

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FEUP

**Quick Changeover em Linha de Montagem
Final**

Adriano Miguel Fernandes Gomes

Relatório de Projecto realizado no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Automação

Orientador: Prof. Dr. José António Faria

Junho de 2008

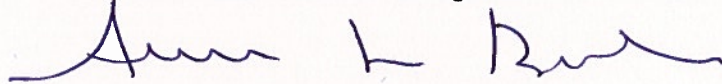
A Dissertação intitulada

“Quick ChangeOver em linha de montagem final”

foi aprovada em provas realizadas em 16/Julho/2008

o júri

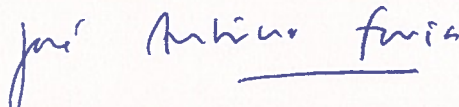
Presidente Professor Doutor Américo Lopes de Azevedo
Professor Associado Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes
Professor Auxiliar da Escola de Engenharia da Universidade do Minho



Professor Doutor José António Rodrigues Pereira de Faria
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projecto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extractos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são correctamente citados.

Autor - Adriano Miguel Fernandes Gomes



Resumo

O projecto na origem desta tese decorreu nas instalações da Blaupunkt Portugal em Braga e teve por objectivo reduzir os tempos de mudança numa linha de montagem final, através da aplicação da sistemática *Quick ChangeOver* e de uma série de metodologias associadas à *Lean Production*.

Como resultado do projecto foram introduzidas melhorias a nível organizacional e a nível técnico, tanto para o *setup* interno como para o *setup* externo de uma linha de montagem final.

A situação inicial encontrada tinha como tempo médio de *setup* 408 segundos, sendo traçado o objectivo para 180 segundos, após análise detalhada das actividades de mudança. No final deste projecto o tempo médio despendido no *setup* da linha passou a ser de 193 segundos, registando-se uma melhoria de 53% relativamente à situação inicial.

Relativamente ao *setup* interno, começou por ser feita uma descrição detalhada de todas as operações, sequenciando as operações envolvidas. Foi então atribuída uma duração *standard* para a sua realização, para que todo o processo ficasse totalmente descrito. Como resultado foi criada uma estrutura organizacional normalizada que permite uma melhor utilização dos recursos e uma redução do tempo de mudança de referências.

Também para o *setup* externo foi elaborado um estudo com o objectivo de descrever exaustivamente o processo, o que permitiu conhecer melhor todos os procedimentos de troca de ferramenta e implementar um conjunto de soluções que conduziram a uma redução significativa do tempo de *setup*.

Durante a realização deste projecto foram realizadas actividades 5S, no seguimento das observações e análise do processo de *setup* efectuadas. O objectivo dessas actividades foi a eliminação de todos dispositivos, ferramentas que não estavam a ser utilizados, efectuando-se uma triagem nos diversos postos. Procurar obter uma melhor arrumação, criando-se lugares associados a cada dispositivo, ferramenta. Finalmente com o objectivo de facilitar a procura desses elementos foi criada uma gestão visual. Todas estas melhorias em termos de 5S trouxeram ganhos no tempo despendido durante a realização das actividades de *setup*.

Palavras chave: Melhoria Contínua; Mudança; Normalização; SMED.

Abstract

The project behind this thesis took place at the facilities of Blaupunkt Portugal in Braga. The principal objective was the reduction of the changeover time in a final assembly line, through the systematic application of Quick Changeover and a variety of methodologies associated with Lean Production.

As a result of the project, organizational as well technical improvements were made, for both internal and external activities associated to the setup process of the final assembly line.

With the initial setup situation the change over time was 408 seconds, the target for reduction this average time was established for 180 seconds, after detailed analysis of the activities involving changes. At the end of this project the average time spent on the setup was about 193 seconds, with an improvement of 53% compared to the initial situation.

In order to improve the setup procedure, a detailed description of all operations was necessary. Through this it was established a sequence of the operations involved. Then it was determined a standard duration for the realization of each activity, this way the whole process became fully described. As a result it was introduced a standardized organizational structure that allows a better use of resources and a time reduction wasted on activities involving changes of references.

Also for the external setup a study was made in order to fully describe the process. This allowed to understand all procedures involved in the exchange of tools and in the implementation of a set of solutions which led to a significant reduction in the setup.

During the implementation of this project 5S's activities were made, following the comments and analysis of the setup process made. The purpose of these activities was the elimination of all devices and tools that were not being used, making a selection in the different posts. Our objective with 5S was to obtain better storage solutions and in simultaneous try to associate a post with each device or tool. Finally, in order to facilitate the demand of those elements, a visual management was created. All these improvements in terms of 5S brought gains related with the time spent on the setup activities.

Keywords: Changes; Continuous Improvement; Standards; SMED.

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha mais sincera gratidão para com todos os colaboradores da Blaupunkt que na medida do possível, tudo fizeram para que este projecto tivesse um rumo bem definido de modo a torná-lo numa experiência bem sucedida.

Um outro agradecimento ao Professor José António Faria da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pela supervisão e orientação que deu a este projecto.

Devo também palavras de especial agradecimento a Daniel Vieira, pelas suas palavras de orientação, pela integração no departamento que me proporcionou, e por todo o encaminhamento e sugestões que me deu nos diversos projectos e actividades.

Ao António Paixão, Filipe Costa, Francisco Vieira, João Cardoso, Miguel Prazeres, Maria Castro, Jorge Pereira, António Rodrigues e Luís Nunes com os quais tive o prazer de trabalhar e que colaboraram para o sucesso deste projecto, com a sua ajuda dada em vários momentos do projecto e também pelo companheirismo manifestado.

À minha família em particular aos meus pais e irmão o meu mais sincero obrigado, pela incessante ajuda, estima e motivação em todo o percurso que me fez chegar a este ponto.

Índice

Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos.....	vii
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xv
Lista de siglas.....	xvii
Capítulo 1	
Introdução.....	1
1.1 - Objectivos.....	1
1.2 - Enquadramento.....	1
1.3 - Descrição sucinta.....	3
1.4 - Metodologia.....	3
1.5 - Estrutura do documento.....	4
Capítulo 2	
Conceitos.....	5
2.1 - Breve Introdução à Produção <i>Lean</i>	5
2.2 - Importância do <i>Setup</i> Rápido.....	8
2.3 - SMED - Single Minute Exchange of Die.....	9
2.4 - Metodologia 5S.....	15
2.5 - Melhoria Contínua.....	17
2.6 - Poka-Yoke.....	18
Capítulo 3	
O Processo Produtivo.....	19
3.1 - Montagem Manual.....	20
3.2 - Inspeção Face B.....	21

3.3 - Inspeção Circuito Integrado	21
3.4 - Flash Cell	21
3.5 - Fresagem	22
3.6 - Controlo 1	22
3.7 - Montagem Final.....	22
3.8 - Montagem Blendas	23
3.9 - Controlo 2	23
3.10 - Etiquetagem e Embalagem.....	24
 Capítulo 4	
Trabalho desenvolvido	25
4.1 - Descrição do trabalho	25
4.2 - Metodologia Adoptada para a redução do tempo de <i>Setup</i>	26
4.3 - Análise da Situação Inicial do Processo.....	27
4.4 - Aplicação de 5S.....	30
4.5 - Separação das operações internas das externas	34
4.6 - Redução das operações internas e externas	35
4.7 - Normalização do processo	46
4.8 - Formação dos colaboradores	48
4.9 - Dificuldades Encontradas na Implementação.....	48
 Capítulo 5	
Análise dos Resultados	49
 Capítulo 6	
Conclusão	61
6.1 - Perspectivas de Trabalho Futuro	62
6.2 - Considerações Finais.....	63
A. Anexos.....	65
A.1 Apresentação da Empresa.....	66
A.2 Blaupunkt Auto-Rádio Portugal.....	67
A.3 <i>Worsheets</i> de Mudança Standard	69
A.4 Instruções de Mudança	78
Glossário	99
Bibliografia.....	101

Lista de Figuras

Fig. 2.1 – Objectivos da <i>Lean Production</i>	7
Fig. 2.2 – Ciclo PDCA	17
Fig. 3.1 – Layout Geral da Linha de Montagem (divisão por áreas).....	20
Fig. 3.2 – Layout da secção de Montagem Manual	21
Fig. 3.3 – Layout AOI, ICT's, Flash, Fresa	22
Fig. 3.4 – Layout Controlo 1 e Montagem Final	23
Fig. 3.5 – Layout Montagem Blendas.....	23
Fig. 3.6 – Layout Controlo 2, Burn In	24
Fig. 3.7 – Layout Zona de Etiquetagem e Embalagem	24
Fig. 4.1 – Metodologia do Quick ChangeOver	26
Fig. 4.2 – Dispositivos retirados da linha após triagem	31
Fig. 4.3 – Armário posto da montagem manual	31
Fig. 4.4 – Gaveta posto da montagem final após redimensionamento (já com uma gestão visual)	32
Fig. 4.5 – Arrumação das gavetas da Flash antes das actividades 5S.	32
Fig. 4.6 – Arrumação das gavetas da Flash após actividades 5S.	33
Fig. 4.7 – OPL – Arrumação das Gavetas da Flash.....	33
Fig. 4.8 – Identificação de um desaparafusador.....	34
Fig. 4.9 – Exemplo de uma <i>worksheet</i> de trabalho <i>standard</i>	35
Fig. 4.10 – Posto com o Contador PCB's	37
Fig. 4.11 – Controlo de entrada de PCB (leitura código de barras).....	38
Fig. 4.12 – Informação para mudança de base	38
Fig. 4.13 – Quadro Logístico.....	39
Fig. 4.14 – Programa comunicação com o Contador de PCB's de cada linha	39
Fig. 4.15 – Indicador de mudança	40
Fig. 4.16 – Exemplo de aplicação	40
Fig. 4.17 – Reposicionamento do indicador de mudança	40
Fig. 4.18 – Imagem global do Clinch com pormenores das bases e dos apertos.....	41
Fig. 4.19 – Pormenores das bases e do novo aperto pneumático.	43
Fig. 4.20 – Layout Controlo 1	45

Fig. 4.21 – Armário Controlo 1	45
Fig. 4.22 – Novo Layout Controlo 1	45
Fig. 4.23 – Novo Armário Controlo 1.....	45
Fig. 4.24 – Exemplo de uma instrução de mudança do posto 8 da montagem de blendas.....	47
Fig. 5.1 – Localização do leitor de códigos de barras.	50
Fig. 5.2 – Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Março.	50
Fig. 5.3 – Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Março.....	51
Fig. 5.4 – Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Abril.	52
Fig. 5.5 – Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Abril.....	52
Fig. 5.6 – Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Maio.....	53
Fig. 5.7 – Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Maio.	53
Fig. 5.8 – Gráfico Tempo médio de mudança durante os dias do mês de Junho.....	54
Fig. 5.9 – Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Junho.....	54
Fig. 5.10 – Gráfico evolução do tempo médio de mudança.	55
Fig. 5.11 – Gráfico evolução do número de mudanças.....	56
Fig. 5.12 – Gráfico tempo médio despendido durante um período de 3 meses, categorizado por referêcia.	56
Fig. 5.13 – Gráfico número de mudanças efectuadas durante um período de 3 meses, categorizada por referêcia.	57
Fig. A.1 – Grupo Bosch em Portugal.....	66
Fig. A.2 – Principais clientes da Blaupunkt.....	67
Fig. A.3 – Quota de mercado da Blaupunkt a nível mundial.....	68
Fig. A.4 – Quota de mercado da Blaupunkt a nível europeu	68
Fig. A.5 – Folha de Mudança Standard do Posto 1 da Montagem Manual.....	69
Fig. A.6 – Folha de Mudança Standard do Posto 2 da Montagem Manual.....	69
Fig. A.7 – Folha de Mudança Standard do Clinch antes melhorias	70
Fig. A.8 – Folha de Mudança Standard do Clinch após melhorias	71
Fig. A.9 – Folha de Mudança Standard do Posto 4 da Montagem Manual.....	72
Fig. A.10 – Folha de Mudança Standard do AOI.....	72
Fig. A.11 – Folha de Mudança Standard do ICT	73
Fig. A.12 – Folha de Mudança Standard da Flash Cell.....	73
Fig. A.13 – Folha de Mudança Standard do Controlo 1.....	74
Fig. A.14 – Folha de Mudança Standard do Posto 1 da Montagem Final	74
Fig. A.15 – Folha de Mudança Standard do Posto 4 da Montagem Final	75
Fig. A.16 – Folha de Mudança Standard do Posto 5 da Montagem Final	75
Fig. A.17 – Folha de Mudança Standard do Posto 3 da Montagem de Blendas	76
Fig. A.18 – Folha de Mudança Standard do Posto 4 da Montagem de Blendas	76
Fig. A.19 – Folha de Mudança Standard do Posto 6 da Montagem de Blendas	77

