            | Externa            | 1,6         | 58,58%          | 2,3         | 69,7%           |
|            | Interna            | 1,4         | 41,42%          | 1           | 30,3%           |
|            | <b>Total</b>       | 3,38        | 100%            | 3,3         | 100%            |

*Tabela 17 - Redução do tempo da máquina parada.*

*Fonte: Elaboração própria*

Com o objetivo de reduzir ainda mais o tempo de mudança e igualmente das operações de preparação interna, procurou-se na **Terceira Etapa** da técnica SMED, a criação de oportunidades de melhoria. Para além disso, a criação de um novo procedimento ou modo operatório relativo à mudança de referência (Ver Anexo IV), permitirá a realização das atividades de um modo organizado, antecipado e acima de tudo padronizado. Assim, a realização dessas atividades é feita de forma igual por todos os operadores envolvidos na mudança de referência. O facto de haver um modo operatório em cada linha de produção ajuda a que novos funcionários tenham uma perceção imediata das atividades e da forma como proceder.

- **Terceira Etapa: Aperfeiçoar as tarefas internas e externas**

Após a conversão das atividades de preparação internas para as externas nas três máquinas mais importantes do processo de produção, buscou-se a realização de melhorias dessas

atividades de forma a permitir realizá-las mais rapidamente e com o menor índice de erros. Durante a realização do *workshop* foi possível discutir que oportunidades de melhoria se poderiam criar para cada tarefa.

Começando pelas atividades da Impressora (Tabela 14), as atividades que poderiam ser melhoradas dizem respeito às operações **1, 2, 3, 6, 11, 13, 16, 18, 20 e 21**.

Para a **operação 1** (Buscar o estêncil), foi discutida como oportunidade de melhoria a identificação e localização de todos os estêncis para que assim seja mais fácil para o operador fazer uma identificação rápida do mesmo. Por outro lado, foi discutido também a criação de um parâmetro na *Lot Traveller* que incluía a sua localização.

Na **operação 2** (Buscar pasta de solda), concluiu-se que deveria haver uma identificação da localização da pasta de solda no carro de mudança de referência, pois o que se verificava é que os tubos de pasta de solda andavam espalhados sem nenhuma ordem fixa. Por outro lado, para a mesma operação foi indicado a criação de um “inventário avançado” de pasta de solda no carro, ou seja, ter sempre “à mão” um tubo de pasta de solda cheia e outra que esteja a ser utilizada para que assim se reduzam as movimentações, o tempo de procura pelo operador e os erros por falta de inventário. Outra oportunidade de melhoria para esta operação foi aproveitar o PDA (assistente pessoal digital) parado para picagem da pasta de solda, enquanto não está a ser utilizado para a picagem das bobinas.

Para a **operação 3** (Buscar *magazine*), era importante a criação de um carro/suporte de transporte e carregamento das *magazines*, pois o modo de transporte utilizado atualmente não é o mais apropriado e é pouco ergonómico.

Na **operação 6** (Carregar *magazine*), existia uma perda de tempo relativamente ao ajuste das *magazines* entre a mudança dos produtos. Estas carecem de um mecanismo de ajuste rápido, deste modo, é necessário proceder à sua adaptação.

Relativamente à **operação 11** (Carregar programa da Impressora), discutiu-se a implementação de uma melhoria em relação à organização dos programas da SPI em sistema. Esta melhoria deveu-se ao facto de a procura dos programas na SPI ser demasiado demorada devido à existência de mais 5S a nível informático, ou seja, existe uma desorganização em termos de pastas onde constam os programas de cada referência. Assim, uma organização das pastas melhoraria a procura na hora de mudança de referência, constituindo uma mais valia para todo o processo.

Para a **operação 13** (Retirar pasta das lâminas), o uso de outro par de lâminas seria uma mais valia pois eliminar-se-ia a tarefa de limpeza das mesmas, caso não fosse necessário usar outro tipo de pasta de solda. Visto que a empresa usufrui de um par suplente de lâminas haveria uma troca direta e uma poupança significativa em termos de tempo. A criação de uma IT (Instrução de Trabalho) para troca direta das lâminas e limpeza posterior também seria uma forma de reduzir o tempo de troca da pasta de solda e posterior limpeza.

A **operação 16** (Limpar pinos/bases), pede que haja uma normalização em termos de limpeza dos pinos e bases, contudo, essa normalização é inexistente e por vezes existe um retrabalho que é causado pela sua má limpeza. Desta forma, a criação de normas de limpeza de pinos e bases colmataria essa falha.

Para a **operação 18** (Verificar pinos), foram pensadas duas oportunidades de melhoria das quais uma tem a ver com a instalação de ar comprimido junto à máquina com o intuito de realizar o teste prévio dos pinos. A outra passa pela instalação de coordenadas para ajuste dos pinos. A primeira oportunidade de melhoria foi pensada devido à existência de retrabalho com a instalação dos pinos em más condições, ou seja, o operador tinha que movimentar os pinos manualmente para que ficassem em pé, repetidamente. Assim, com a instalação de ar comprimido o operador poderá fazer o teste antes de proceder à mudança da referência. A instalação das coordenadas ou de uma régua ajudará o operador a localizar mais facilmente os pontos em que os pinos devem ficar para apoio da placa (*nutsen*), pois esse ajuste era sempre feito por tentativa e erro não existindo qualquer tipo de gestão visual.

Na **operação 20** (Colocar nova pasta de solda), foi decidido que seria importante fazer uma avaliação juntamente com o Engenheiro do Processo, com o intuito de estudar a melhor forma de transferir a pasta de solda de um estêncil para o outro. Entendeu-se que a operação de transferência da pasta de solda de um estêncil para o outro não é rápida nem limpa, assim, é necessário avaliar a forma mais rápida e correta de o fazer.

Em relação à **operação 21** (Colocar estêncil), devido ao peso do estêncil e ao facto de ser um objeto de dimensões consideráveis, é necessário pensar em uma forma de melhorar o manuseamento do mesmo, para assim ser mais fácil para o operador transportá-lo do carro de mudança de referência para a máquina.

Pode-se concluir, então, que para as atividades que fazem parte da mudança de referência da Impressora, foram encontradas catorze oportunidades de melhoria passíveis de serem implementadas.

Passando para as atividades de mudança de referência na Inersora (Tabela 15), só foram encontradas duas oportunidades de melhoria para as operações **2** e **3**.

Na **operação 2** (Preparar alimentadores), por vezes, existe uma insuficiência de alimentadores quando a referência a produzir é grande o que faz com que o operador tenha que esperar pelos que estão a ser utilizados. Contudo, existem muitos alimentadores que estão na manutenção à espera de reparação. Caso estes fossem reparados, haveria mais para utilização o que, conseqüentemente, faria reduzir o tempo de espera pelo operador.

Para a **operação 3** (Fazer leitura das bobinas), devido à má configuração da estação de montagem, o tempo de processamento é elevado pelo que o *scanner* tem que ser configurado para fácil leitura.

Para finalizar, em relação às atividades que englobam a mudança de referência na AOI (Tabela 16), as oportunidades de melhoria encontradas dizem respeito às operações **3** e **7**.

Falando da **operação 3** (Carregar programa da AOI), verificou-se que os erros que resultavam da inspeção do programa AOI na sua maioria eram erros considerados “falsos”, daí o tempo de processamento ser elevado. Assim, é necessário proceder à análise e correção do *software* para que esses erros sejam reduzidos.

Relativamente à **operação 7** (Transportar *magazines* para o supermercado), foi observado que o operador sentia dificuldade na arrumação das *magazines* nas prateleiras do supermercado devido à sua altura e ao peso. Deste modo, é necessário melhorar a ergonomia de arrumação desse espaço.

Deste modo, pode-se concluir, através do *workshop* realizado com os operadores intervenientes no processo de mudança de referência, onde foi aplicada a técnica SMED, e com a criação de um enorme leque de oportunidades de melhoria trará benefícios a curto e a longo prazo para a empresa. Através destas oportunidades, esta terá com toda a certeza uma mudança de referência mais reduzida e a possibilidade da criação de normas de trabalho mais organizadas, e, conseqüentemente, uma redução do desperdício em termos de movimentação, paragem de pessoas e materiais, de erros, de excesso de produção, de sobreprocessamento, entre outros.

