



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Pedro Miguel Oliveira Peixoto

**Melhoria de desempenho na área de  
inserção automática de SMDs, aplicando  
ferramentas Lean Production, numa  
empresa de componentes eletrónicos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Professora Doutora Isabel Silva Lopes

## AGRADECIMENTOS

Só foi possível concretizar esta dissertação devido à contribuição de algumas pessoas as quais, a seguir, passarei a indicar.

Como não poderia deixar de ser gostaria de evidenciar a compreensão e cooperação da minha esposa Carmo Almeida e os meus dois filhos Mariana Peixoto e Tiago Peixoto pela minha constante ausência para que pudesse estar disponível para concluir o mestrado.

Gostaria também de salientar e agradecer o empenho, determinação e a metodologia aplicada pelas orientadoras Anabela Carvalho Alves e Isabel Silva Lopes, só com profissionais empenhados desta forma é que foi possível a conclusão de um projeto tão importante na minha vida.

Na empresa contei com o apoio do engenheiro Pedro Pires que orientou e me passou informação relevante para enriquecer este trabalho e também para os meus conhecimentos técnicos da área em que o mesmo ocorreu.

Um agradecimento, em geral, para todos os colaboradores da Delphi que contribuíram com o seu tempo para prestar apoio neste trabalho e que me permitiram aceder a dados bastante relevantes para concluir a dissertação.



## RESUMO

Esta dissertação apresenta um projeto realizado no contexto de uma dissertação do Mestrado em Engenharia Industrial que se desenvolveu na Empresa Delphi Automotive Systems - Portugal SA, sediada na cidade de Braga. Teve como principal objetivo melhorar a eficiência operacional na secção de inserção automática de SMD (*Surface-Mount Device*).

Foi efetuada uma revisão bibliográfica sobre os princípios lean e ferramentas aplicadas na realização deste projeto, dando principal ênfase às ferramentas *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), 5S, *Standard Work* e *Total Productive Maintenance* (TPM). Descreveu-se os processos produtivos de todas as secções desta unidade fabril, pormenorizando a secção SMT a qual foi o foco deste projeto. Efetuou-se uma análise detalhada dos processos produtivos de SMT de forma a conseguir identificar os principais desperdícios que afetavam o indicador designado de eficiência operacional (OE- *Operational Effectiveness*). O foco desta análise foram os *changeovers*, rota de fornecimento de matéria-prima e a manutenção.

Foi possível com esta análise definir uma série de ações a implementar no armazém, manutenção e produção, pelos responsáveis do plano de produção, pelos técnicos de manutenção e também pela secção de SMT de forma a reduzir os tempos de *changeovers*, tempos de paragens de máquinas devido a avarias e também as falhas de fornecimento de materiais.

Com as ações implementadas verificou-se um aumento na eficiência operacional em 2,2%, passando dos 81,2% para 83,4%, comparação efetuada entre o primeiro semestre de 2015 e o primeiro semestre de 2016.

## PALAVRAS-CHAVE

Produção *Lean*, Mudança de Setup, Eficiência Operacional (OE), trabalho Standard Manutenção Produtiva Total (TPM)



## **ABSTRACT**

This dissertation shows a project that was developed at the company Delphi Automotive Systems - Portugal SA, based in the city of Braga and had as main objective the improvement of the operational effectiveness in the section of automatic insertion of SMD (Surface-Mount Device).

In a first moment a bibliographical review on the lean principles and tools applied in the accomplishment of this project was realized, giving emphasis to the tools SMED, 5S, Standard Work and Total Productive Maintenance (TPM). A detailed analysis of the productive processes was carried out of all the sections of this factory unit, detailing the SMT section that was the focus of this project, was made. The beginning of the project had as objective a detailed analysis of the productive processes of SMT in order to identify the main wastes that affected the indicator Operational Effectiveness (OE). The focus of this analysis was the changeovers, raw material supply route and maintenance.

It was possible with this analysis to define a series of actions to be implemented by the warehouse, by the planners of the production plan, by the maintenance team and also by the SMT section in order to reduce the changeover times, machine downtime due to malfunctions and faults in the supply of materials.

With the actions already implemented there was an increase in operational efficiency of 2.2%, from 81.2% to 83.4%, a comparison between the first half of 2015 and the first half of 2016.

## **KEYWORDS**

*Lean Production, Changeover, Operational Effectiveness (OE), Standard Work, Total Productive Maintenance (TPM)*



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	XVI
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Lean Production e Princípios Lean Thinking.....	5
2.1.1 Origem.....	5
2.1.2 Princípios do <i>Lean Thinking</i> .....	6
2.2 Desperdício.....	7
2.3 Ferramentas <i>Lean</i> e outras ferramentas.....	8
2.3.1 <i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i> .....	8
2.3.2 Método 5S.....	9
2.3.3 <i>Standard Work</i> .....	10
2.3.4 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> .....	11
2.3.5 Mecanismos <i>Poka-Yoke</i> .....	15
3. Apresentação da empresa.....	16
3.1 Identificação e localização.....	16
3.2 Delphi global.....	16
3.3 Delphi Portugal.....	17
3.4 Historial da Delphi Braga.....	17
3.5 Complexo Industrial de Braga.....	17



3.5.1	Portfólio de Clientes e Produtos.....	18
3.5.2	Principais Certificações e Políticas .....	18
3.5.3	Principais Secções de Produção .....	19
4.	Descrição e análise crítica da situação atual .....	21
4.1	Descrição do funcionamento dos armazéns.....	21
4.1.1	Armazém 1 .....	21
4.1.2	Armazém 2 .....	22
4.2	Unidade de produção de plásticos .....	22
4.2.1	Injeção de plástico .....	23
4.2.2	Pintura .....	23
4.2.3	Montagem final (plásticos).....	23
4.3	Secção de CBA (inserção manual de componentes THT).....	24
4.4	Secção de Montagem Final.....	25
4.5	Área SMT .....	26
4.6	Valores iniciais dos indicadores das secções.....	30
4.7	Análise crítica e identificação dos problemas na secção SMT .....	32
4.7.1	Análise ao tempo inativo das máquinas devido a causas crónicas/especiais .....	32
4.7.2	Falta de materiais nas linhas.....	36
4.7.3	Planeamento da produção e elevado número de <i>Changeovers</i> .....	37
4.7.4	Perda de tempos com outras operações.....	41
5.	Apresentação de propostas de melhoria.....	43
5.1	Formação aos colaboradores.....	43
5.2	Ações para diminuir o tempo de paragem de máquinas (aplicando TPM).....	44
5.2.1	Ações para solução de problemas na linha 15 .....	44
5.2.2	Ações para solução de problemas na linha 4 .....	46
5.2.3	<i>Checklist</i> para intervenção de manutenção preventiva .....	47
5.2.4	Ações especiais .....	49
5.3	Ações para reduzir tempo de setups .....	49
5.3.1	Aplicação do SMED e metodologia 5S na redução de tempo de Setup .....	49
5.3.2	Nivelamento da produção .....	52
5.3.3	Produção de <i>aftersales</i> .....	53

5.4	Ferramentas para registo de eventos na linha e a emenda do material.....	53
5.4.1	Ferramenta informática para registar eventos.....	54
5.4.2	Alteração do processo de emendar de material.....	54
6.	Análise e discussão de resultados .....	57
6.1	Melhorias na rota de fornecimento de matéria-prima às linhas de produção.....	57
6.2	Redução do tempo de paragem das máquinas.....	57
6.3	Redução do tempo de <i>changeovers (setup)</i> .....	58
6.4	Eficiência Operacional 2015 vs 2016.....	58
7.	Conclusão.....	61
7.1	Conclusões.....	61
7.2	Trabalho futuro.....	62
	Referências Bibliográficas .....	63
	Anexos.....	65
	Anexo I – Site Connectivity Map.....	66
	Anexo II – Resumo dos eventos de janeiro a junho de 2016.....	68
	Anexo III – Lista de códigos de impedimentos.....	81
	Anexo IV – Instrução de trabalho de <i>changeover</i> .....	84
	Anexo V – Equipa para efetuar <i>changeovers</i> .....	88
	Anexo VI – Instrução de trabalho Plano de produção.....	90
	Anexo VII – Instrução de trabalho emenda de materiais.....	93



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios <i>Lean Thinking</i> ( <a href="https://www.portal-gestao.com">https://www.portal-gestao.com</a> ).....	7
Figura 2- Implementação do SMED, antes e depois (engenharia de produção industrial.blogspot, 2012).....	9
Figura 3 - Metodologia 5S (Carlos Aragon Cisneros / Alamy Stock Photo).....	10
Figura 4 - Total Productive Maintenance (Nakasato apud Cousseau, 2003).....	11
Figura 5 - Poka-Yoke na fabricação, (Yamada Electric, 1961).....	15
Figura 6 - Delphi Global .....	16
Figura 7 - Complexo Industrial da Delphi Automotive Systems – Portugal SA. ....	17
Figura 8 - Portfólio Clientes.....	18
Figura 9 – Unidade de produção de plásticos - edifício 2.....	19
Figura 10 - Principais secções do edifício 1.....	20
Figura 11- Layout armazém 1 .....	21
Figura 12 - Layout armazém 2 .....	22
Figura 13 - Fluxos de produção de plásticos.....	22
Figura 14 - Máquina de injeção de plástico .....	23
Figura 15 - Fluxo dos processos da pintura.....	23
Figura 16 - Fluxos dos processos da montagem final .....	24
Figura 17 - Componentes de perfuração ((THT) <a href="https://ritsasv.com/tag/diodos">ritsasv.com/tag/diodos</a> ) .....	24
Figura 18 - Fluxo dos processos de CBA.....	25
Figura 19 - Fluxo dos processos da montagem final.....	25
Figura 20 - Fluxo dos processos do edifício 1 .....	26
Figura 21 - Componentes superficiais ((SMT) <a href="https://alibaba.com">alibaba.com</a> ).....	27
Figura 22 - Fluxo dos processos de SMD .....	27
Figura 23 - Constituição de uma linha SMT .....	28
Figura 24 - Fluxograma dos processos de SMT.....	28
Figura 25 - OE da secção CBA de 2015/2016 .....	30
Figura 26 - OE da secção MF de 2015/2016.....	31
Figura 27 - OE da secção SMT de 2015/2016 .....	31
Figura 28 - Tempo de avarias por linha .....	34
Figura 29- Número de avarias por linha.....	35
Figura 30- Abastecimento de material da rota interna .....	37

Figura 31 – Plano de produção de SMT.....	38
Figura 32 – Número de <i>changeovers</i> por dia .....	40
Figura 33 – Tempo total de <i>changeovers</i> por dia em minutos .....	40
Figura 34 - Emenda de material .....	41
Figura 35 - Tempo de paragem atribuído a feeders.....	42
Figura 36 - Carros na limpeza .....	50
Figura 37 - Identificação da área de limpeza .....	51
Figura 38 - Carro para limpeza.....	51
Figura 39 - Próximo carro a entrar na máquina.....	51
Figura 40 - Etiqueta de identificação do local para carro a entrar na máquina.....	52
Figura 41 - Etiqueta de identificação do parque 0.....	52
Figura 42 - Alicates de corte da fita do material.....	55
Figura 43- Alicates clip individual .....	55
Figura 44 - Alicates carregamento semiautomático.....	56
Figura 45- Eficiência Operacional de 2015.....	59
Figura 46 - Eficiência Operacional de 2016.....	59
Figura 47- <i>SITE CONNECTIVITY MAP</i> .....	67
Figura 48 - Resumo eventos em SMT de janeiro 2016.....	70
Figura 49 - Resumo eventos em SMT de fevereiro 2016 .....	72
Figura 50 - Resumo eventos em SMT de março 2016.....	74
Figura 51 - Resumo eventos em SMT de abril 2016.....	76
Figura 52 - Resumo eventos em SMT de maio 2016.....	78
Figura 53 - Resumo eventos em SMT de junho 2016.....	80
Figura 54 - Lista de códigos de impedimentos.....	82
Figura 55 - Lista de códigos de impedimentos (continuação).....	83
Figura 56 - Instrução de trabalho de <i>changeover</i> .....	84
Figura 57 - Instrução de trabalho de <i>changeover</i> (continuação).....	85
Figura 58 - Instrução de trabalho de <i>changeover</i> (continuação).....	86
Figura 59 - Instrução de trabalho de <i>changeover</i> (continuação) .....	87
Figura 60 - Instrução de trabalho para o plano de produção .....	91
Figura 61 - Instrução de trabalho para o plano de produção (continuação).....	92
Figura 62 - Instrução de trabalho para emendas de material.....	94
Figura 63 - Instrução de trabalho para emendas de material (continuação).....	95

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do OE do ano 2015.....	32
Tabela 2 - Avarias linha 15 .....	35
Tabela 3 - Avarias linha 4 .....	35
Tabela 4 – Tipo, tempo e número de <i>changeovers</i> mensal .....	40
Tabela 5 - Tempo de paragem atribuído a <i>feeders</i> .....	42
Tabela 6- Resumo das propostas de melhoria apresentadas.....	43
Tabela 7 - Ação de formação aos trabalhadores para cumprimento standard das operações ..	44
Tabela 8 - Rever frequência entre intervenções de manutenção preventiva .....	45
Tabela 9 - Ações para solução de problemas na linha 15 .....	45
Tabela 10 -Ações para solução de problemas na estufa da linha 15 .....	45
Tabela 11 - Avarias estufa 15 (janeiro, fevereiro e março 2016).....	46
Tabela 12- Avarias estufa 15 (abril, maio e junho 2016).....	46
Tabela 13 - Ações para solução de problemas na linha 04 .....	46
Tabela 14- Avarias Linha 4 (janeiro, fevereiro e março 2016).....	47
Tabela 15 - Avarias Linha 4 (abril, maio e junho 2016 .....	47
Tabela 16 - <i>Checklist: Inspections to Critical Points in Complete Line</i> .....	48
Tabela 17 - Ações para reduzir o tempo de <i>changeover</i> .....	49
Tabela 18 - Tempo de produção/frequência.....	53
Tabela 19 - Ferramenta informática para registo de eventos .....	54
Tabela 20 - Processo de emendar material.....	55
Tabela 21- Faltas de material igual período 2015 e 2016 (horas) .....	57
Tabela 22 - Avaria de máquinas, igual período 2015 e 2016 (horas) .....	58
Tabela 23 - Tempos de <i>changeover</i> , igual período 2015 e 2016 (horas).....	58
Tabela 24 - Progressão da Eficiência Operacional.....	60
Tabela 25 - Equipa para efetuar <i>changeovers</i> .....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CBA – *Circuit Board Assembly*

EPSR – *Electronic Production Status Report*

FIFO – *First In First Out*

FA – *Final Assembly*

ICT – *In-Circuit Teste*

KPI – *Key Performance Indicator*

MF – *Montagem final*

MRP – *Material Requirement Planning*

NTF – *No Trouble Found*

OE – *Operational Effectiveness*

PSR – *Production Status Report*

SAP – *Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados*

SMD – *Surface mounting devices*

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

SMT – *Surface mounting technology*

THT – *Through-hole technology*

TPM – *Total Productive Maintenance*

WIP – *Work in Process*



## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é aduzido o enquadramento respeitante a esta dissertação, assim como, objetivos e metodologia de investigação pela qual se vai guiar a mesma. No final deste capítulo é apresentada a estrutura desta dissertação.

### 1.1 Enquadramento

A filosofia *Lean* é inteiramente focada na eficiência dos processos e para que esta seja atingida toda a organização tem de estar envolvida isto é, deve haver um comprometimento desde a gestão de topo até ao operador do chão de fábrica. As empresas que adotam o pensamento *Lean* alteram a sua forma de pensar e trabalhar, estas estão focadas na diminuição de custos através da eliminação total dos desperdícios optando, também, por um modelo de produção *Just-In-Time* (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Desperdício significa todas as atividades que não acrescentam valor ao produto do ponto de vista do cliente (Thomas, 1998). Os sete principais desperdícios, segundo Ohno (1988) são: defeitos (produzir bem e à primeira); deslocação (evitar deslocações desnecessárias); processamento (tarefas bem definidas evita processamentos desnecessários); stocks (diminuição de stocks); movimentações (ter um layout bem definido evita movimentações sem valor); esperas (má definição de tarefas); sobreprodução (não produzir mais que o necessário).

Para conseguir reduzir ou eliminar tais desperdícios, além dos princípios orientadores, devem ser usadas ferramentas *Lean* tais como a técnica 5S, produção *Just-In-Time* (JIT), Jidoka, *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), mecanismos *poka-yoke*, (Belu, Ionescu, Misztal, & Mazare, 2015), *Total Productive Maintenance* (TPM) (Andersson, Manfredsson, & Lantz, 2015), *Kanban* (Wan & Chen, 2008), entre outras. Atualmente são muitas empresas, de bens e serviços, que implementam o *Lean Production* com excelentes resultados (Melton, 2005).

A Manutenção Produtiva Total (TPM -*Total Productive Maintenance*) é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão no início da década de 70, encontrando-se hoje perfeitamente implementado em vários países e com resultados notáveis. Na sua aplicação, o TPM cultiva ativamente a melhoria do estado dos equipamentos como resultado das intervenções de manutenção, envolvendo os operadores das máquinas nas ações de manutenção, explorando o facto de o operador ser quem melhor conhece a máquina e,





portanto, quem pode tomar as medidas preventivas básicas necessárias ao seu bom funcionamento (Cabral, 2006).

A Delphi Automotive System – Portugal S.A. pretende reduzir desperdícios e melhorar o seu desempenho usando o *Lean Production*. Neste contexto têm sido realizados projetos que procuram esta redução. A Delphi tem colaborado com a Universidade do Minho admitindo estagiários para trabalharem em projetos nas várias áreas da Engenharia e Gestão Industrial, nomeadamente, na implementação de práticas *Lean* (Ferreira, 2015). Estes estagiários tiveram a oportunidade de colocar em prática conhecimentos adquiridos nas aulas, tendo, assim, uma prestação bastante relevante na melhoria do desempenho da produção na empresa, usando ferramentas *Lean Production*.

A Delphi é uma fornecedora líder global de produtos eletrónicos e tecnologias para o setor automóvel, de veículos comerciais e outros segmentos de mercado. A empresa possui centros técnicos, locais de fabricação e instalações de apoio ao cliente em 32 países e fornece inovações reais que tornam os produtos mais inteligentes e seguros, bem como mais poderosos e eficientes.

Assim, a Delphi (Braga) “está comprometida” com o modelo *Lean Production* e tem como lema ser a melhor empresa do mundo para fornecer o mercado europeu, como tal, trabalha diariamente empenhada na melhoria contínua.

É no seguimento deste pensamento que se pretende aplicar as ferramentas Lean na área de inserção automática de *Surface-Mount Device* (SMD) onde se sabe existir a oportunidade de melhorar o indicador Eficiência Operacional (OE) que neste momento se situa nos 80%. O objetivo será aumentar o OE, no mínimo, até aos 88%.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo da dissertação foi melhorar o desempenho na secção de inserção automática de SMD, nomeadamente atingir o objetivo de 88% de OE, aplicando ferramentas do *Lean Production*. Para isso foi necessário:

- Analisar e avaliar os fatores que impossibilitam atingir 88% de OE;
- Analisar os métodos e ferramentas da Manutenção Produtiva Total;
- Rever e melhorar o *standard work* e, nomeadamente, atualizar as instruções de trabalho;
- Aplicar a metodologia SMED;



- Garantir a entrega atempada de matéria-prima na secção SMT.

Com a concretização do objetivo referido pretendeu-se melhorar os valores obtidos de alguns indicadores de desempenho:

- Reduzir os tempos de intervenção de manutenção curativa;
- Reduzir os tempos de *setup* (*changeover*);
- Reduzir paragens na linha.

### 1.3 Metodologia de investigação

A primeira abordagem foi fazer uma revisão da literatura nas fontes primárias (relatórios, teses, etc.), secundárias (revistas, livros, jornais, etc.) e terciárias (Dicionários, enciclopédias, etc.) e consequentemente fazer uma análise crítica da mesma. A revisão da literatura teve fundamentalmente como palavras-chave *Lean Production* e as ferramentas associadas. Pretendeu-se retirar desta revisão da literatura informação relevante para melhor fundamentar as propostas de melhoria a apresentar e a implementar.

De forma a conseguir obter resultados significativos na dissertação, aplicou-se a metodologia de investigação *Action-Research* (Saunders & Bezzina, 2015) e seguiu-se, sequencialmente, os passos da mesma:

- 1) Identificar o problema: neste passo foram recolhidos dados relacionados com os impedimentos de forma a poder identificar as principais causas que baixavam a eficiência. Foi realizada uma análise da capacidade instalada e a identificação dos produtos e dos equipamentos preparados para produzir de forma a poder fazer uma melhor distribuição/balanceamento da produção. Todas as instruções de trabalho foram analisadas para verificar se estavam de acordo com as tarefas que atualmente se desempenham na secção, de forma a garantir o *standard work* em toda a secção;
- 2) Elaborar um plano: após identificados os principais problemas foi formado um grupo de trabalhadores multidisciplinares da mesma área e de áreas diferentes para debater sobre possíveis soluções (*workshop*). Utilizou-se como suporte neste trabalho várias ferramentas, tais como: *Brainstorming*, *5W2H*, etc. Através do pensamento e utilização de ferramentas *Lean Production*, procurou-se melhorar os valores dos indicadores da secção de inserção automática de SMDs. As propostas de implementação foram definidas tendo em conta as ferramentas e metodologias associadas ao *Lean production*, tais como: *Single Minute Exchange of Die* (SMED); *5Ss*; *Standard Work*; *Kaizen*; *TPM*; Método *Poka-Yoke* e *OE*;



- 3) Agir: Implementar o plano de ações para diminuir ou, até, eliminar por completo os desperdícios.
- 4) Avaliar: Neste passo foram recolhidos e analisados os resultados obtidos relativamente aos indicadores de desempenho da área de inserção automática. Posteriormente analisou-se o impacto das ações colocadas em prática de forma a poder constatar se o desempenho melhorou e se os desperdícios anteriormente identificados foram reduzidos;
- 5) Refletir e compartilhar: acompanhamento contínuo dos impactos das ações e discussão sobre possíveis melhorias, pois são estes os princípios da melhoria contínua. Todas as ações anteriormente descritas incidiram na melhoria dos tempos e custos associados à manutenção de equipamentos, *raw material delivery* e *changeovers (setup)*.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação divide-se em 7 capítulos. O primeiro capítulo aborda o enquadramento, objetivos e a metodologia aplicada para alcançar estes mesmos objetivos.

O segundo capítulo refere a revisão bibliográfica dos temas abordados na dissertação, nomeadamente *Lean Production* e *Princípios Lean Thinking*.

O terceiro capítulo refere-se à apresentação da empresa onde foi realizado o trabalho para esta dissertação, neste capítulo foi abordada a localização da empresa assim como os produtos que esta produz.

No capítulo quatro foram apresentadas as respetivas secções de produção, dando mais ênfase à secção de SMT, que foi o foco para este trabalho. Também foram revelados os principais indicadores (KPI) das secções abordadas.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas para atingir os objetivos que permitam melhorar os indicadores (KPI) na secção de SMDs.

O capítulo seis é referente à análise e discussão dos resultados das ideias implementadas e, por último, o capítulo sete refere-se à conclusão e uma reflexão sobre trabalhos futuros.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada uma breve revisão bibliográfica dos conceitos *Lean* e as suas principais ferramentas, de acordo com alguns autores de forma a sustentar algumas ideias e afirmações relacionadas com a dissertação em causa.

### 2.1 Lean Production e Princípios Lean Thinking

Num mercado cada vez mais competitivo e exigente as empresas têm de produzir com a máxima qualidade, ao mais baixo preço, fornecendo atempadamente ao cliente final e respeitando as pessoas e o ambiente. As empresas mais empreendedoras estimuladas para o conhecimento que acrescenta valor à sua atividade adaptaram a sua forma de trabalhar e pensar de acordo com a filosofia *Lean* (Womack, 1996). O *Lean*, ou produção enxuta, surgiu na Toyota sendo depois disseminado por James P. Womack, D. Jones and D. Roos. O *Lean* é uma filosofia de gestão que coloca em prática atividades que visam aproveitar o potencial humano de forma a potenciar resultados que agregam valor ao produto final.

O conceito *Lean* implica menos esforço humano, menos espaço de fabricação, menos investimento e menos horas para a engenharia desenvolver um novo produto que será produzido em menos tempo (Womack, 1996). Para que a filosofia *Lean* perdure na produção, as empresas devem apostar no mais importante: os trabalhadores, a mudança de comportamentos e mentalidades. Só, assim, a filosofia *Lean* perdura nas empresas e as torna mais competitivas e eficientes. Só com a colaboração dos trabalhadores se consegue a continuidade de produções “magras” (Dombrowski, Tiedemann, & Merkel, 2004).

#### 2.1.1 Origem

O *Lean* surgiu no Japão, na década de 1940, na Toyota, empresa produtora de automóveis. O Sistema de Produção Toyota nasceu após uma experiência que a Toyota iniciou na década de 1940 quando o Eiji Toyoda e o engenheiro de produção Taiichi Ohno tentaram a produção em massa no Japão tendo em conta as ideias adquiridas após visita à unidade fabril da Ford nos Estados Unidos da América. Taiichi Ohno tinha começado a trabalhar no sistema de Produção Toyota na década de 1940 e continuou o seu desenvolvimento no final dos anos 1980.

Segundo Ohno (1988) para reforçar o Toyota Production System (TPS) é abordado o *Just-in-time* que, tendo como suporte os computadores, permitiu criar um sistema que geria



atempadamente as encomendas de materiais aos fornecedores, em grandes quantidades e variedade (*Material Requirement Planning*), indispensável para a produção em massa. Juntamente com o Sistema de Produção Toyota surgiu a produção Lean (Liker, 2003).

O TPS está assente em 4 conceitos chave, sendo estes:

- *Just-in-time* (JIT), que consiste em produzir unicamente o que o cliente pretende, na quantidade necessária e no prazo acordado;
- *Jidoka* (*Autonomation*) tem como objetivo impedir que os defeitos passem para o processo seguinte, dando aos operadores ou sistemas automáticos a autonomia para parar o processo em caso de defeito, até que este seja resolvido, dando assim origem a zero defeitos.
- *Shojinka* (força de trabalho flexível) tem como objetivo a capacidade das empresas adaptarem, de imediato, o número de trabalhadores ajustando-se à capacidade necessária de recursos para responder às necessidades dos clientes, assim como, os trabalhadores alternarem as suas funções mediante as necessidades da produção.
- Sistema de sugestões (Pensamento criativo) permite a participação dos trabalhadores na melhoria dos processos produtivos ou outras áreas dando a sua opinião quanto à forma de agir ou implementar (Monden, 1998).