Fig. A.20 – Folha de Mudança Standard do Posto 8 da Montagem de Blendas	77
Fig. A.21 – Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem manual (A).....	78
Fig. A.22 – Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem manual (B).....	79
Fig. A.23 – Instrução de Mudança do Posto 2 da montagem manual	80
Fig. A.24 – Instrução de Mudança do Clinch da montagem manual	81
Fig. A.25 – Instrução de Mudança do Posto 3 da montagem manual	82
Fig. A.26 – Instrução de Mudança do Posto do AOI	83
Fig. A.27 – Instrução de Mudança dos Postos ICT	84
Fig. A.28 – Instrução de Mudança da Flash Cell.....	85
Fig. A.29 – Instrução de Mudança do Controlo 1	86
Fig. A.30 – Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem final	87
Fig. A.31 – Instrução de Mudança do Posto 4 da montagem final	88
Fig. A.32 – Instrução de Mudança do Posto 5 da montagem final	89
Fig. A.33 – Instrução de Mudança do Posto 3 da montagem de blendas.....	90
Fig. A.34 – Instrução de Mudança do Posto 4 da montagem de blendas.....	91
Fig. A.35 – Instrução de Mudança do Posto 6 da montagem de blendas.....	92
Fig. A.36 – Instrução de Mudança do Posto 8 da montagem de blendas.....	93
Fig. A.37 – OPL Mudança de Clinch.....	94
Fig. A.38 – OPL Arrumação das Gavetas da Flash	94
Fig. A.39 – Melhoria aplicada no Clinch	95
Fig. A.40 – Melhoria aplicada no Quadro Logística.....	95
Fig. A.41 – Melhoria ao nível de identificação e arrumação.....	96
Fig. A.42 – Contador Montagem Manual.....	96
Fig. A.43 – Leitura Tempo SMED Montagem Final	97

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Actividades envolvidas na mudança, nas diferentes secções da linha de montagem em análise.-----	29
Tabela 4.2 – Plano de acções-----	30
Tabela 4.3 – Descrição das actividades de mudança do Clinch, antes da implementação de melhorias.-----	42
Tabela 4.4 – Descrição das actividades de mudança do Clinch, após melhorias.-----	43
Tabela 4.5 – Descrição das actividades de mudança do Controlo 1, antes melhorias.-----	44
Tabela 4.6 – Descrição das actividades de mudança do Controlo 1, após alterações.-----	46
Tabela 5.1 – Relação entre as referências, tempo perdido e número ocorrências de <i>setups</i> .-----	58

Lista de Siglas

AOI	Automated Optical Inspection
HF	High Frequency
IC	Integrated Circuit
ICT	In Circuit Test
OPL	One Point Lesson
PCB	Printed Circuit Board (placa de circuito impresso)
QCO	Quick ChangeOver (mudança rápida)
SMD	Surface Mount Device
SMED	Single Minute Exchange of Die

Capítulo 1

Introdução

1.1 - Enquadramento

O projecto decorreu na Blaupunkt, empresa que se dedica à produção de auto-rádios. Actualmente a empresa recorre a um sistema em linha e fabrica cerca de 1100 aparelhos por turno. Embora esta taxa de produção satisfaça a procura actual, existem indicadores que revelam que o desempenho do sistema produtivo poderia ser melhor, nomeadamente no que diz respeito à utilização de recursos (tanto humanos como materiais) e à forma de abastecimento de componentes e subconjuntos à linha de produção e muito em especial, o tempo de mudança despendido na mudança de referências na linha de produção.

Através do projecto aqui descrito pretendeu-se encontrar as melhores soluções para reduzir os tempos de mudança.

1.2 - Objectivos

No momento actual o factor chave da competitividade entre empresas é a diferenciação. Esta diferenciação pode ser atingida de várias formas, quer através da inovação ao nível dos produtos, quer através da inovação ao nível dos processos produtivos. Essa diferenciação pode provocar um aumento na quantidade de produtos produzidos numa mesma linha de montagem. Tratando-se de produtos com características diferentes provocam uma necessidade de trocas de ferramentas, passando este a ser um dos pontos críticos do processo, visto que estas operações não acrescentam valor ao produto, mas são indispensáveis à produção. Dependendo da produção e da quantidade de produtos produzidos, as operações de *setup* podem ser decisivas para o sucesso ou insucesso de uma empresa.

A importância desta tese faz-se pelo contexto em que a empresa em questão está inserida, enquadrando-se no que acima foi dito.

Portanto, as características citadas anteriormente, demonstram que as empresas devem apresentar cada vez mais flexibilidade no seu processo produtivo, procurar a qualidade dos produtos e a redução de custos para acompanhar a dinâmica do mercado. A redução do tempo perdido nas mudanças é condição necessária para diminuir o custo unitário de preparação.

Compreenda-se o tempo de mudança como o tempo que passa entre a entrada da última placa em boas condições, de uma determinada referência, até à entrada na mesma posição, da primeira placa em boas condições da referência produzida posteriormente.

Este trabalho tem como objectivo geral melhorar o processo de mudança (diminuindo o tempo de mudança), melhorar o desempenho de linhas de produção de auto-rádios da empresa Blaupunkt, através da aplicação do conceito de melhoria contínua, elaborando propostas de intervenção e avaliando a sua viabilidade de implementação. Tendo por base sempre a metodologia SMED - Troca Rápida de Ferramenta.

A implementação da técnica *Quick ChangeOver*, na Blaupunkt, é de extrema relevância. Ela pode proporcionar: aumento da produtividade, aumento da capacidade produtiva. Através da implementação da sistemática *Quick ChangeOver* permite-se aumentar o número de mudanças, aumentando a disponibilidade das máquinas, melhorando o trabalho dos colaboradores na mudança. Todas estas melhorias conduzem a uma redução de custos com refugos e retrabalho.

Nos objectivos mais específicos incluem-se:

- Estudar o actual processo de *changeover* da linha de Montagem Final;
- Colecta de dados referentes ao processo actual de *changeover*;
- Identificação de operações que possam ser deslocalizadas;
- Adequação das sequências operatórias;
- Desenvolvimento de um programa de contagem de PCB's;
- Colecta e validação dos dados.

Pretende-se que no final da implementação de todas as melhorias encontradas, normalização do processo de mudança, o tempo de mudança se aproxime de três minutos (para os casos de produção normalizadas, excepções para produtos pilotos).

1.3 - Descrição sucinta

Na primeira fase do projecto foi analisada o funcionamento da linha de produção de auto-rádios com o intuito de:

- Caracterizar o processo de mudança e definir medidas de desempenho adequadas para o mesmo.
- Recolher informação sobre o processo com base nas medidas de desempenho definidas.

Com base nos resultados obtidos desse estudo pretendia-se propor e implementar possíveis melhorias dentro da sistemática do QCO - *Quick Changeover*. Para tal, foram usadas diversas metodologias, tais como: Point Cip (melhoria continua), TPM, *ship to line*, trabalho *standard*, etc.

Numa fase final será estudada a viabilidade das propostas e, após a sua implementação, a linha será monitorizada de forma a recolher medidas de desempenho que permitam validar as propostas implementadas.

1.4 - Metodologia

Neste subcapítulo é apresentada a metodologia do projecto desenvolvido, mas mais à frente no Capítulo 4 onde é apresentado o trabalho desenvolvido, será apresentada uma descrição mais detalhada.

Numa primeira fase do projecto foi efectuado um estudo dos sistemas de produção *Lean* e das metodologias de melhoria que lhe estão associadas.

De seguida procedeu-se a uma análise do sistema de produção onde decorreu o projecto com o objectivo de identificar os pontos críticos, caracterizar o processo de mudanças.

Foram estudadas e avaliadas várias soluções para a redução do tempo gasto no *setup*. Na fase final foi implementado, testado e validado um conjunto de soluções. Foi ainda definido um novo processo de mudança, e realizada a normalização desse mesmo processo, sendo necessário nesta fase dar-se formação a todos os colaboradores envolvidos nas mudanças, quer sobre a importância do QCO quer sobre todas as melhorias implementadas e explicação do trabalho *standard*.

A aplicação da metodologia desenvolvida foi testada numa linha piloto de Montagem Final.

1.5 - Estrutura do documento

O Capítulo 1, pretende enquadrar a presente tese e realçar a importância das soluções de melhoria propostas, tendo em vista o aumento da produtividade. Apresenta uma breve introdução, o enquadramento na qual foi realizada esta tese, descreve ainda os seus objectivos, tal como a metodologia seguida.

O Capítulo 2, contém uma revisão bibliográfica dos principais assuntos abordados, visando conceder um suporte teórico no desenvolvimento do trabalho e agregar valor aos resultados. São discutidos os seguintes temas: *Lean Production*, Melhoria Contínua, Metodologia SMED, 5S.

No Capítulo 3 apresenta-se o processo produtivo da linha de montagem final em análise, e as suas diferentes secções.

O Capítulo 4 descreve o trabalho realizado, metodologia adoptada para a redução do tempo de *setup*, e as suas fases de implementação. É neste capítulo que são apresentados os problemas associados ao processo de *setup*, tal como as propostas dadas no sentido da eliminação desses problemas, bem como os impactos provocados com a sua aplicação.

No Capítulo 5, apresenta-se a análise de resultados obtidos no decorrer desta tese.

Finalmente, no Capítulo 6, apresentam-se as principais conclusões advindas da realização deste projecto, bem como as propostas para trabalho futuro a desenvolver.

Capítulo 2

Conceitos

Este capítulo apresenta um conjunto de metodologias no âmbito da produção *Lean* que foram utilizadas neste projecto, nomeadamente as metodologias SMED, 5S's, Kaizen e Poka-Yoke.

No início do capítulo será feita uma breve introdução ao novo paradigma da produção *Lean*, após o que se passará à apresentação das metodologias com destaque para o SMED dado o seu carácter central neste projecto.

2.1 - Breve Introdução à Produção *Lean*

Actualmente, a presença de produtos comercializados mundialmente tem aumentado tal como a exigência dos clientes quanto à diversidade, nível de qualidade, preço e velocidade de entrega.

Nas últimas décadas a concorrência empresarial tem crescido de forma exponencial. Empresas de países com baixo custo de mão-de-obra e baixa tecnologia competem no mesmo mercado com empresas de países com alto custo de mão-de-obra e alta tecnologia. Os mercados evoluíram para níveis de exigências muito elevados. Os mais importantes aspectos da concorrência são o preço, a qualidade e os prazos de entrega. Estes aspectos encontram-se interligados no mercado. Um bom sistema de garantia de qualidade aliado a um bom sistema de planeamento e controlo da produção que garanta prazos de entrega reduzidos tem muitas vezes como resultado um baixo preço.

Surge então a "Produção Magra" com princípios inovadores, particularmente em relação à gestão dos materiais (matérias-primas, produtos em processo, componentes, conjuntos e produtos acabados) e ao trabalho humano nas fábricas.

Perante esta situação de competitividade cada vez mais cerrada, as empresas têm de se adaptar no sentido de ser o mais versáteis possível. É do âmbito deste projecto, o desenvolvimento de métodos que visam permitir às empresas desenvolver programas que diminuam os seus custos produtivos e possibilitem uma maior flexibilidade na sua produção.

Esta maior flexibilidade do sistema produtivo é fundamental para as empresas, uma vez que precisam de colocar novos produtos no mercado, tendo sempre em mente o mais baixo custo de produção dos mesmos [1].

Segundo Upton (1996) flexibilidade pode ser definida de duas formas:

1. Capacidade de trocar rapidamente a produção, possibilitando uma maior capacidade de resposta às variações da procura
2. Capacidade de produzir uma grande variedade de produtos [2].