Todas as oportunidades de melhoria descritas foram apresentadas ao Diretor de Produção da empresa.

Os resultados obtidos ao longo destas etapas demonstraram uma redução do tempo levado pelas atividades de mudança e preparação da referência, de 11,52 min para 7,8 min, ou seja,

uma percentagem de redução de 32% só na Impressora. Estes resultados vão de encontro aos resultados obtidos nos Casos de Aplicação expostos no capítulo 2, secção 2.7, Revisão da Literatura. Tal como os autores houve uma redução do tempo de mudança da referência através da aplicação da técnica SMED.

#### 6.4.1. Implementação das Oportunidades de Melhoria resultantes da metodologia SMED

Após a identificação das oportunidades de melhoria no capítulo anterior, no presente capítulo, apresentar-se-á o seu processo de implementação. Desta forma, expor-se-ão todas as oportunidades de melhoria que foram implementadas, quais as que foram rejeitadas e as que não foram implementadas até ao momento.

Como dito anteriormente, todas as oportunidades de melhoria foram expostas ao Diretor da Produção, através da elaboração de um Plano de Ações (Tabela 18).

O *feedback* foi muito positivo pelo que as oportunidades de melhoria consideradas de resolução imediata partiram logo para o seu processo de implementação. Por outro lado, não houve entraves quanto à implementação das restantes oportunidades de melhoria.

O Plano de Ações, em forma resumida, consiste na exposição dos problemas existentes no setor SMT, as suas causas, quais as ações que devem ser feitas, o impacto que irão causar, o grau de dificuldade, o seu índice e o seu estado (PDCA – *Plan, Do, Check e Act*).

| Plano de Ações - SMED SMT |                                       |                          |  |                         |                             |        |        |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|--------|--------|
|                           | Problema                              | Causa Raiz               | Ação   | Impacto<br>(+++, ++, +) | Dificuldade<br>(ddd, dd, d) | índice | Estado |
| 1                         | Muito tempo de procura pelos estêncis | Má organização do espaço | Identificar todos os estêncis  | +++                     | d                           | +++d   | PDCA   |
| 2                         | -                                     | -                        | Organização do espaço de armazenamento dos estêncis                        | ++                      | d                           | ++d    | PDCA   |
| 3                         | -                                     | -                        | Gestão visual para gestão de inventário dos estêncis                       | ++                      | d                           | ++d    | PDCA   |
| 4                         | -                                     | -                        | <i>Lot Traveller</i> com a indicação da localização do estêncil a utilizar | +                       | ddd                         | +ddd   | PDCA   |

|    |   |   |   |     |     |        |      |
|----|---|---|---|-----|-----|--------|------|
| 5  | Desorganização aquando da mudança de referência                           | Não existe um padrão                                      | Criar modo operativo de mudança de referência   | +++ | d   | +++d   | PDCA |
| 6  | Tempo de procura da pasta de solda a usar e erros por falta de inventário | Não existe normalização                                   | Criar “inventário avançado” de pasta de solda no carro de preparação da referência            | +   | d   | +d     | PD   |
| 7  | -   | -   | Usar princípio de “caixa cheia, caixa vazia” no carro de preparação da referência             | +   | d   | +d     | PD   |
| 8  | Erros na procura de componentes   | -   | Avaliar possíveis melhorias na arrumação e fluxo de componentes                               | +   | dd  | +dd    | P    |
| 9  | Carregamento de magazines de pouso pouco ergonómico                       | Modo de transporte e carregamento não é o mais apropriado | Criar carro/suporte de transporte e carregamento de <i>magazines</i>                          | +   | ddd | +ddd   | P    |
| 10 | Procura dos programas de SPI em sistema é demorada                        | Maus 5S informáticos                                      | Organização de pastas para melhorar a procura   | +   | d   | +d     | PD   |
| 11 | Operação demorada de troca de pasta de solda e limpeza de lâminas         | Não se usam as peças suplentes                            | Criar IT para troca direta das lâminas e limpeza posterior                                    | +++ | dd  | +++dd  | PD   |
| 12 | Retrabalho causado pela má limpeza dos pinos e placas                     | Não existe normalização                                   | Criar norma de limpeza de pinos e placas  | ++  | d   | ++d    | P    |
| 13 | Retrabalho com instalação de pinos em más condições                       | ?   | Instalação de ponto de ar comprimido junto à máquina para testar os pinos antes da instalação | +   | dd  | +dd    | P    |
| 14 | Operação de transferência de solda não é limpa e rápida                   | -   | Avaliar forma mais rápida e correta de fazer a transferência                                  | +   | dd  | +dd    | P    |
| 15 | Ajuste de pinos é sempre feito por tentativa e erro                       | Não existe gestão visual                                  | Instalar régua para facilitar a instalação de bases e pinos                                   | ++  | d   | ++d    | PD   |
| 16 | -   | -   | Criação de um registo de coordenadas ótimas para referência nas repetições da mesma produção  | ++  | d   | ++d    | P    |
| 17 | Alimentadores insuficientes   | Vários alimentadores aguardam reparação                   | Reparar   | ++  | ddd | +++ddd | P    |
| 18 | Tempo de processamento na estação de                                      | Scanner mal configurado                                   | Reparar   | ++  | dd  | ++dd   | PDCA |

| montagem elevado |   |   |   |   |    |     |   |
|------------------|---|---|---|---|----|-----|---|
| 19               | - | Pouca ergonomia na arrumação de magazines no supermercado | Melhorar ergonomia de arrumação no supermercado | + | dd | +dd | P |

**Tabela 18** - Resumo do Plano de Ações para o setor SMT resultante da metodologia SMED.

**Fonte:** Elaboração própria

Como se pode constatar, algumas ações já começaram a ser postas em prática, tais como:

- Identificar todos os estêncis; Organização do espaço de armazenamento dos estêncis; Gestão visual para gestão de inventário dos estêncis e *Lot Traveller* com a indicação da localização do estêncil a utilizar;
- Criar modo operatório de mudança de referência;
- Criar “inventário avançado” de pasta de solda no carro de preparação da referência;
- Usar princípio de “caixa cheia, caixa vazia” no carro de preparação da referência;
- Organização das pastas na SPI para melhorar a procura;
- Criar IT para a troca direta das lâminas e limpeza posterior;
- Instalar régua para facilitar a instalação das bases dos pinos e Reparar o *scanner*.

As ações que já foram implementadas por completo dizem respeito à ação **1, 2, 3, 4, 5 e 18** que são ações relativas à Identificação, Organização, Gestão Visual, Criação de um espaço relativo à localização do estêncil na *Lot Traveller*, Criação de um modo operatório de mudança de referência e a ação Reparação do *scanner* mal configurado na estação de montagem.

- Identificar todos os estêncis, organização do espaço (...)

Devido à desorganização verificada ao nível da arrumação e localização dos estêncis (Figuras 22 e 23), que fazia com que se desperdiçasse tempo em movimentações e na visualização do código da referência a ser produzida, entendeu-se, aquando da realização do *workshop* SMED que se deveria implementar uma oportunidade de melhoria ao nível da arrumação e organização do espaço que acolhe os estêncis.

A implementação desta ação de melhoria passou pela realização de um inventário em *Excel* recolhendo todos os códigos relativos ao número da referência e ao código CIPSA (número

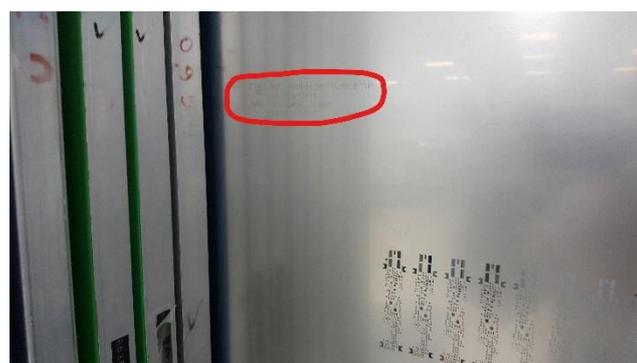
identificativo de cada estêncil composto por seis dígitos) dos estêncis armazenados e em utilização (Figura 24).