### 2.1.2 Princípios do *Lean Thinking*

Os autores Womack & Jones (1996), num estudo realizado a determinadas empresas, concluíram que qualquer gestor que tenha um pensamento *Lean* (*Lean Thinking*) deve ter em conta cinco princípios determinantes, sendo estes:

- 1) **Valor** – O valor é definido pelos requisitos determinados pelo cliente para um determinado produto, no qual se deve empregar somente os recursos específicos a um determinado preço e tempo (Womack & Jones, 1996). O pensamento *Lean* implica explicitamente identificar e eliminar desperdícios para assim criar valor para determinada empresa (Womack & Jones, 1996).
- 2) **Fluxo de valor** – O fluxo de valor significa identificar as atividades específicas para um serviço ou produto. Isto implica definir as atividades que criam valor e eliminar todas as que não trazem valor acrescentado ao serviço ou produto, claro que, também pode implicar que este serviço ou produto tenha obrigatoriamente atividades de valor não acrescentado por inerência ao processo (Womack & Jones, 1996).
- 3) **Fluxo contínuo** – O fluxo entre as etapas de cada processo ou entre secções de produção deve ser contínuo e sem desperdícios, ou seja, sem esperas. Isto significa ter



produção de lotes reduzidos e também minimizar o tamanho do *Work In Process* (WIP) entre processos.

- 4) **Produção Pull** - Para garantir que não se produz em excesso e somente o que o cliente pretende pode-se aplicar um pensamento *Lean*, ou seja, a produção “puxada”. Este processo implica produzir unicamente os produtos e quantidades pretendidas pelo processo seguinte (*Just In Time*). Este modelo de produção permite eliminar refugo, excesso de produção, inventário, etc. (Womack & Jones, 1996).
- 5) **Procurar a perfeição** – As empresas definem as suas ideias para obter a perfeição através do pensamento *Lean*. Isto significa a busca intensiva da melhoria contínua com vista a reduzir custos, defeitos, tempo, espaço e esforços (Womack & Jones, Daniel Roos, 1990).

A Figura 1 ilustra os cinco princípios do *Lean Thinking*.



Figura 1 - Princípios *Lean Thinking* (<https://www.portal-gestao.com>)

## 2.2 Desperdício

Desperdício significa todas as atividades que não acrescentam valor ao produto do ponto de vista do cliente e que este não está disposto a pagar (Thomas, 1998). Os sete principais desperdícios, segundo Ohno (1988) são:

1. **Defeitos:** produto fora da especificação;
2. **Transporte:** transporte de materiais ou produtos que não agrega valor;



3. **Processamento:** são etapas do processo desnecessárias, ou seja, que não agregam valor ao produto;
4. **Stocks:** excesso de inventário de matéria-prima;
5. **Movimentações:** movimento de pessoas que não agrega valor;
6. **Esperas:** tempo de espera por materiais, pessoas, equipamentos ou informações;
7. **Sobreprodução:** excessos de inventário de produto acabado.

## 2.3 Ferramentas *Lean* e outras ferramentas

Nesta secção são apresentadas algumas ferramentas *Lean* e outras ferramentas que foram importantes para o desenvolvimento desta dissertação.

### 2.3.1 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

A metodologia *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) orienta no sentido da preparação de *setups* externos, ou seja, antes ou depois de a máquina parar. As seguintes etapas ajudam a esclarecer melhor o plano de trabalho para atingir melhor performance das máquinas:

**1ª Etapa: estudo de trabalho** – nesta fase ainda não se distingue quais as tarefas internas ou externas. Neste momento temos de observar e separar as respetivas atividades.

**2ª Etapa: separar atividades externas das internas** – pretende-se identificar as tarefas que são realizadas com a máquina parada (atividades internas) e as tarefas que são realizadas com a máquina em funcionamento (atividades externas).

**3ª Etapa: transformar atividades internas em externas** – pretende-se passar a realizar durante o tempo de operação tarefas que se realizavam com a máquina parada (atividades internas).

**4ª Etapa: reduzir e eliminar as atividades internas** – identificar e reduzir os tempos das tarefas que se executam com a máquina parada ou, se possível, elimina-las.

**5ª Etapa: reduzir as atividades externas** – deve-se diminuir atividades externas que consomem tempo e recursos, mesmo que estas não consumam tempo de *setup*.

Com a customização dos produtos, a quantidade de produção é propícia a pequenos lotes, o que faz com que o número de *changeovers* seja superior. O *setup* deve ser organizado e preparado antecipadamente (externo) e deve-se tornar em tarefas standard para que todos as efetuem de igual forma. Esta metodologia, por si só, não resolve todos os problemas, também terão de ser suportadas por ações de melhoria Kaizen ou até pelo desenvolvimento ou alteração dos equipamentos de forma a facilitar a realização de *changeovers* (McIntosh, Culley, Mileham, & Owen, 2000).



A Figura 2 é bastante elucidativa quanto à melhoria no tempo de *setup*.

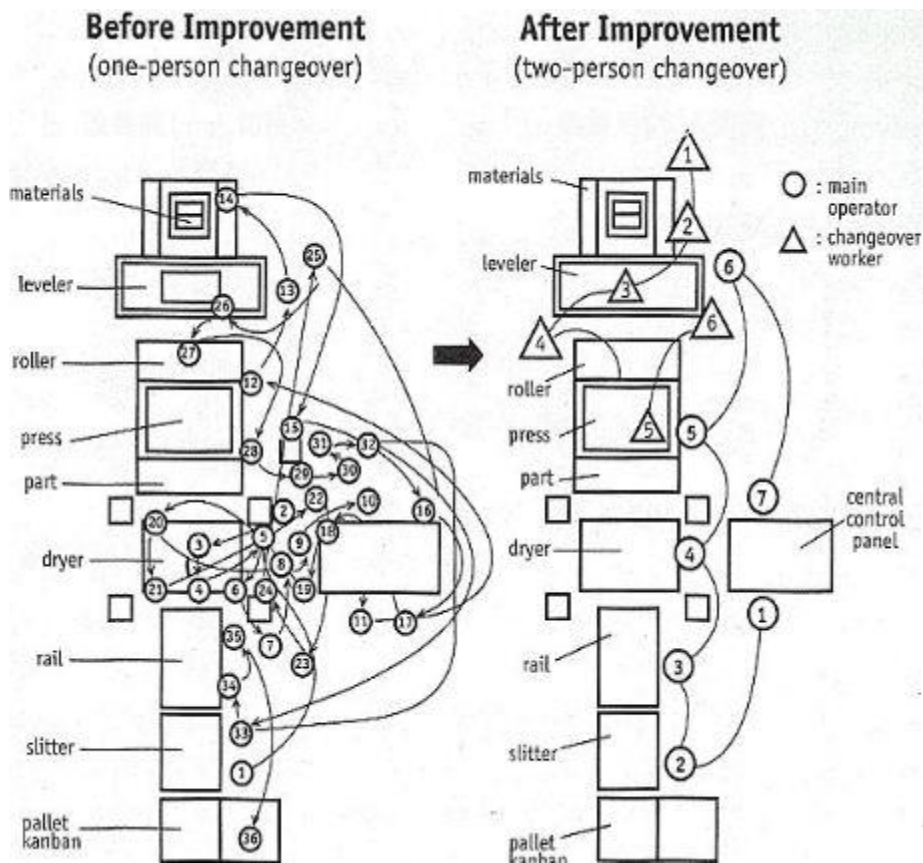


Figura 2- Implementação do SMED, antes e depois (engenharia de produção industrial.blogspot, 2012)

### 2.3.2 Método 5S

Um local de trabalho organizado e limpo, onde está bem espelhado o seu objetivo, por meio de indicadores, e onde facilmente se identifica o local das respetivas ferramentas, estando dispostas e acessíveis por ordem da sua maior necessidade mostra claramente uma implementação do método 5S. A implementação do método 5S é relativamente fácil e rápida, no entanto, o maior desafio é conseguir manter esta disciplina. Deve ser algo que tem de se encarar em todas as tarefas que são efetuadas num posto de trabalho e, se em cada tarefa se mantiver esta disciplina, claramente se mantém a implementação. Para que a metodologia seja uma ferramenta coesa têm que se manter todos os seguintes cinco pilares da mesma:

- **Seiri** – Utilização: separar o que é necessário do que é supérfluo e tem como objetivo eliminar do espaço de trabalho o que é desnecessário;
- **Seiton** – Organização: cada coisa tem um local específico. Deve-se organizar a área de trabalho de forma eficiente;
- **Seiso** – Limpeza: o ambiente de trabalho deve ser cuidado e limpo;





- **Seiketsu** – Padronização: criação de normas desenvolvendo regulamentos de arrumação, triagem e limpeza;
- **Shitsuke** – Disciplina: todos estão envolvidos e incentivam a melhoria contínua.

A Figura 3 ilustra os 5 passos da metodologia 5S.



Figura 3 - Metodologia 5S (Carlos Aragon Cisneros / Alamy Stock Photo)

### 2.3.3 *Standard Work*

Uma empresa que ambiciona uma produção “enxuta” e focalizada em retirar desperdícios ao fluxo de valor deve ter um sistema de trabalho altamente padronizado e definir especificamente o que cada operador dever fazer ou como as atividades devem ser executadas (Lander & Liker, 2007).

A autonomia, complexidade do trabalho e a participação são conceitos relacionados. O poder de decisão e o processo da tomada de decisão é benéfico para a pro-atividade da equipa de trabalhadores. Este processo é facilitado se os procedimentos de trabalho estiverem padronizados (Lantz, Hansen, & Antoni, 2015).

Segundo Stewart (2006) a autonomia é importante para lidar com tarefas quando as condições são incertas e dinâmicas, ou seja, o trabalhador é dinâmico ao ponto de conseguir decidir qual o melhor procedimento a tomar para atingir o sucesso da sua atividade sendo que deva registar a sua alteração de forma a poder melhorar o standard.



#### 2.3.4 Total Productive Maintenance (TPM)

A Manutenção Produtiva Total, TPM (*Total Productive Maintenance*), é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão no início da década de 70, encontrando-se hoje perfeitamente implementada em vários países e com resultados notáveis. Na sua aplicação, a metodologia TPM cultiva ativamente a melhoria do estado dos equipamentos como resultado das intervenções de manutenção, envolvendo os operadores das máquinas nas ações de manutenção, explorando o facto de o operador ser quem melhor conhece a máquina e, portanto, quem pode tomar as medidas preventivas básicas necessárias ao seu bom funcionamento (Cabral, 2006).

O TPM tem como objetivo principal a eliminação das falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios, visando a maximização global da eficiência dos equipamentos com o envolvimento de todos, desde os operadores das máquinas ao pessoal da manutenção, até ao nível superior da gestão, passando pelos quadros intermédios. Todas estas ideias estão cimentadas nos oito pilares que sustentam o TPM. Segundo Nakajima (1989) a TPM foi originada em 5 pilares fundados como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia. Nakasato *apud* Cousseau (2003) cita que o JIPM acrescentou mais três pilares aos cinco de Nakajima (1989) com o intuito de aumentar o envolvimento da TPM nas empresas e potencializar a capacidade de ganhos e diminuição de custos. A Figura 4 ilustra os oito pilares, explicados de seguida.

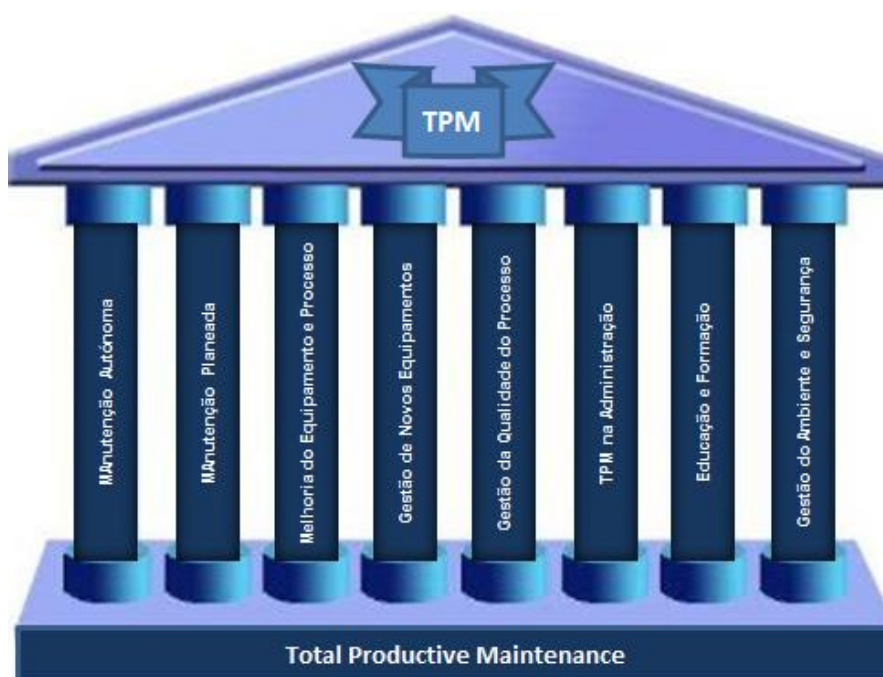


Figura 4 - Total Productive Maintenance (Nakasato *apud* Cousseau, 2003)



## **1. Manutenção autónoma**

Este pilar assenta no conceito de que os operadores deverão ser responsáveis pelas pequenas tarefas de manutenção libertando, assim, a equipa da manutenção para outras tarefas de maior valor acrescentado. As tarefas que os operadores desempenham diariamente são a limpeza, lubrificações de equipamentos, inspeção de peças soltas, etc. Estas tarefas visam diminuir a frequência das avarias devido a pequenas causas que podem ser identificadas pelos operadores dos equipamentos. Os operadores, para melhor desempenharem as suas funções ligadas à manutenção, devem ter formação na técnica 5S.

## **2. Manutenção planeada**

A manutenção planeada tem como objetivo evitar que os equipamentos sofram paragens dando origem a quebras de produção ou defeitos. As intervenções de manutenção planeada podem ser do tipo preventiva sistemática, sendo esta intervenção periódica, ou preditiva condicionada, nesta última a intervenção é definida em função dos valores de parâmetros monitorizados nas máquinas. Estas duas têm como objetivo aumentar a fiabilidade dos equipamentos de forma a evitar intervenções corretivas da equipa da manutenção devido a uma falha acabando por ter um custo mais elevado que as anteriores. A Manutenção preventiva sistemática é geralmente agendada em conformidade com as informações facultadas pelos fornecedores dos equipamentos e também com a experiência adquirida pelos colaboradores de manutenção que, através do histórico das avarias, determinam a periodicidade de substituição de peças.

## **3. Melhoria do equipamento e processo**

Deve-se, neste ponto, eliminar as oito grandes perdas de forma a conseguir-se elevado rendimento/eficiência dos equipamentos, ou seja, melhorar o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Essas perdas são as seguintes (Nakajima, 1989):

### **a) Perdas por avaria dos equipamentos;**

Causadas, por exemplo, pelo desgaste de uma peça da máquina que provoca uma paragem/avariação inesperada.

### **b) Perdas por Setup e ajustes;**

Sucedem quando é feita uma alteração do produto a ser produzido, por exemplo, alteração de materiais ou ferramentas.

### **c) Perdas por troca de ferramentas de corte;**

Sucedem quando são substituídas ferramentas de corte por desgaste das mesmas.

### **d) Perdas por acionamento;**



Esta acontece quando se espera que os equipamentos atinjam os perfis adequados para produzir (temperatura, velocidade, largura dos conveyers, etc).

**e) Perdas por pequenas paragens ou pequenos períodos de descanso;**

Estas devem-se a pequenas paragens dos equipamentos por pequenos períodos devido a problemas de qualidade, falta de matéria-prima, etc.

**f) Perdas por velocidade nominal da produção;**

Significa que a velocidade real do trabalho não corresponde à velocidade nominal.

**g) Perdas por defeitos gerados durante o processo;**

Sucedem quando os produtos produzidos têm que sofrer uma reparação/retrabalho devido a defeitos causados pelo processo.

**h) Perdas por inatividade dos equipamentos;**

Estas sucedem quando os equipamentos sofrem paragens devido a uma intervenção de manutenção planeada.

#### **4. Gestão de novos equipamentos**

Quando é fabricado um equipamento, seja desenvolvimento de um equipamento novo ou alteração de um equipamento existente, deve-se envolver a operação e a manutenção, para facilitar a operacionalidade e manutenção do equipamento.

#### **5. Gestão da qualidade do processo**

Devem ser reunidas todas as atividades de forma a evitar defeitos ocorridos devido ao mau funcionamento dos equipamentos. Deve-se prever e antecipar intervenções para que os equipamentos não sofram desgastes ao ponto de provocar defeitos nos produtos. A garantia que o cliente vai ter nos produtos recebidos só pode ser assegurada através de uma manutenção cuidada dos equipamentos, assegurando a continuidade do sucesso das empresas competitivas.

#### **6. TPM na administração**

Também na parte administrativa é importante a implementação de atividade TPM de forma a eliminar desperdício incluindo as perdas que advém do trabalho desorganizado e pouco eficiente. Deve-se projetar os objetivos e, seguindo diretrizes padronizadas e bem definidas, conseguir atingi-los sendo o mais eficiente possível.

#### **7. Educação e formação**

A formação é a base fundamental para que os operadores e técnicos de manutenção ajam em conformidade e consigam um desempenho exemplar de forma a elevar o grau de eficiência na



manutenção dos equipamentos. A formação atribui a autonomia ao trabalhador no desempenho das suas funções, assim como, a autoconfiança e motivação.

## 8. Gestão do ambiente e segurança

Este último pilar e não menos importante tem como objetivo eliminar todos os acidentes, ou seja, procura atingir zero acidentes. Este também garante as boas práticas de saúde pelos operadores e também a manutenção e acompanhamento da saúde dos mesmos através de exames periódicos. Manter os colaboradores informados dos cuidados a ter com a sua saúde ajuda a prevenir hábitos menos saudáveis e motiva-os a manter as boas práticas. Os processos produtivos devem ser desenvolvidos de forma a não ter, ou minimizar, o impacto ambiental, utilizando os recursos naturais de forma sustentável e não na base do desperdício ou contaminação.

Ainda no TPM é usado um índice de eficiência global do equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) que segundo Seiichi Nakajima (1989), é um indicador que permite avaliar o desempenho dos equipamentos. Este também é considerado como uma métrica que visa a melhoria contínua dos processos produtivos. Para avaliar a capacidade dos equipamentos deve-se ter em conta as perdas relativas à disponibilidade, eficiência e qualidade. O OEE é calculado a partir das seguintes expressões:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo útil de produção}}{\text{Tempo planeado de produção}}$$

$$\textit{Eficiência} = \frac{\text{Quantidade de produtos produzidos} \times \text{Tempo ideal do posto de trabalho}}{\text{Tempo útil de produção}}$$

$$\textit{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de produtos produzidos sem defeitos}}{\text{Quantidade total de produtos produzidos}}$$

$$\text{OEE} = \textit{Disponibilidade} \times \textit{Eficiência} \times \textit{Qualidade}$$

Segundo Nakajima (1989), para atingir os valores ideais para o índice de rendimento global o índice de disponibilidade deve ser superior a 90%, o índice de eficiência superior a 95% e o índice da qualidade superior a 99%. Com estes limites atingidos o OEE dos equipamentos



deverá rondar os 85%, que, segundo o *Japan Institute of Plant Maintenance*, que criou o conceito de *World Class OEE*, é um “BOM” valor.

### 2.3.5 Mecanismos *Poka-Yoke*

Os mecanismos *Poka-Yoke* foram introduzidos por Shigeo Shingo em 1961 quando este era um dos engenheiros da Toyota. Estes mecanismos têm como principal objetivo evitar defeitos durante o processamento de um determinado produto. *Poka-Yoke* significa textualmente: *Poka* – erro inadvertido e *Yoke* – prevenir. O *Poka-Yoke* foi desenvolvido como uma metodologia de qualidade e destaca-se a simplicidade inerente e a forma como esta pode ser usada para sustentar uma política de zero defeitos de produção. Esta ferramenta pode economizar tempo e libertar o operador para ações mais criativas, pois este não tem que se preocupar com erros por si próprio provocados, principalmente nas operações repetitivas.

Tais mecanismos permitem evitar ou detetar defeitos, o que permite produzir bem à primeira e sem criar refugo. Pode-se, então, dizer que o *Poka-Yoke* é uma técnica para evitar erros humanos no trabalho. Um defeito existe em qualquer um dos dois estados; O defeito ou já ocorreu, chamando para a deteção de defeitos, ou está prestes a ocorrer, chamando para predição de defeito. O *Poka-Yoke* tem três funções básicas para prevenir ou reduzir defeitos: desligar, controlo e aviso (Shingo S, 1986). A Figura 5 ilustra um exemplo de como se pode criar um processo à prova de erro, ou seja, só será possível montar a peça de uma só maneira.

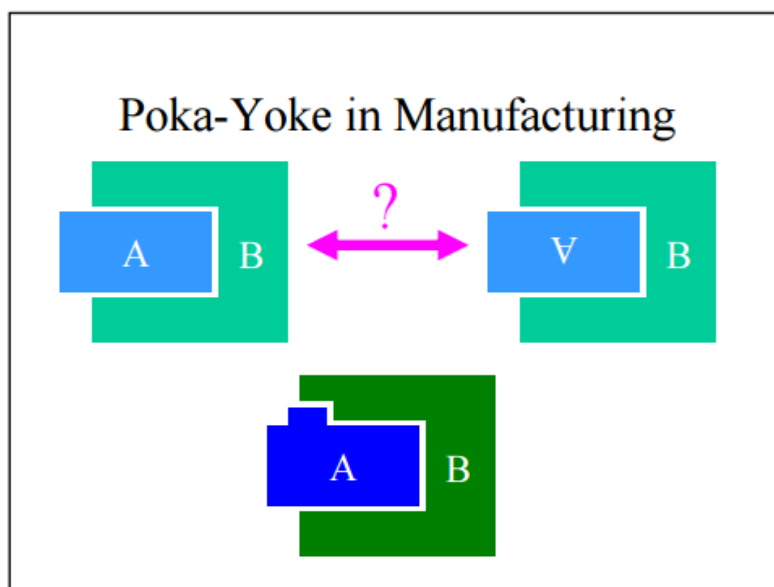


Figura 5 - *Poka-Yoke* na fabricação, (Yamada Electric, 1961)



### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo descreve a empresa onde foi realizada esta dissertação, a Delphi. Apresenta-se a sua distribuição ao nível global e território nacional, nomeadamente, Braga. Também são abordadas datas importantes tal como a data em que deixou de ser Grundig e passou a ser Delphi. Aborda ainda os seus principais clientes, produtos e secções de produção.

#### 3.1 Identificação e localização

A empresa onde foi realizada esta dissertação é a Delphi Automotive Systems – Portugal SA que está localizada na Rua Max Grundig, 4715 Braga. A empresa produz autorrádios, recetores, sistemas de navegação, painéis de controlo, antenas sistemas de receção e displays e emprega cerca de 600 trabalhadores diretos e indiretos.

#### 3.2 Delphi global

A Delphi é uma empresa global e um dos maiores fornecedores para o ramo automóvel na produção de tecnologias elétricas e eletrónicas avançadas. Atualmente conta com 126 fábricas e 15 centros técnicos sediados em 33 países. A Figura 6 apresenta os locais onde a Delphi está mundialmente distribuída. Emprega cerca de 164.000 pessoas das quais 20.000 são engenheiros e cientistas.

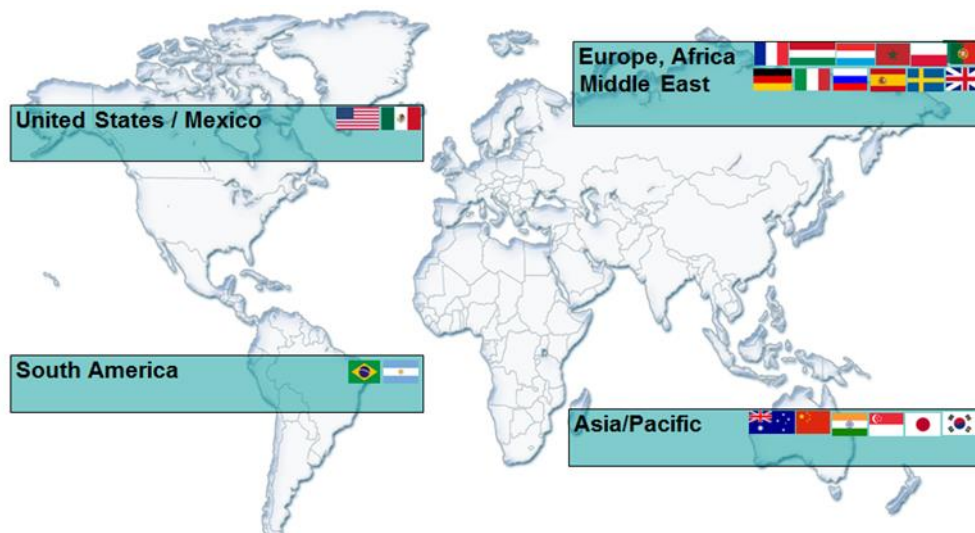


Figura 6 - Delphi Global



### 3.3 Delphi Portugal

A Delphi está representada em Portugal por quatro fábricas as quais estão localizadas em Braga, Lumiar, Castelo Branco e Seixal e emprega 2300 pessoas. Cada fábrica produz diferentes tipos de produtos:

- Delphi Seixal: *Powertrain Systems* (Sistemas de Injeção)
- Delphi Lumiar: *Manufacturing Excellence Center* (Centro Técnico de Excelência)
- Delphi Castelo Branco: *Electrical/Electronic Architecture* (Sistemas elétricos e eletrónicos para a indústria automóvel).
- Delphi Braga: Electronics & Safety (Autorrádios e Displays)

### 3.4 Historial da Delphi Braga

A Grundig Autorrádios Portugal, fábrica a laborar em Braga, foi fundada em 1965 começando por produzir televisores com a imagem a preto e branco. Em 1973 iniciou a produção de autorrádios e em 1978 a produção da 1ª televisão com imagem a cores, seguiu-se também, em 1988, a produção de telefones sem fios. Em 2003, a Grundig foi adquirida pela empresa Delphi passando a ser Delphi Grundig e em 2001 passa a ser exclusivamente Delphi. Esta unidade pretende ser a melhor fábrica do mundo para o mercado europeu.

### 3.5 Complexo Industrial de Braga

O complexo de Braga é constituído por quatro grandes edifícios distribuídos numa área de 32.921 m<sup>2</sup> e a área produtiva 9.600 m<sup>2</sup>, e conta com cerca de 600 trabalhadores diretos e indiretos. A Figura 7 ilustra a implantação do complexo.



Figura 7 - Complexo Industrial da Delphi Automotive Systems – Portugal SA.