O principal objectivo da filosofia *Lean Production* (Produção Magra) é a redução de desperdícios de produção, baixando desta forma os custos inerentes ao sistema produtivo. Desenvolvida inicialmente pelas empresas Japonesas, teve origem com os estudos desenvolvidos por Ohno, na Toyota a partir dos anos 50. Os anos 80 foram os anos da sua expansão no mundo ocidental.

Esta filosofia procura aproximar-se o mais possível do óptimo, ou seja, gastar apenas o indispensável para acrescentar valor ao produto. Baseia-se na produção de pequenas quantidades de diversos produtos para atender uma procura diversificada (direccionada para o cliente). *Lean Production* baseia-se em dois princípios:

- (i) Só os produtos que são vendidos é que são produzidos;
- (ii) A produção realiza-se num fluxo contínuo que alcança o respectivo posto "Just in Time".

Na *Lean Production* os *stocks* são vistos como desperdício, que escondem os verdadeiros problemas da linha produção. Ao reduzir os *stocks* o problema da ocupação e imobilização do espaço inerentes aos stocks é resolvido.

Procurando obter uma produtividade com diversidade, Ohno propôs a "fábrica mínima", procurando a redução de todos recursos em *stock* (materiais, equipamentos, área construída, recursos humanos). A transparência deveria predominar no ambiente de trabalho e nos processos [1-3].

Shingo define a *Lean Production* como sendo uma postura onde se devem identificar todas as fontes de custos que não acrescentam qualquer valor ao produto final. Desperdício não custa apenas dinheiro, provoca um aumento no tempo de percurso dos produtos no sistema produtivo e impede a empresa de fazer coisas mais produtivas com esses recursos. Uma vez identificadas essas fontes de desperdício, resta estudar formas de as reduzir ou se possível eliminá-las. [4]

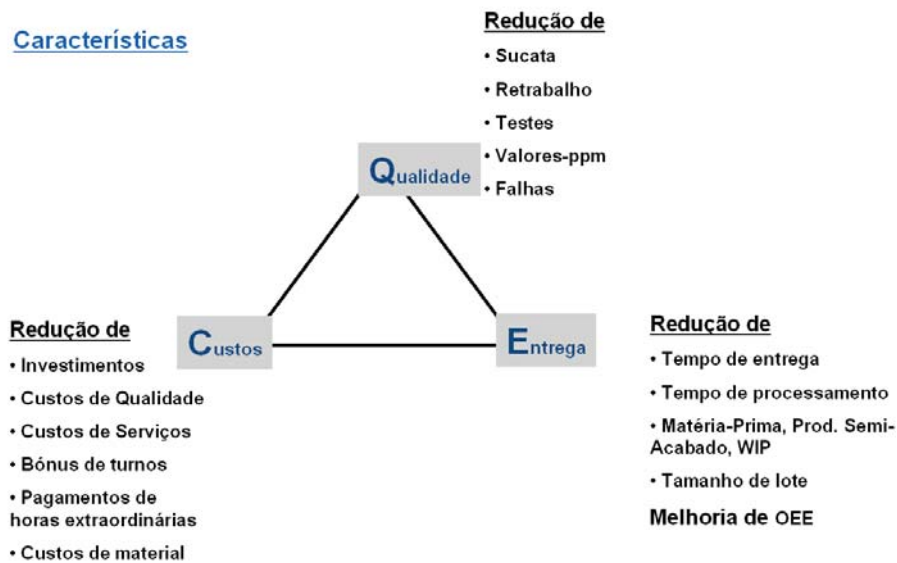


Fig. 2.1 - Objectivos da *Lean Production* [5]

O conceito da *Lean Production* tem agregado várias ferramentas. Existem ferramentas, métodos, princípios e conceitos com grande destaque, tendo por base o mesmo objectivo, eliminação de desperdícios, que merecem uma breve referência na presente tese.

Neste trabalho, particularmente, foram seleccionadas essencialmente as seguintes: SMED (*Single Minute Exchange of Die*) - Troca Rápida de Ferramenta (QCO Quick ChangeOver designação utilizada na Blaupunkt), 5S e *Kaizen*.

A metodologia 5S, está associada à organização e limpeza do posto de trabalho. Segundo os seus criadores, todas as acções desenvolvidas pela Produção Magra, devem começar por pelo menos dois anos de campanha dos 5 S.

Outra ferramenta usada pela Produção Magra é a metodologia *Kaizen*, traduzindo à letra, *Kaizen* significa melhoria contínua. Esta ferramenta tem uma aplicação bastante vasta, que vai desde os processos produtivos até aos processos administrativos, passando por áreas como, por exemplo, a manutenção.

Por último, resta referir a ferramenta em que se centra este tese, o método SMED. Esta metodologia surge quando Shigeo Shingo desenvolveu um programa para diminuir o tempo de imobilização do equipamento na mudança de formato, o *Single Minute Exchange of Die* (SMED). A redução do tempo de imobilização dos equipamentos para minutos ou mesmos segundos iria permitir rentabilizar a produção de pequenos lotes, reduzindo assim vários custos relacionados com stocks. [4-6-7]

A introdução destas técnicas na Blaupunkt é extremamente relevante, pois estas possibilitam a criação de um fluxo produtivo contínuo, uma maior qualidade dos produtos, levando a uma redução dos custos, possibilitando uma produção em pequenos lotes.

Os subcapítulos seguintes irão descrever de uma forma mais completa e exaustiva as referidas metodologias.

2.2 - Importância do *Setup* Rápido

Van Goubergen e Van Landeghem (2002) definem o tempo de *Changeover* como sendo o tempo decorrido entre a produção do último produto A e o primeiro produto B que se encontra dentro dos padrões especificados pela qualidade [8].

Já McIntosh (2004) defende que a definição de tempo *setup* é o tempo decorrido entre a última peça em boas condições de um lote e a primeira peça em boas condições do lote seguinte. Além deste conceito, refere que não é só durante o *setup* que se encontram perdas, estas perdas acontecem posteriormente a este. Ou seja, estes desperdícios são posteriores à produção da primeira peça em boas condições do lote seguinte. Durante a estabilização do equipamento é possível encontrar perdas, embora seja bastante complicado medir e comparar estes desperdícios de produção. Actualmente este assunto é muito discutido, não havendo um consenso em torno do assunto [9].

Nos dias de hoje, mais do que nunca, mudanças são inevitáveis para se satisfazer a procura. Consumidores esperam uma qualidade maior dos produtos e serviços em relação ao preço que estão dispostos a pagar por eles. A procura de uma solução que torne as organizações competitivas e em simultâneo contribuam para o seu desenvolvimento e crescimento respeitando os interesses dos clientes, fornecedores e colaboradores é uma necessidade.

A etapa de *setup* é a responsável pela separação, configuração e colocação dos componentes nas máquinas, pode ser definida como um processo de mudança da produção de um produto para outro numa mesma máquina, equipamento que exija troca de ferramenta ou dispositivos, assegurando que os equipamentos produzam de acordo com o resultado esperado [8].

A demora na preparação dos equipamentos de produção pode fazer com que as linhas de montagem permaneçam paradas, enquanto esperam pelas configurações necessárias para o início da produção. E não basta apenas preparar os equipamentos de produção, deve-se fazê-lo com velocidade, precisão e qualidade, procurando meios para um controlo robusto deste processo produtivo, onde erros humanos possam ser reduzidos e as actividades produtivas controladas de uma forma eficaz.

Esta preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, a mão-de-obra requerida na operação de preparação, a perda de material no início da

operação, dentre outros. Quanto maior este custo, maior tenderá a ser o tamanho do lote a ser processado. Grandes lotes de produção criam *stock*.

A importância da melhoria do processo de troca de ferramenta em ambientes industriais está cada vez mais a ser considerada como um factor relevante.

A atenção dada aos melhoramentos do processo de troca de ferramenta deve também incluir a importância dessa evolução para a empresa. O retorno pode muitas vezes ser substancial. Torna-se possível reduzir ao tamanho dos lotes de produção, desta forma obtêm-se uma maior flexibilidade que vai permitir um tempo de resposta a novas encomendas mais rápido e assim reduzir tempos de entrega.

Conforme Goubergen e Landeghem (2002) há diversas publicações e estudos de caso disponíveis de como os tempos de preparação podem ser reduzidos, mas basicamente todas estas aproximações são derivadas do método *SMED - Single-Minute-Exchange-of-Die* [8].

2.3 - SMED - Single Minute Exchange of Die

SMED - Single Minute Exchange of Die, foi uma técnica chave para a realização deste projecto. Como se verá no Capítulo 4, várias soluções implementadas derivam directamente deste conceito, estando esta metodologia na base de todo o desenvolvimento do projecto.

A metodologia SMED foi desenvolvida no Japão por Shigeo Shingo, tendo já provado a sua eficiência em muitas companhias através da redução dos tempos de trocas de ferramentas de horas para minutos. Durante mais de dezanove anos foi desenvolvida como uma consequência directa da investigação de aspectos teóricos e práticos da melhoria dos *setups*. Trata-se de uma aproximação científica para os tempos de *setup* e estas reduções podem ser aplicadas em todas as fábricas e em qualquer máquina. Foi implementado inicialmente no sistema de produção da Toyota, e ajudou-os a transformarem-se num sistema de produção de referência.

O sistema SMED - *Single Minute Exchange of Die*, é uma teoria e um conjunto de técnicas que tornam possível executar operações de preparação, troca e ajustes de ferramentas no equipamento em menos de 10 minutos, ou seja, numa escala de tempos de um dígito. O sistema SMED foi desenvolvido originalmente para melhorar o *setup* das ferramentas de prensas e de máquinas ferramentas, mas os seus princípios aplicam-se às trocas de todos os tipos de processos.

Para Shingo a redução dos tempos de preparação, à medida que permite trabalhar economicamente com pequenos lotes de fabricação, possibilita a redução dos stocks em processo e de produtos acabados, trazendo vantagens financeiras à empresa.

Os refugos e retrabalhos serão reduzidos à medida que os defeitos forem localizados num menor tempo e cada vez mais perto da fonte dos mesmos. O autor menciona que a redução de *setup* permitirá uma redução na variabilidade do sistema no que se refere à preparação das máquinas, reduzindo significativamente os defeitos e retrabalhos provenientes de preparações mal realizadas [4-6-8].

A força do método SMED é a sua aproximação sistemática e a análise do que é realmente feito e como o tempo é gasto durante a actividade de troca de ferramenta. Através desta análise obtém-se uma melhor compreensão sobre como as actividades são executadas e que actividades podem ser executadas enquanto a linha está em produção.

O objectivo do SMED é reduzir o tempo total de perda de eficiência, causado pela mudança produção, baseando-se no trabalho em equipa. Ou seja, reduzir os desperdícios de tempo e de produção, desde que se pára a produção para mudar de ordem de fabrico até à produção de nova ordem de fabrico.

Muitas companhias produzem os seus produtos em grandes lotes de produção, simplesmente porque os tempos de troca de ferramenta são demasiado longos e caros para mudar frequentemente os produtos. O SMED altera o conceito relativamente ao tempo necessário para as trocas de ferramenta: deve ser curto. Quando as trocas de ferramenta são efectuadas rapidamente, podem ser feitas tão frequentemente quanto necessárias. Isto significa que as companhias produzir em pequenos lotes, trazendo diversas vantagens [4-6-7-8-10]:

- ✓ **Flexibilidade:** As empresas podem ir ao encontro das necessidades dos seus clientes sem despesas em inventários adicionais.
- ✓ **Entregas rápidas:** Lotes pequenos de produção significam menor *lead-time*, menores tempos de aprovisionamento e menos tempo de espera por parte do cliente.
- ✓ **Melhor Qualidade:** Menores quantidades de *stock* armazenado significa uma diminuição de defeitos devidos ao armazenamento. O sistema SMED torna as operações de *setup* mais simples e diminui os defeitos devido aos erros de *setup*.
- ✓ **Aumento de produtividade:** Encurtando os tempos de *setup* reduz os tempos de paragem, o que significa um aumento da produtividade do equipamento.

As operações de *setup* são todas as operações de preparação ou de ajustes que são efectuadas antes e depois de um determinado lote ser processado. Shingo através do seu método, procurando uma análise mais profunda identificou dois tipos de operações de *setup* [4-6]

- **Operações internas:** operações que só podem ser efectuadas com a máquina parada.
- **Operações externas:** são todas as operações que podem ser feitas com a máquina em funcionamento.