*Figura 21 - Estêncis desorganizados.*



*Figura 22 - Etiquetas em falta ou em mau estado.*



*Figura 23 - Recolha do código da referência e do código CIPSA do estêncil.*

Após a realização do inventário, procedeu-se à criação das etiquetas com o *part number* de cada referência e o lado correspondente (lado superior ou lado inferior). Depois da criação e impressão das etiquetas, estas foram afixadas ao estêncil correspondente.

Posteriormente, após a identificação e a localização estarem devidamente feitas, partiu-se para a organização dos estêncis do *part number* que contém o número mais pequeno para o maior, dividindo, em seguida, pela pasta de solda (sem chumbo ou com chumbo) – Figuras 25 e 26.



**Figura 24** – Colocação das novas etiquetas e organização do espaço inserindo a localização dos estêncis “sem chumbo”.



**Figura 25** - Colocação das etiquetas e organização do espaço inserindo a localização dos estêncis “com chumbo”.

Para tornar ainda mais fácil a visualização dos estêncis, criou-se um espaço relativo à localização do estêncil (por exemplo, C7, em que a letra C indica o módulo em que está e o 7 indica a posição) na *Lot Traveller* da referência a ser produzida. Deste modo, os operadores poderão identificar mais facilmente o estêncil que necessitam utilizar.

Para a implementação destas oportunidades de melhoria a Gestão Visual foi fundamental, pois houve uma poupança significativa em termos de tempo aquando da mudança de referência.

É de salientar que este sistema de localização dos estêncis a longo prazo não será viável visto que, ao longo do tempo, poderão ser inseridas mais referências e ter que haver uma reorganização do espaço. Contudo, esta oportunidade de melhoria tinha que ser implementada imediatamente, e, por esse motivo, o sistema adotado a curto prazo foi este.

- Criação de um modo operatório de mudança da referência

Para uma organização mais eficaz das atividades e com o objetivo de haver uma normalização dos processos, foram criados dois modos operatórios de mudança de referência (uma para pastas de solda sem chumbo e outra para pastas de solda com chumbo). Deste modo, os operadores têm uma perceção de quais as atividades a serem feitas e a sua sequência. Adicionalmente, e no sentido de otimizar o material das linhas, procedeu-se à troca dos carros de mudança de referência da linha 3 para as linhas 1 e 2 e vice-versa. Esta troca deveu-se ao facto de o carro da linha 3 ter uma gaveta que permite guardar as lâminas suplentes para troca posterior aquando da mudança da referência. Por outro lado, como a linha 3 não necessita de mudança de lâminas por conter uma Impressora mais recente não necessita desse tipo de suporte.

- Reparação do *scanner* mal configurado da estação de montagem

A estação de montagem diz respeito à montagem das bobines nos alimentadores. O que se verificava era que ao encaixar o alimentador na estação de montagem, o *scanner* não fazia a sua leitura, tendo que o operador o fazer manualmente. Após a reparação do *scanner*, a leitura é instantânea pelo que o operador já não necessita de o fazer manualmente, poupando tempo significativo.

## **6.5. Dificuldades enfrentadas na implementação da técnica SMED**

No decorrer da implementação da técnica SMED, desenvolvida especificamente para o processo de mudança de produto da *Kathrein Automotive Portugal*, foram detetados alguns problemas que afetavam de certa forma o tempo da atividade.

Essas ocorrências foram detetadas ao longo da sua implementação e eram variações que prejudicavam a evolução do processo. De seguida, são citadas algumas dessas variações:

➤ Problemas com a programação da produção

Foram observados e detetados dois tipos de problemas referentes à programação da produção, tais como: a) mudança repentina da produção, ou seja, não produzir o que estava planeado inicialmente ou parar o que se estava a produzir e começar a produzir outro produto. Esta situação pode estar associada ao ambiente volátil da procura que caracteriza o setor eletrónico, ou, pela falta de experiência do programador; b) a má alocação dos recursos. Quando existem alterações ao nível do sequenciamento da produção, não existe uma preparação prévia dos materiais necessários à realização da mudança de referência.

➤ Falta de material

O que se verificava constantemente nas linhas de produção era a falta de material que afetava diretamente a mudança de referência devido à falta de componentes no meio de uma ordem de produção, ou até mesmo no seu decorrer, provocando a sua interrupção. Outra ocorrência de falta de material era a não disponibilização dos alimentadores para colocação das bobines na máquina, o que resultava em longas esperas até que existissem alimentadores livres. Esta situação já foi estudada com a implementação das oportunidades de melhoria que passaram pela reparação dos alimentadores que estavam danificados, fazendo um aproveitamento maior dos recursos.

➤ Má condição dos equipamentos e materiais da produção

Devido ao mal estado dos materiais de apoio utilizados na produção interferia diretamente na mudança de referência pois exigia um tempo maior até estabilizar o processo produtivo quando esses materiais eram repostos por outros. Cada vez que o operador tinha que recolocar os pinos, devido à falta de manutenção e limpeza, estes não conseguiam subir para sustentar a placa. Isto obrigava o operador a ter que posicioná-los à mão, nas mudanças de referência que obrigavam ao uso dos pinos.

- Falta de padronização das tarefas relativas à mudança de referência

O facto de não existir uma instrução de trabalho relativa às tarefas que fazem parte da mudança de referência contribui para uma desorganização e um maior gasto de tempo em tarefas desnecessárias.

- Desatualização de documentos e programas computacionais utilizados na produção

Muitos documentos fornecidos pela empresa não estavam atualizados o que dificultava na hora de recolher os dados e na sua posterior análise. Esta situação comprometia a veracidade dos dados em algumas situações e fazia com que se perdesse muito tempo na sua recolha.

- Crescimento acelerado da produção

Com a expansão rápida da fábrica provocou uma certa desorganização, devido à entrada de operadores inexperientes no processo produtivo.

## **6.6. O processo de mudança de referência após implementação da técnica SMED e das oportunidades de melhoria**

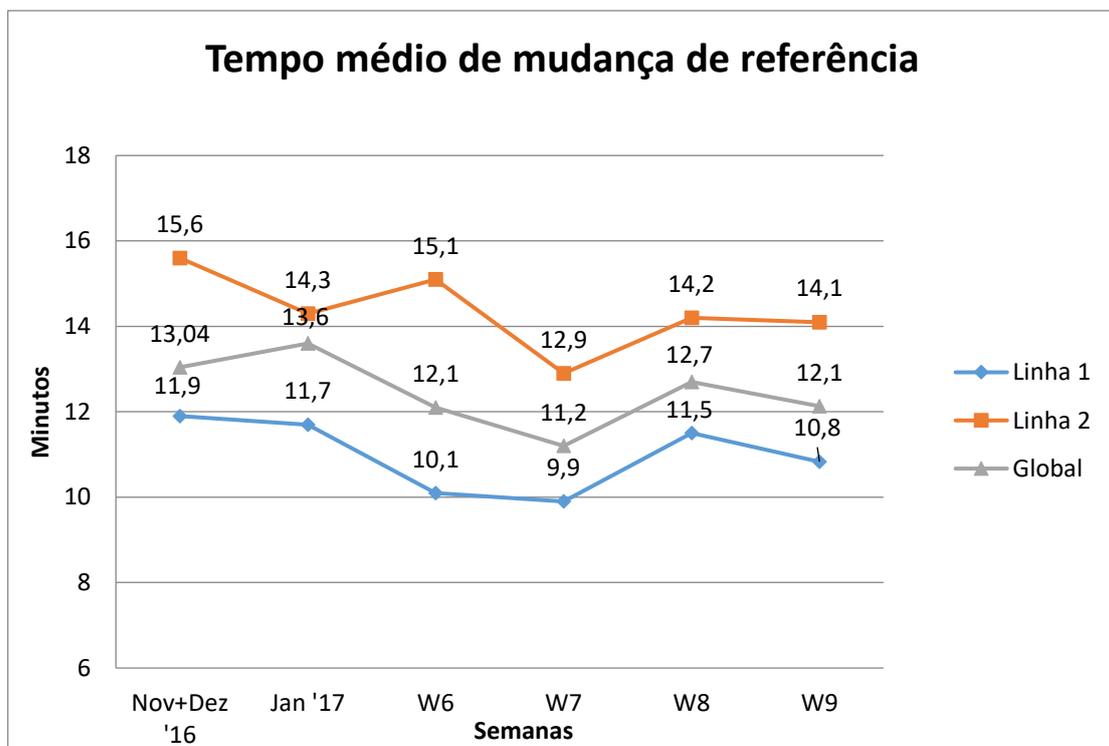
No estudo feito sobre o processo de mudança de referência da *Kathrein Automotive Portugal* descrita na secção 6.3, fez-se a recolha dos tempos médios de mudança com o intuito de verificar o nível de desempenho das linhas de produção do setor SMT. Após análise desses dados, entendeu-se que esses valores eram elevados. Deste modo, na tentativa de melhorar esses tempos foi aplicada a técnica SMED de Shingo, pois é a técnica mais conhecida para a redução dos tempos de mudança de produto nas máquinas. Essa afirmação é corroborada através da pesquisa teórica e dos casos de aplicação demonstrados ao longo do presente trabalho, que revelaram muitos benefícios sobre o uso desta técnica.