### 3.5.1 Portfólio de Clientes e Produtos

Atualmente, a unidade de produção de Braga conta com uma família de produtos para o ramo industrial automóvel ligadas ao entretenimento, recetores, sistemas de navegação, painéis de controlo, antenas, sistemas de receção e displays, sendo um dos maiores produtores de componentes eletrónicos para o mercado europeu. Tem como principais clientes o Grupo Volkswagen (Audi, Seat, Porsche, Skoda), o grupo General Motors (Opel) Volvo, Renault, PSA, BMW, Ferrari, Fiat e Ford. A Figura 8 enumera os principais clientes da Delphi.



Figura 8 - Portfólio Clientes

### 3.5.2 Principais Certificações e Políticas

A Delphi compromete-se e assume perante os seus clientes e comunidades locais a implementação e cumprimento de todas as diretrizes normativas das certificações das quais é detentora. Atualmente a empresa conta com a certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade (ISO 9001) desde 1994, com a certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade para a indústria automóvel (ISO TS 16949) e também com a certificação de Sistemas de Gestão Ambiental (ISO 14001), sendo estas duas alcançadas em 2001.

Sendo uma empresa que tem a ambição de acompanhar, ou até, estar à frente das principais concorrentes, no mercado na qual está inserida, compromete-se e aplica a política da qualidade, ambiente e segurança. Todos, sem exceção, estão comprometidos com estas políticas e com o dever de zelar para uma produção bem-feita e à primeira, ou seja, sem



defeitos. Todos têm o dever de prevenir e evitar acidentes e informar, através de meios existentes, caso haja conhecimento de acidentes ou quase acidentes. O ambiente também é o foco dos colaboradores, ter informação e formação suficiente, integrar boas práticas ambientais zelando pelo ambiente e zelando pela comunidade local.

### 3.5.3 Principais Secções de Produção

O complexo de Braga tem como principais áreas de produção os plásticos, Surface Mount Technology (SMT), Circuit Board Assembly (CBA) e Final Assembly (FA). A área de injeção e montagem de componentes de plástico encontra-se instalada no edifício 2 e está dividida em 3 secções: a injeção (*molding*), pintura (*paint*) e montagem final (*plastics assembling*). O *layout* geral da área dos plásticos está representado na Figura 9.

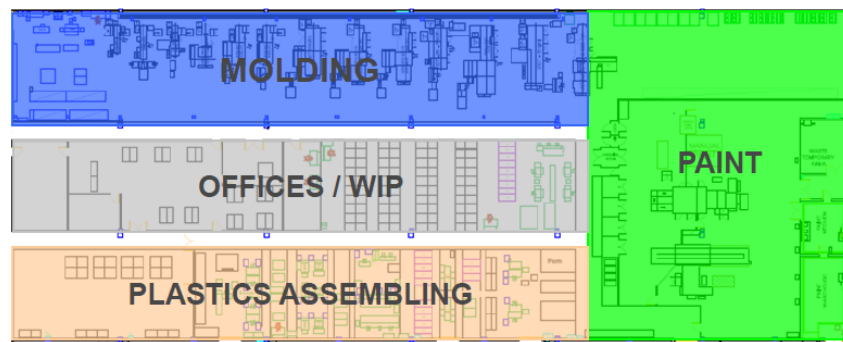


Figura 9 – Unidade de produção de plásticos - edifício 2

No edifício 1, representado na Figura 10 estão representadas as restantes áreas (Anexo I – Site Connectivity Map):

- Surface Mount Technology (SMT) – onde são inseridos automaticamente componentes eletrónicos em PCBs.
- Circuit Board Assembly (CBA) – nesta área são inseridos manualmente componentes em PCBs provenientes de SMT.
- Final Assembly (FA) – depois de CBA surge a montagem final, onde todos os componentes são montados e se transforma em produto final. Nesta secção estão também inseridos os sistemas de receção e displays.
- Warehouse – neste edifício está inserido um armazém onde estão alocados materiais de pequenas dimensões e também com maior consumo diário.

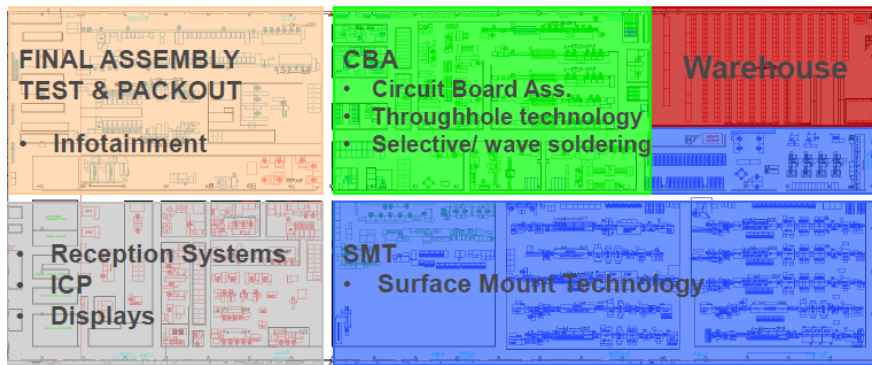


Figura 10 - Principais secções do edifício 1



## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é descrita a situação atual dos processos produtivos e consequentemente o seu fluxo. Os processos são descritos na seguinte ordem: armazéns, unidade de produção de plásticos, montagem automática de componentes superficiais (SMT), montagem manual de componentes THT (CBA) e montagem final (FA). Adicionalmente, neste capítulo faz-se a análise crítica da situação, identificando-se os principais problemas.

### 4.1 Descrição do funcionamento dos armazéns

Esta secção descreve os dois armazéns: 1 e 2 que servem para rececionar e armazenar matéria-prima e produto acabado, respetivamente. O armazém 2 está aberto 24h por dia e o armazém 1 está aberto das 00:06h às 23:00h de segunda a sexta-feira.

#### 4.1.1 Armazém 1

O armazém 1 está localizado no edifício 2 e é aqui que se dá a receção da matéria-prima proveniente de fornecedores externos. Aqui são feitas as receções e respetivos lançamentos no sistema SAP (ferramenta de gestão da produção e materiais) das variadas matérias-primas, que darão origem a vários produtos para a indústria automóvel, daqui é enviada a matéria-prima para a área dos plásticos e armazém 2. Este armazém, Figura 11, também recebe e armazena os produtos acabados das várias áreas de produção da fábrica que daqui seguirão para os clientes. Neste armazém trabalham 22 pessoas.

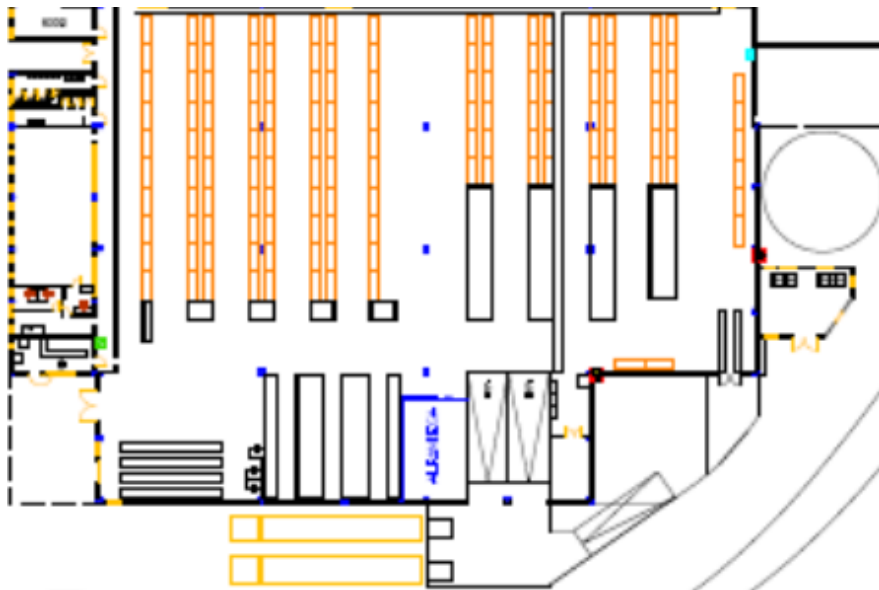


Figura 11- Layout armazém 1



#### 4.1.2 Armazém 2

Este armazém está localizado no edifício 1 (Figura 12) e recebe a matéria-prima proveniente do edifício 2. Este material é alocado em estantes e daqui segue para o processo produtivo de várias áreas do edifício 1. Este material é distribuído pelos colaboradores da logística que, conforme as rotas definidas, fazem com que o material chegue às linhas ou células de produção em quantidades devidamente acondicionadas e controladas. Neste armazém, Figura 12, trabalham 34 pessoas.

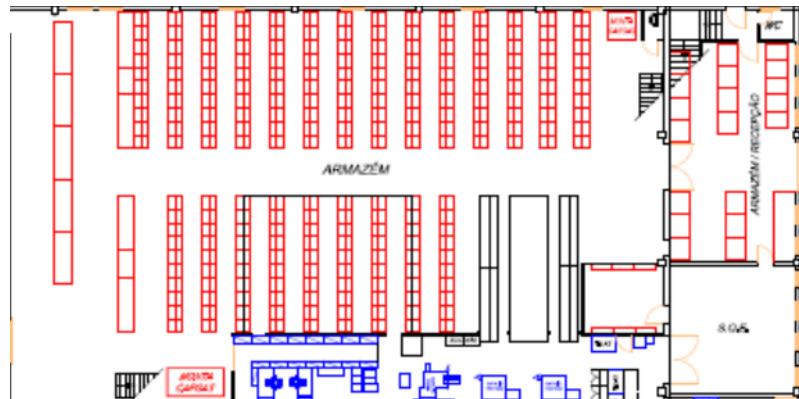


Figura 12 - Layout armazém 2

#### 4.2 Unidade de produção de plásticos

Tal como indicado na secção anterior, esta unidade fabril está situada no edifício 2 e é constituída por três grandes áreas produtivas, injeção, pintura e montagem final, percorrendo o fluxo indicado na Figura 13. A injeção de plásticos funciona em 3 turnos: das 06:00 horas às 14:30 horas, das 14:30 horas às 23:00 horas e das 23:00 horas às 06:00 horas. A pintura e montagem final trabalham em dois turnos: das 06:00 horas às 14:30 horas e das 14:30 horas às 23:00 horas, estas secções têm no total 34 trabalhadores.

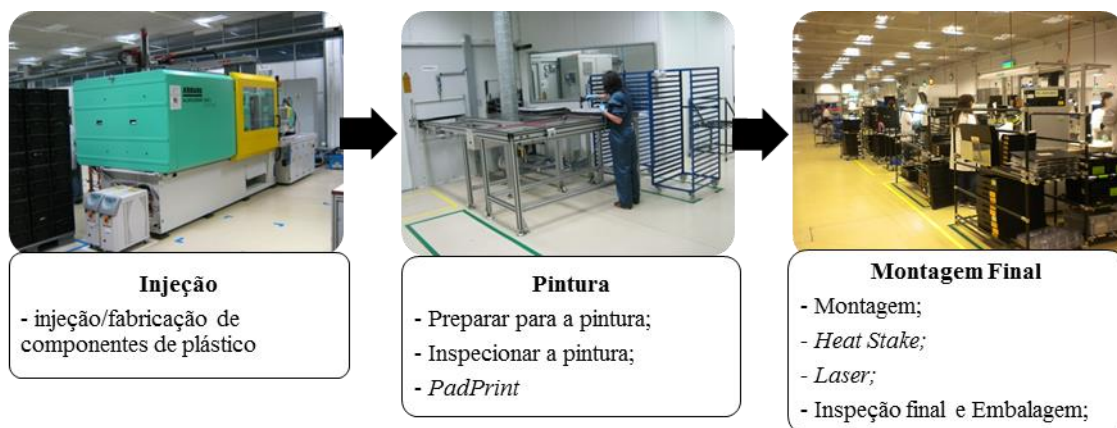


Figura 13 - Fluxos de produção de plásticos



#### 4.2.1 Injeção de plástico

Esta área de produção é constituída por máquinas de injeção de plástico e conforme a forma da peça é utilizado um molde específico. Depois de injetadas as várias peças vão dar origem, por exemplo, à parte frontal de um autorrádio. A Figura 14 apresenta uma máquina de injeção de plástico.



Figura 14 - Máquina de injeção de plástico

#### 4.2.2 Pintura

Antes da pintura as peças são preparadas para pintar (*Kitting*), e são colocadas num suporte específico que as suporta até depois de serem pintadas. Após a pintura todas as peças são inspeccionadas, para se verificar se a pintura se apresenta conforme as especificações exigidas pela qualidade/cliente, conforme Figura 15.



Figura 15 - Fluxo dos processos da pintura

#### 4.2.3 Montagem final (plásticos)

É nesta área que se dá a montagem de todos os componentes previamente preparados nas seções anteriores. Para estas montagens, duas linhas de montagem de blendas e uma bancada para montar botões. Existe também uma máquina para colocar lubrificante nas partes móveis da blenda (*Greasing*), onde é depositado o lubrificante para que as peças se possam



movimentar sem prender. As máquinas de cravação gravam os caracteres que se pretende nas peças e cravam essas mesmas peças à parte principal do painel (*Trimplate*). Finalmente, a inspeção final confirma se todas as peças produzidas estão conforme as especificações da qualidade/cliente. A Figura 16 apresenta o fluxo entre os processos de montagem de blindas até à inspeção final.

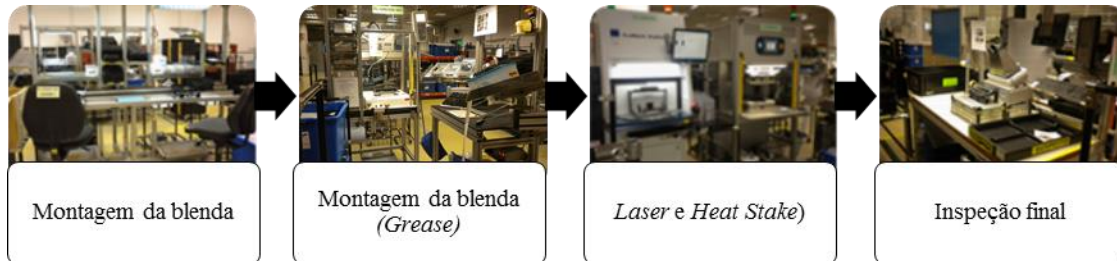


Figura 16 - Fluxos dos processos da montagem final

### 4.3 Secção de CBA (inserção manual de componentes THT)

Nesta secção são inseridos manualmente componentes eletrónicos na perfuração das placas circuito integrado. Esta secção trabalha 5 dias por semana em 3 turnos, das 06H00 às 14H30, 14H30 às 23H00 e das 23H00 às 06H00 e trabalham aqui cerca de 90 pessoas. A Figura 17 ilustra os vários componentes do tipo axial, radial e circuitos integrados.



Figura 17 - Componentes de perfuração ((THT) [ritsasv.com/tag/diodos](https://ritsasv.com/tag/diodos))

CBA é a secção seguinte à de SMT, este processo é iniciado nos testes (ICT) onde se verifica o circuito elétrico da placa com componentes, a fim de verificar se estão eletronicamente corretos e se não existem trocas involuntárias de material. As placas seguem para uma singuladora que separa as placas (no caso de ser constituída por 2 ou várias placas) ou separa



as partes que não farão parte do processo seguinte (resíduos/aparas). O processo seguinte é a montagem manual de componentes que são inseridos na furação da placa através do circuito elétrico. Estes componentes atravessam a placa e os seus pernos são soldados à placa no processo seguinte que é a soldadura por onda. Este processo é constituído por uma correia que transporta as placas através da máquina e onde passam por uma onda de solda líquida que solda os componentes à placa. Algumas placas específicas seguem para o processo de *coating* onde será depositado um verniz sobre a placa, que tem a particularidade de proteger/revestir os componentes. A Figura 18 representa o fluxo dos processos de CBA.



Figura 18 - Fluxo dos processos de CBA

#### 4.4 Secção de Montagem Final

É nesta área que se encontram todas as partes constituintes dos vários produtos montados na fábrica. Esta secção trabalha 5 dias por semana em 3 turnos, das 06H00 às 14H30, 14H30 às 23H00 e das 23H00 às 06H00 e trabalham aqui cerca de 160 pessoas.

A montagem final é constituída por linhas e células de montagem de componentes que derivam de subprocessos (montagem de blendas, mecanismos, etc.) e aqui serão parte integrante de um produto final, por exemplo, um autorrádio. Os produtos, depois de montados, nas linhas e células, passam por vários testes para verificar o seu devido funcionamento. Depois de passar pelo controlo da qualidade, o processo seguinte e final é a etiquetagem e embalagem, daqui seguirão para a expedição situada no armazém do edifício 2. A Figura 19 apresenta o fluxo de processos da montagem final.

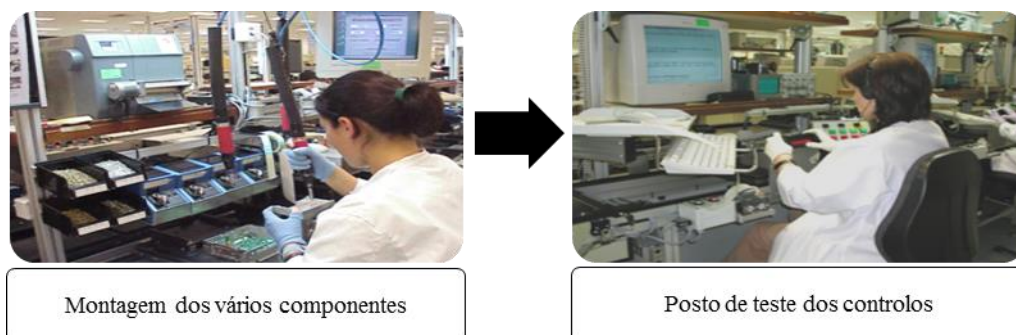


Figura 19 - Fluxo dos processos da montagem final





A Figura 20 ilustra o fluxo de produção desde a entrada de matéria-prima que passa por todos os processos até que sai o produto final que é enviado para o cliente:

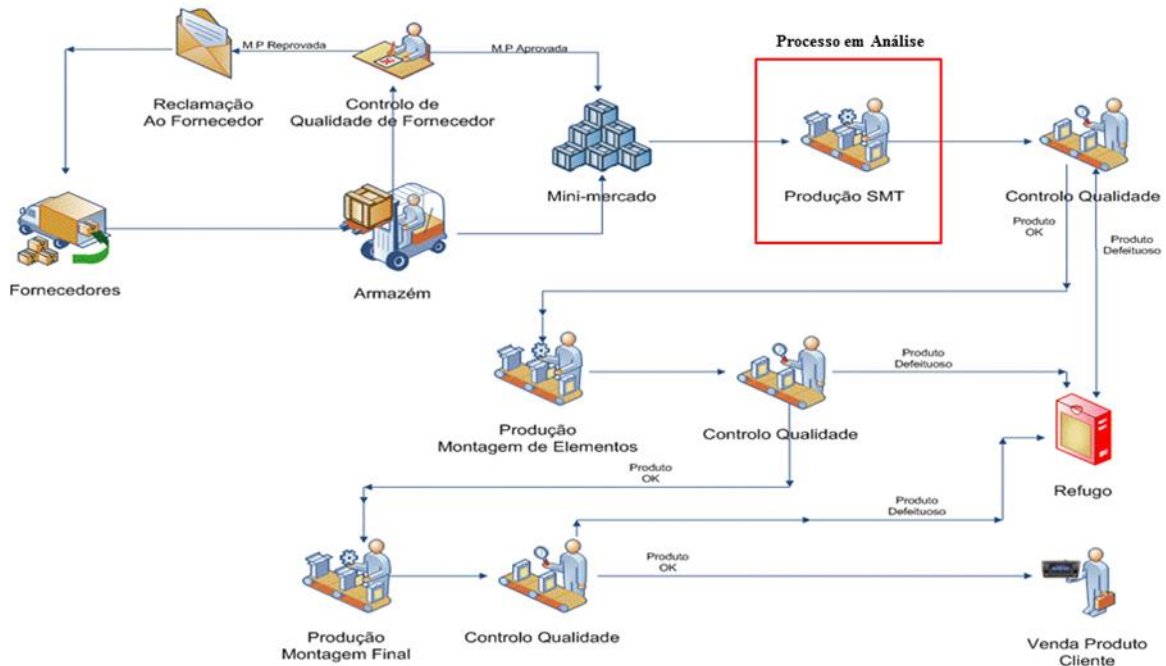


Figura 20 - Fluxo dos processos do edifício 1

#### 4.5 Área SMT

Nesta secção são inseridos automaticamente componentes eletrónicos superficialmente em placas circuito integrado. Esta secção trabalha 5 dias por semana em 3 turnos rotativos, das 00H00 às 08H00, 08H00 às 16H00 e das 16H00 às 24H00 e trabalham aqui cerca de 108 pessoas. A Figura 21 ilustra os vários tipos de componentes superficiais.

O processo produtivo de SMT tem início com a gravação a laser de códigos, linear e 2D, na placa de circuito integrado, estes códigos permitem a identificação do produto nas várias etapas seguintes a este processo. Depois de gravadas, as placas, são alocadas em rampas correspondentes às linhas onde as mesmas serão processadas. O processo seguinte envolve as linhas de produção, onde as placas começam por passar pela máquina de deposição de pasta de solda (com ou sem chumbo) ou cola e seguem para as máquinas de colocação de componentes. Estas máquinas colocam, superficialmente, os componentes sobre a pasta de solda.



Figura 21 - Componentes superficiais ((SMT) alibaba.com)

Para finalizar o processo de fabrico as placas passam pelo forno de soldadura onde solidifica a pasta de solda/cola, ou seja, é onde se dá o processo de soldadura da pasta. No final de cada linha existem máquinas que controlam a qualidade de colocação dos componentes ou solda dos componentes e, por fim, surge a bancada de inspeção onde se confirma se os erros que a máquina sinalizou são reais. As placas com defeitos seguem para a área de reparação. Esta área será o foco da dissertação, pelo qual será descrita detalhadamente mais à frente. A Figura 22 apresenta o fluxo entre os processos de montagem de colocação de pasta de solda até à estufa de soldadura.

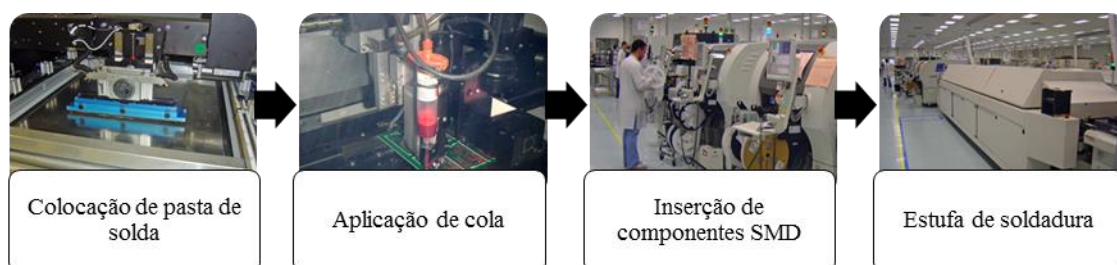


Figura 22 - Fluxo dos processos de SMD

Para melhor satisfazer e ir de encontro, ou até superar, as exigências dos clientes, a Delphi tem esta secção equipada com a melhor tecnologia disponível no mercado. A secção SMT



está equipada com 3 máquinas de programação de Circuito Integrado (IC), quatro máquinas de laser para gravação de placas e dez linhas de produção. As linhas são constituídas por máquinas de deposição de pasta, *pick and place* de componentes, forno de soldadura e máquinas de inspeção de pasta e de solda, conforme é apresentado na Figura 23.

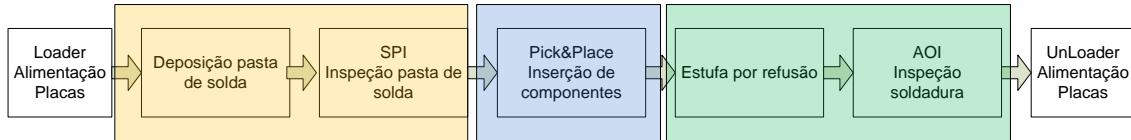


Figura 23 - Constituição de uma linha SMT

O fluxograma da Figura 24 descreve a sequência dos processos desde a recepção das placas do armazém até à entrega do produto final ao CBA.

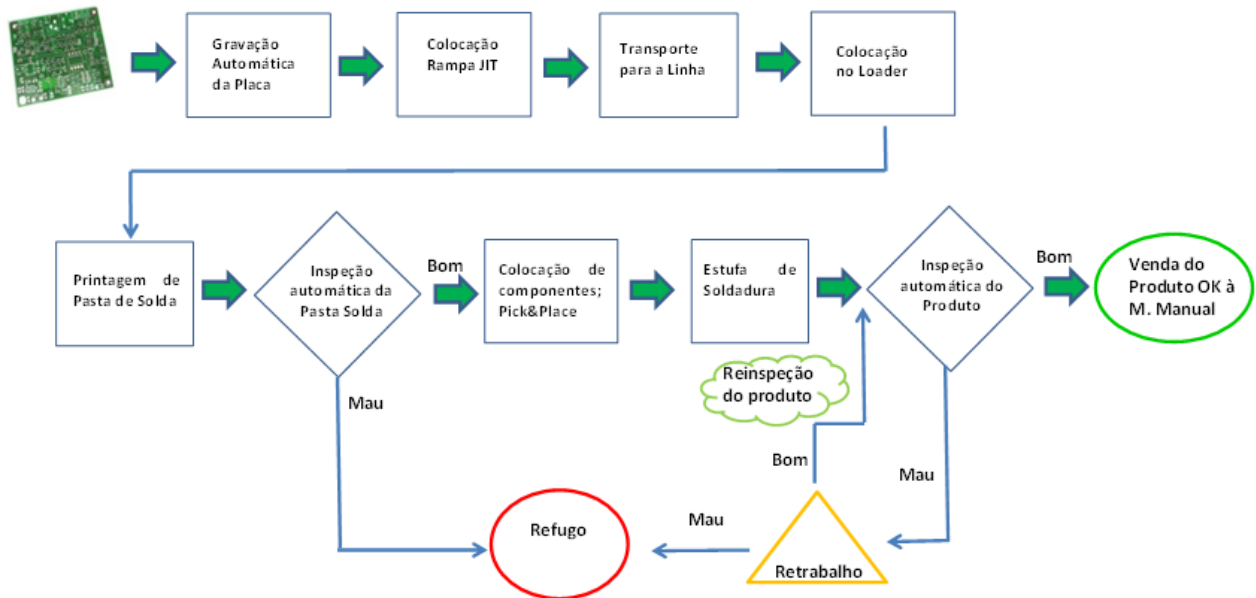


Figura 24 - Fluxograma dos processos de SMT

De seguida são descritos os processos representados na Figura 24

### 1. Impressão da *ckecklist* e *tickets* com quantidades a produzir

Neste processo (Figura 24), os operadores obtêm informação dos programas, telas, placa a gravar e quantidade a produzir. As quantidades a produzir foram definidas pela logística através do plano diário.