Esta distinção entre operações internas e externas é um dos factores principais do SMED. O objectivo principal será o de reduzir os tempos de *setup*, convertendo operações internas em operações externas.

Em operações tradicionais de *setup*, as operações internas e externas são misturadas. Algumas operações que poderiam ser feitas externamente são executadas como operações internas, causando períodos de tempo prolongados em que a máquina está inactiva.

Para Ohno (2002), a sequência e normalização do trabalho devem ser realizados em primeiro lugar, visto que a maior parte dos problemas podem ser logo aí eliminados, sendo feita apenas posteriormente o aperfeiçoamento dos equipamentos, caso se opte pelo contrário os processos nunca serão aperfeiçoados [11].

Conforme Shingo (1985), no paradigma tradicional os procedimentos de *setup* são infinitamente variados, dependendo do tipo de operação e do equipamento utilizado, o que deveria impedir a generalização de um método para a redução do *setup*. Contudo, Shingo (1985) observou que todas as operações de *setup* compreendem uma sequência de passos genérica e, portanto, é passível a generalização de um método com o objectivo de reduzir o tempo de *setup* [4].

De seguida passasse a uma descrição das várias etapas que compõem a metodologia SMED.

2.3.1 - Análise de Operações de Setup Actuais

Esta etapa preliminar passa pelo estudo do processo de mudança actual, que consiste no registo e classificação de elementos de trabalho através de vídeos, fotos ou cronometragens. Deve-se fazer o estudo do vídeo em detalhe, anotando o tempo e os movimentos envolvidos em cada passo do *setup*. Usando o cronómetro se necessário.

No Capítulo 4, está detalhado todo o levantamento de dados relativos à situação inicial do processo, propostas de mudanças provenientes desta análise, definição da estratégia de

implantação do método *SMED*, criando-se neste momento todas as condições favoráveis para o sucesso da implantação

Segundo o próprio Shingo, “o *SMED* é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e qualquer máquina”.

Segundo o autor, o método deve ser aplicado faseadamente, sendo que as três etapas estão desenhadas de forma a simplificar e encurtar os tempos de trocas de ferramentas [4].

Nestas subsecções será abordado o método *SMED* proposto por Shingo, que de forma sintética podemos assim sintetizar: inclui inicialmente a identificação dos dois tipos de *setup* - o externo e o interno. Posteriormente faz-se a sua separação, passando-se à fase de conversão de *setup* interno em externo e por último é implementado a melhoria geral do tempo de *setup*.

2.3.2 - As Três Etapas do *SMED* [4-6]

1.ª Etapa - Separar as operações internas das externas

Em operações tradicionais de mudança, muitos tipos diferentes de desperdício ocorrem porque as operações internas e externas não são distintas. O primeiro e o mais importante passo a ser executado em *SMED* trata de identificar quais são as operações internas e externas.

Segundo Shingo “Através, simplesmente, da separação e organização das operações internas e externas, o tempo de *setup* interno (paragens inevitáveis da máquina) podem ser reduzidas de 30% a 50%”.

Nesta fase é necessário:

- ✓ Conhecer bem as operações e ferramentas necessárias à operação de mudança de ferramenta.
- ✓ Saber quais as peças e ferramentas que podem ser verificadas enquanto a máquina está em produção.
- ✓ Saber que peças / ferramentas se podem transportar durante o *setup* externo.

Neste projecto definem-se quais são as operações essenciais do *setup* interno, e portanto, operações que não podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Da mesma forma, são definidas as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento e as possíveis operações desnecessárias. Neste último caso, o objectivo é a imediata eliminação dessas operações, como se pode verificar no Capítulo 4 desta tese.

2.ª Etapa - Converter as operações de *setup* internas em externas

Shingo introduz o conceito de normalização de funções, isto é, verificar as verdadeiras funções e motivos de cada operação actual do *setup* interno. Uma eficiente normalização de funções requer uma análise de funções de cada parte do equipamento, elemento a elemento, e substituir o menor número de peças possíveis. Quando se converte as operações internas em externas, o processo de normalização, tanto quanto possível, reduz o tempo de *setup*. A normalização simplifica a organização, elimina a necessidade de procurar ferramentas apropriadas e elimina a necessidade de ajustes.

Após a normalização devem ser procuradas formas de passar operações internas a externas. Podem-se aplicar técnicas como: preparar antecipadamente as condições operacionais, normalização das funções essenciais.

A chave do sucesso para a implementação desta 2.ª etapa está em:

- ✓ Fazer uma análise cuidada de cada função individual.
- ✓ Identificar quais as funções que podem ser optimizadas, substituindo o menor número de peças possíveis.

Durante o processo de transformação do *setup* interno em externo é possível que algumas operações identificadas sejam passíveis de serem eliminadas do processo. Neste caso, tratando-se do *setup* interno, também haverá um ganho em termos de redução do tempo de ciclo e do próprio *lead-time*.

3.ª Etapa - Melhorias de todos os aspectos das operações de *setup*

A terceira e última etapa encarrega-se das melhorias de todos os aspectos das operações de *setup*. As melhorias possíveis a efectuar no transporte e armazenamento de todas as peças, componentes, produtos e ferramentas podem ajudar a afinar as operações. Este passo não reduz necessariamente tempo de *setup*, mas ajuda o SMED a criar um fluxo contínuo. Deve ser feito, analisando a função e o motivo de cada elemento de *setup* de forma a melhorá-lo.

Durante a aplicação da metodologia SMED diversas técnicas são utilizadas, distintas para operações internas e externas, entre as quais:

- **Operações internas:**
 - ✓ Análise detalhada das operações paralelas (quando temos mais do que um operador a fazer as trocas de ferramentas);
 - ✓ Elaboração de gráfico de procedimentos para cada operador;
 - ✓ Uso de sistemas de aperto simples, funcionais;
 - ✓ Aplicar sistemas de um só movimento;
 - ✓ Aplicar métodos de encaixe;
 - ✓ Eliminação de ajustes.

- Operações internas:
 - ✓ Organização das ferramentas e manutenção destes itens;
 - ✓ Identificação correcta das ferramentas;
 - ✓ Colocação das ferramentas mais usadas nos locais mais acessíveis;

O próprio autor na publicação (Shingo, 1985), descreve exaustivamente um conjunto de procedimentos que devem ser seguidos, tendo em vista o sucesso global da implementação da metodologia SMED.

Os procedimentos que devem ser seguidos na implementação da sua metodologia são:

- ✓ Observar o procedimento utilizado actualmente;
- ✓ Classificar as várias operações efectuadas entre internas e externas;
- ✓ Converter as operações internas em externas;
- ✓ Desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações internas;
- ✓ Desenvolver soluções que permitam diminuir o tempo demorado nas operações externas;
- ✓ Criar procedimentos rigorosos de modo a reduzir falhas na realização das mudanças de formato;
- ✓ Voltar ao início do processo e repetir todo este procedimento de modo a reduzir de novo o tempo de mudança de formato.

Para a obtenção de bons resultados através deste método é necessário estar continuamente a analisar o processo. Cada vez que se aplica o método são implementadas novas soluções, que permitem obter ganhos produtivos.

McIntosh (2004) destaca as similaridades das actividades de manutenção e *setup*, evidenciando os benefícios da integração dessas. A manutenção pode beneficiar o *setup*, garantindo que os itens utilizados na sua realização se encontram em boas condições. Assim, permite melhoria no seu desempenho e, conseqüentemente, melhor utilização da linha de produção e qualidade do processo. Já o *setup* pode beneficiar a manutenção quando suas técnicas de melhoria podem ser aproveitadas nela como, por exemplo, o ajuste de um parafuso [9].

No âmbito do estudo e da prática da metodologia SMED, surge outra metodologia fundamental para a sua correcta implementação, a dos 5S's.

2.4 - Metodologia 5S

A metodologia 5S funciona como um meio e como um incentivo para a prática da melhoria contínua. Os 5S são uma ferramenta simples e eficaz, importante no âmbito da melhoria contínua e também para a detecção e resolução de problemas. Trabalho eficiente e qualidade requerem um ambiente limpo e arrumado, segurança e disciplina.

Os 5S podem ser implementados como um plano estratégico que, ao longo do tempo, passa a ser incorporado na rotina da organização, contribuindo para a conquista da Qualidade Total e tendo como vantagem o facto de provocar mudanças comportamentais em todos os níveis hierárquicos [1-12].

Dado que muitos dos conceitos da Qualidade Total se fundamentam na teoria da melhoria contínua - *kaizen*: *kai* (mudança) e *zen* (para melhor) - numa primeira etapa é necessário estabelecer a cultura para tal mudança, usando, então, como programa básico o programa 5S, tendo como objectivos principais:

- ✓ Eliminação dos desperdícios;
- ✓ Redução de custos;
- ✓ Desenvolvimento do trabalho em equipa;
- ✓ Melhoria do ambiente de trabalho;
- ✓ Envolvimento e motivação dos colaboradores para os princípios da melhoria contínua;
- ✓ Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
- ✓ Incentivo à criatividade;
- ✓ Preparação de cada trabalhador para a manutenção das condições do seu local de trabalho.

2.4.1 - As Etapas dos 5S

O nome 5S provém da primeira letra de cinco palavras em japonês: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. Baseia-se numa prática desenvolvida na cultura japonesa, onde os pais ensinam aos seus filhos princípios educacionais que os acompanham até à fase adulta.

A denominação 5S é devida às cinco actividades sequenciais e cíclicas iniciadas pela letra "S". São elas:

SEIRI - triagem, selecção

SEITON - arrumação, ordenação

SEISO - limpeza, manutenção

SEIKETSU - normalização, padronização

SHITSUKE - disciplina

1º S Triagem - Consiste na distinção entre itens necessários e desnecessários, determinação da frequência de uso de todos os itens, identificação de fontes de sujidade e eliminação de itens não necessários. Com isto consegue-se libertar espaços na área de trabalho, redução do desperdício, melhor organização pessoal e eliminação do excesso de materiais.

2º S Arrumação - "*Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar*". Consiste na análise da situação actual, no estudo de como armazenar os materiais e objectos, e na determinação de onde os localizar. A arrumação tem como principais objectivos a facilidade em localizar, armazenar e aceder a materiais e objectos, sobretudo a economia de tempo, utilizando para isso sempre que possível a comunicação visual.

3º S Limpeza - Desenvolvimento de actividades de limpeza para restaurar e manter as condições da área de trabalho. Limpar procurando soluções para a eliminação de causas de desordem e sujidade. Criar sistemáticas de limpeza com os pontos principais de limpeza diária/semanal/mensal. Educar para não sujar.

4º S Normalização - Processo de revisão e sistematização das três etapas anteriores, ajuda a torná-las um hábito. Assenta no desenvolvimento de procedimentos e normas, para garantir o uso de melhores práticas. Criação de padrões internos ao nível de documentação e arquivo, sistemas de gestão visual padronizadas com cores e ícones conhecidos internamente.

5º S Disciplina - Assegura a manutenção e integração das etapas anteriores nos hábitos e atitudes dos colaboradores. Verifica-se a melhoria contínua na área/zona diminuindo assim os desperdícios. Procura o comprometimento de todos [3].

Embora os 5S possam parecer algo complicado não o são, são simples de serem implementados, têm baixo custo e apresentam resultados a curto prazo. Possibilitam a todos os colaboradores da organização a oportunidade de se envolverem. É, portanto, um processo que envolve toda a organização, independentemente do cargo que o colaborador desempenha.

2.5 - Melhoria Contínua

A melhoria contínua na *Lean Production* significa que todos os colaboradores de uma empresa devem trabalhar continuamente de forma a otimizar o processo de produção, facto requerido devido ao aumento dos volumes de encomendas e à competição entre as empresas. No seio do *Lean Production*, a melhoria contínua, tal como o nome indica, não tem fim, sendo o único objectivo a perfeição.

Todas as sugestões deverão ser consideradas, bem como o respectivo *feedback* sobre o impacto da aplicação das mesmas. Boas práticas e sugestões deverão ser recompensadas de forma a reconhecer-se o comprometimento das pessoas e incentivar a adopção desta filosofia.

Utiliza-se frequentemente como ferramenta de monitorização e gestão de acções de melhoria contínua os chamados ciclos PDCA.