É de salientar que esta técnica só foi implementada nas linhas 1 e 2 por estas necessitarem de uma maior intervenção.

Como apresentado ao longo da implementação da técnica SMED na secção 6.4, os resultados foram satisfatórios. O objetivo de reduzir significativamente o tempo de mudança de referência das máquinas numa primeira fase foi conseguido, pois houve uma redução do

tempo de máquina parada de 3,7 min. na Impressora, 1,25 min. na Inersora e na AOI 0,4 min.

Com a técnica SMED implementada partiu-se para a criação e discussão de oportunidades de melhoria e sua posterior implementação. Apesar de nem todas as oportunidades de melhoria terem sido realizadas até ao momento, as implementadas foram uma grande ajuda para os operadores envolvidos no processo de mudança de referência. Só com a identificação, organização e localização dos estêncis, por exemplo, os operadores conseguiram poupar tempo significativo quando tinham que proceder à procura do estêncil. Com a ajuda da Gestão Visual, através das etiquetas, os operadores conseguem realizar uma procura mais rápida do estêncil que necessitam.



**Gráfico 6 - Tempo Médio de mudança de referência após implementação da técnica SMED.**

*Fonte: Dados recolhidos do software da empresa.*

Analisando o Gráfico 6, verifica-se que o tempo médio de mudança de referência das linhas 1 e 2 após implementação da técnica SMED, sofreu uma diminuição pouco significativa ao longo das semanas, após implementação. Contudo, em relação aos valores apresentados inicialmente nos Gráficos 1 e 2, na secção 6.3. O processo de mudança de referência, os valores já não são tão altos.

De uma forma global, em relação ao mês de janeiro e das semanas 6,7,8 e 9, houve uma diminuição de 11%, 18%, 7% e 11%, respetivamente.

Uma causa que justifica os valores médios de mudança de referência não terem sido os esperados, visto que o ideal era ficarem abaixo dos 10 minutos, passou pela inclusão das três máquinas (Impressora, Inersora e Forno) na medição do tempo de mudança de referência no *software MESH*. Inicialmente, a máquina que demonstrava um maior tempo gasto na mudança de referência era a Impressora. Contudo, após várias discussões foi decidido que o ideal seria envolver as outras máquinas que também fazem parte do processo de mudança de referência. Desta forma, os valores apresentados são mais fidedignos e mostram a situação real do que está a acontecer naquele momento. Imaginemos a seguinte situação: suponhamos que as atividades que envolvem a mudança de referência da Impressora tenham sido concluídas rapidamente, tal como as atividades da Inersora, mas a mudança de referência no Forno ainda não esteja concluída. O que se verifica neste caso é que este passa a apresentar um tempo de estrangulamento maior porque ainda não está preparado para receber a nova referência. Assim, o tempo de mudança vai sofrer um aumento maior do que só fosse contabilizado o tempo de mudança de referência na Impressora. É devido a esta situação que os valores médios são valores expectáveis.

Apesar da situação descrita acima, é de realçar a importância da implementação da técnica SMED na produção de vários modelos de produtos e em pequenas quantidades, pois como já foi mencionado por Shingo (1985), esta técnica permite reduzir o tempo de preparação das máquinas, possibilitando a produção em pequenos lotes. O facto de se produzir em pequenos lotes fará com que aumente a ocorrência do processo de mudança de referência. Deste modo, a implementação da técnica SMED serviu, igualmente, para equilibrar essa situação permitindo uma troca ao nível da produção de uma forma mais ágil. O ideal seria uma redução do tempo de mudança de referência para zero, o que levaria a uma produção de lotes unitários, ou seja, um modelo de cada vez.

Para a empresa, esta técnica foi uma mais valia devido à sua capacidade de produzir um grande *mix* de produtos em pequenas quantidades. A implementação de técnica desenvolvida também permitiu um aumento da disponibilidade das máquinas pela economia de 3,72 min, 1,25 min e 0,4 min (Impressora, Inersora e AOI), em cada mudança de referência efetuada nas linhas.

A redução desse tempo foi maioritariamente alcançado com a organização e uniformização dos processos.

Por outro lado, um fator muito relevante e que poderá causar um alto impacto nos resultados do tempo de mudança de referência passa pela sequência de produtos a serem fabricados (Rodrigues, 2006).

## **6.7. Planeamento da produção das linhas do setor SMT**

O planeamento da produção é um fator determinante para o desempenho de um sistema produtivo. Deste modo, é fundamental para assegurar o desenvolvimento e cumprimento de qualquer projeto levando a melhores resultados e à redução de custos.

Em discussão com o Coordenador da Produção, foi pensado proceder à elaboração em *Excel* de um planeamento que incluísse todos os dados importantes para a diminuição significativa dos tempos de mudança de referência das linhas. Desta forma, foram recolhidos dados referentes à linha, ao produto, à sua família, à pasta de solda, perfil do Forno, temperaturas e nº de componentes.

Inicialmente foi pensado incluir todos os componentes necessários, mas pelo facto de serem muitas referências e milhares de componentes tornava impossível a elaboração do planeamento, pois teria que ser criado um algoritmo que permitisse cruzar esses dados.

Como já foi dito no presente trabalho, as PCB's recebem componentes dos dois lados (lado superior e lado inferior), pelo que são tratadas como se fossem produtos diferenciados. Quando existe uma sequencialização da produção, o tempo que demora na realização do processo de produção tornar-se-á reduzido. Isto acontece porque é eliminado ao longo da mudança de um produto para o outro, atividades como o ajuste da esteira rolante, a troca de pinos de apoio na Impressora, quando necessário, e dos alimentadores na Inserora. Por outro lado, existem, também, famílias de produtos muito semelhantes entre si em que a pasta de solda aplicada, os componentes e o perfil do Forno são o mesmo.

Assim, o ideal é criar um planeamento que vá de encontro à redução do tempo de realização do processo de mudança de referência.

Após a recolha dos dados referidos anteriormente, foi feito um cruzamento dos mesmos que nos permitiu criar uma lista organizada de todas as referências e das referências que têm características em comum.

Através dessa lista foi-nos permitido fazer um planeamento da produção com uma sequência que permite reduzir o tempo de preparação das referências, reduzindo etapas como as ditas anteriormente (ajuste da esteira rolante, troca de pinos de apoio na Impressora, e troca dos alimentadores na Insersora).

## 7. CONCLUSOES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são expostas as conclusões referentes ao estudo desenvolvido na presente dissertação de mestrado. Aqui são apresentados os resultados obtidos assim como as implementações efetuadas e propostas de trabalho futuro.

O objetivo geral deste projeto passou pela melhoria do processo produtivo do setor SMT ao nível da redução dos tempos de mudança de referência das linhas, através da aplicação de ferramentas e técnicas magras. Adicionalmente, foi englobado no estudo o planeamento ótimo da produção das linhas.

Através da elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), conseguiu-se analisar de uma forma geral os setores mais importantes da fábrica, diagnosticando os desperdícios e problemas. Os desperdícios e problemas têm a ver na sua maioria com a desorganização dos processos, excesso de movimentações e transporte, elevado *WIP*, elevado tempo de mudança, *takt time*, entre outros.

Ao identificar os desperdícios e problemas existentes, foi possível selecionar quais as ferramentas e técnicas magras a implementar que permitissem aumentar a eficiência do sistema produtivo e eliminar alguns dos desperdícios e problemas.