### 2. Máquinas laser

O colaborador obtém as placas que estão alocadas nas rampas e insere-as na máquina de gravação a laser. Através da *checklist* o colaborador verifica o programa a inserir para gravar os códigos lineares e 2D que servirão para identificar cada placa nos processos seguintes e



também como rastreabilidade no futuro, ou seja, todo o histórico desta placa, em cada processo, poderá ser verificado.

### **3. Rampas JIT**

Existem dez rampas, cada uma destinada exclusivamente a cada linha de produção. Os operadores das máquinas laser colocam aqui as placas correspondentes a cada linha de produção. Estas placas são inseridas em contentores que levam um documento com a informação da quantidade a produzir.

### **4. Transporte para a linha**

O operador da rota retira os contentores das rampas JIT e entrega-os nas respetivas linhas de produção respeitando o FIFO de produção.

### **5. Impressão de solda**

Esta máquina dispensa solda sobre a placa, esta solda fará a união entre os componentes e a placa através de uma reação química que se dará num processo seguinte. A pasta de solda é constituída por uma mistura homogenia de metais e fluxo, sendo a grande diferença entre elas a composição conter ou não chumbo.

### **6. Máquina de inspeção da pasta de solda (SPI)**

A pasta de solda depois de depositada passa por uma máquina de inspeção que verifica se está centrada nos *pads* das placas e a sua quantidade, verificando a sua altura e largura.

### **7. Máquinas Pick and Place**

Estas máquinas colocam superficialmente os componentes sobre a pasta de solda. Estes componentes são inseridos nas máquinas por *feeders*, específicos para as suas dimensões, e possibilitam que a máquina não precise de parar para que seja alimentada.

### **8. Estufa de soldadura**

Depois de inseridos os componentes sobre a pasta de solda nas placas, estas entram num forno de soldadura. Onde se dará a reação química, ou seja, através da diluição dos compostos químicos (metais e fluxo) gerada pela temperatura elevadas do forno, os componentes ficarão soldados ao circuito elétrico da placa.

### **9. Máquina de inspeção da solda (AOI)**



Esta máquina verifica, através de câmaras, se os componentes estão em conformidade com as especificações de soldadura, ou seja, se os componentes estão devidamente soldados à placa com solda até uma determinada altura em relação ao componente.

## 10. Posto de retrabalho

Todas as placas que sejam identificadas como estando não conformes (com defeito) à saída da máquina de inspeção passarão pelo posto de retrabalho, onde serão retrabalhadas ou direcionadas para refugo. Todas as placas conformes seguirão para o cliente interno seguinte que será o CBA.

### 4.6 Valores iniciais dos indicadores das secções

As secções da *Circuit Board Assembly* (CBA) e Montagem Final (MF) têm como objetivo atingir uma Eficiência Operacional (OE) superior a 96,5 % ( $O.E\% = ((\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo de Ciclo}) / \text{Tempo programado}) \times 100$ ) e *Surface-Mount Technology* (SMT) tem como objetivo atingir os 88%. A Figura 25, Figura 26 e Figura 27 revelam a média do OE atingida no ano de 2015 e também nos meses de janeiro a julho de 2016 para cada uma das secções (Anexo II – Resumo dos eventos de janeiro a junho de 2016).

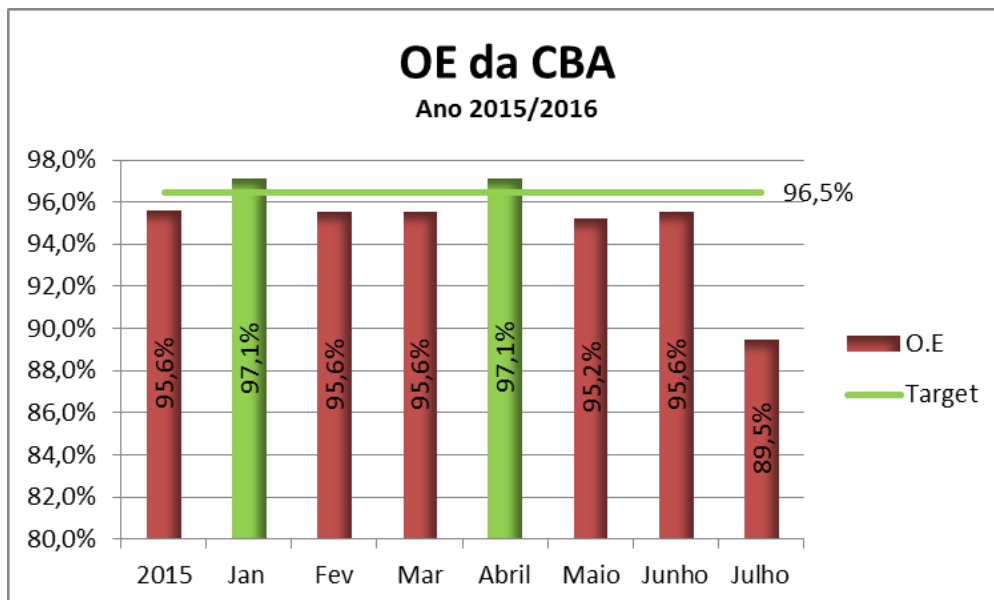


Figura 25 - OE da secção CBA de 2015/2016

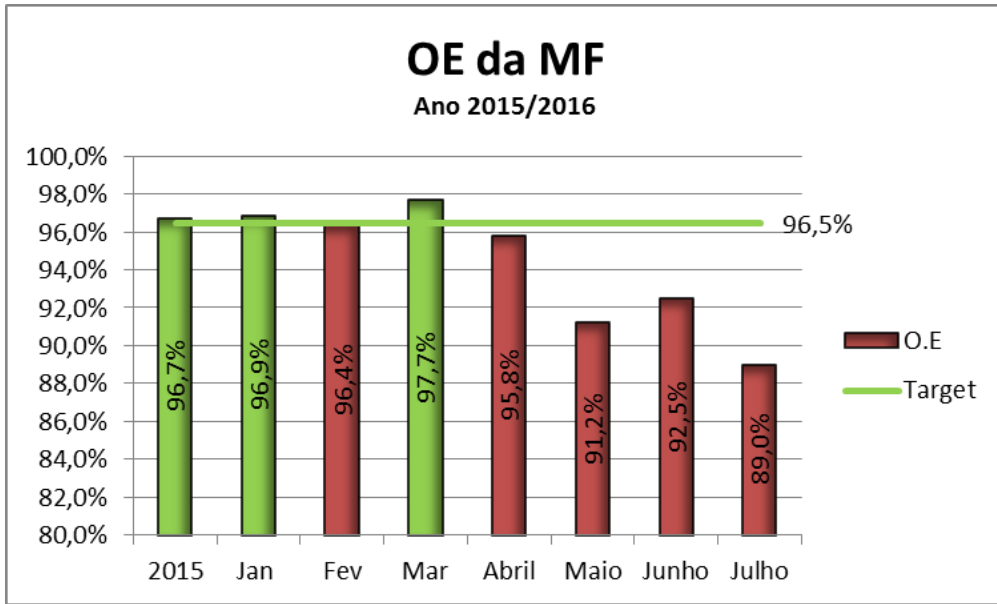


Figura 26 - OE da secção MF de 2015/2016

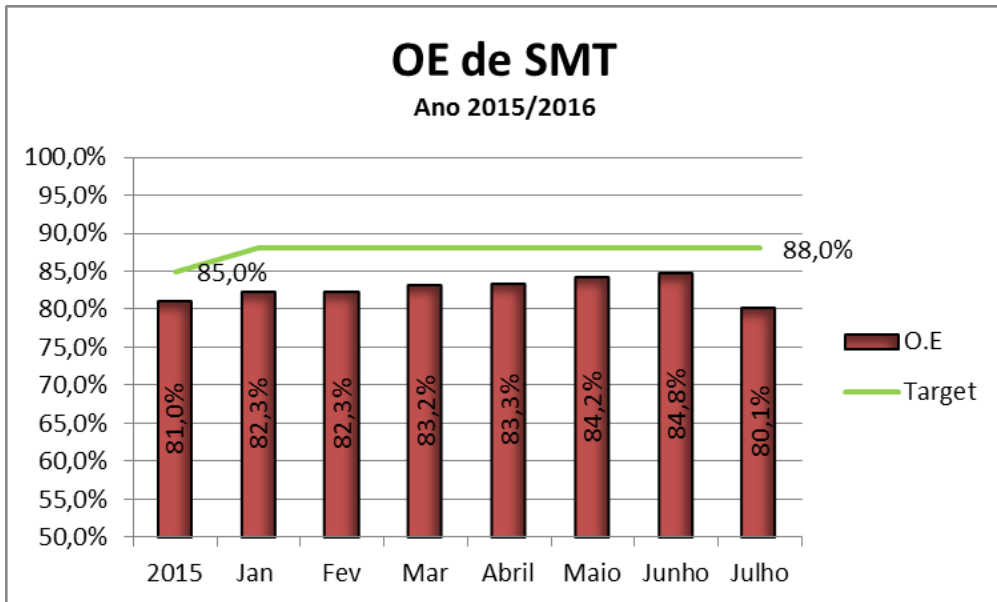


Figura 27 - OE da secção SMT de 2015/2016



## 4.7 Análise crítica e identificação dos problemas na secção SMT

Nesta secção é realizada uma análise ao processo para identificar os principais desperdícios que influenciam negativamente o OE da secção SMT. Na Tabela 1 é apresentado a evolução dos impedimentos, em percentagem, de janeiro a dezembro de 2015.

**Tabela 1 - Evolução do OE do ano 2015**

IMPEDIMENTOS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Average
Afinação máquinas	3,8%	2,7%	2,0%	2,2%	1,9%	2,1%	1,2%	1,4%	2,2%	2,9%	3,5%	3,9%	2,3%
Máquina avariada	9,2%	7,1%	5,7%	4,9%	4,6%	7,0%	3,4%	3,9%	5,0%	4,2%	4,1%	3,4%	5,4%
Faltas Material Kanban	2,1%	1,2%	2,4%	2,8%	2,5%	3,1%	3,9%	2,4%	2,6%	0,7%	1,4%	3,8%	2,3%
Faltas Material Rota	3,3%	3,6%	7,1%	4,4%	6,1%	6,0%	10,0%	9,5%	6,1%	5,8%	4,0%	8,8%	6,0%
Change/over	2,8%	3,4%	2,7%	2,7%	2,6%	2,4%	1,5%	3,3%	2,4%	3,4%	3,5%	2,6%	2,8%
<b>OE/Real</b>	<b>79,6%</b>	<b>81,5%</b>	<b>79,8%</b>	<b>82,8%</b>	<b>81,9%</b>	<b>79,5%</b>	<b>80,1%</b>	<b>79,6%</b>	<b>81,7%</b>	<b>82,0%</b>	<b>82,6%</b>	<b>76,9%</b>	<b>81,0%</b>
<b>OE/Target</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>	<b>85,0%</b>

Os valores apresentados na tabela anterior representam a percentagem que cada evento contribuiu para afastar o OE de 100%. Estas percentagens são obtidas pela divisão do tempo de cada impedimento pelo tempo programado/estimado que cada produto deveria demorar a se produzido (programado), exemplo do cálculo para o mês de outubro: tempo de execução programado a dividir tempo de execução real, 207,132 min. / 252,751 min.= 82%. Cada um dos impedimentos é analisado nas subsecções seguintes.

### 4.7.1 Análise ao tempo inativo das máquinas devido a causas crónicas/especiais

A empresa realiza com uma frequência mensal *Workshops Lean* que reúne grupos multidisciplinares. Estes grupos focam-se em encontrar oportunidades de melhoria em várias secções da fábrica. O autor desta dissertação teve a oportunidade de ser convidado para fazer parte de um destes grupos que está focado em diminuir o tempo de paragem de máquinas e aumentar a eficiência da secção de SMT.

O grupo é constituído pelos seguintes colaboradores e secções da fábrica: Pedro Peixoto (Plano de produção); Manuel Joaquim (SMT), José Luís Fernandes (manutenção), Rui Sampaio (SMT), Sérgio Moreira (SMT), Daniel Pinheiro (SMT), António Guimarães (Engenharia de SMT), Paulo Filipe Ribeiro (engenharia de SMT), José Manuel Pinto (engenharia industrial), Carlos Fonseca (Manutenção), José Carlos Fernandes (manutenção) e Pedro Pires (Plano de produção).

As *Workshops Lean* têm a duração de uma semana (realizam-se uma vez por mês) e todos os dias o grupo deverá estar focado maioritariamente nesta Workshop, apenas efetuando tarefas em outras atividades em caso de estas não poderem ser adiadas. Todos os grupos deverão



reportar à terça e quarta-feira o desenvolvimento do objetivo proposto, na sexta-feira serão reportados os resultados finais obtidos nesta *Workshop* e serão também delineados trabalhos futuros para as tarefas que não foi possível concluir nesta semana que decorreu a *Workshop*, para o mesmo grupo.

Existe uma folha de registo diário de produção (PSR), em cada linha de produção, onde se registam manualmente todos os eventos que vão acontecendo durante o dia de trabalho. O trabalhador descreve o evento seguindo um determinado padrão para que todos os registos não difiram muito de trabalhador para trabalhador. Também existe uma folha, em todas as linhas, onde consta uma série de impedimentos descritos com um código linear associado para que o trabalhador possa ler com um scanner e registar eletronicamente o evento/impedimento. Esta lista não abrange todos os eventos que sucedem assim como os trabalhadores não registam os eventos conforme a realidade.

O facto de a lista não estar completa ou o registo do trabalhador ser diferente daquilo que sucede na linha origina informação errada. A informação da folha PSR e os registos eletrónicos servem para, no futuro, intervir e resolver determinados problemas quando identificado um padrão de acontecimentos. Com registos errados, as intervenções futuras poderão não ser as mais apropriadas para se eliminar impedimentos.

Foi efetuado um estudo sobre possíveis causas que provocam paragens das máquinas. Este estudo incidiu nas ferramentas informáticas de suporte à produção onde se efetuam registos diários, alguns automáticos e outros manuais, efetuados pelos operadores das máquinas ou manutenção.

A análise consistiu em verificar os registos de todas as linhas e respetivas máquinas, assim como relatórios diários da produção e manutenção. Nos relatórios diários da produção foram encontrados dados sobre eventos relacionados com todas as paragens das linhas. Nos relatórios da manutenção foram identificadas todas as atividades relacionadas com a resolução das avarias ou ações de manutenção preventiva.

É de salientar que, por vezes, não são as avarias graves mas pouco frequentes que levam a elevados tempos de paragens, ou seja, quando ocorrem muitos pequenos eventos durante um período contínuo estes podem provocar mais perda de tempo.

O grupo de trabalho decidiu fazer o estudo ao número de avarias e não ao tempo de avarias, no entanto, apresenta-se um gráfico de Pareto na Figura 28 que contabiliza o tempo de paragem por avaria das diversas linhas, considerando os mesmos meses representados no





gráfico de número de avarias, Figura 29. Neste gráfico verifica-se que a linha com mais tempo de impedimento derivado a avarias é a linha 1 seguida pela 4 e 15, a linha 1 não foi considerada no estudo porque é uma linha que vai ser desativada em junho.

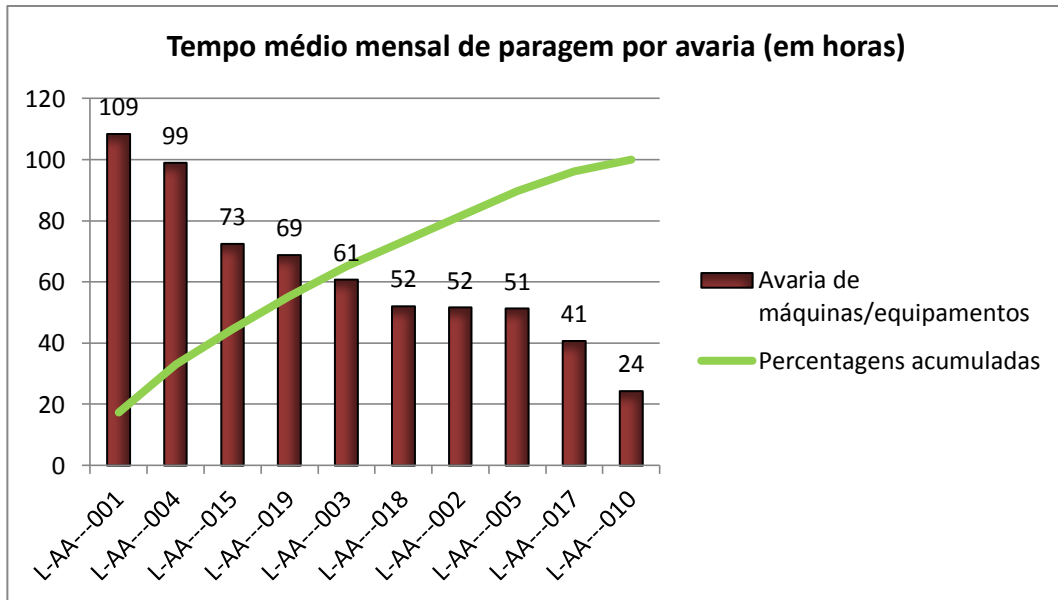


Figura 28 - Tempo de avarias por linha

Foi efetuado um estudo ao número de avarias por máquina, nos meses de novembro e dezembro de 2015 e de janeiro de 2016, podendo, assim, identificar as linhas com pior eficiência, começando por estas, as ações iniciais. Concluído o diagrama de Pareto, Figura 29, dos principais problemas e as linhas onde estes incidem detetou-se que as linhas 15 com 111 avarias e 4 com 107 avarias são as linhas com mais avarias e também as linhas com maior tempo de paragem, não considerando a linha 1.

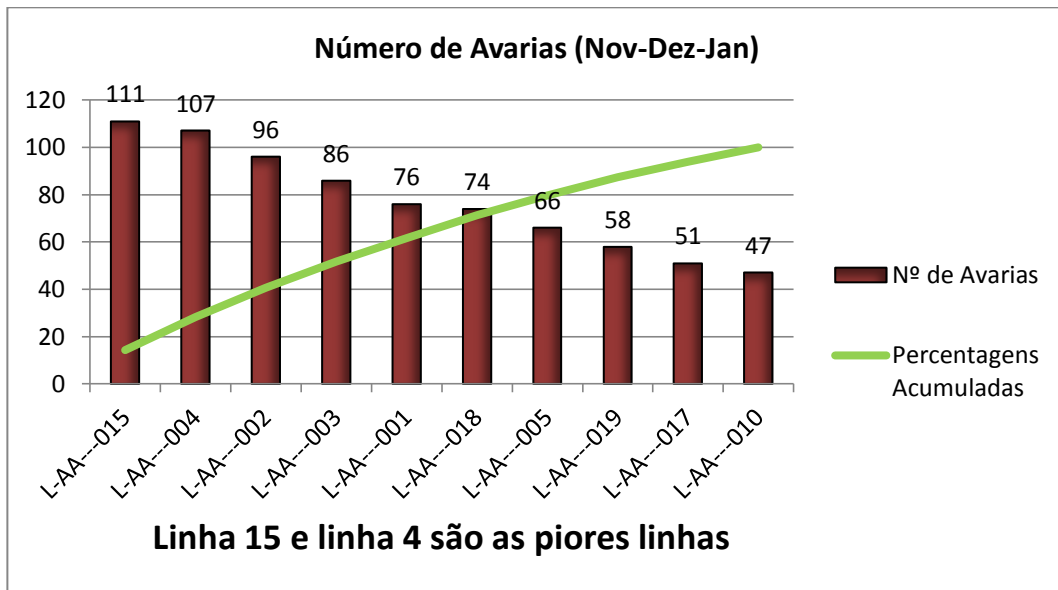


Figura 29- Número de avarias por linha

Para estas duas linhas analisou-se também quais as máquinas em que incidem mais avarias. A Tabela 2 menciona as máquinas com maior incidência de avarias.

Tabela 2 - Avarias linha 15

Linha	Máquina	Tipo de avaria	%	Número de Avarias	Total de Avarias
15	SMD 044	Falta de componentes ou componentes descentrados	25	5	20
		Máquina bloqueada	25	5	
		Erro de vacuum	20	4	
		Problema não detetado/teste	20	4	
		Rejeição de componentes	5	1	
		Erro na leitura das nozzles pela câmara	5	1	
	OVEN 019	Corrente bloqueada	37,5	6	16
		Erro de temperatura (erro na pirólise)	31,25	5	
		Erro de teste	18,75	3	
		Erro de nitrogénio	6,25	1	
		Rato bloqueado	6,25	1	
	SMD-043	Erro de vacuum	37,5	6	16
		Rejeição de componentes	24	4	
		Afinação	12,5	2	
		Falta de componentes ou componentes descentrados	12,5	2	
Máquina bloqueada		6,25	1		
Erro de teste		13,7625	1		

Na Tabela 3 são apresentadas as máquinas da linha 4 e onde se pode ver as máquinas com mais avarias.

Tabela 3 - Avarias linha 4



Linha	Máquina	Tipo de Avaria	%	Número de Avarias	Total de Avarias
4	SMD 040	Erro de mesa ao subir/descer o clamp	23,53	8	34
		Erro no motor posicionador	14,71	5	
		Afinação/NTF	14,71	5	
		Máquina não faz referência	14,71	5	
		Falta de componentes ou componentes descentrados	11,75	4	
		Rejeição de componentes	11,76	4	
		Erro de vacuum	5,88	2	
		Máquina bloqueada	2,95	1	
	SMD 025	Afinação/NTF	30,3	10	33
		Erro de mesa ao subir/descer e clamp	27,28	9	
		Máquina bloqueada	9,09	3	
		Máquina não faz referência	9,09	3	
		Falta de componentes ou componentes descentrados	6,06	2	
		Rejeição de componentes	6,06	2	
		Erro de leitura de fiducial	6,06	2	
		Erro de vacuum	3,03	1	
		Erro de contagem	3,03	1	

#### 4.7.2 Falta de materiais nas linhas

Existe um algoritmo que define as quantidades de material que se deve ter em SMT e estas variam consoante o número de *setups* que a secção tem. Este algoritmo é atualizado mensalmente tendo em conta as seguintes condicionantes:

- Quantidade de peças por rolo e número de rolos do mesmo material que cada *setup* leva.
- Número de vezes que cada material entra em determinado produto.
- Lead time do fornecedor.
- Tamanho e quantidade de material do rolo.

Em SMT existe também uma rota para levantamento de matéria-prima no armazém e entregue num ponto na secção. Esta rota tem um tempo definido para concluir a entrega de matéria-prima.

O material é pedido por um colaborador de SMT através de um sistema Rádio Frequência (RF) que envia o pedido para um sistema informático. Este sistema está definido para que, de 15 em 15 minutos, saia uma lista com o número de pedidos por peça, identificação da sua localização nas estantes e o ponto onde estes devem ser fornecidos.

Foram identificados alguns problemas no abastecimento de matéria-prima às linhas, sendo o principal problema, o atraso na entrega pelo fornecedor interno, este atraso varia consoante o operador que está a desempenhar esta tarefa. Também se avaliou o conteúdo de tarefas de alguns operadores afetos ao armazém que possivelmente podiam auxiliar nas tarefas de



preparação de materiais a fornecer pela rota de SMT. Identificaram-se desperdícios nas tarefas destes operadores, nomeadamente excesso de tempo para a conclusão das tarefas.

O gráfico da Figura 30 apresenta o número de minutos de paragem de todas as linhas por falta de material nos últimos dois meses do ano de 2015 e janeiro de 2016, perfazendo um total de 1458 horas.

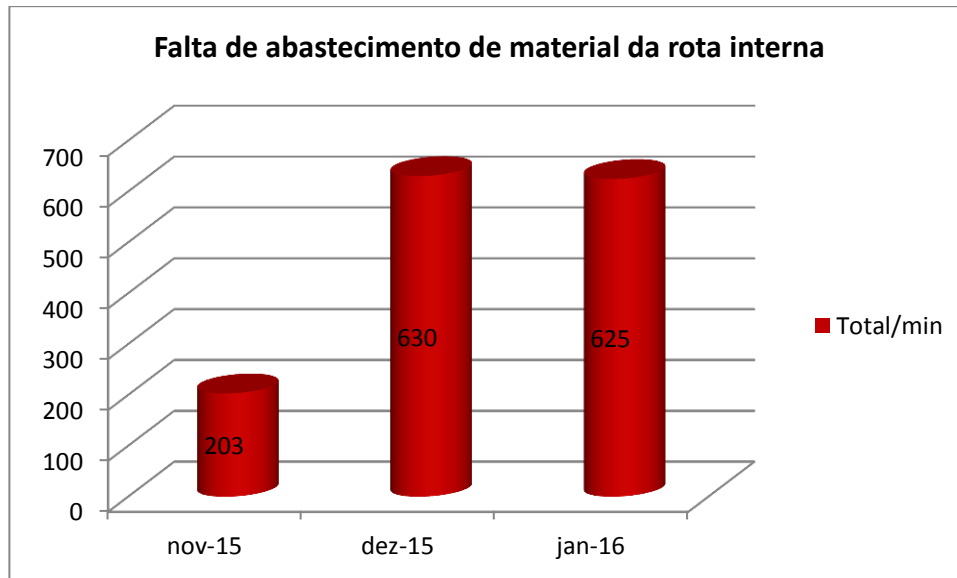


Figura 30- Abastecimento de material da rota interna

Assim, como se pode ver neste gráfico o atraso na entrega de matéria-prima às linhas de SMT provocou uma paragem total de 1458 horas nos meses de novembro e dezembro de 2015 e também janeiro de 2016.

#### 4.7.3 Planeamento da produção e elevado número de *Changeovers*

O plano de produção tem uma duração de 24 horas, sendo necessário todos os dias planificar as linhas de SMT. Esta planificação é executada para o dia seguinte mediante necessidades geradas pelo sistema SAP.

As necessidades de produção são retiradas do sistema e transferidas para uma folha do Excel. Na folha do Excel as produções são manipuladas, linha a linha, tendo em conta o número do *setup*, a largura dos transportes, os programas das estufas (perfis de temperatura e suporte central), máquinas de *pick and place* e máquina de impressão de pasta de solda e as respetivas telas.

Depois de terminado o plano em Excel este é carregado numa aplicação/ferramenta informática, Figura 31, que gere o plano diário em SMT. O plano de produção é



acompanhado nesta aplicação onde, se necessário, se fazem pequenos ajustes para que as ordens de produção terminem à meia-noite. Estas alterações são referentes a produções que não podem ser concluídas devido a atrasos da linha, causados por avarias ou outros eventos não planeados.