O ciclo começa pelo planeamento, de seguida, a acção ou o conjunto de acções planeadas são executadas, verifica-se ciclicamente o que foi feito, se estava de acordo com o planeado, e toma-se uma acção para eliminar ou, pelo menos, mitigar defeitos no produto ou na execução [1-12].

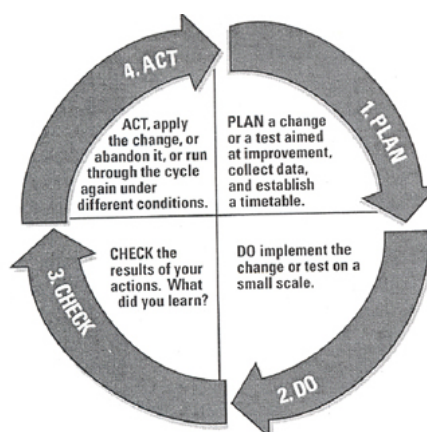


Fig. 2.2 - Ciclo PDCA [12]

Os passos deste ciclo são caracterizados da seguinte forma:

- ✓ **PLAN:** (planeamento) estabelecer a missão, visão, objectivos, procedimentos e processos necessários para obtenção dos resultados pretendidos.
- ✓ **DO:** (Execução) realizar, executar as actividades planeadas.
- ✓ **CHECK:** (Verificação) monitorizar e avaliar periodicamente os resultados, comparando-os com o que foi planeado.
- ✓ **ACT:** (Agir) Agir de acordo com as avaliações executadas, e eventualmente, planear novos planos de acção, de forma a aprimorar os resultados já obtidos.

2.6 - Poka-Yoke

Shigeo Shingo introduziu o conceito de Poka Yoke em 1961, quando ele era engenheiro industrial na Toyota Motor Corporation. O termo inicial era baka-yoke, que significa "fool-proofing" (à prova de tolos). Em 1963 uma trabalhadora na Arakawa Body Company recusou-se a usar mecanismos baka-yoke na sua área de trabalho, devido ao termo ter uma conotação ofensiva e desonrosa. Assim o termo foi alterado para Poka Yoke, que significa "mistake-proofing" (à prova de erros) [13].

Estes dispositivos ou são usados para prevenir erros que resultam em defeitos, ou inspeccionar de um modo fácil e barato cada artigo que é produzido para determinar se é aceitável ou defeituoso. Durante o decorrer deste projecto foi desenvolvido um sistema Poka-Yoke, detalhado no Capítulo 4 deste documento.

Um dispositivo de Poka-yoke é qualquer mecanismo que previne um qualquer engano de ser feito ou torna óbvio um erro. A habilidade para encontrar erros à primeira vista de um modo fácil é essencial pois de acordo com Shingo, "As causas dos defeitos encontram-se nos erros do trabalhador, e defeitos surgem quando se negligenciam esses mesmos erros. Assim enganos não se transformarão em defeitos se forem descobertos e eliminados os erros de antemão" [14].

Os principais objectivos de um sistema Poka Yoke são:

- ✓ Eliminação de problemas causados por erros compreendendo a causa dos erros e implementando dispositivos ou processos simples para prevenir ou detectar esses mesmos erros;
- ✓ Assegurar expectativa de qualidade (objectivo: zero defeitos);
- ✓ Reduzir custos de retrabalho / sucata;
- ✓ Prevenir danos nas máquinas;
- ✓ Reduzir testes / medições.

No capítulo seguinte será feita uma apresentação do processo produtivo, de forma a enquadrar o leitor, uma vez que este projecto incide essencialmente sobre esse processo.

Capítulo 3

O Processo Produtivo

Neste capítulo, é descrito o processo produtivo da linha de montagem sobre a qual o projecto aqui apresentado, para enquadrar o leitor com esse mesmo processo. Após uma apresentação global do processo serão descritas cada uma das fases do processo: montagem manual, inspecção face B, ICT, flash cell, controlo 1, montagem final, montagem de blendas¹, controlo 2, burn in, etiquetagem, embalagem, reparação.

A análise dos pontos críticos do ponto de vista da metodologia QCO e das soluções implementadas será apresentada mais á frente no Capítulo 4.

A linha em análise nesta tese adoptava um regime de três turnos, estando em funcionamento 24 horas diárias, apresentando uma produção de 1100 auto-rádios por turno. Produzindo quatro famílias de produtos específicas, dentro de cada família surgem ainda um grande número de referências.

¹ Parte dos auto-rádios, que após aplicação nos automóveis fica visível.

Para se chegar ao produto final são necessárias 29 operações, que vão desde colocação de IC's, soldadura, testes, aparafusamentos, etiquetagem até à embalagem.

Apresenta-se na figura seguinte o *Layout* de toda a linha de Montagem Final em análise.

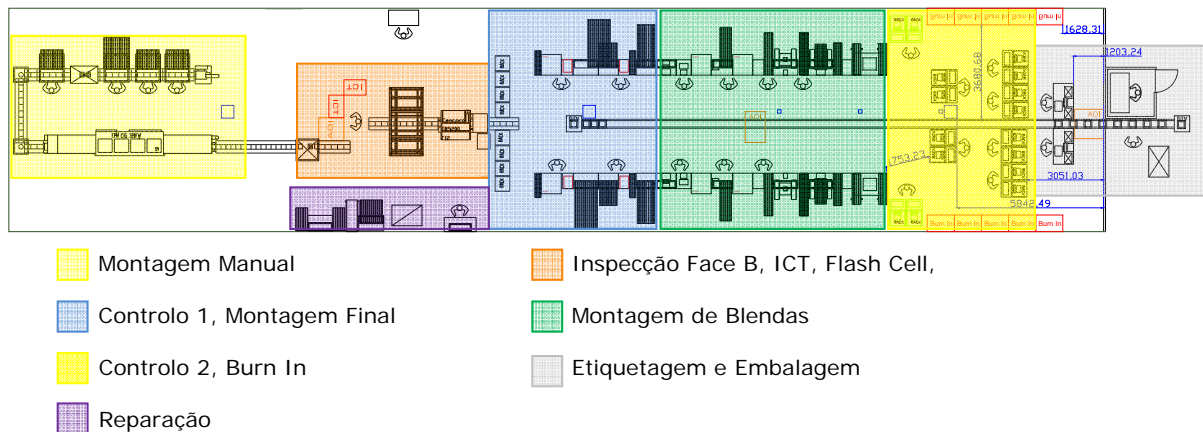


Fig. 3.1 - Layout Geral da Linha de Montagem (divisão por áreas) [5]

3.1 - Montagem Manual

Aqui se inicia o processo de produção da linha de montagem final, nesta zona procede-se à inserção/montagem de componentes electrónicos de maior dimensão nos PCB's, que pelas suas características físicas (formato) e as características das máquinas existentes, não foram colocados automaticamente. Nesta fase do processo efectua-se ainda a montagem manual de outros componentes do auto-rádio (placa de ligação, tuner, dissipadores, etc.). Sendo feita aqui a colocação do *chassi*² do auto-rádio.

Após a montagem do *chassi*, a placa é transportada para a máquina de soldadura por onda. A técnica de soldadura utilizada é a dupla onda, constituída por uma onda de jacto e outra simples. É aplicado um fluxo à entrada da máquina para melhorar a soldadura. As placas soldadas passam depois por um túnel de arrefecimento onde voltam uniformemente à temperatura ambiente, dirigindo-se para uma primeira zona de controlo.

² Paredes laterais do auto-rádio

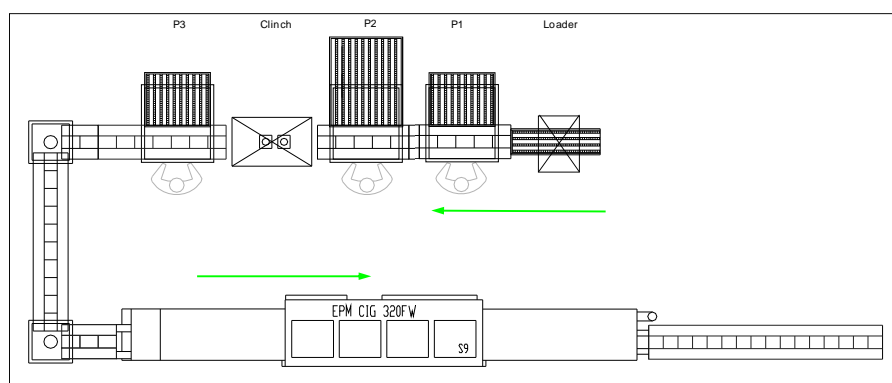


Fig. 3.2 - Layout da secção de Montagem Manual [5]

3.2 - Inspeção Face B

Esta inspeção é realizada, após a passagem do auto-rádio pela soldadura por onda, através de um sistema de inspeção óptico automático (AOI). Tais equipamentos procuram efectuar a revisão dos módulos produzidos comparando-os com padrões pré-definidos nas suas bases de dados. O AOI captura imagens dos componentes existentes no módulo inspeccionado, comparando-os com componentes armazenados na sua base de dados interna. Erros de montagens tais como polaridade invertida, curto-circuito entre posições de solda poderão ser identificados, caso o equipamento AOI esteja devidamente configurado.

3.3 - Inspeção Circuito Integrado

Após a inspeção do AOI o auto-rádio passa por um novo teste, no ICT são testados os diferentes componentes eléctricos constituintes do PCB (bobines, resistências, condensadores).

3.4 - Flash Cell

Processo posterior ao ICT consistindo na programação da Flash externa e na programação da EPROM quando o microprocessador não tem máscara, isto é, não tem programação de fábrica.

3.5 - Fresagem

Nesta fase do processo o contorno do PCB deixa de ser necessário, procedendo-se à fresagem (processo de corte do contorno da placa) do mesmo.

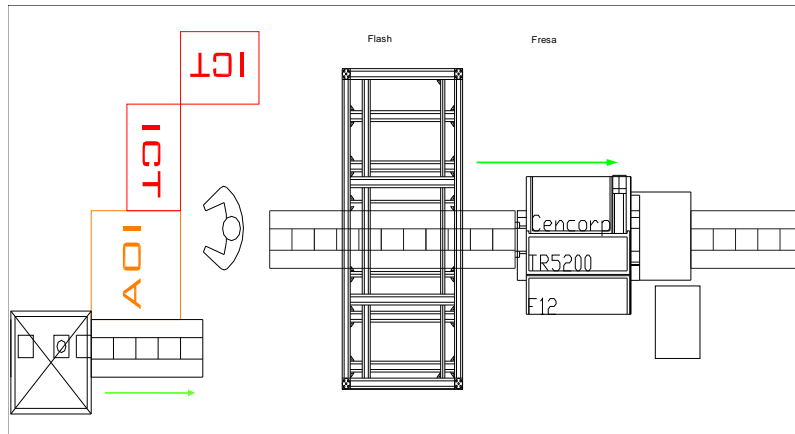


Fig. 3.3 - Layout AOI, ICT's, Flash, Fresa [5]

3.6 - Controlo 1

Processo posterior à fresagem, o aparelho sofre um teste funcional e uma afinação (alta frequência (HF)) que corresponde ao conjunto de todas as operações de ajuste de parâmetros de rádio-frequência de um aparelho, ou seja, consiste na afinação e programação "efectiva".

3.7 - Montagem Final

Após a passagem pelo controlo 1 os auto-rádios passam para a montagem final, nesta zona a linha sofre uma divisão, passa a ser constituída por dois "braços" idênticos (com os mesmos postos), sendo que o processo pelo qual passa o auto-rádio, leva-o apenas para um desses "braços". Trata-se de um processo sequencial onde são montados elementos de suporte, para além do leitor de CD's ou cassetes.

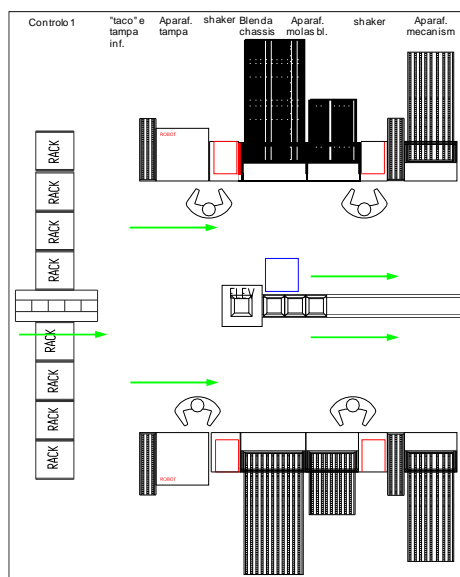


Fig. 3.4 - Layout Controlo 1 e Montagem Final [5]

3.8 - Montagem Blendas

Processo de preparação e montagem da blenda, o sentido do processo de produção vai de encontro à secção da montagem final para então ser possível a junção da blenda com o “auto-rádio”.