Para além da ferramenta VSM aplicada, a técnica SMED também foi posta em prática. Ferramentas como 5S, Gestão Visual e Normalização do Trabalho, serviram de apoio às anteriores.

Na sua generalidade, todas as oportunidades de melhoria que resultaram da aplicação destas ferramentas e técnicas foram apresentadas ao Diretor de Produção, sendo aceites para implementação.

Os resultados alcançados, apesar de não se terem revelado de forma significativa no tempo médio de mudança de referência das linhas após implementação da técnica SMED e das oportunidades de melhoria, revelaram-se satisfatórios de acordo com o objetivo pretendido: foi possível aumentar o desempenho e a eficiência dos processos criando um modo operativo de mudança de referência para as linhas do setor SMT, que possibilitou normalizar e padronizar as atividades relativas ao processo de mudança de referência; conseguiu-se organizar a área de armazenamento dos estêncis, reorganizar os carros de mudança de estêncil e fazer o planeamento ótimo da produção, reduzindo mais significativamente os tempos de mudança de referência, aquando da mudança de produto.

Para concluir, é importante referir as principais dificuldades sentidas ao longo do projeto: a desatualização de documentos e falta de informação e a não colaboração imediata por parte de alguns colaboradores. Estas dificuldades tiveram impacto na recolha dos dados e na veracidade dos mesmos, fazendo com que fosse despendido muito tempo.

Como perspetivas para um desenvolvimento futuro, é importante referir que muitas das oportunidades de melhoria discutidas não foram ainda implementadas ou estão na sua fase inicial. Contudo são fundamentais para a melhoria dos processos e para o aumento da eficiência da empresa ao nível do setor em estudo. Para que a implementação das ferramentas e técnicas seja efetivamente uma mais valia para a empresa é de extrema importância que haja uma constante preocupação com a melhoria continua desses processos e pela implementação das restantes oportunidades de melhoria.

## BIBLIOGRAFIA

- AEP - Associação Empresarial de Portugal. (2003). *Métodos e Tempos - Manual Pedagógico PRONACI*.
- Abraham, A., K., G., & Motwani, K. (2012). Setup Time Reduction through SMED Technique in a Stamping Production Line. *SASTECH Journal*, 11(2), 47-52.
- Aguilar, M. (XX). *SETUP REDUCTION TIME AT A BATCH MANUFACTURING PLANT*. Bachelor of Science in Industrial Engineering. California Polytechnic State University. San Luis Obispo.
- Allen, M. (2016). Instant Reflow Oven Changeover in a World of Short Production Runs. *SMT Magazine*, pp. 12-16.
- Alves, A. (2014). *Implementação de princípios e ferramentas Lean numa empresa de componentes plásticos para a indústria automóvel*. Universidade do Minho, Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Escola de Engenharia, Guimarães.
- Andrade, P., Pereira, V., & Del Conte, E. (2015). Value stream mapping an lean simulation: a case study in automotive company. *Int. J Adv Manuf Technol*, 85, pp. 547-555.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of Major Lean Production Waste in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Elsevier Ltd.*, 2167 – 2175.
- Ashkenas, R. (2013). *Why Continuous Improvement May Need To Be Discontinued*. Obtido em 6 de dezembro de 2016, de Forbes: <http://www.forbes.com/sites/ronashkenas/2013/07/24/why-continuous-improvement-may-need-to-be-discontinued/#2a07540b7713>
- Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study. *Procedia Manufacturing*, pp. 153-158.
- Barot, R., Beravala, H., & Patel, B. (2011). *Reducing Set-up Times: A Foundation for Lean Manufacturing*. National Conference on Recent Trends in Engineering & Techology. B.V.M. Engineering College, V.V. Nagar, Gujarat, India.
- Beato, C. (2011). *Melhoria Contínua - Mais do que uma ferramenta de trabalho, um "estado de espírito"*. Obtido em 21 de dezembro de 2016, de Verlag Dashofer Blog:

<http://blog.dashofer.pt/iso/melhoria-continua-%E2%80%93-mais-do-que-uma-ferramenta-de-trabalho-um-%E2%80%93-estado-de-espírito%E2%80%93>

- Bernardes, A., Bohlinger, I., & Milbrandt, H. R. (1997). Recycling of printed circuit boards by melting with oxidizing/reducing top blowing process. *TMS ANNUAL MEETING*. Orlando, Florida, USA.
- Boonsthonsatit, K., & Jungthawan, S. (2015). Lean Supply Management-Based Value Stream Mapping in a Case of Thailand Automotive Industry. *2015 4th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*, (pp. 65-69).
- Braglia, M., Frosolini, M., & Zammori, F. (2009). Uncertainty in value stream mapping analysis. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 12, 435-453.
- Chiavenato, I. (1998). *Os novos paradigmas* (2ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Citeve. (20 de abril de 2012). Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV. Obtido de [http://www.citeve.pt/artigo/sicacr\\_ferra\\_produ](http://www.citeve.pt/artigo/sicacr_ferra_produ)
- CLT. (2008). A criação de valor através da eliminação do desperdício. Obtido de <http://www.leanthinkingcommunity.org/>
- Farlow, D. (2005). Efficient Line Changeover. *SMT Magazine*, pp. 44-45.
- Ferradás, P., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems* (pp. 598-603). Elsevier B.V.
- Furbino, M. (2007). *Melhoria Contínua*. Obtido em 16 de novembro de 2017, de Artigos: <http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/melhoria-continua/14489/>
- Gil, A. C. (1989). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo, Brasil: Atlas, S.A.
- Gouvea, M. (2014). *A importância da AOI (Automatic Optical Inspection) na detecção de placas defeituosas*. Obtido em 16 de janeiro de 2017, de Produza - Superando as suas expectativas: <http://produza.ind.br/tecnologia/a-importancia-da-aoi-automatic-optical-inspection-na-deteccao-de-placas-defeituosas/>
- Guo, H. (2009). *Head & Base Production Optimization: Setup Time Reduction*. Massachusetts Institute of Technology, Master of Engineering in Manufacturing, Department of Mechanical Engineering. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

- Kumar, P. (2012). Set up Reduction - A perfect way for productivity improvement of computer numerical control (CNC) up in manufacturing company. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 5(8), 166-170.
- Lacerda, A., Xambre, A., & Alvelos, H. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54:6, pp. 1708-1720.
- leankit. (2015). *What is Continuous Improvement?* Obtido em 6 de dezembro de 2016, de LeanKit Inc.: <https://leankit.com/learn/kanban/continuous-improvement/>
- Leon, J. (2013). *IMPLEMENTACION DE SMED EN MQ-005*. Universidad Tecnológica de Querétaro.
- Liker, J. (2004). *THE TOYOTA WAY: 14 MANAGEMENT PRINCIPLES FROM THE WORLD'S GREATEST MANUFACTURER*. McGraw-Hill.
- Lodgaard, E., Ingvaldsen, J., Aschehoug, S., & Gamme, I. (2015). Barriers to continuous improvement: perceptions of top managers, middle managers and workers. *48th CIRP Conference on MANUFACTURING SYSTEMS - CIRP CMS*, 41, pp. 1119-1124.
- Mann, D. (2003). The Case for Lean Culture - Sustain the gains from your lean conversion. *Association for Manufacturing Excellence*, 19, pp. 20-29.
- Marconi, A., & Lakatos, E. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5ª ed.). São Paulo: ATLAS S.A.
- Moreira, A., & Pais, G. (2011). Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6, 129-146.
- Moreira, F. (2010). *MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VALUE STREAM MAPPING)*. Obtido em 16 de dezembro de 2016, de Portal Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/6172-mapeamento-do-fluxo-de-valor-value-stream-mapping.html>
- National Instruments. (2011). *Fundamentos do Projeto de PCB: Visão Geral*. Obtido em 2 de novembro de 2016, de National Instruments: <http://www.ni.com/tutorial/10580/pt/>
- Oliveira, P. (2011). *APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING NA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS - ESTUDO DE CASO*. Dissertação de Mestrado. Gestão da Qualidade. Universidade Fernando Pessoa. Porto.