Figura 31 – Plano de produção de SMT

O planeamento da produção tem uma grande influência no indicador OE. Se forem tidas em conta várias situações que provocam desperdícios, no final de cada dia perde-se bastante produção. Estes desperdícios resultam de uma má utilização de recursos cuja capacidade, quando devidamente coordenados, consegue ser utilizada ao máximo.

A atual planificação dos produtos para cada linha de produção está a provocar perdas de tempos com mudanças desnecessárias de ferramentas e programas de máquinas. Existe um plano que é, neste momento, baseado na política *every part every day*, que está a ocasionar pequenos lotes de produção e demasiados *changeovers* em todas as linhas. Também se perde tempo porque a sequência dos produtos a produzir provoca alterações elevadas de temperatura nas estufas (fornos), levando demasiado tempo a reduzir ou aumentar as mesmas, assim como as larguras dos transportes das respetivas linhas que diferem de placa para placa, tendo mais impacto nas estufas.

A sequenciação da produção afeta também a quantidade de vezes que se efetua *setups* nas linhas, não se estando a aproveitar o tempo em que a máquina está preparada colocando, no sequenciamento da produção, todos os produtos seguidos correspondente ao mesmo *setup*. Neste momento existem 6 tipos de *changeover* em cada linha, sendo estes do tipo:



Tipo 1 – mudança de programas nas máquinas.

Tipo 2 – mudança de tela e programas nas máquinas.

Tipo 3 – mudança de tela, programa nas máquinas e carros.

Tipo 4 – (pode o tipo 1, 2 ou 3) sempre que necessite de alterar a largura dos transportes.

Tipo 5 – mudança do perfil da estufa (aquece) *Overflow* => *Lead* => *LeadFree*.

Tipo 6 – mudança do perfil da estufa (arrefece) *LeadFree* => *Lead* => *Overflow*.

O plano de *after sales* (produções antigas ou pedidos especiais, garantias) está a provocar paragens das linhas porque, como são produções que se fazem esporadicamente, os *setups* vão ficando com os materiais reduzidos ou, até mesmo, sem materiais, porque os trabalhadores recorrem a estes por necessidade de materiais que já não existem em armazém. Estes materiais vão sendo retirados porque, por vários motivos, não existem na fábrica e são uma alternativa até que entrem mais, vindo do fornecedor externo, entretanto não foram repostos no *setup* os materiais retirados.

Quando estes *setups* são inseridos nas máquinas e se inicia a produção é executada uma verificação de materiais para confirmar se estão de acordo com o pedido no programa. É neste passo que se verifica que faltam alguns materiais no *setup*, na maioria dos casos, e se perde demasiado tempo à espera ou à procura dos mesmos na secção porque não existem em stock no armazém. Na maioria dos casos a linha fica à espera que se resolvam estes problemas e perde-se produção.

A Tabela 4 ilustra um exemplo de um mês em relação ao tipo, número e tempo de *changeovers* por linha.



**Tabela 4 – Tipo, tempo e número de *changeovers* mensal**

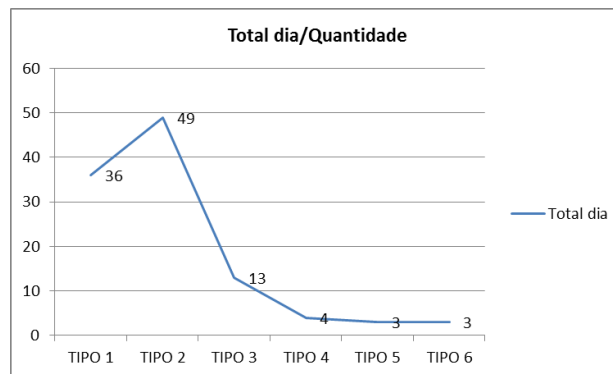
	Total Time C/O in min												TOTAL C/O Month	TOTAL C/O Day
	TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3		TIPO 4		TIPO 5		TIPO 6			
	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD		
L-AA---001	50,1	30	354,3	107	170,8	14	42,2	6	3,0	2	106,5	9	163	9
L-AA---002	102,5	45	572,3	208	90,6	37	61,8	8	95,0	20	76,9	8	326	17
L-AA---003	109,7	44	398,4	119	124,0	37	67,6	6	45,4	14	43,8	20	240	13
L-AA---004	181,3	57	609,6	116	322,3	44	128,0	17	0,0	0	5,2	3	237	12
L-AA---005	622,7	176	19,6	10	159,8	27	100,4	24	52,4	2	0,0	0	239	13
L-AA---010	225,5	105	308,2	129	131,9	39	17,0	12	33,0	11	13,0	11	307	16
L-AA---015	162,8	65	211,2	106	165,2	40	52,1	7	6,2	5	125,5	6	229	12
L-AA---017	444,9	97	302,7	51	99,9	7	0,0	0	34,1	3	23,9	1	159	8
L-AA---018	221,3	49	299,4	61	16,1	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0	111	6
L-AA---019	39,2	9	55,7	20	3,2	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0	31	2
<b>TOTAL</b>	<b>2159,90</b>	<b>677</b>	<b>3131,23</b>	<b>922</b>	<b>1283,78</b>	<b>248</b>	<b>469,15</b>	<b>80</b>	<b>269,07</b>	<b>57</b>	<b>394,70</b>	<b>58</b>	<b>2042</b>	<b>107</b>
Average	3,2		3,4		5,2		5,9		4,7		6,8			

	TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3		TIPO 4		TIPO 5		TIPO 6	
	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD	Mins	QTD
TOTAL Month	2160	677	3131	922	1284	248	469	80	269	57	395	58
TOTAL Day	114	36	165	49	68	13	25	4	14	3	21	3
Average	3,2		3,4		5,2		5,9		4,7		6,8	

Verifica-se nesta tabela, por exemplo, que o *changeover* do tipo 2 ocorreu 922 vezes e originou 3131 minutos de paragens de linhas num total mensal.

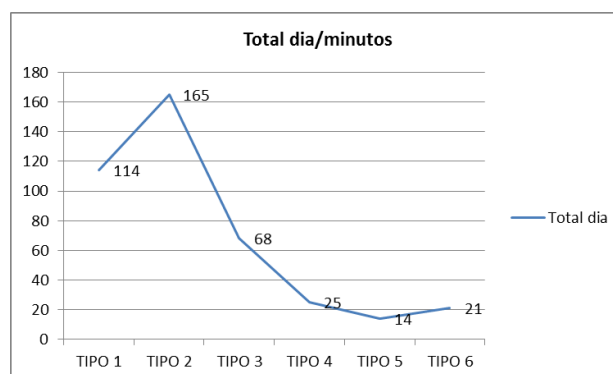
O gráfico da Figura 32 apresenta um exemplo da quantidade de *changeovers* realizados num dia de trabalho (24 horas).



**Figura 32 – Número de *changeovers* por dia**

Pode ver-se que ao longo do dia os *changeovers* mais frequentes eram do tipo 2 e 1.

O gráfico da Figura 33 apresenta um exemplo do tempo perdido, em minutos, devido aos *changeovers* num dia de trabalho (24 horas).



**Figura 33 – Tempo total de *changeovers* por dia em minutos**



Este gráfico mostra os minutos perdidos num dia por tipo de *changeover*. Por exemplo, o *changeover* tipo 2 originou 165 minutos de paragem de linha num dia.

#### 4.7.4 Perda de tempos com outras operações

A secção apresenta uma folha de registo de eventos (PSR) que permite aos operadores um registo não standardizado de eventos e caligrafia por vezes elegível. Estes eventos (Anexo III – Lista de códigos de impedimentos) são processados por um outro colaborador que recolhe as folhas de registo no dia seguinte e os insere manualmente num sistema informático para análises posteriores. Este colaborador tem várias vezes dificuldade em perceber a caligrafia e negligencia vários eventos ou os eventos são descritos disparatadamente e são ignorados por não se perceber o seu significado real. Perde-se assim muita informação relevante para posteriores análises que nos levariam a encontrar soluções para estes problemas.

O objetivo de não se perder eficiência implica parar as máquinas o mínimo de vezes possível, mesmo quando é preciso abastecer/alimentar materiais. Como tal, a alimentação de material é efetuada com a máquina a trabalhar sendo, para isso, executadas emendas de materiais. As emendas são feitas com o apoio de um alicate que crava um clip metálico na parte inferior da fita do material e, por cima, coloca-se uma fita autocolante com a mesma dimensão da fita do material, tal como se demonstra na Figura 34.

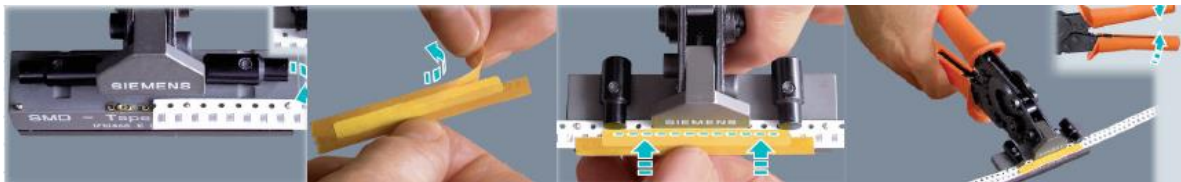


Figura 34 - Emenda de material

As emendas estão constantemente a dar problemas, pois encravam com frequência nos *feeders* devido à cravação do clip ou porque rebentam as fitas provocando um total de paragens diárias bastante significativas. Estes problemas têm maior incidência num determinado tipo de máquinas/*feeders*, sendo estas as Assembleon. O gráfico da Figura 35 apresenta o tempo de paragens devido a problemas com os *feeders*. Pode-se constatar que as linhas L-AA-17 e L-AA-18, ambas com máquinas Assembleon, são as que mais minutos perderam.



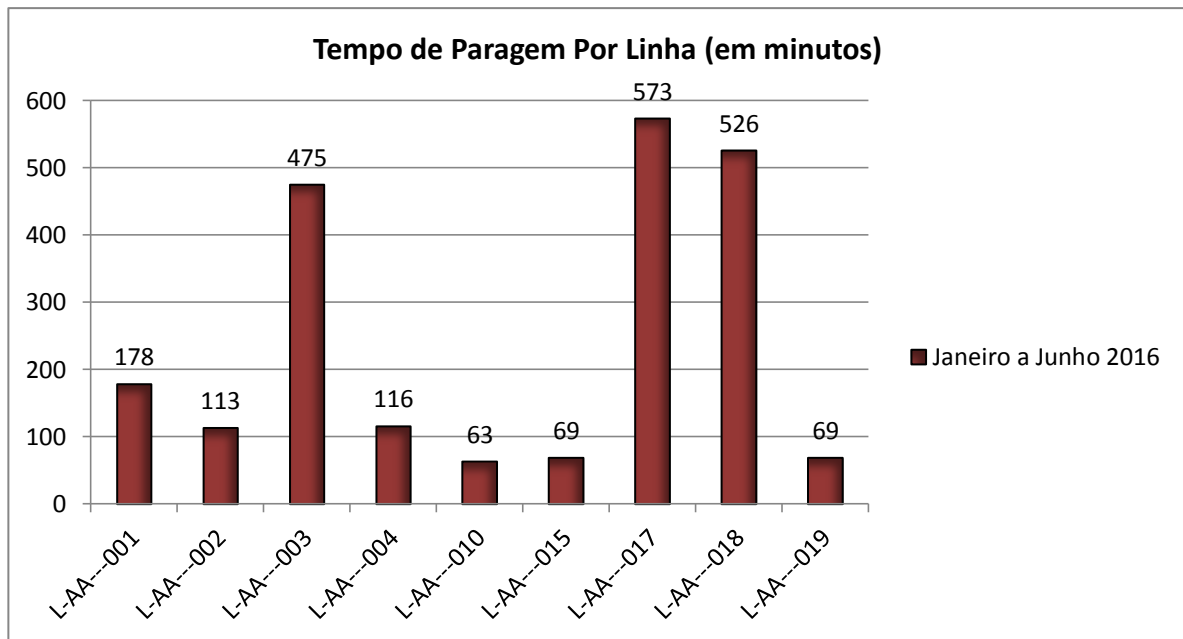


Figura 35 - Tempo de paragem atribuído a feeders

Assim, verifica-se que existe muito tempo de paragem nas linhas de produção por causa de intervenções derivadas a problemas com *feeders*, no total foram perdidos 2183 minutos, que perfaz um total de 37 horas em todas as linhas. O total em minutos em cada uma das linhas pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Tempo de paragem atribuído a *feeders*

Mês	L-AA---001	L-AA---002	L-AA---003	L-AA---004	L-AA---010	L-AA---015	L-AA---017	L-AA---018	L-AA---019	Total Mensal
Janeiro	5	14	67				97	12	13	208
Fevereiro	17	99	200	82		20		259	40	718
Março	149		182	34	7			67		439
Abril					56	49	19	33	15	173
Maio	8		26				7	154		196
Junho							450			450
<b>Total Por Linha</b>	<b>178</b>	<b>113</b>	<b>475</b>	<b>116</b>	<b>63</b>	<b>69</b>	<b>573</b>	<b>526</b>	<b>69</b>	<b>2183</b>



## 5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas algumas propostas de melhoria nas três principais áreas associadas à produção, ou seja, na manutenção, logística e *changeovers*. Com estas propostas pretendeu-se melhorar a eficiência operacional na secção de SMT. Através da metodologia 5W2H são apresentadas, resumidamente, na Tabela 6 todas as propostas de melhoria efetuadas.

**Tabela 6- Resumo das propostas de melhoria apresentadas**

O Quê?	Porquê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Custos?
Formação Standard Work	Falta de standard work nas operações realizadas pelos operadores	Secção SMT e Armazém	Diogo Leitão e Carlos Vicente	jan-17	Abordar os pontos principais de forma a garantir que todos os trabalhadores saibam quais as suas funções e a melhor forma de as executar para melhorar a qualidade e desempenho dos equipamentos que utiliza.	192 Euros
Reduzir tempo de avarias de máquinas	Perda de eficiência das máquinas devido a avarias	Secção SMT	Equipa da manutenção	jun-16	Através de um estudo baseado em dados estatísticos do histórico das substituições das peças e comparado com as especificações dos fabricantes dos equipamentos.	1492 Euros
Diminuir tempo de Setup	Perda de eficiência com <i>changeovers</i>	Secção SMT	Pedro Peixoto e equipa de SMT	jun-16	Rever o tamanho de lote a produzir, rever e criar em SAP as respetivas necessidades de acordo com o lote mínimo estipulado de forma a gerar as encomendas de materiais aos fornecedores. Aplicar o SMED e metodologia 5S.	396 Euros
Criar ferramenta informática para registar eventos/paragens de linha	Erros no processamento dos dados devido a falta de padrão nos eventos registados e caligrafia elegível	Secção SMT	Manuel campos	2017	Criar uma ferramenta informática que facilite ao operador de linha registar eventos pré definidos. Esta ferramenta permite processar dados estatísticos.	Não foi possível ainda calcular
Melhorar ferramenta e fita de Splice	Problemas com emendas mal feitas devido ao mau cravamento do clip e fitas que rebentam	Secção SMT	Equipa de SMT	mai-16	Implementar uma nova ferramenta com poka yoke para diminuir os erros e melhorar o splicing.	4308 Euros

### 5.1 Formação aos colaboradores

Devido à falta de cumprimento de operações standard pelos operadores foi realizada uma formação para melhorar o desempenho na realização das suas funções. Após análise ao número de linhas e materiais a fornecer decidiu-se aumentar o suporte ao trabalhador de



forma que este consiga fornecer o material atempadamente às linhas, este suporte é feito por outro trabalhador dentro do armazém que, por sua vez, estava com tempo livre após as tarefas que lhe foi atribuído e, assim, ficou com tempo disponível para ajudar o operador da rota de fornecimento de matéria-prima a SMT. A Tabela 7 apresenta os 5W2H desta ação.

**Tabela 7 - Ação de formação aos trabalhadores para cumprimento standard das operações**

<b>1</b>	<b>What?</b>	O objetivo é tomar conhecimento e cumprir as instruções de trabalho de forma <i>standard</i> .
<b>2</b>	<b>Why?</b>	Garantir que todos os trabalhadores executam as tarefas de forma eficiente e de igual forma.
<b>3</b>	<b>Where?</b>	Esta ação terá principal foco na secção de SMT.
<b>4</b>	<b>Who?</b>	Todos os trabalhadores vão passar por esta ação de formação, sendo esta elaborada e dada aos trabalhadores pelos responsáveis pelas ações de formação, da área em específico, que pertencem aos quadros da Delphi.
<b>5</b>	<b>When?</b>	A data será agendada assim que seja possível, tendo em conta o volume de produção.
<b>1</b>	<b>How?</b>	A formação vai abordar os pontos principais de forma a garantir que todos os trabalhadores saibam quais as suas funções e a melhor forma de as executar para melhorar a qualidade e desempenho dos equipamentos que utiliza.
<b>2</b>	<b>How Much?</b>	O custo desta formação é 192 euros.

## 5.2 Ações para diminuir o tempo de paragem de máquinas (aplicando TPM)

Nesta secção aplicou-se um dos pilares do TPM, sendo este a melhoria do equipamento e processo. Este pilar tem como objetivo eliminar perdas de forma a aumentar a eficiência geral dos equipamentos. Na análise realizada na secção 4.7.1 foram detetados problemas com algumas máquinas para as quais se delineou algumas ações tendo como objetivo a diminuição destas incidências e consequentemente a diminuição do tempo de paragem. Nesta secção apresentam-se essas ações.

### 5.2.1 Ações para solução de problemas na linha 15

Esta secção resume os principais problemas da linha 15 e algumas ações a ter em conta para resolver esses problemas. Uma das primeiras ações foi a necessidade de rever a frequência entre intervenções de manutenção preventiva para reduzir o tempo de avarias no parque de máquinas. A Tabela 8 apresenta essa ação usando a técnica 5W2H. Esta ação foi definida em conjunto com os técnicos da manutenção. Uma vez que o parque de máquinas é



maioritariamente igual, estas ações podem ser alargadas a outras linhas que tenham o mesmo problema.

**Tabela 8 - Rever frequência entre intervenções de manutenção preventiva**

1	<b>What?</b>	Reduzir o tempo de reparação no parque de máquinas.
2	<b>Why?</b>	Devido ao elevado tempo de paragem por avaria nas máquinas.
3	<b>Where?</b>	Esta ação terá principal foco na secção de SMT.
4	<b>Who?</b>	Estas ações serão desempenhadas pelas equipas da manutenção preventiva.
5	<b>When?</b>	De imediato.
1	<b>How?</b>	Através de um estudo baseado em dados estatísticos do histórico das substituições das peças e comparado com as especificações dos fabricantes dos equipamentos.
2	<b>How Much?</b>	Custos com estas ações são 1492 euros.

A Tabela 9 apresenta as ações para solucionar problemas como o erro no vacuum, a falta de componentes e máquina bloqueada.

**Tabela 9 - Ações para solução de problemas na linha 15**

Problema principal	Ação planeada	Outras atividades	Responsável	Data implementação
Erro de vacuum	Substituição de vedantes	MP: adicionar à instrução de trabalho a verificação do estado dos vedantes	JLF	abr-16
	Utilização de novo software para teste e diagnóstico das cabeças	MP: adicionar à instrução de trabalho aum teste e diagnóstico aos vedantes	JLF	abr-16
Falta de componentes ou descentrados	Utilizar uma nozzle especifica para o material Sagami Ferrite	n/a	JLF	
	Comprar ferramenta de calibração e calibrar as câmaras digitais	MP: adicionar à instrução de trabalho a calibração às câmaras digitais	JLF	abr-16
Máquina bloqueada	Instalar nova versão de software	n/a	JLF	

A Tabela 10 apresenta as ações para solucionar problemas na estufa da linha 15.

**Tabela 10 -Ações para solução de problemas na estufa da linha 15**

Problema principal	Ação planeada	Outras atividades	Responsável	Data implementação
Corrente bloqueada	Substituir corrente	Aplicar também nas outras linhas	JLF	abr-16
	Comprar novo modelo de corrente e molas de tensão	Comprar para as outras estufas se o resultado nesta for positivo	JLF	abr-16
Erro de nitrogénio	Adicionar sensor extra para verificar fluxo de nitrogénio	Adicionar sensor extra nas outras linhas se o resultado for positivo	JLF	abr-16

O custo destas soluções foi de 1492 euros, entre mão-de-obra e peças. Estas ações já foram implementadas e, comparando os três meses anteriores às implementações, janeiro, fevereiro e março de 2016, com os três meses após as implementações, abril, maio e junho, verificamos uma redução no tempo de avaria da estufa de 848 minutos (14 horas). A somar a este tempo



de melhoria de eficiência soma-se também a redução do tempo de intervenção dos elementos da equipa de manutenção.

As Tabela 11 e Tabela 12 mostram a diferença do tempo de avaria de estufa da linha 15, em minutos, entre os dois primeiros trimestres do ano de 2016.

**Tabela 11 - Avarias estufa 15 (janeiro, fevereiro e março 2016)**

<b>Avarias estufa 15 (janeiro, fevereiro e março 2016)</b>	<b>Total</b>
Deitar fumo.	22
Não atinge a temperatura .	95
Não liga/ Não inicializa.	26
Placas presas.	110
Sujar placas .	42
Transporte não anda .	801
<b>Total Geral</b>	<b>1097</b>

**Tabela 12- Avarias estufa 15 (abril, maio e junho 2016)**

<b>Avarias estufa 15 (abril, maio e junho 2016)</b>	<b>Total</b>
Não atinge a temperatura .	148
Não lê código de barras.	8
Não liga/ Não inicializa.	23
Transporte não anda .	68
<b>Total Geral</b>	<b>248</b>

#### 5.2.2 Ações para solução de problemas na linha 4

A Tabela 13 contém ações a ter em conta para a solução dos problemas encontrados na linha 4 e referidos na secção 4.7.1 e que também podem ser alargados a outras máquinas similares.

**Tabela 13 - Ações para solução de problemas na linha 04**

<b>Problema principal</b>	<b>Ação planeada</b>	<b>Outras atividades</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data implementação</b>
Erro de mesa e clamp	Ajustar e repor a pressão no clamp	MP: adicionar à instrução de trabalho a verificação dos bares da pressão	JLF	abr-16
	Ajustar e reparar os reguladores up/down da mesa	aplicar noutras máquinas	JLF	abr-16
	Desativar sensor torque ( esta a causar falsos alarmes)	n/a	JLF	
Erros gerais de vacuum e falta de componentes	Revisão de todas as cabeças, venturis, mangas, cavidades e ar comprimido.	MP: ajustar o período da manutenção preventiva para estes componentes	JLF	abr-16
	Calibração das câmaras	MP: ajustar o período da manutenção preventiva para estes componentes	JLF	mar-16

Estas ações já foram implementadas e, comparando os meses três meses anteriores às implementações, janeiro, fevereiro e março de 2016, com os três meses após as implementações, abril, maio e junho, verificamos uma redução no tempo de avaria de



máquina de 7057 minutos (118 horas). A somar a este tempo de melhoria de eficiência soma-se também a redução do tempo de intervenção dos elementos da equipa de manutenção.

As Tabela 14 e Tabela 15 mostram a diferença do tempo de avaria de máquinas da linha 4, em minutos, entre os dois primeiros trimestres do ano de 2016.

**Tabela 14- Avarias Linha 4 (janeiro, fevereiro e março 2016)**

<b>Avarias Linha 4 (janeiro, fevereiro e março 2016)</b>	<b>Total</b>
[AFINACAO]Dá muitos falsos erros e abort. [AFINACAO]	53
[AFINACAO]Não detectou pasta a mais ou f. [AFINACAO]	26
A Encravar ou Danificar Placas.	54
Dá muitos falsos erros e aborta.	307
Erro eixo.	394
Erro Fiducial.	2
Não faz a referência/bloqueada.	722
Placas empancam no transporte .	5774
Rejeição elevada .	14
Transporte não anda .	1048
<b>Total Geral</b>	<b>8394</b>

**Tabela 15 - Avarias Linha 4 (abril, maio e junho 2016)**

<b>Avarias Linha 4 (abril, maio e junho 2016)</b>	<b>Total</b>
[AFINACAO]Nao chama as placas . [AFINACAO]	44
[AFINACAO]Transporte não anda . [AFINACAO]	13
Dá muitos falsos erros e aborta.	223
Erro eixo.	77
Erro Fiducial.	208
Nao chama as placas .	65
Não detectou componente descentrado.	49
Não faz a referência/bloqueada.	54
Não liga/ Não inicializa.	323
Não troca de pipetes .	48
Rejeição elevada .	25
Transporte não anda .	210
<b>Total Geral</b>	<b>1337</b>

### 5.2.3 Checklist para intervenção de manutenção preventiva

Sempre que se realizava uma intervenção de manutenção preventiva o foco maior era nas máquinas de inserção de componentes, estufa, máquina de deposição de pasta de solda e máquinas de inspeção da qualidade. Notava-se que existia uma maior preocupação nas avarias em máquinas que geravam perdas de tempos significativos numa única avaria. Ao analisar todos os tempos e dispositivos que avariavam, verificou-se uma grande percentagem de perda de eficiência com eventos gerados por avaria de transportes, más ligações de fichas que geravam intermitências, correias desgastadas, este problema foi discutido na secção 4.7.1.

Embora nas instruções de trabalho de cada intervenção de manutenção existam evidências de que os trabalhadores devem ter atenção a todos estes periféricos das linhas, nem sempre as cumpriam como deveria ser. Para que não se descorasse estas ações decidiu-se criar uma



checklist (Tabela 16) com todas estas pequenas tarefas que têm de ser seguidas criteriosamente em cada intervenção de manutenção.