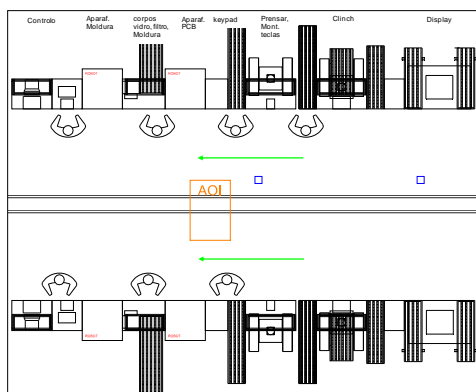


Fig. 3.5 - Layout Montagem Blendas [5]

3.9 - Controlo 2

Processo pelo qual o auto-rádio passa após estar completo, é o último controlo antes da embalagem do produto. Este tipo de controlo tem duas etapas: uma eléctrica e uma visual, tem como principal objectivo garantir a qualidade final dos auto-rádios e impedir a saída de aparelhos defeituosos.

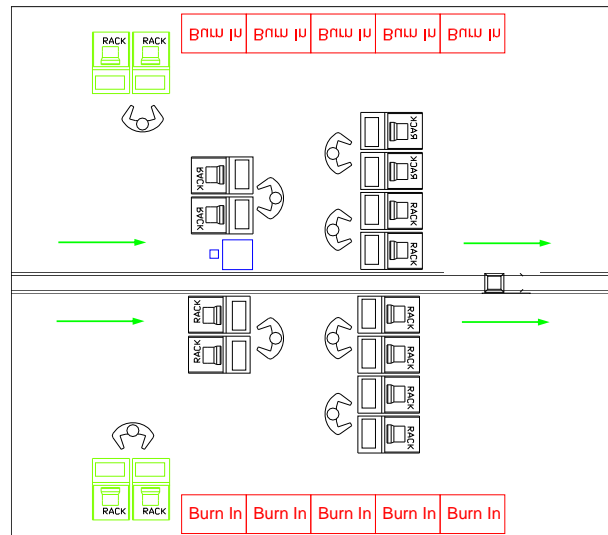


Fig. 3.6 - Layout Controlo 2, Burn In [5]

3.10 - Etiquetagem e Embalagem

Por fim, os auto-rádios vão para a embalagem, ficando prontos para serem expedidos para o cliente.

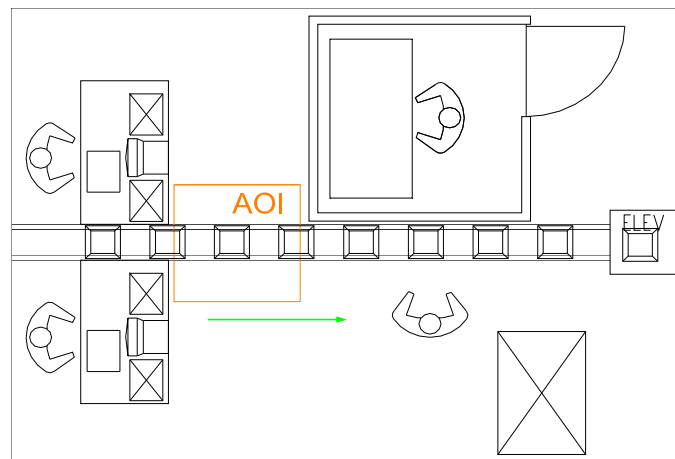


Fig. 3.7 - Layout Zona de Etiquetagem e Embalagem [5]

Capítulo 4

Trabalho desenvolvido

Neste capítulo, é feita uma descrição da metodologia adoptada para o desenvolvimento deste projecto, focando as diversas fases pelas quais se passaram, problemas encontrados, propostas de resolução desses problemas até á obtenção dos resultados obtidos analisados em pormenor no Capítulo 5.

4.1 - Descrição do trabalho

Esta tese teve como objectivo principal analisar e propor melhorias do sistema de mudança de uma linha de montagem final, procurando reduzir o tempo de *setup*. Como qualquer trabalho realizado com vista à obtenção de melhorias num sistema produtivo, o trabalho realizado pode-se dividir basicamente em três fases distintas:

- ✓ Análise do sistema produtivo;
- ✓ Obtenção de possíveis soluções para os problemas encontrados;
- ✓ Estudo do impacto das soluções encontradas.

A fase inicial da tese foi a análise do sistema produtivo, com o intuito de alcançar um diagnóstico, seguindo-se a realização de propostas de melhoria. Por fim, na última parte do trabalho, propuseram-se várias soluções.

4.2 - Metodologia Adoptada para a redução do tempo de Setup

Nesta secção do documento será explicada a metodologia usada, bem como a razão da sua aplicação.

O objectivo do *Quick Changeover* (QCO) é reduzir/eliminar actividades sem valor acrescentado para o processo produtivo, permitindo que as empresas mudem rápido e eficientemente de um produto para o outro.

A Figura 4.1 ilustra a metodologia desenvolvida, com o intuito de reduzir o tempo de *setup*.

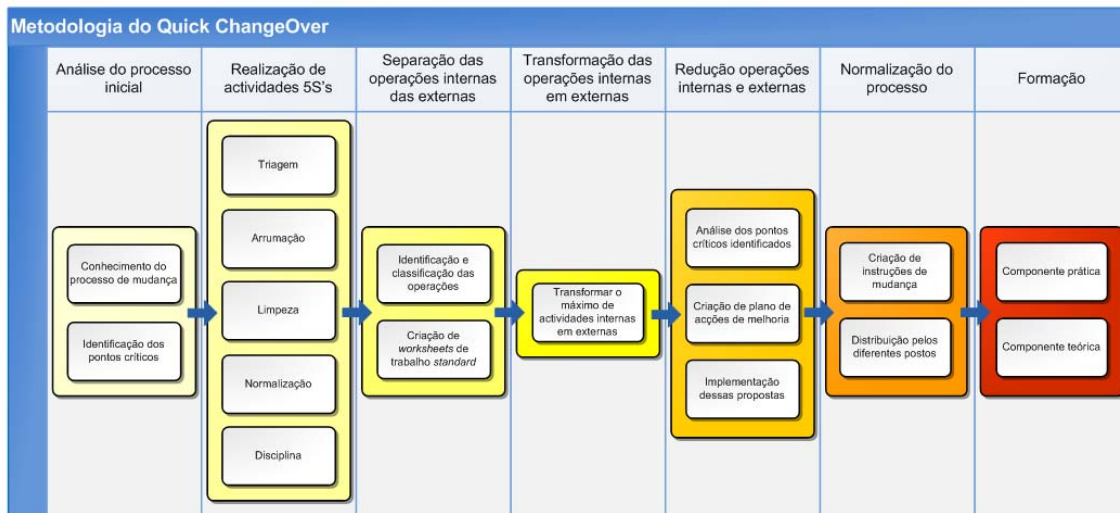


Fig. 4.1 - Metodologia do Quick ChangeOver

A primeira fase desta metodologia passou pelo estudo do processo de mudança actual, consistiu no registo e classificação de elementos de trabalho através de vídeos, fotos e cronometragens. A análise inicial foi essencial para a obtenção de um diagnóstico correcto, que permitiu alcançar soluções que melhoraram os aspectos negativos que o sistema produtivo apresentava. Fez-se o estudo dos vídeos em detalhe, anotando o tempo e os movimentos envolvidos em cada passo do *setup*, e quando necessário foi usando o cronómetro. Os resultados extraídos desta fase foram também importantes para posteriormente estimar e comparar o impacto das soluções a adoptar.

A segunda fase foi realizada em simultâneo com a primeira, foram realizadas actividades 5S, (Triagem, Arrumação, Limpeza, Normalização, Disciplina) com o intuito de eliminar desperdícios, criar gestão visual facilitando e reduzir tempos de acesso a ferramentas, materiais, dispositivos.

A terceira fase consistiu na separação do trabalho interno do externo.

A quarta fase representa a transformação das actividades internas em actividades externas. Este passo é diferente para cada processo, Shingo fornece vários exemplos. Podem-se aplicar técnicas como: preparar antecipadamente as condições operacionais.

A quinta fase, que representou a parte mais prática de todo o projecto, consistiu na redução do trabalho interno e externo através de simplificações de fixações e apertos, eliminação de ajustes e afinações, trabalho em paralelo, etc. São exemplos da redução de trabalho externo, a organização e arrumação de ferramentas, a melhoria nas tarefas de limpeza e manutenção de peças.

A sexta fase passou pela normalização de todo o processo de mudança. Através da criação de sequências de todos os aspectos das operações de *setup*, pode não reduzir necessariamente o tempo de *setup*, mas ajudou a criar um fluxo contínuo. Foi feito, analisando a função e o motivo de cada elemento de *setup* de forma a melhorá-lo.

No final das outras fases foi realizada uma última que passou pela formação de todos os envolvidos nos processos de *setup*.

4.3 - Análise da Situação Inicial do Processo

Para a aplicação do método SMED é necessária uma base sólida por onde se possa iniciar o estudo, para posteriormente comparar as soluções obtidas. Esta etapa apresenta-se como um ponto de partida na obtenção de soluções, e como base de comparação para estimar os impactos obtidos.

A metodologia adoptada passou pela observação no local das actividades de mudança junto das pessoas envolvidas explicando-lhes previamente qual o objectivo, fazendo filmagens (para posterior análise, mais minuciosa), registando tempos de duração das diferentes actividades tornando assim possível a separação das actividades internas e externas, estando sempre atentos a possibilidades de melhorias (eliminação de movimentos, aproximações de material, ferramentas e dispositivos, transformação de actividades internas em externas).

Assim, a fase de análise teve como objectivo recolher o máximo de informações possível referente ao processo, tais como:

- ✓ A sequência de operações efectuada;
- ✓ Os tempos das diferentes tarefas e operações;
- ✓ Aspectos integrantes do processo ligados aos operadores, à organização e ao equipamento envolvido, entre outros;
- ✓ Identificação de pontos críticos que reduzem a eficácia/eficiência do sistema produtivo, bem como as suas causas.

A análise do processo foi direccionada para cada posto, sendo realizadas diversas observações, filmagens não se baseando em apenas uma, se tal acontecesse seriam obtidos resultados errados (isto deve-se à própria natureza humana, mesmo com uma explicação prévia do trabalho para o qual são dirigidas as observações, alguém que saiba que está a ser observada realiza o seu trabalho de uma forma diferente da habitual).

A aplicação deste método baseou-se tanto em filmagens realizadas durante a realização de actividades de *setup* como também por presença física. Os aspectos analisados foram os seguintes:

- ✓ Procedimentos utilizados;
- ✓ Comunicação entre operadores;
- ✓ Funções de cada operador e do seu comportamento em relação à sua função;
- ✓ Dificuldades sentidas pelos operadores;
- ✓ Avarias e afinações extra das máquinas.

Assim sendo, após a aplicação dos critérios em cima descritos o resultado obtido para as actividades de mudança nas diferentes áreas da linha podem ser observadas na Tabela 4.1.

No anexo A.3 encontram-se folhas com descrições mais detalhadas do processo de mudança associado a cada posto.

Tabela 4.1 - Actividades envolvidas na mudança, nas diferentes secções da linha de montagem em análise.

Secção da linha	Actividades de mudança
Montagem Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de material • Mudança de base (apoio para colocação dos IC's nos PCB's, evitando o <i>bending</i>³) • Mudança de etiquetas
Inspecção Face B	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de programa
Inspecção Circuito Integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de cama de agulhas • Mudança de programa
Flash Cell	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de gavetas
Controlo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de gavetas • Reinicialização dos computadores
Montagem Final	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de material • Mudança de programas • Mudança de máscaras de aparafusamento, bases
Montagem de Blendas	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de material • Mudança de etiquetas • Mudança de programa • Mudança de máscaras de dispositivos, bases
Controlo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de buchas
Etiquetagem e Embalagem	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de programa • Mudança de etiquetas

De salientar a importância do contacto com os operadores, são eles que melhor conhecem o processo de troca de ferramenta, são eles que praticamente todos os dias efectuam as trocas de ferramentas, como tal são uma fonte de informação essencial.