- Pinheiro, E., Kakehashi, T., & Angelo, M. (2005). O USO DE FILMAGEM EM PESQUISAS QUALITATIVAS. *Revista Latino Americana de Enfermagem*, 5, pp. 717 - 22. Obtido de <http://rlae.eerp.usp.br/>
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras (3ªed.)*. Lidel.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras (6ªed.)*. Lidel.
- Rahani, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, pp. 1727-1734.
- Rekha, R. S., Periyasamy, P., & Nallusamy, S. (2016). Lean Tools Implementiom for Lead Time Reduction In CNC Shop Floor of an Automotive Component Manufacturing Industry. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (45), pp. 1-6.
- Rentes, A., Araujo, C., & Rentes, V. (2009). Best Practice Examples in Sustaining Improvements from Lean Implementation. *Industrial Engineering Research Conference*.
- Ribeiro, B. (2012). *Melhoria Contínua numa Operação de Retalho*. Projeto de Estágio. Universidade Católica Portuguesa. Porto.
- Robinson, A. (1991). *Continuous Improvement in Operations. A Sistematic Approach to Wost Reduction*. Cambrigde, Massachusetts; Norwalk, Connecticut: Productivity Press.
- Rodrigues, I. (2006). *Implementação de técnicas da produção enxuta numa empresa de manufatura contratada do setor eletroeletrónico*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Rodrigues, M. (2012). *Implementação de práticas Lean numa linha de produção eletrónica*. Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores: Major Automação. FEUP, Porto.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value or eliminate muda*. . Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Russel, R., & Taylor, B. (2009). *Operations Management. Along The Supply Chain*. (6ª ed.).
- Serrano, P. (1994). *INVESTIGACION CUALITATIVA I: RETOS E INTERROGANTES: METODOS* (6ª ed.). LA MURALLA.

- Shinde, B., Jahagirdar, S., Sane, S., & Karandikar, V. (2014). Set-up time Reduction of a Manufacturing Line using SMED Technique. *International Journal of Advance Industrial Engineering, Vol.2(2)*, 50-53.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press. Cambridge.
- Significados. (s.d.). *O que é Workshop*. Obtido de <https://www.significados.com.br/workshop/>
- Sunk, A., Kuhlant, P., Edtmayr, T., & Sihm, W. (2016). Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies. *International Journal of Production Research*, pp. 1-16.
- Teichgräber, U., & Bucourt, M. (2010). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European Journal of Radiology, 81*, pp. 47-52.
- Teixeira, J. (2013). *Criação de layouts e reorganização do armazém de uma empresa de materiais elétricos*. Tese de Mestrado em Engenharia Industrial, Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Guimarães.
- Trilla, J. (1998). *Projecto SER MAIS: Educação para a Sexualidade*. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Portugal.
- Urban, W. (2015). *The Lean Management Maturity Self-Assessment Tool Based on Organizational Culture Diagnosis*. Paper presented to the 20th International Scientific Conference Economics and Management. Btalytok University of Technology, Wtefska 45<sup>a</sup>, Btalytok 15-351, Poland.
- Welo, T., & Ringen, G. (2016). Beyond waste elimination: Assessing lean practices in product development. *26th CIRP Design Conference, 50*, pp. 179-185.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. Simon and Schuster.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *LEAN THINKING: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon&Schuster UK Ltd.
- Xavier, G., & Sarmiento, S. (2006). *Lean Production e mapeamento do fluxo de valor*. Obtido de [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/316](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/316)

## APÊNDICE

| Ação | Descrição da Tarefa  | Local                        | Data                      | Duração | Resultados   |
|------|--|------------------------------|---------------------------|---------|--|
| #1   | Conhecer os processos da fábrica e do setor SMT  | Fábrica                      | 31-10-16<br>a<br>30-11-16 | 1 mês   | Aprendizagem de todos os processos da fábrica e principalmente do setor em estudo  |
| #2   | Aplicar a ferramenta VSM através da organização de um <i>workshop</i>  | Sala de Formação             | 1-12-16<br>a<br>2-12-16   | 2 dias  | Mapeamento do processo produtivo;<br>Identificação do desperdício;<br>Definição da visão futura  |
| #3   | Observar o processo e as atividades que envolvem a mudança de referência   | Setor SMT                    | 5-12-16 a<br>16-12-16     | 10 dias | Conhecimento de todas as atividades afetas ao processo de mudança de referência  |
| #3   | Analisar documentos (tempos de mudança, tempos de ciclo, sequenciamento da produção, etc.)   | <i>Backoffice</i>            | 19-12-16<br>a<br>22-12-16 | 4 dias  | Análise dos tempos médios de mudança de referência com o intuito de saber a situação da empresa e dos tempos de ciclo das máquinas a fim de encontrar o estrangulamento do processo produtivo;                               |
| #4   | Cronometrar o tempo de mudança de referência entre referências   | Setor SMT                    | 2-01-17 a<br>13-01-17     | 10 dias | Obter os tempos de mudança de referência a fim de verificar a veracidade dos documentos analisados   |
| #5   | Implementar a técnica SMED de Shingo através da realização de um <i>workshop</i> , utilizando como ferramentas de apoio a cronometragem e a filmagem | Sala de formação e setor SMT | 17-01-17                  | 1 dia   | -Identificação dos vários tipos de desperdício ( <i>MUDA</i> );<br>-Entender a metodologia SMED;<br>-Implementação da metodologia SMED na mudança de referência do setor SMT;<br>-Identificação de oportunidades de melhoria |
| #6   | Criar um plano de ações  | <i>Backoffice</i>            | 18-01-17                  | 1 hora  | Plano de Ações com todas as oportunidades de melhoria discutidas no <i>workshop</i> SMED   |

|            |   |                               |                           |         |   |
|------------|---|-------------------------------|---------------------------|---------|---|
| <b>#7</b>  | Identificar e organizar estêncis do setor SMT   | Setor SMT                     | 23-01-17<br>a<br>25-01-17 | 3 dias  | -Criação de etiquetas com o número de cada referência;<br>-Colocação das etiquetas em cada estêncil e organização dos mesmos.         |
| <b>#8</b>  | Adicionar um espaço na <i>Lot Traveller</i> de cada referência relativo à localização do estêncil | <i>Backoffice</i>             | 26-01-17                  | 1 hora  | Criação de um espaço na <i>Lot Traveller</i> com a indicação da localização de cada estêncil no espaço a ser armazenado               |
| <b>#9</b>  | Criar modo operatório de mudança para pastas com chumbo e sem chumbo                              | <i>Backoffice</i> e Setor SMT | 30-01-17                  | 1 dia   | Criação de um modo operatório para as atividades que envolvem a mudança de referência a fim de as padronizar e criar um padrão ótimo. |
| <b>#10</b> | Elaborar um planeamento da produção para o setor SMT  | <i>Backoffice</i> e Setor SMT | 30-02-17<br>a<br>7-04-17  | 2 meses | Elaboração em Excel de um planeamento da produção para as linhas do setor SMT   |