<b>Check list: Inspections to Critical Points in Complete Line</b>			
<b>LOADER/UNLOADER</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar Alinhamento			
Verificar as Fixações			
Testar a Pressão Cilindro			
<b>CONVEYORS</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Alinhamento			
Fixações			
Avaliar Estado Correias e Roletos			
<b>DEK</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Testar Saída de Líquido			
Testar Sensor e Avanço Papel			
Avaliar Altura e Borracha do Sistema Limpeza			
Inspeccionar o Estado das Lâminas Board Clamp			
Inspeccionar o Estado Lâminas Proflow			
Verificar os Ventiladores			
<b>SPI</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar Alinhamento			
Testar Leitura Scanner			
Avaliar Estado Correias e Roletos			
<b>SMD</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar o Estado das Escalas (Excesso Óleo)			
Verificar Largura Transporte			
Testar Subida/Descida Mesa e Clamp			
Testar Troca Aut. de Nozzles			
Medir Valores de Vácuo			
Testar Stoppers			
Testar Clamps			
<b>ESTUFA</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar Altura e Alinhamento Transporte C (CBS)			
Verificar Largura e Paralelismo Transporte			
Verificar Indicadores Níveis de Azoto			
Avaliar as correntes (Excesso Óleo)			
Verificar Funcionamento UPS/ Baterias			
<b>BUFFERS</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar Alinhamento			
Verificar as Fixações			
Verificar Correias e Roletos			
<b>AOI</b>	<b>S</b>	<b>OK</b>	<b>N</b>
Verificar o Estado e Actuação do Clamp			
Testar Leitura Scanner			
Verificar Estado Correias e Roletos			

Tabela 16 - Checklist: Inspections to Critical Points in Complete Line



### 5.2.4 Ações especiais

Como ações especiais decidiu-se também substituir todas as válvulas de ar das máquinas Siemens, substituir todos os filtros dos compressores de ar de forma a melhorar a qualidade do ar comprimido. Está também previsto controlar a qualidade do ar da secção, para tal toda a secção tem de ser isolada com paredes e reduzir, assim, a poeira dentro da mesma. Este pó infiltra-se nos componentes das máquinas provocando má qualidade na produção devido a peças danificadas.

## 5.3 Ações para reduzir tempo de setups

A Delphi está focada em produzir diariamente o que o cliente precisa seguindo uma produção focada em *every part every day*. Para reduzir o número de lotes diários de produção e sucessivamente o número de *changeovers* têm de ser definidas algumas regras, tendo em conta a diminuição de WIP. A Tabela 17 apresenta as ações propostas para reduzir o tempo de *setup* usando a técnica 5W2H.

Tabela 17 - Ações para reduzir o tempo de *changeover*

1	<b>What?</b>	Rever os processos de produção de forma a aumentar o OE. Tem de ser revisto o tamanho de lote a produzir, rever e criar em SAP as respetivas necessidades de acordo com o lote mínimo estipulado de forma a gerar as encomendas de materiais aos fornecedores. Aplicar o SMED e metodologia 5S.
2	<b>Why?</b>	É necessário reduzir o tempo de <i>setup</i> de forma a aumentar a eficiência das máquinas.
3	<b>Where?</b>	Esta ação terá principal foco na secção de SMT.
4	<b>Who?</b>	Os responsáveis pelo plano de produção serão os donos das ações definidas e também pela análise e melhorias contínuas inerentes a estas mesmas ações.
5	<b>When?</b>	De imediato
1	<b>How?</b>	Sempre que surjam novos produtos serão executadas em SAP as respetivas alterações de acordo com o definido anteriormente.
2	<b>How Much?</b>	Os custos destas ações são 396 euros.

### 5.3.1 Aplicação do SMED e metodologia 5S na redução de tempo de Setup

A seguir são aplicadas as etapas da aplicação da metodologia SMED, segundo Shingo, para reduzir o tempo de *setup*. Na altura da aplicação da metodologia não foram o principal foco as etapas 1 e 2, pois, estas etapas, estavam muito bem definidas, no entanto, a etapa 3 carecia de melhorias imediatas.





Esta etapa consiste em transformar atividades internas em externas e neste seguimento foi identificada uma possibilidade de melhoria. Mesmo existindo uma instrução de trabalho para o *changeover* nem todos os intervenientes (Anexo IV – Instrução de trabalho de *changeover*), afinadores e operadores, estavam cientes das suas tarefas e o momento exato de as executar. Neste sentido decidiu-se atribuir a um afinador a responsabilidade de liderar a equipa que efetua o *changeover*. Foi criada uma lista com todas as tarefas que cada interveniente tem que desempenhar e que também inclui as tarefas do coordenador do *changeover* (Anexo V – Equipa para efetuar *changeovers*).

Identificou-se também uma deficiência quanto à identificação dos locais onde estacionar os carros de material que entram e saem das máquinas, criando, assim, confusão e perda de tempo na mobilidade dos mesmos. Aplicando a metodologia 5S, identificamos os locais onde estacionar os carros que saem da máquina e que vão para a limpeza dos mesmos e também o local onde têm que estar no momento em que vão entrar nas máquinas. As linhas a tracejado coladas ao chão identificam o local onde se estacionam os carros, quando são retirados das máquinas, para limpeza e nas linhas contínuas os próximos carros a entrar nas máquinas e também os que ficam no parque 0, ou seja, os carros que não entram no próximo setup conforme se pode verificar nas Figura 36, Figura 37, Figura 38, Figura 39, Figura 40 e Figura 41.

A Figura 36 orienta os operadores quanto à direção em que os carros devem ser estacionados na área de limpeza.

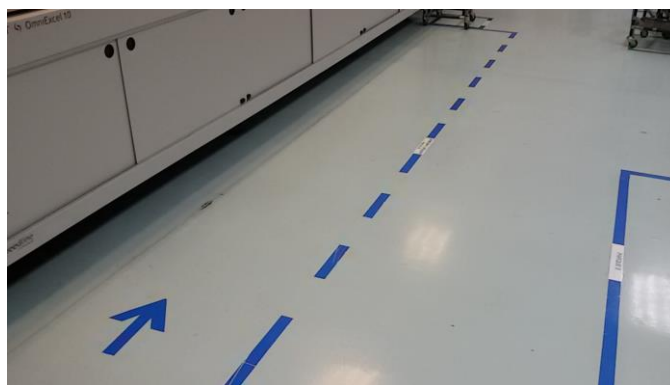


Figura 36 - Carros na limpeza

A Figura 37 mostra a identificação do local para orientar os operadores em relação ao local de estacionamento dos carros seguindo a metodologia 5S.



**Figura 37 - Identificação da área de limpeza**

É possível ver na Figura 38 os carros estacionados para limpeza.



**Figura 38 - Carro para limpeza**

É possível ver na Figura 39 os próximos carros a entrar nas máquinas.



**Figura 39 - Próximo carro a entrar na máquina**

A Figura 40 mostra a etiqueta de identificação do local para o próximo carro a entrar na máquina.



**Figura 40 - Etiqueta de identificação do local para carro a entrar na máquina**

A Figura 41 mostra a identificação do local onde são estacionados os carros que não vão ser utilizados nos próximos *changeover* e que já estão com a limpeza efetuada.



**Figura 41 - Etiqueta de identificação do parque 0.**

Com todas estas ações tornaram-se simplificadas as tarefas e visíveis os locais de estacionamento dos carros, não existindo, assim, qualquer dúvida quanto ao que cada pessoa tem que fazer.

### 5.3.2 Nivelamento da produção

Anteriormente, se a empresa tivesse de produzir 24 placas por semana de um determinado produto, que demoraria cerca de 12 minutos a produzir, era isso que era planificado para uma linha (Anexo VI – Instrução de trabalho Plano de produção). Neste momento já não se procede dessa forma e seguem-se as regras apresentadas na Tabela 18.



**Tabela 18 - Tempo de produção/frequência**

<b>Production Time</b>	<b>Frequency</b>
< 60	Once per Month
< 120	Twice per Month
< 240	Once per Week
< 480	Twice per Week
> 480	Every Day

Foi revisto o nivelamento da produção tendo em conta a tabela anterior, assim sendo, se a quantidade mínima de placas a produzir de um determinado produto demorar menos de 60 minutos, este deverá ser produzido uma vez por mês, no caso de quantidades superiores a 480 minutos por dia, então, esta produção poderá ser planeada diariamente.

Para esta nova regra de planeamento funcionar, foram alteradas algumas condições no SAP de forma a gerar necessidades de placas somente no momento certo, ou seja, conforme o tamanho do lote a produzir, este gere a sua necessidade no momento em que é preciso para o cliente e, assim, o MRP gera necessidade de matéria-prima.

### 5.3.3 Produção de *aftersales*

As versões *after sale* vão começar a entrar no processo de produção como pré-séries e não entrar nos cálculos do OE, pois têm um processo de preparação muito idêntico às pré-séries, ou seja, têm de ser planeadas e acompanhadas pela engenharia de SMT por ser produções que carecem de preparação de programas e ajustes no momento da produção.

## 5.4 Ferramentas para registo de eventos na linha e a emenda do material

Atendendo ao problema descrito na secção 4.7.4, que implicavam também paragens das máquinas, são apresentadas algumas soluções para a redução de paragens de máquinas devido a erros de operação ou ferramentas desadequadas para as operações.



#### 5.4.1 Ferramenta informática para registar eventos

Está a decorrer o desenvolvimento de uma ferramenta informática (EPSR - *Electronic Production Status Report*) para registos de eventos das linhas e que vem substituir a atual folha de relatório formato em papel, evitando os registos fora do standard e caligrafia elegível. Também foi atualizada a folha de código de impedimentos e será dada formação aos colaboradores. Estas alterações vão standardizar os eventos a ser inseridos na nova ferramenta e ter uma informação mais clara que facilita o trabalho de dados registados para futuro reporte (Tabela 19).

**Tabela 19 - Ferramenta informática para registo de eventos**

Objetivo		Desenvolver ferramenta informática
1	<b>What?</b>	Melhorar através do desenvolvimento de aplicação informática o registo de eventos.
2	<b>Why?</b>	Com esta ação pretende-se diminuir a probabilidade de erro para minimizar as paragens de máquinas e melhorar o registo de eventos relacionados com as mesmas.
3	<b>Where?</b>	Esta ação terá principal foco na secção de SMT.
4	<b>Who?</b>	Estas ações terão a participação da equipa de engenharia informática e também dos trabalhadores da área de SMT.
5	<b>When?</b>	Está a decorrer o desenvolvimento da ferramenta informática.
1	<b>How?</b>	Está a decorrer o desenvolvimento de uma ferramenta informática (EPSR) para registos de eventos das linhas e que vem substituir a atual PSR, evitando os registos fora do standard e caligrafia elegível. Também será atualizada a folha de código de impedimentos e será dada formação aos colaboradores.
2	<b>How Much?</b>	Por calcular.

#### 5.4.2 Alteração do processo de emendar de material

Foi alterado o processo de colagem da fita no *Splicing* para as máquinas da Assembléon, tendo sido standardizado (Anexo VII – Instrução de trabalho emenda de materiais). Foi realizado um teste para alterar o processo manual de inserção do clip individual para um clip duplo e uma versão semiautomática. Também o processo de corte da fita do material passou a ser feito por uma ferramenta desenvolvida especificamente para esta função. Esta ferramenta permite um corte perpendicular e através de um Poka-Yoke evita o descentramento da fita, conforme se pode verificar na Figura 42.

A Tabela 20 apresenta as propostas para melhorar o processo de emendar material.



Tabela 20 - Processo de emendar material

Objetivo	Processo de emendar material
1 What?	Alterar fita-cola e inserção do clip nas emendas de material (melhorar ferramenta).
2 Why?	Com esta ação pretende-se diminuir a probabilidade de erro para minimizar as paragens de máquinas e melhorar o registo de eventos relacionados com as mesmas.
3 Where?	Esta ação terá principal foco na secção de SMT.
4 Who?	Estas ações terão a participação dos trabalhadores da área de SMT.
5 When?	A ferramenta para o siplicing já está implementada.
1 How?	Foi implementada uma nova ferramenta com poka yoke para diminuir os erros e melhorar o siplicing.
2 How Much?	Estas ações tiveram um custo de 4308 euros



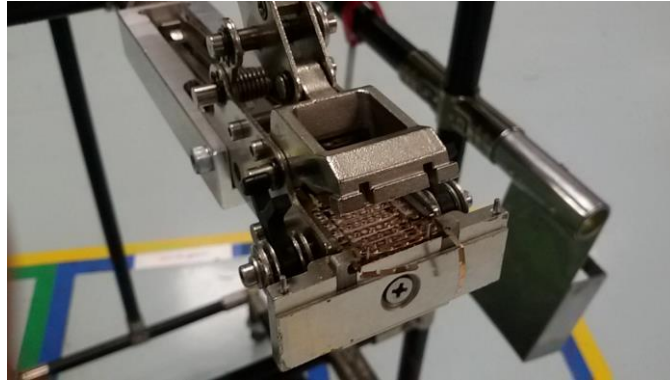
Figura 42 - Alicate de corte da fita do material

A Figura 43 mostra o alicate utilizado anteriormente que permite a inserção apenas de um clip de cada vez, ou seja, cada clip era carregado individualmente, o que fazia perder mais tempo.



Figura 43- Alicate clip individual

A Figura 44 apresenta um alicate que permite o carregamento de uma fita com vários clips, o que torna o processo mais rápido.



**Figura 44 - Alicates carregamento semiautomático**

Foi realizada uma formação para demonstrar como funciona a nova ferramenta e o respetivo clip.



## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo, analisam-se os resultados obtidos depois da implementação de todas as ações propostas anteriormente e compara-se com o estado em que se encontrava antes das mesmas serem implementadas. É apresentado um resumo dos resultados das ações que tiveram como objetivo a melhoria da eficiência da secção de SMT. O período de comparação foi janeiro a julho de 2015 com o período de janeiro a julho de 2016.

### 6.1 Melhorias na rota de fornecimento de matéria-prima às linhas de produção

A proposta apresentada na secção 5.2 demonstrou resultados bastante satisfatórios, Comparando com igual período do ano passado, totalizando em 2016 1673 horas de paragem das máquinas por falta de abastecimento, reduzindo assim, 609 horas de paragem em relação ao igual período do ano 2015. A média mensal baixou de 326 para 239 horas (-87) como se pode verificar na Tabela 21 que apresenta o tempo em horas.

Tabela 21- Faltas de material igual período 2015 e 2016 (horas)

IMPEDIMENTO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Média	Total
<b>2015</b>									
Faltas Material/Rota	153	129	375	218	292	307	808	<b>326</b>	<b>2282</b>
<b>2016</b>									
Faltas Material/Rota	625	257	192	187	130	135	147	<b>239</b>	<b>1673</b>
<b>Diferença</b>								<b>-87</b>	<b>-609</b>

### 6.2 Redução do tempo de paragem das máquinas

Com as ações implementadas relativas à manutenção apresentadas na secção 5.2, pode-se verificar que, em igual período do ano 2015, houve uma redução de 532 horas de impedimento devido a avarias. A média mensal baixou de 377 para 301 horas (-76) conforme indicado na Tabela 22 que apresenta os tempos de paragem em horas para o ano 2015 e 2016.





Tabela 22 - Avaria de máquinas, igual período 2015 e 2016 (horas)

IMPEDIMENTO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Média	Total
<b>2015</b>									
Máquina avariada	346	351	388	399	314	469	373	<b>377</b>	<b>2641</b>
<b>2016</b>									
Máquina avariada	276	411	318	346	231	239	288	<b>301</b>	<b>2109</b>
<b>Diferença</b>								<b>-76</b>	<b>-532</b>

### 6.3 Redução do tempo de *changeovers* (setup)

Atendendo às propostas apresentadas na secção 5.3, os tempos de *changeover* diminuíram, mesmo aumentando a variedade de produtos a produzir em SMT, o que faz geralmente subir o tempo de *changeover*. Fazendo uma comparação entre o ano de 2015 e 2016, verifica-se, na Tabela 23, que os tempos baixaram de 1766 para 1582 horas (-183) e, a média mensal baixou de 252 para 226 horas (-26).

Tabela 23 - Tempos de *changeover*, igual período 2015 e 2016 (horas)

IMPEDIMENTO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Média	Total
<b>2015</b>									
ChangeOver	165	232	207	217	298	242	405	<b>252</b>	<b>1766</b>
<b>2016</b>									
ChangeOver	163	256	284	199	331	187	161	<b>226</b>	<b>1582</b>
<b>Diferença</b>								<b>-26</b>	<b>-183</b>

### 6.4 Eficiência Operacional 2015 vs 2016

As propostas apresentadas nas secções 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4 permitiram uma melhoria na eficiência operacional de 2,2 %, comparando o 1º semestre de 2016 e igual período do ano de 2015, conforme se pode verificar na Figura 45 e Figura 46.

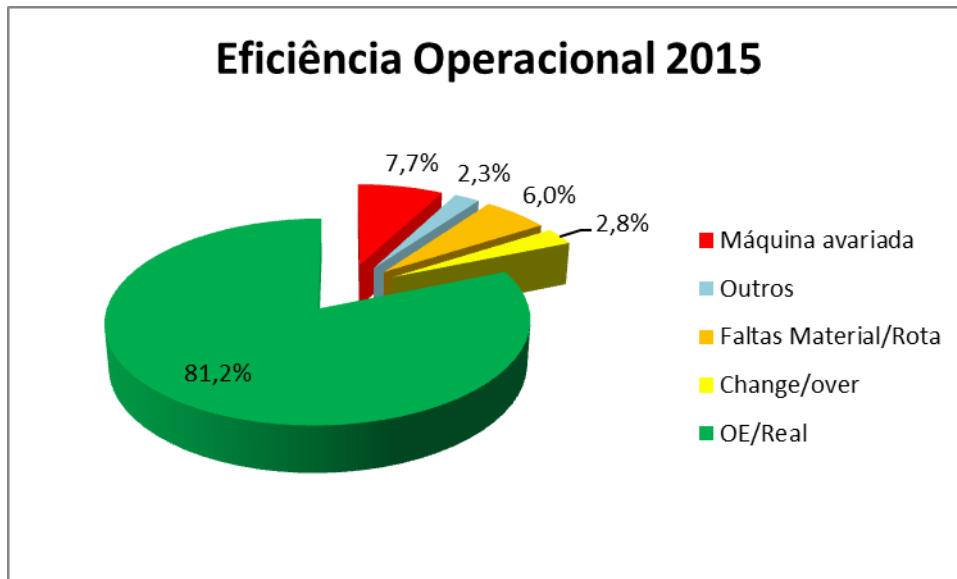


Figura 45- Eficiência Operacional de 2015

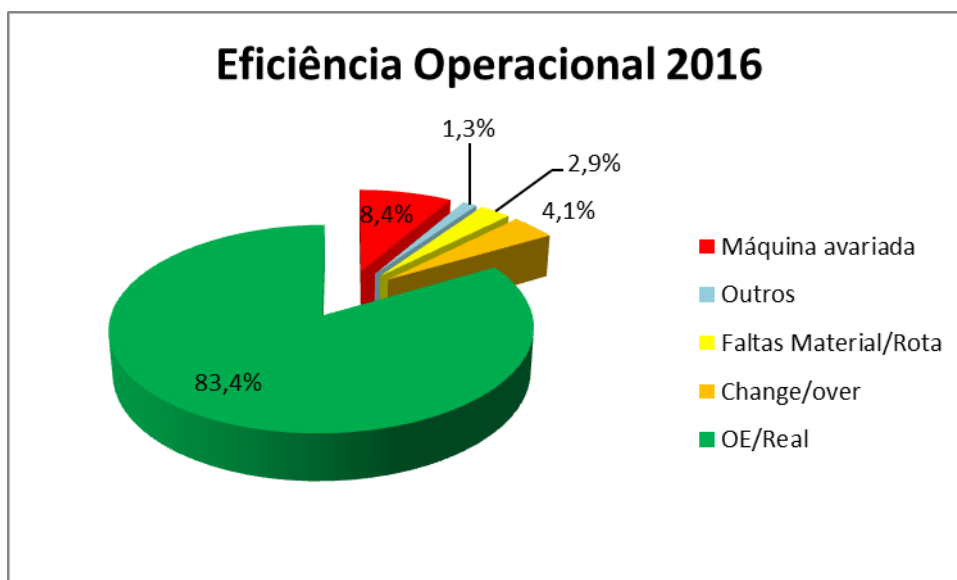


Figura 46 - Eficiência Operacional de 2016

De registar que nos meses de 2016, se registaram aumentos graduais de 1%, da eficiência operacional conforme se pode verificar na Tabela 24.



**Tabela 24 - Progressão da Eficiência Operacional**

<b>IMPEDIMENTOS</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Média</b>
Máquina avariada	4%	7%	6%	6%	4%	5%	8%
Faltas Material/Rota	5%	4%	3%	2%	2%	0%	3%
Changeover	3%	4%	5%	3%	6%	4%	4%
Outros	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%
<b>OEE/Real</b>	<b>82%</b>	<b>82%</b>	<b>83%</b>	<b>83%</b>	<b>84%</b>	<b>85%</b>	<b>83%</b>
<b>OEE/Target</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>	<b>88%</b>



## 7. CONCLUSÃO

Neste capítulo serão referidas as principais conclusões deste projeto e também propostas para futuros trabalhos.

### 7.1 Conclusões

Considera-se que foi atingido o objetivo da dissertação que era o de melhorar o desempenho na secção de inserção automática de componentes, nomeadamente na melhoria dos indicadores desta secção, aplicando ferramentas do *Lean Production*.

A preocupação inicial deste projeto prendia-se com a obtenção de dados relevantes para a identificação dos principais problemas que baixavam a eficiência operacional na secção de inserção automática de componentes. Foi realizado um *workshop Lean* que tinha como objetivo analisar os principais problemas que afetavam o OE. Neste *workshop* estiveram em foco a rota de fornecimento de material às linhas de produção, a manutenção e também os *changeovers*.

Foi importante identificar alguns desperdícios nas tarefas a desempenhar pelos trabalhadores dentro do armazém. Após a eliminação de desperdícios verificou-se que era possível transferir uma parte do trabalho de trabalhadores do armazém de forma a contribuírem na ao trabalhador da rota de fornecimento de matéria-prima às linhas, nomeadamente tarefas desempenhadas dentro do armazém. Com esta redistribuição de tarefas foi possível reduzir 609 horas de paragem das máquinas por falta de abastecimento de matéria-prima.

Juntamente com as competências da manutenção foi importante incluir na manutenção preventiva a substituição de peças de máquinas onde incidiam paragens por desgaste que não eram contempladas anteriormente. Foi criada uma *checklist* com todas as tarefas a desempenhar durante uma inspeção, garantindo assim que nenhuma tarefa é ocultada e que é registado a realização da mesma.

Foi possível, em conjunto com o grupo do plano de produção, definir o tamanho do lote e frequência de planificação. Esta frequência pode ser mensal, semanal ou diária dependendo do tempo que demora a sua produção, reduzindo assim, o número de *changeovers*. Os problemas com as emendas de material eram outro impedimento significativo que afetava a eficiência operacional. Implementou-se uma ferramenta que possibilita uma melhor emenda



de material sem que as máquinas parassem por rebentamento da fita ou clipe, e foi revista a respetiva instrução de trabalho.

No geral, com as ações implementadas, verificou-se um aumento na eficiência operacional na ordem dos 2,2%, passando dos 81,2% para 83,4%, comparação efetuada entre o primeiro semestre do ano 2015 e o primeiro semestre do ano 2016. Acredita-se que é possível atingir os 88%, objetivo do OE para o ano de 2016, uma vez que a eficiência operacional tem tido um aumento gradual de 1 valor percentual em cada mês, em 2016.

## 7.2 Trabalho futuro

Com o intuito de dar continuidade à melhoria contínua deixa-se algumas sugestões para futuros trabalhos, sendo estas:

- Consolidar o algoritmo relativo ao número de rolos de material, por número de peça, a ter na secção de forma a evitar fazer rebobinagens de material;
- Implementar um novo aplicativo que permita validar um novo *setup offline* e que o mesmo faça o pedido automático de matéria-prima ao armazém mediante o consumo de material pela máquina;
- Avaliar o conteúdo de trabalho para um operador nas Linhas de alta velocidade para evitar as pequenas paragens e interrupções na produção e propor nova distribuição;
- Analisar e melhorar o *changeover* revendo em pormenor todas as etapas do SMED e respetivas instruções de trabalho.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, R., Manfredsson, P., & Lantz, B. (2015). Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(9-10), 1042-1055. doi: 10.1080/14783363.2015.1068598
- Badía; F.G., Berrade, M.D. e Campos, Clemente A. (2002). Optimal inspection and preventive maintenance of units with revealed and unrevealed failures. *Reliability Engineering & System Safety*. 78: 157-163.
- Belu, N., Ionescu, L. M., Misztal, A., & Mazare, A. (2015). Poka Yoke system based on image analysis and object recognition. *Modern Technologies in Industrial Engineering (Modtech2015)*, 95. doi:Artn 012138
- Cabral, J.P.S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção – dos conceitos à prática*. LIDEL.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean Leadership - fundamental principles and their application. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013*, 7, 569-574. doi: 10.1016/j.procir.2013.06.034
- Dombrowski, U., Tiedemann, H., & Merkel, M. (2004). Preventive maintenance by production personnel using Total Productive Maintenance (TPM). *Zkg International*, 57(4), 60-66.
- Ferreira, Remi Gonçalves (2015). *Melhoria do Desempenho de uma Secção de Montagem Final de uma Empresa Usando Ferramentas Lean Production*. Dissertação de mestrado MIEGI na empresa Delphi, Universidade do Minho.
- Gertsbakh, I. (2000). *Reliability Theory – With Applications to Preventive Maintenance*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.  
<https://www.portal-gestao.com>
- J.R. Grout, B.T. Downs, A Brief Tutorial on Mistakeproofing, Poka-Yoke, and ZQC, [www.csob.berry.edu](http://www.csob.berry.edu).
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681-3698. doi:10.1080/00207540701223519
- Lantz, A., Hansen, N., & Antoni, C. (2015). Participative work design in lean production A strategy for dissolving the paradox between standardized work and team proactivity by stimulating team learning? *Journal of Workplace Learning*, 27(1), 19-33. doi:10.1108/Jwl-03-2014-0026
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*: McGraw-hill.
- McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology. *International Journal of Production Research*, 38(11), 2377-2395. doi: Doi 10.1080/00207540050031823
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing - What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research & Design*, 83(A6), 662-673. doi: 10.1205/cherd.04351
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*, 4th Edition: Taylor & Francis.
- S. Nakajima, 1988, *Introduction to Total Productive Maintenance*, Productivity press, Cambridge, MA
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: Taylor & Francis.



- Saunders, M. N. K., & Bezzina, F. (2015). Reflections on conceptions of research methodology among management academics. *European Management Journal*, 33(5), 297-304. doi: 10.1016/j.emj.2015.06.002
- Shingo S., *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka – Yoke System*, Cambridge, MA: Productivity Press, 1986.
- Stahl, A. C. F., Gustavsson, M., Karlsson, N., Johansson, G., & Ekberg, K. (2015). Lean production tools and decision latitude enable conditions for innovative learning in organizations: A multilevel analysis. *Applied Ergonomics*, 47, 285-291. doi: 10.1016/j.apergo.2014.10.013
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota Production System and Kanban System Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564. doi: Doi 10.1080/00207547708943149
- Thomas, M. (1998). Emerging engineering: Production scheduling matures. *Industrial Engineering Solutions '98 Conference Proceedings*, 217-221.
- Wan, H. D., & Chen, F. F. (2008). A Web-based Kanban system for job dispatching, tracking, and performance monitoring. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38(9-10), 995-1005. doi: 10.1007/s00170-007-1145-2
- Womack, J. P. (1996). The psychology of lean production. *Applied Psychology-an International Review-Psychologie Appliquee-Revue Internationale*, 45(2), 119-122. doi:DOI 10.1111/j.1464-0597.1996.tb00754.x
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection*. Harvard Business Review, 74(5), 140-&.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T. &, Roos, D., (1990). *Machine that Changed the World*: Scribner.