Para que se pudesse conhecer bem o processo foi necessário o apoio deles para que explicassem todas as operações que efectuavam. Eles têm também o conhecimento empírico das principais dificuldades do processo, muitas vezes são eles que apresentaram possíveis soluções para melhorar.

Através desta análise obteve-se um conhecimento aprofundado do processo, descobriram-se os problemas construindo um plano de acções de melhorias, para posterior aplicação da técnica SMED e criação de uma metodologia específica para o processo. A Tabela 4.2 sintetiza os problemas encontrados durante esta fase, tal como as propostas para a sua resolução, mais à frente nesta tese na secção 4.6 serão analisadas com maior pormenor.

³ Caracteriza o comportamento de estruturas quando submetidas a uma carga externa, aplicada perpendicularmente ao eixo da estrutura.

Tabela 4.2 - Plano de acções

Problema	Acção
Falta de informação fiável quanto à necessidade de realização de operações de mudança	Desenvolvimento de um programa em VB 6
Deficiente identificação do primeiro produto de cada referência	Criação de um indicador de mudança de produto
Tempo despendido no aperto e desaperto de bases	Implementação de sistemas de apertos rápidos
Tempo despendido na procura de dispositivos, ferramentas	Realização de actividades 5S
Tempo despendido em movimentos e deslocamentos desnecessários	Aproximação de armários de arrumação aos postos de trabalho
Falta de indicação do número de Blendas necessárias para terminar uma ordem	Colocação de um contador na zona da Montagem de Blendas
Inexistência de um fluxo contínuo no processo de <i>setup</i>	Normalização do processo, criação de instruções de mudança

Através de uma análise minuciosa a todo o processo de mudança, sendo concretizáveis as propostas dadas, foi definido o tempo médio para o qual se pretendia reduzir o tempo médio de *setup*, passando o objectivo a ser de 3 minutos. Tal objectivo pelo por base o tempo que se pensava admissível perder no posto com maior tempo de *setup*, através das diversas observações, análises elaboradas nesta fase do projecto.

De seguida é explicada toda a metodologia dos 5S's, descrevendo pormenorizadamente as actividades realizadas enquadradas para cada S.

4.4 - Aplicação de 5S

A aplicação dos 5S em qualquer lugar deve ser realizada com o envolvimento de todos colaboradores, neste caso tal mostrou-se de uma importância crucial para obtenção de sucesso.

1ºS Triagem

Para a realização desta etapa foi necessário realizar um estudo de mercado, verificando o historial de produção dos últimos meses da linha em análise, para verificar a possibilidade de remoção de dispositivos, ferramentas necessários para apenas certas referências que já se tinham deixado de produzir naquela linha. Decidiu-se retirar da linha tudo o que era usado apenas em referências que já não eram produzidas há mais de seis meses. (Optou-se por este período, porém a maioria dos dispositivos apenas foram retirados da linha, não foram eliminados devido ao contexto em que se enquadra a empresa, podendo surgir encomendas de aparelhos mais antigos a qualquer momento). Na figura 4.2 podemos verificar a quantidade de dispositivos, ferramentas que se encontravam na linha sem estarem a ser utilizados.



Fig. 4.2 - Dispositivos retirados da linha após triagem

2ºS Arrumação

"Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar".

Tendo por base esta expressão, verificou-se que na maioria dos postos não existia uma alocação dos dispositivos, em alguns mesmo não existia espaço para guardar o dispositivo que estava a ser utilizado, apenas quando se retirava o novo aparecia lugar. Foram então dimensionados então novos armários, gavetas de arrumação para haver "um lugar para cada coisa".



Fig. 4.3 - Armário posto da montagem manual (ausência de espaço para a base que está a ser utilizada)



Fig. 4.4 - Gaveta posto da montagem final após redimensionamento (já com uma gestão visual)

3ºS Limpeza

Para este passo não foi necessário uma grande intervenção, uma vez que os colaboradores já estavam consciencializados para a importância da limpeza dos postos de trabalho, existindo até já planos de limpeza definidos, estando a ser cumpridos.

4ºS Normalização

Esta foi a etapa mais cuidada, pois englobava o objectivo de redução do tempo de *changeover*, procurava resolver um dos problemas já encontrados durante a análise do processo, o tempo despendido na procura de ferramentas, dispositivos. Com o intuito de reduzir esse tempo foi tomada a seguinte medida: criação de uma gestão visual, normas e procedimentos de arrumação.

Foram criadas etiquetas com diferentes cores, cada cor corresponde a uma família de produtos, para serem colocadas nos dispositivos e no lugar destinado à sua arrumação.



Fig. 4.5 - Arrumação das gavetas da Flash antes das actividades 5S.



Fig. 4.6 - Arrumação das gavetas da Flash após actividades 5S.

Criaram-se OPL's (One Point Lesson) para que o trabalho de arrumação de dispositivos ficasse normalizado, e também para uma mais rápida formação dos colaboradores. (No anexo A.5 estão mais exemplos de OPL's criadas)

OPL – Arrumação das Gavetas da Flash (QCO)

Identificação das gavetas por cores e modelos

Guias para colocação das gavetas

Colocar as gavetas de acordo com as figuras

Nota:
- Limpar gaveta, com pincel, antes de arrumar.

BLAUPUNKT
Bosch Group

TEPS - Adriano Gomes | 13/09/2007 | © Blaupunkt GmbH 2006. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Fig. 4.7 - OPL - Arrumação das Gavetas da Flash.

Todas as ferramentas utilizadas foram identificadas, para que o uso destas seja facilitado, movendo-as para locais mais próximos dos postos onde são utilizadas.



Fig. 4.8 - Identificação de um desparafusador.

5ºS Disciplina

Todas as melhorias realizadas, identificação das ferramentas, dispositivos através de etiquetas necessitam de manutenção, devendo ser substituídas sempre que estejam danificadas, todos devem estar consciencializados para tal. Fazendo este um trabalho de todos não atribuindo responsabilidade específica, pois todos devem contribuir para que o seu posto de trabalho se encontre limpo e arrumado.

4.5 - Separação das operações internas das externas

Como já referido anteriormente, inicialmente foi recolhida informação referente ao sistema produtivo. Assim, das primeiras operações realizadas foram:

- ✓ Identificação das operações;
- ✓ Classificação das operações.

Após a identificação e classificação de todas as operações que pertenciam ao procedimento usado nas mudanças de ferramentas foram medidos os tempos através de cronometragens. Para tal, foram realizadas várias medições com o intuito de atingir resultados rigorosos.

Posteriormente foram criadas *worksheets* de trabalho *standard*, como exemplificado na figura 4.9, sendo estas específicas a cada posto. Estas *worksheets* contêm informação

As soluções apresentadas neste ponto são soluções generalistas que se prendem com o método SMED, conforme descrito no Capítulo 2. De referir ainda que todas as soluções aqui apresentadas não foram alvo de estudos aprofundados.

Para a obtenção de propostas de melhoria foram analisadas as operações inscritas na Tabela 4.1, acima apresentada.

Após a separação e distinção entre operações internas e externas, a redução do trabalho interno constitui a próxima etapa da metodologia SMED. Esta é talvez a etapa mais relevante para a diminuição dos tempos de *Setup*, pois tem uma relação directa com a simplificação do processo de mudança. Com a redução das operações internas procura-se simplificar fixações e apertos, trabalhar em paralelo, duplicar ferramentas, eliminar ajustes e afinações.

É preciso olhar com sentido crítico para todas as operações, pensar em possíveis maneiras de as melhorar, pois só assim é possível identificar possíveis melhorias. No entanto, será necessário ter o bom senso e a capacidade de fazer propostas realizáveis, e cuja implementação se traduza numa mais-valia.

O plano de acções é caracterizado pelas seguintes fases:

- ✓ Descrição do problema;
- ✓ Acção proposta para esse problema;
- ✓ Atribuição de responsabilidade pela resolução da melhoria;
- ✓ Definição de prazo para a implementação de melhorias;
- ✓ Seguimento do ciclo PDCA.

Os aspectos mais problemáticos no processo de mudança encontram-se descritos na Tabela 4.2 que se encontra na secção 4.3.

Entre os aspectos críticos identificados durante esta observação directa estava a falta de normalização para as actividades de *setup*. Através de uma normalização é possível a optimização do tempo dos operadores, ou seja, cada qual sabe o que fazer no tempo que for pré-definido.

Alguns dos problemas, comuns a diversos postos, encontrados durante este fase eram a deficiente identificação dos dispositivos, falta de normalização de gavetas, armários onde eram guardados esses dispositivos quando não estavam a ser utilizados, afectando directamente o tempo de *changeover*, devido à perda de tempo dispendida à procura dos dispositivos necessário. Procurando resolver este problema foram realizadas actividades 5S na linha, que decorreram em simultâneo com a análise do processo.

Passa-se agora a descrever algumas das alterações que trouxeram maior impacto para a redução do tempo médio de *setup*.

4.6.1 - Programa Contador PCB's

Durante a análise do processo de mudança um dos problemas encontrados foi a ausência de uma informação fiável da necessidade de troca de dispositivos. Os colaboradores recorriam muitas vezes ao chefe de linha ou então às instruções de trabalho, sempre que tinham dúvidas quanto a essa necessidade (esse problema acontecia no primeiro posto da montagem manual, montagem final e montagem de blendas) perdendo-se tempo sempre na mudança de produção de referências.

Inicialmente, existia um Contador de PCB's, programa desenvolvido em Visual Basic 6, no qual eram introduzidas as referências e a ordem de produção, sendo o decremento da quantidade feito após o colaborador do primeiro posto da manual ter terminado o seu trabalho dando o comando para o PCB avançar para o próximo posto. Com a análise deste posto verificou-se que a forma como era executado o decremento de PCB's não seria a ideal, pois um PCB poderia voltar atrás no processo por qualquer erro (na maior parte das vezes esquecimento de colocação de um qualquer IC) sendo decrementado mais do que uma vez, sendo produzido um número de auto-rádios diferentes daqueles definidos pela Logística.



Fig. 4.10 - Posto com o Contador PCB's

Após cuidada análise decidiu-se que deveria ser adoptada uma nova forma de contagem, o decremento deveria ser feito pela leitura do código de barras do PCB (sendo este único), armazenando sempre o código numa base de dados para que esse apenas fosse decrementado uma vez.



Fig. 4.11 - Controlo de entrada de PCB (leitura código de barras)

Através desta metodologia apareceram novas possibilidades para melhoria do programa, surgiu a ideia de controlo de entrada de PCB na linha, já que cada código de barras contém 13 dígitos, quatro dos quais são específicos a cada referência, através da leitura desses quatro dígitos é possível verificar se o PCB que está a ser lido corresponde à referência em produção. Trata-se portanto de um sistema Poka-Yoke, como descrito na secção 2.6 deste documento, que previne o erro logo no início da linha, uma vez que este controlo era efectuado mas apenas após o quarto posto da montagem manual, levando a perdas de tempo e produtividade sempre que o PCB fosse errado, originando ainda retrabalho.

Para o processo de mudança surge a possibilidade de aparecer uma mensagem de alerta para a necessidade de mudança de base, criando assim uma gestão visual eliminando o problema de dúvida quanto à necessidade de mudança ou não.

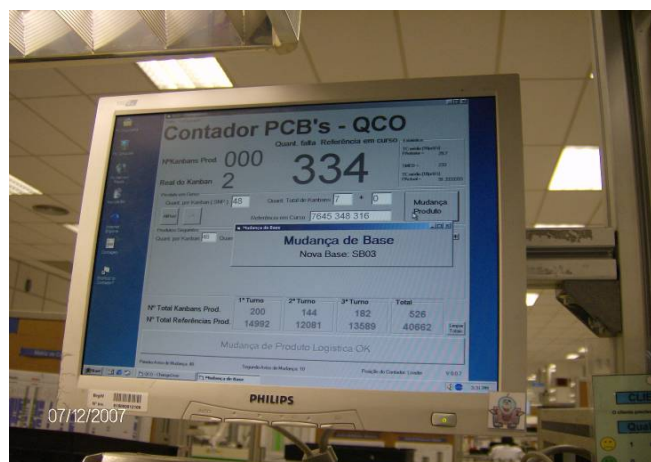


Fig. 4.12 - Informação para mudança de base

Como o programa faz a actualização das quantidades em falta constantemente de cada referência e contem as referências a entrarem a seguir em produção, podemos comunicar em tempo real com a Logística responsável pelo abastecimento de linha. Através dessa informação a logística prepara o material necessário para a produção da próxima referência colocando-o na linha na altura correcta, possibilitando uma melhor organização da Logística, deixando-se de preparar as mudanças de acordo com previsões mas sim com dados concretos.