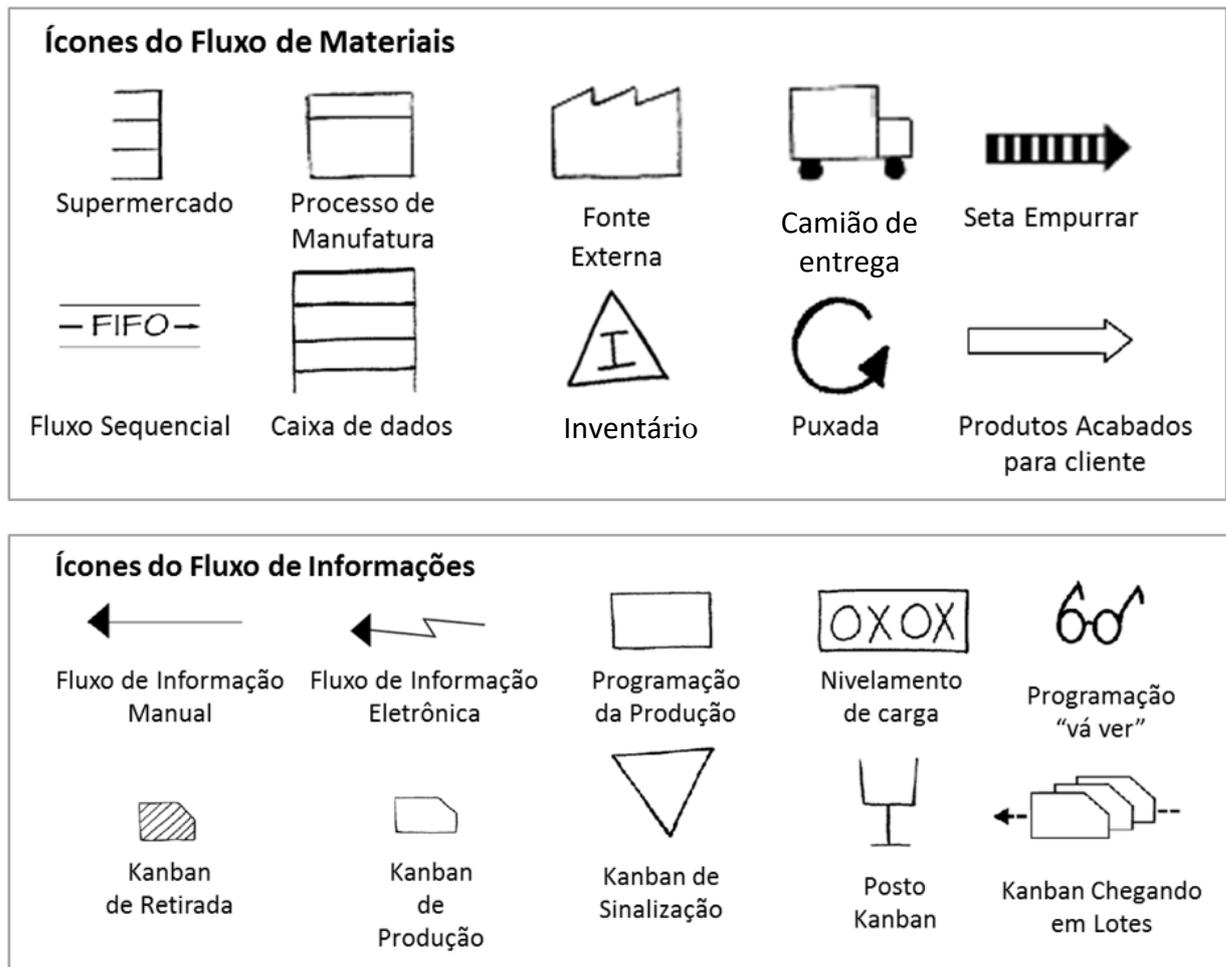
**Tabela 19-** Trabalho realizado de observação direta.**Fonte:** Elaboração própria.

## ANEXOS

### Anexo I– Exemplo de uma *Lot Traveller*

|   |                        |                               |                                 |                               |                          |                          |
|---|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Produto</b>  | 13*****                |                               | <b>Data</b>                     |                               | <b>Qtde</b>              |                          |
| <b>PCB</b>  | 03****B01              |                               | <b>Supervisor:</b> _____        |                               |                          |                          |
| <b>Lado</b>   |                        | <b>Linha</b>                  | 1                               |                               |                          |                          |
| <b>Laser</b>  |                        | <b>Validação (assinatura)</b> |                                 |                               |                          |                          |
| Programa  | 13*****B01V00          |                               |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Printer</b>  |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 13*****TB01V00         | 13*****BB01V00                |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pasta Solda   | Lead Free              |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Suporte   | Pinos                  | Bases                         |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Stencil   | 03*****B01P02 D15      | 03*****B01P02 D16             |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>SPI</b>  |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 13*****TB01V00         | 13*****BB01V00                |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Pick &amp; Place</b>   |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 13*****TB01V00         |                               |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>IMPORTANTE:Verificar o programa nos 6 módulos da máquina</b> |                        |                               |                                 |                               |                          |                          |
| <b>Reflow Ove</b>   |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | LF1-995778-10755B3.PRO |                               |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Center Rail   | 121                    |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>AOI</b>  |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 13*****TB01V00         | 13*****BB01V00                |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Loader</b>   |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 2                      | 1                             |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Flip Station</b>   |                        | <b>Top</b>                    | <b>Bottom</b>                   | <b>Validação (assinatura)</b> |                          |                          |
| Programa  | 0                      | 1                             |                                 |                               | Yes                      | No                       |
|   |                        |                               |                                 |                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Placas de dupla face terão duas assinaturas</b>              |                        |                               |                                 |                               |                          |                          |
| <b>TOP-Preencher a AZUL</b>                                     |                        |                               | <b>BOTTOM-Preencher a Preto</b> |                               |                          |                          |

**Anexo II -Nomenclatura VSM – símbolos mais usados**



**Figura 26 - NORTEGUBISIAN (2016).**

**Retirado de:** <http://nortegubisian.com.br/consultoria/gestao-de-operacoes-e-servicos/value-stream-mapping-vsm/> (22-12-2016)

### Anexo III – Instrumentos utilizados na Inersora



*Figura 27 – Nozzles de tamanho grande.*



*Figura 28 - Nozzles de tamanho pequeno.*



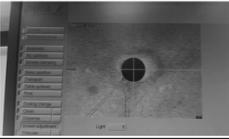
*Figura 29 - Apoio da Inserora Módulo 5 (Cabeça).*

## Anexo IV – Modo Operatório de mudança de referência para pastas de solda “sem chumbo” e “com chumbo”

| KATHREIN<br>Automotive |   | Modo Operatório de Changeover<br>Aplicável apenas a changeovers com pastas de solda <u>Lead Free</u> |                 |               |  | Código  | 0   |  |
|------------------------|---|--|-----------------|---------------|--|---|---|--|
|                        |   |  |                 |               |  | Revisão nº  | 0   |  |
| SMT                    |   |  |                 |               |  | Data de revisão   | 01-02-2017  |  |
|                        |   |  |                 |               |  | Página  | 1 de 2  |  |
| Descrição da tarefa    |   | Classificação  | Externa         | Interna       | Demonstração Visual  | Aspectos críticos   |   |  |
| Tarefa 1               | Preparar stencil para a produção seguinte                                     | T  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 2               | Preparar magazine para produção seguinte                                      | T  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 3               | Verificar estado e funcionamento dos pinos ou placas para a produção seguinte | O V  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 4               | Colocar o carro de apoio ao changeover junto à máquina                        | T  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 5               | Mudar loader e flip station (se necessário)                                   | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 6               | Carregar magazine para a produção seguinte                                    | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 7               | Baixar pinos para libertar o stencil (se necessário)                          | O  |                 |               |    |   |   |  |
| Tarefa 8               | Retirar excesso de pasta pendurado nas lâminas                                | O +  |                 |               |   |   |   |  |
| Tarefa 9               | Retirar as lâminas  | O +  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 10              | Envolver as lâminas, de forma a não sujar as áreas de contacto                | O Q  |                 |               |  | Devem envolver-se as lâminas em papel para evitar contaminações.                      | +   |  |
| Tarefa 11              | Retirar o stencil   | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 12              | Carregar programa da printer  | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 13              | Carregar programa da SPI  | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 14              | Retirar a pasta de solda e limpar todos os pontos de contacto                 | O  |                 |               |  |  | Limpar os componentes de dispense da pasta de solda   |  |
| Tarefa 15              | Trocar/ajustar os pinos ou bases (se necessário)                              | O  |                 |               |  |   | Deve ter em conta a variação de largura entre placas. |  |
| Tarefa 16              | Instalar as lâminas limpas  | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 17              | Instalar o novo stencil   | O  |                 |               |  |   |   |  |
| Tarefa 18              | Colocar a nova pasta de solda   | O Q  |                 |               |  |   |   |  |
| Legenda                |   | Elaborado por:   | Verificado por: | Validado por: | Detentores de cópias na KAPT   |   |   |  |
| Operação/Máquina       | M   | Risco de Segurança   | +               |               | QM   | ME  | FIN   |  |
| Tarefa do operador     | O   | Risco de Qualidade   | Q               |               | PM   | MAT   | HR  |  |
| Transporte             | T   | Validação  | V               |               | MG   | LOG   |   |  |
|                        |   | KAPT/Função  | KAPT/Função     | KAPT/Função   |  |   |   |  |