## ANEXOS





## ANEXO I – SITE CONNECTIVITY MAP

A Figura 48 apresenta o mapeamento de fluxo de informação e materiais para a produção de produtos que visam satisfazer os clientes da Delphi.



Figura 47- SITE CONNECTIVITY MAP



## **ANEXO II – RESUMO DOS EVENTOS DE JANEIRO A JUNHO DE 2016**

Todos os valores dos seguintes resumos da Figura 48 até à Figura 53 (janeiro a junho de 2016) são apresentados em minutos e representam os impedimentos que contribuíram para que não se atingisse o objetivo definido para a eficiência operacional (OE) na secção de SMT.



Data Inicio 01-01-2016  
Data Fim 31-01-2016

ANO **2016**  
MÊS > **1**

L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA--  
-001 -002 -003 -004 -005 -010 -015 -017 -018 -019

Sum of Mins				L-AA-- -001	L-AA-- -002	L-AA-- -003	L-AA-- -004	L-AA-- -005	L-AA-- -010	L-AA-- -015	L-AA-- -017	L-AA-- -018	L-AA-- -019	Grand Total	
<b>MACHINE</b>	<b>Feeder</b>	Substituição de Feeder	0	5	14	67	0	0	0	0	97	12	13	208	
	<b>Machine breakdown</b>	Avaria de Máquinas/Equipamentos	0	4017	826	1211	1568	1367	282	1792	1386	1378	2600	16427	
	<b>Machine Tuning</b>	Programação de Máquinas (Afinado)	0	1940	1113	2330	1886	1410	945	2442	739	1115	333	14253	
	<b>Technical Setting</b>	Programação de Máquinas (Mfg. En	0	167	0	34	0	0	23	96	0	4	0	324	
	<b>Waiting for Assistance</b>	Espera de Afinador	0	34	0	0	0	0	61	10	0	0	0	105	
<b>MATERIALS</b>	<b>Material Shortage (ext.)</b>	Falta de Material Fornecedor	0	0	366	5	186	25	772	885	88	328	154	2809	
	<b>Material Shortage (int.)</b>	Falta Material Rota / Divisão	0	1981	257	2831	3004	1812	1438	1076	626	970	23487	37481	
<b>OPERATION</b>	<b>Change-Over</b>	Change-Over Tipo 2	0	531	695	409	679	20	403	211	537	717	101	4303	
		Change-Over Tipo 3	0	209	137	124	348	160	132	225	128	16	3	1483	
		Change-Over Tipo 1	0	50	103	110	181	623	226	163	771	346	39	2611	
		Change-Over Tipo 5	0	3	95	45	0	61	33	6	79	0	0	0	323
		Change-Over Tipo 4	0	85	62	68	131	100	17	52	0	0	0	0	514
	Change-Over Tipo 6	0	141	181	44	5	0	13	125	56	0	0	0	565	
	<b>Refills</b>	Controlo de Setup (FVS)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
<b>OTHERS</b>	<b>Others...</b>	Problemas de Processo (Cycle Tim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>PLANNED DT</b>	<b>Engieering Runs</b>	Pré-Series	1	0	0	525	229	36	146	0	0	0	0	937	



		Provas de Série / Experiências	1	0	87	0	0	0	0	0	393	0	0	480
	<b>Meetings</b>	Reunião Empresa	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	0	0	0	0	0	0	0	0	836	3638	4474
		Planificação	1	0	0	0	0	0	0	0	0	557	0	557
	<b>Preventive Maintenance</b>	Manutencao P2	1	0	0	0	0	0	0	0	74	0	0	74
		Manutenção Planeada (P) / Limpez	1	314	351	284	269	194	384	1579	294	375	642	4686
		Manutenção Planeada (M)	1	598	88	434	119	703	48	782	532	174	0	3478
	<b>API</b>	Inventário	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>QUALITY</b>	<b>Quality Issues</b>	Problemas de Qualidade	0	0	0	168	41	0	0	0	0	0	0	208
<b>SCHEDULLING</b>	<b>Mat. Shortage (Planning)</b>	Falta de Material (alteração ao	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	<b>Unmatched Sequence</b>	Falta de Sequência	0	0	0	1	1	0	0	0	0	85	0	87
<b>STAFF</b>	<b>Reduced Staffing</b>	Suporte Reduzido / Intervalos	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	5
<b>INFRASTRUCTURES</b>	<b>Network</b>	Falha de Rede Informática / Serv	0	0	0	24	11	0	0	0	0	0	0	35
<b>Grand Total</b>				<b>10075</b>	<b>4374</b>	<b>8717</b>	<b>8659</b>	<b>6511</b>	<b>4927</b>	<b>9445</b>	<b>5807</b>	<b>6914</b>	<b>31010</b>	<b>96439</b>

Figura 48 - Resumo eventos em SMT de janeiro 2016



Data Inicio 01-02-2016  
Data Fim 29-02-2016

ANO **2016**  
MÊS > **2**

L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA--  
-001 -002 -003 -004 -005 -010 -015 -017 -018 -019

Sum of Mins				L-AA-- -001	L-AA-- -002	L-AA-- -003	L-AA-- -004	L-AA-- -005	L-AA-- -010	L-AA-- -015	L-AA-- -017	L-AA-- -018	L-AA-- -019	Grand Total	
<b>MACHINE</b>	<b>Feeder</b>	Substituição de Feeder	0	17	99	200	82	0	0	20	0	259	40	718	
	<b>Machine breakdown</b>	Avaria de Máquinas/Equipamentos	0	1956	3539	2233	4083	3104	2884	2806	888	2231	895	24619	
	<b>Machine Tuning</b>	Afinacao	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Programação de Máquinas (Afinado)	0	811	925	820	821	526	482	664	220	861	953	7082	
	<b>Technical Setting</b>	Programação de Máquinas (Mfg. En)	0	0	0	0	3	0	0	64	0	0	733	800	
	<b>Waiting for Assistance</b>	Espera de Afinador	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0	15	43	
<b>MATERIALS</b>	<b>Material Shortage (ext.)</b>	Falta de Material Fornecedor	0	91	0	797	0	0	385	46	287	864	124	2594	
	<b>Material Shortage (int.)</b>	Falta material KANBAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
		Falta Material Rota / Divisão	0	730	1253	5528	1765	490	1510	1424	2031	345	337	15414	
<b>OPERATION</b>	<b>Change-Over</b>	Change-Over Tipo 2	0	1792	981	248	362	43	845	1170	466	393	1203	7504	
		Change-Over Tipo 3	0	1235	53	136	189	120	122	146	6	46	20	2072	
		Change-Over Tipo 1	0	543	100	299	480	454	191	302	473	531	166	3538	
		Change-Over Tipo 5	0	48	34	106	50	7	101	17	0	0	0	364	
		Change-Over Tipo 4	0	404	28	114	119	83	14	4	0	0	2	768	
	Change-Over Tipo 6	0	475	16	45	15	7	18	188	332	0	0	1096		
	<b>Refills</b>	Controlo de Setup (FVS)	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	
<b>OTHERS</b>	<b>Others...</b>	Problemas de Processo (Cycle Tim)	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	52	
<b>PLANNED DT</b>	<b>Engneering Runs</b>	Pré-Series	1	0	433	0	1016	421	0	2138	241	0	75	4324	



		Provas de Série / Experiências	1	0	0	0	444	170	608	0	54	86	0	1363
		After-sales / Low Runners	1	0	0	0	0	77	0	152	0	0	0	229
	<b>Meetings</b>	Plenário de Trabalhadores	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	81	0	0	0	0	0	0	0	134	924	1139
	<b>Preventive Maintenance</b>	Manutencao P2	1	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	67
		Manutenção Planeada (P) / Limpez	1	906	857	451	1034	510	502	46	187	99	692	5284
		Manutenção Planeada (M)	1	462	0	479	0	25	0	609	601	542	583	3301
	<b>API</b>	Inventário	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
<b>QUALITY</b>	<b>Quality Issues</b>	Problemas de Qualidade	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	23
<b>SCHEDULLING</b>	<b>Mat. Shortage (Planning)</b>	Falta de Material (alteração ao	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	<b>Unmatched Sequence</b>	Falta de Sequência	0	0	6	139	0	0	0	11	0	0	523	679
<b>STAFF</b>	<b>Reduced Staffing</b>	Suporte Reduzido / Intervalos	0	38	0	0	0	1	0	4	0	0	0	43
<b>TRAINING</b>	<b>On-the-job Training</b>	Formação na linha / rotação	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>INFRASTRUCT URES</b>	<b>Energy</b>	Falta de Energia (Ar Comp., Elec	0	135	101	113	7	0	110	245	101	213	0	1025
	<b>Network</b>	Falha de Rede Informática / Serv	0	0	55	0	0	0	0	34	0	0	15	104
<b>Grand Total</b>				<b>9724</b>	<b>8531</b>	<b>11748</b>	<b>10488</b>	<b>6141</b>	<b>7843</b>	<b>10087</b>	<b>5888</b>	<b>6605</b>	<b>7302</b>	<b>84357</b>

Figura 49 - Resumo eventos em SMT de fevereiro 2016



Data Inicio 01-03-2016  
Data Fim 31-03-2016

ANO **2016**  
MÊS > **3**

L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA-- L--AA--  
-001 -002 -003 -004 -005 -010 -015 -017 -018 -019

Sum of Mins				L-AA-- 001	L-AA-- 002	L-AA-- 003	L-AA-- 004	L-AA-- 005	L-AA-- 010	L-AA-- 015	L-AA-- 017	L-AA-- 018	L-AA-- 019	Grand Total	
MACHINE	<b>Feeder</b>	Substituicao de Feeder	0	149	0	182	34	0	7	0	0	67	0	439	
	<b>Machine breakdown</b>	Avaria de Maquinas/Equipamentos	0	1458	2040	1064	1730	1928	3096	2079	2119	1418	2079	190	
	<b>Machine Tuning</b>	Programacao de Maquinas (Afin.)	0	279	435	527	462	343	700	661	301	629	282	462	
	<b>Technical Setting</b>	Programacao de Maquinas (MfgE)	0	0	2	0	0	11	36	122	0	0	0	171	
	<b>Waiting for Assistance</b>	Espera de Afinador	0	0	14	16	0	0	16	0	15	0	0	61	
MATERIALS	<b>Material Shortage (ext.)</b>	Falta de Material Fornecedor	0	0	119	143	134	146	365	35	275	431	406	205	
	<b>Material Shortage (int.)</b>	Falta Material Rota / Divisao	0	913	198	2035	2894	292	768	419	314	1561	2121	115	
OPERATION	<b>Change-Over</b>	Change-Over Tipo 2	0	1107	1119	525	243	44	853	877	1159	418	614	695	
		Change-Over Tipo 3	0	208	254	141	138	340	187	231	2	262	335	209	
		Change-Over Tipo 1	0	61	186	114	625	1523	940	144	1031	1206	28	8	585
		Change-Over Tipo 5	0	79	40	63	2	11	24	12	0	719	0	0	950
		Change-Over Tipo 4	0	365	21	45	123	72	20	45	0	5	1	0	697
		Change-Over Tipo 6	0	338	12	66	2	3	39	3	20	1	0	0	484





	<b>Refills</b>	Substituicao papel limpeza	0	0	0	183	0	0	0	0	0	0	0	183
<b>PLANNED DT</b>	<b>Engineering Runs</b>	After-sales / Low Runners	1	0	72	0	0	311	0	0	0	0	0	383
		Provas de Serie / Experiencias	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1279	0	9
		Pre-Series	1	0	291	0	1100	240	334	0	725	623	0	331
	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	0	0	0	26	89	0	0	0	0	526	641
	<b>Preventive Maintenance</b>	Manutencao P2	1	96	0	43	0	0	0	0	0	0	0	139
		Manutencao Planeada (M)	1	130	571	209	748	522	806	53	692	810	556	509
		Manutenção Planeada (P)/Limpeza	1	721	410	444	483	421	177	661	105	193	594	421
<b>QUALITY</b>	<b>Quality Issues</b>	Problemas de Qualidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>INFRASTRUCTURES</b>	<b>Energy</b>	Falta de Energia (Ar Comp., Elec	0	0	60	0	0	0	0	0	34	0	94	
	<b>Network</b>	Falha de Rede / Servidores	0	0	0	0	2	0	60	0	0	0	62	
<b>#N/A</b>	<b>#N/A</b>	Reuniao Seccao	#N /A	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	
		Falta de Material (alt. plano)	#N /A	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	
		Plenario de Trabalhadores	#N /A	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
		Formacao em sala: Interna / Exte	#N /A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Grand Total</b>				<b>5903</b>	<b>5842</b>	<b>5806</b>	<b>8746</b>	<b>6299</b>	<b>8368</b>	<b>5404</b>	<b>6792</b>	<b>9627</b>	<b>7544</b>	<b>703</b>
														<b>30</b>

Figura 50 - Resumo eventos em SMT de março 2016



Data Inicio 01-04-2016  
Data Fim 30-04-2016

ANO 2016  
MÊS > 4

L-AA--001 L-AA--002 L-AA--003 L-AA--004 L-AA--005 L-AA--010 L-AA--015 L-AA--017 L-AA--018 L-AA--019

Sum of Mins				L-AA--001	L-AA--002	L-AA--003	L-AA--004	L-AA--005	L-AA--010	L-AA--015	L-AA--017	L-AA--018	L-AA--019	Grand Total
MACHINE	Feeder	Substituicao de Feeder	0	0	0	0	0	0	56	49	19	33	15	173
	Machine breakdown	Avaria de Maquinas/Equipamentos	0	4311	2248	1948	1339	2221	1989	2776	1261	1525	1105	2072
	Machine Tuning	Programacao de Maquinas (Afin.)	0	681	717	653	1166	992	1048	2359	450	538	1038	9642
	Technical Setting	Programacao de Maquinas (MfgE)	0	25	0	0	95	0	12	80	0	0	1	214
	Waiting for Assistance	Espera de Afinador	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	16
MATERIALS	Material Shortage (ext.)	Falta de Material Fornecedor	0	2191	28	1359	108	286	208	79	0	254	0	4513
	Material Shortage (int.)	Falta Material Rota / Divisao	0	3244	196	1084	2692	193	724	278	26	2466	324	1122
OPERATION	Change-Over	Change-Over Tipo 2	0	1113	1322	256	835	101	728	730	196	482	148	5911
		Change-Over Tipo 3	0	161	723	156	236	159	260	281	131	606	96	2810
		Change-Over Tipo 1	0	25	132	82	179	273	280	155	391	333	23	1872
		Change-Over Tipo 5	0	100	17	63	4	0	41	0	3	21	1	251
		Change-Over Tipo 4	0	68	34	68	203	331	72	46	0	10	4	836
	Change-Over Tipo 6	0	198	1	12	0	1	59	8	0	3	0	282	
Refills	Problemas com emendas / Splicing	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11	
PLANNED DT	Egineering Runs	After-sales / Low Runners	1	0	0	0	0	112	187	0	0	0	0	299
		Provas de Serie /	1	0	0	199	538	0	0	133	172	108	0	1151



		Experiencias												
		Pre-Series	1	656	916	646	2539	0	522	136	323	679	0	6417
	<b>Meetings</b>	Reuniao Interna (Gerencia)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	0	42	0	0	0	0	41	0	0	0	83
	<b>Preventive Maintenance</b>	Manutencao P2	1	0	49	0	0	0	117	0	0	0	0	166
		Manutencao Planeada (M)	1	1473	76	180	87	642	350	678	245	514	0	4245
Manutenção Planeada (P)/Limpeza		1	207	233	412	497	328	181	253	115	58	91	2375	
<b>QUALITY</b>	<b>Quality Issues</b>	Problemas de Qualidade	0	0	0	11	0	0	0	55	0	0	66	
<b>STAFF</b>	<b>Reduced Staffing</b>	Suporte Reduzido / Intervalos	0	0	0	0	0	0	0	17	0	5	22	
<b>INFRASTRUCTUR ES</b>	<b>Energy</b>	Falta de Energia (Ar Comp., Elec	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
<b>#N/A</b>	<b>#N/A</b>	Reunião Empresa	#N/A	294	290	102	335	0	330	107	121	129	231	1938
		Reuniao Seccao	#N/A	0	0	0	0	0	0	39	0	120	0	159
		Falta de Sequencia	#N/A	2	33	0	34	0	0	0	0	0	0	70
		Reunião Interna (secao)	#N/A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Reposicao nivel de pasta	#N/A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Grand Total</b>				<b>14750</b>	<b>7057</b>	<b>7249</b>	<b>10888</b>	<b>5638</b>	<b>7165</b>	<b>8300</b>	<b>3465</b>	<b>7885</b>	<b>3076</b>	<b>7547</b> <b>2</b>

Figura 51 - Resumo eventos em SMT de abril 2016



Data Inicio 01-05-2016  
Data Fim 31-05-2016

ANO 2016  
MÊS > 5

L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA--  
-001 -002 -003 -004 -005 -010 -015 -017 -018 -019

Sum of Mins				L-AA-- -001	L-AA-- -002	L-AA-- -003	L-AA-- -004	L-AA-- -005	L-AA-- -010	L-AA-- -015	L-AA-- -017	L-AA-- -018	L-AA-- -019	Grand Total
MACHINE	Feeder	Substituicao de Feeder	0	8	0	26	0	0	0	0	7	154	0	196
	Machine breakdown	Avaria de Maquina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Avaria de Maquinas/Equipamentos	0	1868	2756	978	1785	967	986	1823	575	799	1333	69
	Machine Tuning	Programacao de Maquinas (Afin.)	0	1072	959	946	2252	879	1126	1273	88	628	664	8
	Technical Setting	Programacao de Maquinas (MfgE)	0	0	0	0	27	0	11	0	38	0	0	77
MATERIALS	Material Shortage (ext.)	Falta de Material Fornecedor	0	77	0	462	0	0	594	27	98	29	146	143
	Material Shortage (int.)	Falta Material Rota / Divisao	0	376	119	1291	3119	351	911	534	0	720	362	4
OPERATION	Change-Over	Change-Over Tipo 2	0	907	1458	206	1431	214	1616	691	814	1268	498	2
		Change-Over Tipo 3	0	189	394	58	863	241	412	280	127	474	181	8
		Change-Over Tipo 1	0	110	283	87	886	922	450	265	1605	1602	105	5
		Change-Over Tipo 5	0	51	34	53	0	1	33	1	27	6	4	210
		Change-Over Tipo 4	0	288	197	52	320	54	17	7	0	5	21	963
		Change-Over Tipo 6	0	36	0	11	0	0	24	0	0	0	3	0
PLANNED DT	Engineering Runs	After-sales / Low Runners	1	170	0	22	0	0	0	0	0	10	0	202



		Provas de Serie / Experiencias	1	0	118	3	1499	0	140	100	0	0	146	200	
		Pre-Series	1	0	339	0	3813	0	831	190	653	69	0	589	
	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	633	2	270	0	0	0	0	0	0	0	904	
		Manutencao P2	1	0	0	49	0	0	0	0	0	0	25	74	
	<b>Preventive Maintenance</b>	Manutencao Planeada (M)	1	0	634	537	0	680	561	766	75	140	0	339	
		Manutenção Planeada (P)/Limpeza	1	49	135	258	511	357	405	95	0	81	84	197	
<b>STAFF</b>	<b>Reduced Staffing</b>	Suporte Reduzido / Intervalos	0	0	0	40	0	0	1	0	0	0	0	41	
<b>INFRASTRUCTURES</b>	<b>Energy</b>	Falta de Energia (Ar Comp., Elec	0	0	0	0	0	0	0	3	55	0	0	58	
	<b>Network</b>	Falha de Rede / Servidores	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	47	
<b>#N/A</b>	<b>#N/A</b>	Falta de Material (alt. plano)	#N /A	0	0	0	0	0	0	0	93	0	0	93	
		Plenario de Trabalhadores	#N /A	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20	
		Falta de Sequencia	#N /A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11
		Inventario	#N /A	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>Grand Total</b>				<b>5832</b>	<b>7428</b>	<b>5367</b>	<b>16479</b>	<b>4741</b>	<b>8108</b>	<b>6066</b>	<b>4215</b>	<b>6041</b>	<b>3570</b>	<b>678</b>	
														<b>47</b>	

Figura 52 - Resumo eventos em SMT de maio 2016



Data Inicio 01-06-2016  
Data Fim 30-06-2016

ANO **2016**  
MÊS > **6**

L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA-- L-AA--  
-002 -003 -004 -005 -010 -015 -017 -018 -019 -020

Sum of Mins				L-AA-- 002	L-AA-- 003	L-AA-- 004	L-AA-- 005	L-AA-- 010	L-AA-- 015	L-AA-- 017	L-AA-- 018	L-AA-- 019	L-AA-- 020	Grand Total
<b>MACHINE</b>	<b>Feeder</b>	Substituicao de Feeder	0	0	0	0	0	0	0	425	0	0	0	425
	<b>Machine breakdown</b>	Avaria de Maquinas/Equipamentos	0	2274	1262	710	693	1934	1076	2309	1425	1239	1425	14348
	<b>Machine Tuning</b>	Programacao de Maquinas (Afin.)	0	2526	1183	1766	1124	662	1573	1385	408	384	964	11973
	<b>Technical Setting</b>	Programacao de Maquinas (MfgE)	0	0	0	239	0	106	7	268	18	126	105	869
	<b>Waiting for Assistance</b>	Espera de Afinador	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<b>MATERIALS</b>	<b>Material Shortage (ext.)</b>	Falta de Material Fornecedor	0	0	505	74	0	85	93	0	83	0	0	839
	<b>Material Shortage (int.)</b>	Falta Material Rota / Divisao	0	40	399	3724	108	2009	694	520	333	45	242	8112
<b>OPERATION</b>	<b>Change-Over</b>	Change-Over Tipo 2	0	1821	358	253	164	680	748	162	678	547	151	5561
		Change-Over Tipo 3	0	80	63	678	64	123	182	1	319	30	639	2178
		Change-Over Tipo 1	0	112	188	203	292	122	447	472	411	131	327	2704
		Change-Over Tipo 5	0	5	41	1	0	37	0	0	0	9	17	110
		Change-Over Tipo 4	0	1	61	175	74	19	3	1	3	88	96	522
		Change-Over Tipo 6	0	2	8	0	0	0	0	0	0	153	0	0
<b>PLANNED DT</b>	<b>Egineering Runs</b>	After-sales / Low Runners	1	0	533	0	269	0	0	0	0	0	0	802
		Provas de Serie / Experiencias	1	0	52	0	0	36	0	0	0	0	0	88
		Pre-Series	1	66	0	1077	140	444	226	935	1793	163	0	4844



	<b>Not Schedule to Run</b>	Falta de plano	1	0	0	1825	0	0	0	0	0	190	0	2015	
	<b>Preventive Maintenance</b>		Manutencao P2	1	0	0	0	60	0	0	0	30	0	0	90
			Manutencao Planeada (M)	1	81	832	589	0	563	19	759	0	0	521	3365
			Manutenção Planeada (P)/Limpeza	1	164	156	176	246	377	335	84	65	856	47	2505
<b>STAFF</b>	<b>Reduced Staffing</b>	Suporte Reduzido / Intervalos	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	73	
<b>INFRASTRUC TURES</b>	<b>Energy</b>	Falta de Energia (Ar Comp., Elec	0	0	0	0	0	61	0	0	0	0	0	61	
<b>#N/A</b>	<b>#N/A</b>	Reunião Empresa	#N /A	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Falta de Material (alt. plano)	#N /A	37	0	0	0	0	36	0	0	0	0	10	83
		Falta de Sequencia	#N /A	0	0	0	0	0	0	61	0	158	136	0	356
<b>Grand Total</b>				<b>7208</b>	<b>5663</b>	<b>11489</b>	<b>3232</b>	<b>7368</b>	<b>5465</b>	<b>7321</b>	<b>5876</b>	<b>3942</b>	<b>4545</b>	<b>62108</b>	

Figura 53 - Resumo eventos em SMT de junho 2016



### **ANEXO III – LISTA DE CÓDIGOS DE IMPEDIMENTOS**

A Figura 55 exibe a lista de todos os eventos possíveis de ocorrer para registar paragem de produção/máquinas em SMT.

































**DELPHI ELECTRONICS & SAFETY**

**BRAG REF 1104.00.01**

**Códigos de Impedimento**

Effective Date: February 24, 2008 Content Reviewed Date: February 24, 2008 Page 1 of 3

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Respons</b>	<b>Código</b>
 1	I-A1 Qualidade Fornecedor	Qualidade	
	I-B1 Deficiencia do Processo (Andon Qualidade)	Produção	 2
 3	I-C1 Planeamento Processo	Eng. Porocesso	
	I-D1 Problema Conceito	Desenvolvimento	 4
 5	I-G1 Compras (Andon PC&L)	Compras	
	I-G2 Qualidade (Andon PC&L)	Qualidade	 6
 33	I-G3 Planificação	Planificação	
	I-H1 Entre Secções	Produção	 7
 8	I-H1 Ar Comprimido / Vacuo / Gás (Andon LEP)	Produção	
	I-I2 Electrica (Andon LEP)	Produção	 9
 10	I-J1 Programação Máquinas	Produção	
	I-J2 Afição de Máquinas	Produção	 11
 12	I-J3 Mudar de Fase (material)	Produção	
	I-J4 Controlar Fase (material)	Produção	 13
 14	I-K1 Reparação / Manutenção (Inclui P1 + P2)	LEP	
	I - K2 Limpeza	Produção	 15
 16	I - L1 Máquinas / Dispositivos (Andon LEP)	LEP	
	I - M1 Experiencias	Produção	 17
 18	I - M2 Prova de Serie	Produção	
	I - M3 Pre-Serie	Produção	 19
 20	I - P1 Lugar Condicionado	Produção	
	I - Q1 Novos Produtos	Produção	 21
 22	I - Q2 Mudança de Grupos	Produção	
	I - R1 Reunião Secção	Produção	 23
 24	I - R2 Reunião Empresa	Produção	
	I - R3 Plenário	Produção	 25
 26	I - S1 Produçãp Terceiros	Produção	
	GL - Grupo Leds (Interrupção Produção)	Produção	 45

[Activa Sistema](#)

Figura 54 - Lista de códigos de impedimentos



**DELPHI ELECTRONICS & SAFETY**

**BRAG REF 1104.00.01**

**Códigos de Impedimento**

Effective Date: February 24, 2008 Content Reviewed Date: February 24, 2008 Page 2 of 3

ANDON

Código	Descrição	Responsabilidade	Código
27	I - U1 Garantia / 0Km	Produção	
	I - V1 Formação Interna	R.H.	28
29	I - V2 Formação Externa	R.H.	
	I - W1 Capacidade Livre Máquinas	Produção	30
31	I - X1 Capacidade Livre Pessoas	Produção	
	I - Y1 Inventário	Produção	32
37	I - S2 Produção de Placas I/O Fantasma	Produção	

Eventos (Não Contam como Impedimento)

34	E - Z1 Ausencia Temporaria	Produção	
	E - Z2 Acertar Feeder	Produção	35
36	E - Z3 Limpeza das Roldanas	Produção	
	E - Z4 Substituir Paleta	Produção	38
39	E - Z5 Mudar Tubo de Adesivo	Produção	
	E - Z6 Placa Encravada	Produção	40
41	E - Z7 Substituição do papel limpeza	Produção	
	E - Z8 À espera do afinador	Produção	42
43	E - Z9 Repor nivel de solvente	Produção	
	E - ZA Repor nivel pasta solda	Produção	44

Activa Sistema ANDON

Debita OE

Figura 55 - Lista de códigos de impedimentos (continuação)



## ANEXO IV – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DE *CHANGEOVER*

A Figura 57 apresenta a instrução de trabalho para se proceder um *changeover* ou re-arranque de um determinado produto após uma paragem por motivo de avaria ou outro motivo em SMT.

<b>DELPHI ELECTRONICS &amp; SAFETY</b>	<b>BRAG WI 1104.00.13 / Ver: 04</b>
<b>IT Changeover e (Re)Arranque</b>	
Elective Date: 16-04-2013	Content Reviewed Date: 15-04-2013
Página 1 de 5	

### 1.0 OBJECTIVO

Nesta instrução de trabalho explica-se o modo do (Re)arranque do Produto.

### 2.0 AMBITO

Esta Instrução de Trabalho é aplicada na área da Montagem Automática da Delphi Electronics & Safety (Delphi-E&S) de Braga – Portugal.

### 3.0 APROVAÇÃO

Esta Instrução de Trabalho foi aprovada pelo Director de Operations, cuja aprovação encontra-se arquivado no DCC ("Document Control Center") de Braga em [http://ptbra-web01/g\\_doc](http://ptbra-web01/g_doc).

### 4.0 INSTRUÇÃO DE TRABALHO

4.1 Na rampa após a Laser, o início da produção está identificada no 1º container do novo produto com o suporte que contém a **bandeira, checklist, modelo, etc.**

As bandeiras informam do tipo de Change Over a executar, alguns exemplos nas figuras de acordo com a tabela descrita abaixo,



**ChangeOver Tipo 1** – muda-se os programas nas máquinas.

**ChangeOver Tipo 2** – muda-se a tela e programas nas máquinas .

**ChangeOver Tipo 3** – muda-se a tela, programas nas máquinas e carros .

**ChangeOver Tipo 4** – (pode o tipo 1, 2 ou 3) sempre que necessite de alterar largura transportes

**ChangeOver Tipo 5** – muda o perfil da estufa ( aquece ) Overflow => Lead => LeadFree

**ChangeOver Tipo 6** – muda o perfil da estufa ( arrefece ) LeadFree => Lead => Overflow

Tabela de ChangeOver :

Tipo	Programas	Tela	Carros	Transporte	Estufa aquece	Estufa arrefece	Tempo (min)	Comentários
1	X						4,2	
2	X	X					5,3	
3	X	X	X				6,4	
4	X	X	X	X			8,7	Desde que mude largura transporte é C/O tipo 4
5	X	X	X	X	X		10	Desde que a estufa aqueça é tipo 5
6	X	X	X	X		X	15	Desde que a estufa arrefeça é tipo 6

4.2 Preparar os carros do próximo Setup a produzir, colocando-os na respectivo local definido de cada lado da linha e na sequência das máquinas/carros seguindo as identificação destes :



051 Setup  
1 Máquina  
1 Mesa

Quando impresso, este documento não é controlado.

Figura 56 - Instrução de trabalho de *changeover*



IT Changeover e (Re)Arranque

Efective Date: 16-04-2013

Content Reviewed Date: 15-04-2013

Página 2 de 5

Figura 4 Identificação dos carros Setup

- 4.3 Quando a ultima placa do produto anterior entrar na estufa dar início do ChangeOver no sistema RAP.
- 4.4 Executar Change Over conforme tipo planeado de acordo com documento anexo **BRAG FOI 1104.00.03 "ChangeOver Crew - Tarefas e Responsabilidades"**
- 4.5 Confirmar todos os pontos incluídos no Checklist, conforme sequencia de ChangeOver por máquina ou equipamento.
- 4.6 Quando finalizar a Inspeção da 1ª Placa do produto associado, finalizar o ChangeOver usando sistema RAP, contabilizar e registar o tempo de ChangeOver
- 4.7 Se a estufa ainda estiver a mudar de programa (aquecer ou arrefecer) registar impedimento no RAf de estufa até a 1ª placa entrar na estufa.
- 4.8 Iniciar procedimento de Iniciar produção no RAP
- 4.9 Controlar o setup utilizando a ferramenta adequada.

## 5 APROVAÇÃO DA 1ª PLACA

- 5.1 Durante o C/Over a primeira placa do novo produto é bloqueada à entrada da estufa na posição check, executar a **inspeção da 1ª placa** ChangeOver de acordo com a Instrução de Trabalho **BRAG WI 1109.00.05** e conforme o resultado procedemos da seguinte forma :
  - \_ se a inspeção da 1ª placa for considerada "boa" finaliza-se o Changeover e iniciamos a produção em série.
  - \_ se a inspeção da 1ª placa for considerada "má", também devemos finalizar o ChangeOver, analisar as não conformidades e intervir no processo ou equipamentos para resolver os problemas ( abrir afinação/avaria no RAP e registar na PSR) , só após resolução dos problemas é que iniciamos a produção em série.

**Nota:** durante o período de detecção e resolução dos problemas as placas existentes na linha têm de ser inspeccionadas e a correcção das não conformidades deverá ser feita manualmente antes da estufa e validadas na AOI

---

Quando impresso, este documento não é controlado.

---

Figura 57 - Instrução de trabalho de *changeover* (continuação)



## 6 AVARIAS / REARRANQUE

- 6.1 Sempre que exista uma interrupção na produção de placas motivado por avarias com intervenção nos equipamentos (ex: avarias nas estufas, perfis, avarias nas máquinas, trocas de cabeças, gantrys, calibrações, etc) e que podem provocar alterações na qualidade do produto conforme o resultado procedemos da seguinte forma:
- \_ Registrar no RAP e preencher a folha PSR com os detalhes do evento;
  - \_ Voltar a verificar novamente o documento ChangeOver Checklist, confirmar os parâmetros das máquinas/equipamentos intervencionados, anotar no campo das Notas: onde houve intervenção e rubricar no campo Validação (rearranque).
  - \_ Após os pontos anteriores estarem OK, proceder conforme o **ponto 5.1** deste documento para iniciar a produção.
- 6.2 **Placas com pasta de solda** no processo em espera devido a avarias/intervenção nos equipamentos, sempre que estejam placas nestas condições devemos proceder da seguinte forma:
- \_se as placas com pasta não ultrapassarem as 4h00 (igual ao processo de escalação avarias) podemos produzir as mesmas, contudo, devemos observar com mais detalhe o estado da soldadura após estufa.
  - \_se ultrapassadas as 4h00 de paragem deverá ser convocado o MRVA com as diversas competências de forma a garantir que o eventual retorno das placas ao processo de produção seja feito sem prejuízo para a qualidade.

## 7 ESCALAÇÃO / PARAGENS

- 7.1 Segue o fluxograma seguinte para exemplificar os passos e decisões a tomar sempre que exista paragens de linha/equipamentos não planeadas :

---

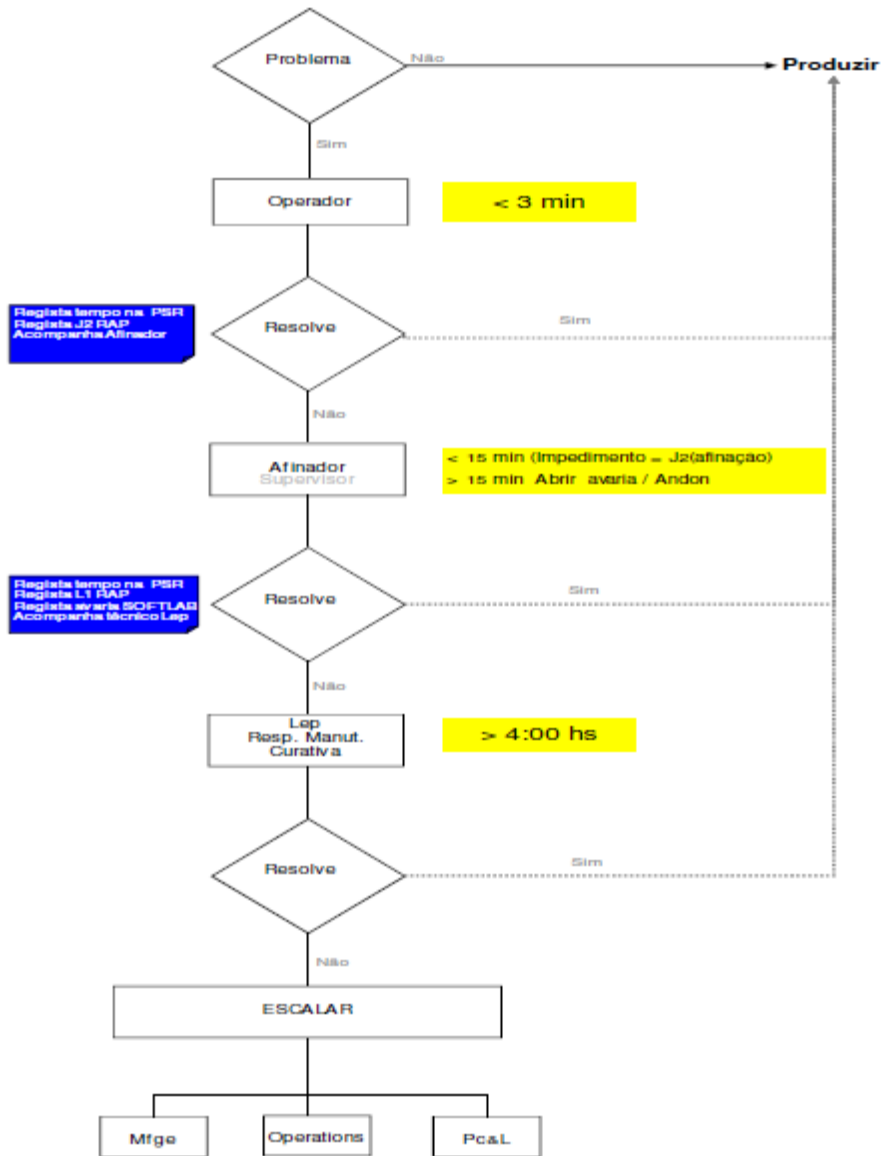
Quando impresso, este documento não é controlado.

---

Figura 58 - Instrução de trabalho de *changeover* (continuação)



## STW Paragens



Quando impresso, este documento não é controlado.

Figura 59 - Instrução de trabalho de changeover (continuação)



## **ANEXO V – EQUIPA PARA EFETUAR *CHANGEOVERS***

O seguinte documento, Tabela 25, contém todas as tarefas e responsabilidades a ser desempenhadas pelos operadores que estão destinados a efetuar o *changeover*



Tabela 25 - Equipa para efetuar *changeovers*

Operador A ( linha do C/Over )	Operador B ( linha adjacente )	Afinador C/Over	Operador rota container's	Afinador Área
<b>TAREFAS PRÉ-Changeover:</b>	<b>TAREFAS PRÉ-Changeover:</b>	<b>TAREFAS PRÉ-Changeover:</b>	<b>TAREFAS APÓS-Changeover:</b>	
Colocar setups local para entrar na linha (parte Frente)	Colocar setups local para entrar na linha (parte de Trás)	Coordenar changeover desde a planificação até execução da área SMT	Parque carros	Coopera com o Afinador de C/Over para acautelarem o momento exacto da preparação, do envolvimento da Crew na coordenação e execução do ChangeOver, sempre que necessário ou solicitado participa directamente nas tarefas do ChangeOver na substituição de um elemento.
Verificar existência de material no setup (frente e trás)		Reunir os elementos para o tipo de c/o	Limpar aspirar setups Trás e arrumar no parque	
		Envolver o afinador da área em todas as tarefas		
<b>TAREFAS NO PROCESSO DE C/O:</b>	<b>TAREFAS NO PROCESSO DE C/O:</b>	Definir prioridades e alinhar o timing.		
Pega nos terminais de RAP	Pega no terminal de FVS da sua linha	Feeder's com material por baixo		
Pega na checklist		Verificar existência de material no setup		
Muda a tela na Deck		Componentes na colecta direitos		
Muda o programa na Dek		verificar setups limpos e sem sujidades		
Deixa a checklist no PC da Dek				
		<b>TAREFAS NO PROCESSO DE C/O:</b>		
Desloca-se à primeira máq. de inserção	Desloca-se à primeira máq. de inserção	Arranque na Máquina deck e preenchimento check list		
Aguarda entrada da última placa na máquina	Aguarda entrada da última placa na máquina	Inserir programas nas máquinas siemens		
		Arranque na Primeira máquina siemens		
<b>CARROS:</b>	<b>CARROS:</b>	Arranque na Segunda máquina siemens		
Retira carros 1 e 2	Retira carros 1 e 2	Arranque na Terceira máquina siemens		
Arruma os carros retirados na zona de OUT	Arruma os carros retirados na zona de OUT	Primeira placa a chegar à estufa, carregar programa		
Coloca carros 1 e 2	Coloca carros 1 e 2	Verificar a primeira placa (novo produto)		
Retira carros 3 e 4	Retira carros 3 e 4	Dar fim CO (iniciar novo produto rap)		
Arruma os carros retirados na zona de OUT	Arruma os carros retirados na zona de OUT	Assina o check list		
Coloca carros 3 e 4	Coloca carros 3 e 4			
Retira carros 5 e 6	Retira carros 5 e 6			
Arruma os carros retirados na zona de OUT	Arruma os carros retirados na zona de OUT			
Coloca carros 5 e 6	Coloca carros 5 e 6			
Aguarda na estufa pela entrada da última placa na estufa	Vai buscar o terminal FVS e Controlar FVS (trás)			
Iniciar CO no sistema Rap quando a última placa entrar	Regressa à sua linha			
Vai buscar o terminal FVS e Controlar FVS (frente)				
Assina a validação do check list				
Após linha em pleno funcionamento				
Limpar aspirar setups Frente e arrumar no parque				

**Base de execução e participação :**

**Tipo 1** -Operador A + suporte e supervisão do Afinador C/Over ou Afinador Área

**Tipo 2** -Afinador C/Over + Operador A

**Tipo 3** -Afinador C/Over + Operador A + Operador B ( se incluir troca de carros )

**Tipo 4** -Afinador C/Over + Operador A + Operador B ( se incluir troca de carros )

**Tipo 5** -Afinador C/Over + Operador A + Operador B ( se incluir troca de carros )

**Tipo 6** -Afinador C/Over + Operador A + Operador B ( se incluir troca de carros )





## **ANEXO VI – INSTRUÇÃO DE TRABALHO PLANO DE PRODUÇÃO**

A Figura 61 apresenta a instrução de trabalho a seguir para se realizar um plano de produção.



## DELPHI ELECTRONICS & SAFETY

BRAG 601.0

### Plano de Produção

Data de entrada em vigor: 22 Março, 2007      Data de revisão de conteúdo: 08 Abril, 2008      Página 1 de

#### 1.0 OBJECTIVO

O objectivo deste procedimento é garantir a 100% que o produto final estará disponível atempadamente e em quantidade suficiente para cobrir o plano de vendas.

#### 2.0 ÂMBITO

Este procedimento aplica-se à Delphi Grundig, em Braga.

#### 3.0 APROVAÇÃO

Este procedimento foi aprovado pelo Supply Chain Manager da Delphi Grundig em Braga. A aprovação encontra-se arquivada no Document Control Center.

#### 4.0 PROCEDIMENTO

##### 4.1 Planificação

- a. As quantidades planificadas são baseadas em informações recebidas Customer Ordering, na capacidade de produção da fábrica e na disponibilidade de materiais (flexibilidade / tempo de reacção de fornecedores).
- b. A Planificação tem uma cobertura temporal de no mínimo seis meses e no máximo dezasseis meses.
  - Nos dois primeiros meses as quantidades apresentam-se de forma diária.
  - Nos terceiro e quarto meses as quantidades apresentam-se de forma semana
  - Nos restantes meses as quantidades apresentam-se em report mensal.

##### 4.2 Reports diários utilizados:

- a. Ficheiro em Excel com plano para os próximos 25 dias úteis.
- b. Report do attainment.

---

When printed, this document is uncontrolled unless identified as controlled by a Document Control Center.

Figura 60 - Instrução de trabalho para o plano de produção

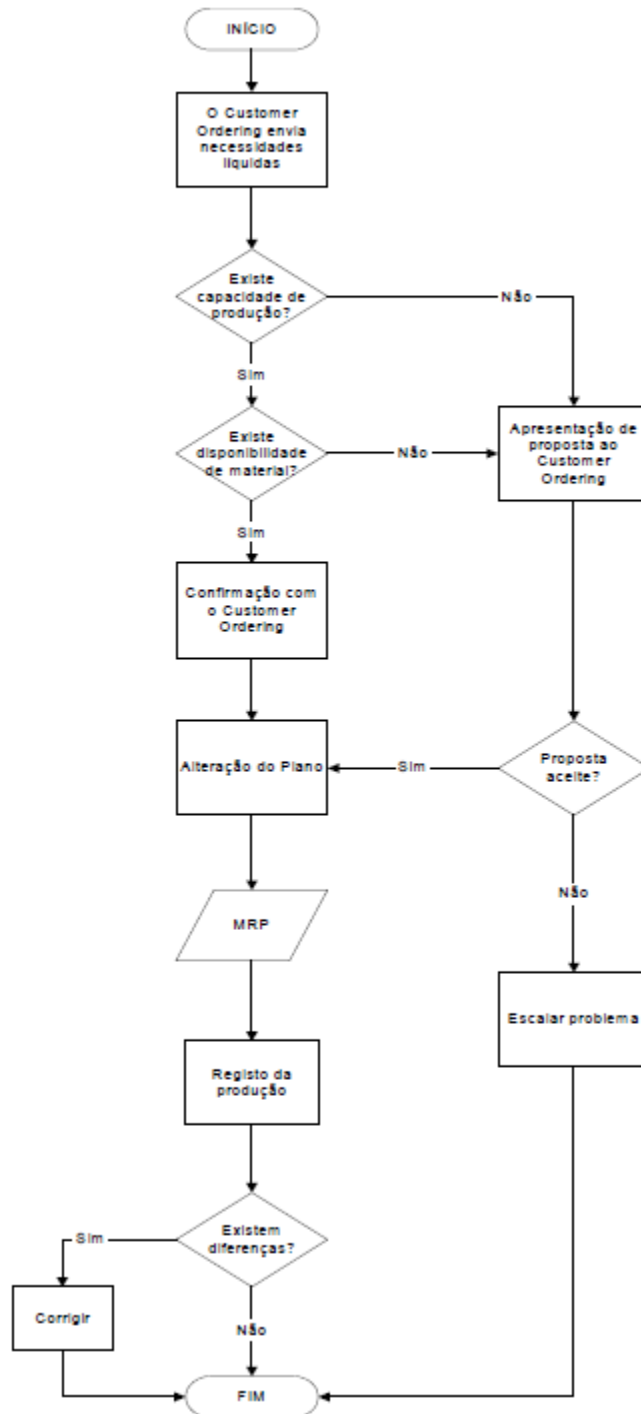


Plano de Produção

Data de entrada em vigor: 22 Março, 2007

Data de revisão de conteúdo: 08 Abril, 2008

Página 2 de 3



When printed, this document is uncontrolled unless identified as controlled by a Document Control Center.

Figura 61 - Instrução de trabalho para o plano de produção (continuação)



## **ANEXO VII – INSTRUÇÃO DE TRABALHO EMENDA DE MATERIAIS**

A Figura 63 demonstra como se procede numa emenda de material em SMT.



IT Emenda de materiais

Effective Date: 05/12/2013

Content Reviewed date: 08/10/2013

Page 1 of 1

1.0 OBJECTIVO

Nesta instrução de trabalho identifica-se a forma como se emenda material na secção de Montagem Automática.

2.0 ÂMBITO

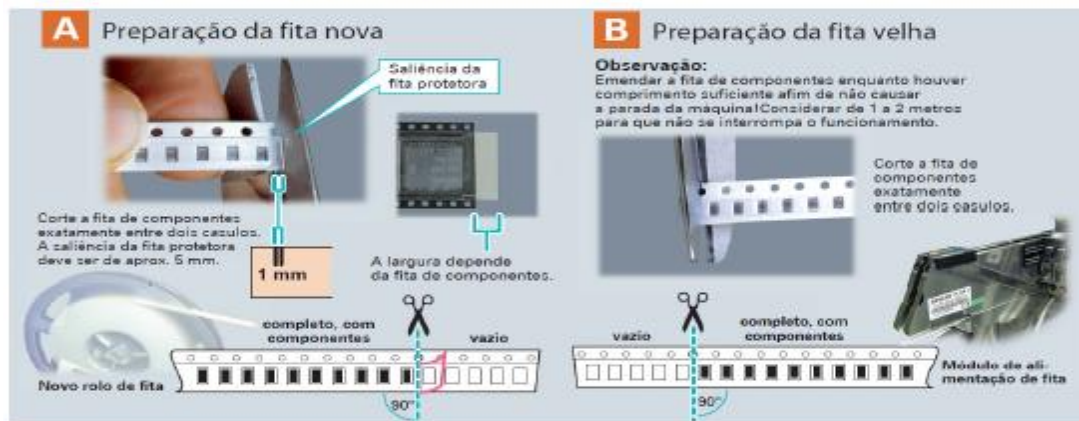
Esta Instrução de Trabalho é aplicada na área da Montagem Automática da Delphi Electronics & Safety (Delphi-E&S) de Braga – Portugal.

3.0 APROVAÇÃO

Esta Instrução de Trabalho deve ser aprovado pelo Chefe do Departamento de Produção.

4.0 INSTRUÇÃO DE TRABALHO

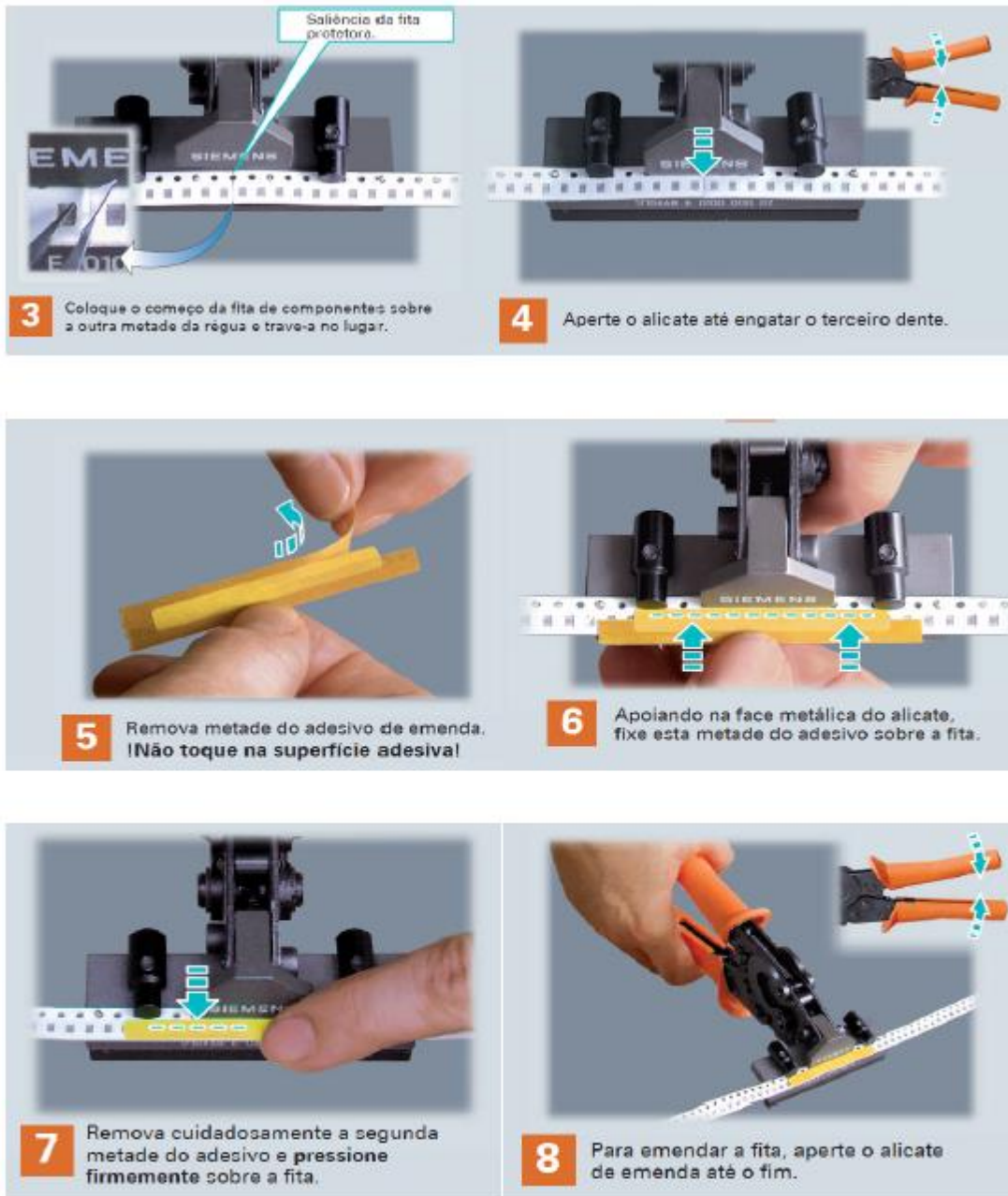
4.1- Preparação das fitas para emenda:



4.2- Procedimento de emenda de material:



Figura 62 - Instrução de trabalho para emendas de material



#### 4.3- Refill de material:

O acto de confirmação de emenda conforme do material através do Sistema FVS deve ser efectuado logo após a cravação da tape (ponto 4.2.8) antes de enrolar o material no rolo, seguindo as instruções da instrução de trabalho *BRAG WI 1104.00.06/ Ver:01* (Sistema FVS).

Figura 63 - Instrução de trabalho para emendas de material (continuação)