| KATHREIN Automotive |  | Modo Operatório de Changeover                                       |                 |               |                              | Código            | 0  |
|---------------------|--|---|-----------------|---------------|------------------------------|-------------------|--|
| SMT                 |  | Aplicável apenas a changeovers com pastas de solda <u>Lead Free</u> |                 |               |                              | Revisão nº        | 0  |
|                     |  |   |                 |               |                              | Data de revisão   | 01-02-2017   |
|                     |  |   |                 |               |                              | Página            | 2 de 2   |
| Descrição da tarefa |  | Classificação   | Externa         | Interna       | Demonstração Visual          | Aspectos críticos |  |
| Tarefa 19           | Ajustar a posição do stencil                         | <b>O V</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 20           | Carregar a primeira placa                            | <b>M</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 21           | Confirmar fiduciais da placa                         | <b>M V</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 22           | Fazer "set pins"                                     | <b>O M</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 23           | Fazer dispense ou colocação manual de pasta          | <b>O M</b>  |                 |               |                              |                   | Ao reaproveitar parta deve-se amassar a mesmo com pasta nova.  |
| Tarefa 24           | Fazer primeiro print                                 | <b>M</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 25           | Validar print e inspeção da SPI                      | <b>O V</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 26           | Preencher lot traveller                              | <b>O</b>  |                 |               |                              |                   |  |
| Tarefa 27           | Limpar as lâminas                                    | <b>O</b>  |                 |               |                              |                   | Antes de se lavarem as lâminas e os stencils na máquina, deve retirar-se o excesso de solda e limpar com um toalhete as áreas de contacto com a solda. |
| Tarefa 28           | Limpar o stencil                                     | <b>O Q</b>  |                 |               |                              |                   | Não limpar ou remover excesso de solda com a espátula ou toalhetes na área de print.   |
| Tarefa 29           | Colocar lâminas a lavar                              | <b>O M</b>  |                 |               | <br>                         |                   |  |
| Tarefa 30           | Colocar stencil a lavar                              | <b>O M</b>  |                 |               |                              |                   | As etiquetas de identificação devem estar voltadas para cima.  |
| Tarefa 31           | Colocar as lâminas no armário dedicado para o efeito | <b>T</b>  |                 |               |                              |                   | As lâminas devem ser acondicionadas de forma a não serem danificadas.  |
| Legenda             |  | Elaborado por:  | Verificado por: | Validado por: | Detentores de cópias na KAPT |                   |  |
| Operação/Máquina    | <b>M</b> Risco de Segurança <b>+</b>                 |   |                 |               | QM                           | ME                | FIN  |
| Tarefa do operador  | <b>O</b> Risco de Qualidade <b>Q</b>                 |   |                 |               | PM                           | MAT               | HR   |
| Transporte          | <b>T</b> Validação <b>V</b>                          | KAPT/Funcão   | KAPT/Funcão     | KAPT/Funcão   | MG                           | LOG               |  |

| KATHREIN<br>Automotive |   | Modo Operatório de Changeover<br>Aplicável apenas a changeovers com pasta de solda Lead |                 |                 |  | Código  |   | 0   |  |
|------------------------|---|---|-----------------|-----------------|--|---|---|-----|--|
|                        |   |   |                 |                 |  | Revisão nº  |   | 0   |  |
| SMT                    |   |   |                 | Data de revisão |  | 01-02-2017  |   |     |  |
|                        |   |   |                 | Página          |  | 1 de 2  |   |     |  |
| Descrição da tarefa    |   | Classificação   | Externa         | Interna         | Demonstração Visual  | Aspectos críticos   |   |     |  |
| Tarefa 1               | Preparar stencil para a produção seguinte                                     | T   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 2               | Preparar magazine para produção seguinte                                      | T   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 3               | Verificar estado e funcionamento dos pinos ou placas para a produção seguinte | O V   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 4               | Colocar o carro de apoio ao changeover junto à máquina                        | T   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 5               | Mudar loader e flip station (se necessário)                                   | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 6               | Carregar magazine para a produção seguinte                                    | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 7               | Baixar pinos para libertar o stencil (se necessário)                          | O   |                 |                 |    |   |   |     |  |
| Tarefa 8               | Retirar excesso de pasta pendurado nas lâminas                                | O +   |                 |                 |    |   |   |     |  |
| Tarefa 9               | Retirar as lâminas  | O +   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 10              | Limpar as lâminas   | O   |                 |                 |  | Deve retirar-se o excesso de solda e limpar com um toalhete as áreas de contacto com a solda. |   |     |  |
| Tarefa 11              | Retirar o stencil   | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 12              | Carregar programa da printer  | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 13              | Carregar programa da SPI  | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 14              | Retirar a pasta de solda e limpar todos os pontos de contacto                 | O   |                 |                 |  |          | Limpar os componentes de dispense da pasta de solda |     |  |
| Tarefa 15              | Trocar/ajustar os pinos ou bases (se necessário)                              | O   |                 |                 |  | Deve ter em conta a variação de largura entre placas.   |   |     |  |
| Tarefa 16              | Instalar as lâminas limpas  | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 17              | Instalar o novo stencil   | O   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Tarefa 18              | Colocar a nova pasta de solda   | O Q   |                 |                 |  |   |   |     |  |
| Legenda                |   | Elaborado por:  | Verificado por: | Validado por:   | Detentores de cópias na KAPT   |   |   |     |  |
| Operação/Máquina       | M   | Risco de Segurança  | +               |                 | QM   | ME  |   | FIN |  |
| Tarefa do operador     | O   | Risco de Qualidade  | Q               |                 | PM   | MAT   |   | HR  |  |
| Transporte             | T   | Validação   | V               |                 | MG   | LOG   |   |     |  |
|                        |   | KAPT/Função   | KAPT/Função     | KAPT/Função     |  |   |   |     |  |

| KATHREIN<br>Automotive |   | Modo Operatório de Changeover<br>Aplicável apenas a changeovers com pasta de solda <u>Lead</u> |                      |                      |   | Código   | 0          |  |    |
|------------------------|---|--|----------------------|----------------------|---|--|------------|--|----|
|                        |   |  |                      |                      |   | Revisão nº   | 0          |  |    |
| SMT                    |   |  |                      |                      |   | Data de revisão  | 01-02-2017 |  |    |
|                        |   |  |                      |                      |   | Página   | 2 de 2     |  |    |
| Descrição da tarefa    |   | Classificação  | Externa              | Interna              | Demonstração Visual   | Aspectos críticos  |            |  |    |
| Tarefa 19              | Ajustar a posição do stencil                | <b>O V</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 20              | Carregar a primeira placa                   | <b>M</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 21              | Confirmar fiduciais da placa                | <b>M V</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 22              | Fazer "set pins"                            | <b>O M</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 23              | Fazer dispense ou colocação manual de pasta | <b>O M</b>   |                      |                      |   | Ao reaproveitar parta deve-se amassar a mesmo com pasta nova.                        |            |  |    |
| Tarefa 24              | Fazer primeiro print                        | <b>M</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 25              | Validar print e inspeção da SPI             | <b>O V</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 26              | Preencher lot traveller                     | <b>O</b>   |                      |                      |   |  |            |  |    |
| Tarefa 27              | Limpar o stencil                            | <b>O Q</b>   |                      |                      |  | Não limpar ou remover excesso de solda com a espátula ou toalhetes na área de print. |            |  |    |
| Tarefa 28              | Colocar stencil a lavar                     | <b>O M</b>   |                      |                      |   | As etiquetas de identificação devem estar voltadas para cima.                        |            |  |    |
| Legenda                |   | Elaborado por:   | Verificado por:      | Validado por:        | Detentores de cópias na KAPT  |  |            |  |    |
| Operação/Máquina       | <b>M</b>                                    | Risco de Segurança   | <b>+</b>             |                      | QM  |  | ME         |  | FN |
| Tarefa do operador     | <b>O</b>                                    | Risco de Qualidade   | <b>Q</b>             |                      | PM  |  | MAT        |  | HR |
| Transporte             | <b>T</b>                                    | Validação  | <b>V</b>             |                      | MG  |  | LOG        |  |    |
|                        |   | .....<br>KAPT/Função   | .....<br>KAPT/Função | .....<br>KAPT/Função |   |  |            |  |    |