Fig. 4.13 - Quadro Logístico

Lista de Produtos Em Produção				
LINHA	REFERENCIA	QUANT. SEMANA	QUANT. DIARIA	TOTAL PRODUÇÃO
L5	7847031380 REA	187	180	180
L6	7847211380 S50	180	225	225
L7	7848146386 S65	223	324	324
L8	7845104310	23	108	108

Lista de Proximos Produtos			
LINHA	REFERENCIA	QUANT. TOTAL	DATA PREVISÃO
L5	7847031380 REA	360	18/02/08 4:13:32 PM
L6	7847031380 REA	360	
L7	7847211380 S50	225	18/02/08 4:27:17 PM
L8	7848108317 S5 L	96	18/02/08 5:06:33 PM
L8	7848108310 S5L	96	18/02/08 6:33:33 PM

Fig. 4.14 - Programa comunicação com o Contador de PCB's de cada linha

Durante esta fase do trabalho, para além do desenvolvimento do programa em Visual Basic 6, foi necessária a criação de caixas de comunicação entre os computadores - autómato que comanda os diversos postos e computador - scanner. Ainda foi alterada a programação do autómato, respeitante ao primeiro posto de cada linha.

4.6.2 - Indicador mudança de produto

Um dos problemas encontrados, durante a análise do processo, passava pela falta de informação de qual o primeiro produto de cada referência. De forma a informar todos os postos qual o primeiro PCB de uma nova referência, foi criada a seguinte sistemática:

- ✓ Colaborador do primeiro posto da montagem manual tem como auxiliar o contador de PCB's sabendo quando ocorre a mudança;
- ✓ Colaborador sabe qual é o primeiro PCB da nova referência, este deve colocar o indicador de mudança numa área sem SMD's;



Fig. 4.15 - Indicador de mudança



Fig. 4.16 - Exemplo de aplicação

- ✓ No posto onde são colocadas as paredes laterais o indicador de mudança deve ser reposicionado numa dessas paredes;



Fig. 4.17 - Reposicionamento do indicador de mudança

- ✓ O indicador de mudança é retirado no Controlo 1, quem trabalha no primeiro posto da Montagem Final faz também a distribuição dos auto-rádios pelo Controlo 1, desta forma consegue-se passar a informação para a montagem final de qual é o primeiro auto-rádio de cada referência.

O objectivo desta sistemática passa pela normalização, simplificação da informação de mudança entre as diferentes áreas da linha de montagem final, sendo criada uma comunicação visual.

4.6.3 - Clinch (posto montagem manual)

Na fase do diagnóstico foi observado que existiam duas tarefas que demoravam cerca de 58% do tempo total de operação do operador durante a mudança do dispositivo Clinch. Estas tarefas eram “desapertar os apertos” e “colocar os apertos”. Os apertos são peças que têm como função fixar a base para que esta não se desloque quando a máquina se encontra a dobrar os pinos dos IC's colocados anteriormente. Este excesso de tempo demorado na sua execução prende-se com o facto de existirem um elevado número de parafusos que é necessário desapertar e apertar. Além deste facto, o posicionamento dos referidos parafusos torna a operação bastante demorada.

Na Figura 4.18 é possível observar o mecanismo.

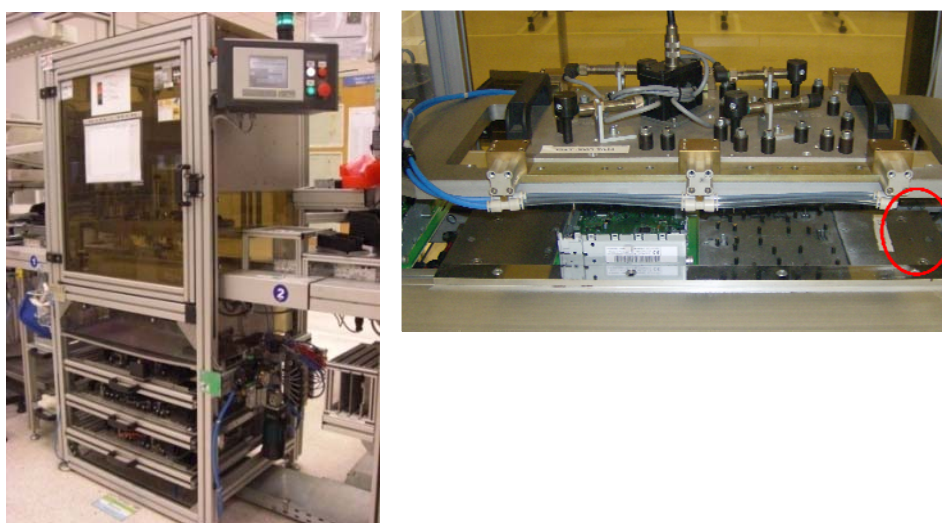


Fig. 4.18 - Imagem global do Clinch com pormenores das bases e dos apertos

Apresentava um tempo de mudança na ordem dos 155 segundos, estando as actividades de mudança associadas descritas na Tabela 4.3, tratando-se de actividades internas.

Tabela 4.3 - Descrição das actividades de mudança do Clinch, antes da implementação de melhorias.

N.º	Descrição actividade	Duração (s)	Tempo Total (s)
1	Abrir porta e desapertar ficha dos sensores da base superior do clinch.	15	155
2	Retirar base superior do clinch colocá-la na gaveta.	10	
3	Desapertar 6 apertos da base inferior.	45	
4	Retirar base inferior do clinch colocá-la na gaveta.	10	
5	Pegar na base inferior e colocá-la no clinch.	10	
6	Apertar 6 apertos da base inferior.	45	
7	Pegar na base superior e colocá-la no clinch, apertar ficha.	10	
8	Fechar porta e inicializar o clinch.	10	

Com base no referido anteriormente, a solução a desenvolver passou por:

- ✓ Projectar um novo sistema de apertos que diminuísse o número de parafusos, ou seja, eliminar os quatros parafusos de ajuste para cada base.
- ✓ Eliminar o actual sistema de fixação e agregar um sistema de fixação mais rápida, de modo a eliminar a maior quantidade de tempo possível nesta operação.
- ✓ Manter o maior número de peças actuais do equipamento, de modo a tornar a solução o menos dispendiosa possível para a empresa.

A solução para este obstáculo passou por criar um novo sistema de aperto que tivesse como modo de fixação apertos pneumáticos, deixando de ser necessário o aperto e desaperto manual dos parafusos da base inferior. Este sistema de fixação projectado tem como principal vantagem o facto de não ser necessário o uso de qualquer ferramenta, visto que o aperto passou a ser feito apenas pela activação de um interruptor, o que torna o processo bastante rápido.

Na figura 4.19 estão representados os apertos actuais.

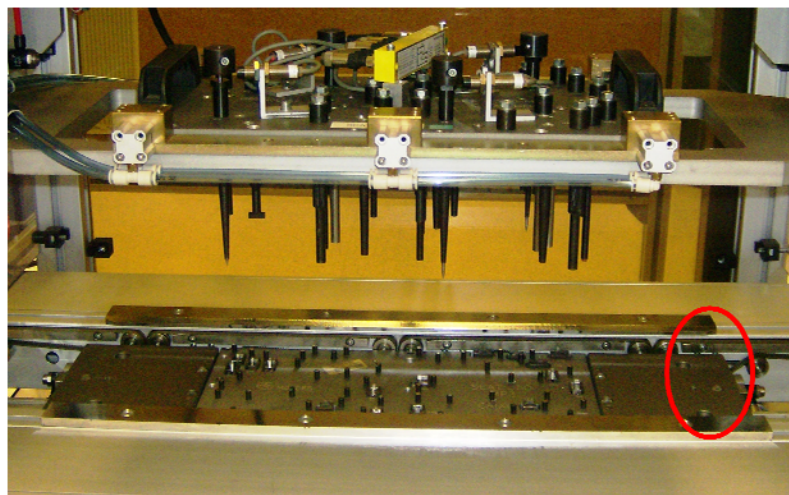


Fig. 4.19 - Pormenores das bases e do novo aperto pneumático.

Na Tabela 4.4 é possível observar as implicações desta alteração nas diferentes operações de *setup* do clinch.

Tabela 4.4 - Descrição das actividades de mudança do Clinch, após melhorias.

N.º	Descrição actividade	Duração (s)	Tempo Total (s)
1	Abrir porta, desbloquear botão de fecho pneumático e desapertar ficha dos sensores da base superior do clinch.	10	62
2	Retirar base superior do clinch colocá-la na gaveta.	10	
3	Retirar base inferior do clinch colocá-la na gaveta.	6	
4	Pegar na base inferior e colocá-la no clinch.	6	
5	Pegar na base superior e colocá-la no clinch, apertar ficha e bloquear botão de fecho pneumático.	20	
6	Fechar porta e inicializar o clinch.	10	

Como é possível observar na Tabela 4.4 o uso da sistemática apresentada reduziu o tempo de intervenção do colaborador para sessenta e dois segundos, o que significa uma redução em 60% do tempo inicialmente necessário para realizar as actividades de *setup*. A normalização das gavetas e criação de uma gestão visual tiveram também um contributo para este ganho.

4.6.4 - Controlo 1

Durante a fase de análise verificou-se que o tempo mínimo para a realização das seguintes actividades, retirar a gaveta de um posto, colocá-la no armário de arrumação, agarrar na nova gaveta e colocá-la no posto era de noventa segundos, sendo estas actividades repetidas para oito postos do Controlo 1. Por esta razão, é importante que na mudança de gavetas se coloque previamente a nova gaveta a usar numa zona perto do posto. Na Tabela 4.5 é possível observar o tempo despendido na realização destas operações.

Tabela 4.5 - Descrição das actividades de mudança do Controlo 1, antes melhorias.

N.º	Descrição actividade	Duração (s)	Tempo Total (s)
1	Libertar ficha, libertar e retirar gaveta.	10	90
2	Reiniciar computador	10	
3	Deslocar-se ao armário deixar gaveta, pegar na nova gaveta e voltar ao posto.	40	
4	Colocar gaveta, apertar ficha.	10	
5	Limpar Posto	20	

Problemas encontrados na realização do processo de mudança destes postos:

- ✓ Armário onde eram guardadas as gavetas estava afastado dos postos, obrigando a grandes deslocações
- ✓ Necessidade de reiniciar o computador.

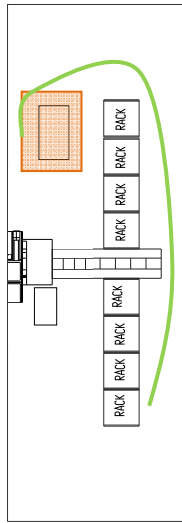


Fig. 4.20 - Layout Controle 1

Área onde se encontrava armário de arrumação de gavetas do Controle 1.

Percurso realizado desde do posto que se encontra mais distante até ao armário e vice-versa.



Fig. 4.21 - Armário Controle 1

Com o objectivo de reduzir ao tempo gasto nas deslocações, decidiu-se aproximar o armário aos postos, transformando um armário em dois para que o percurso efectuado por cada uma das pessoas fosse idêntico.

Procurou-se também eliminar a necessidade de reinicialização dos computadores.

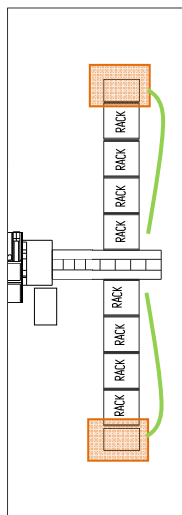


Fig. 4.22 - Novo Layout Controle 1

Nova área destinada aos armários de arrumação de gavetas do Controle 1.

Percurso realizado desde do posto que se encontra mais distante até ao respectivo armário e vice-versa.

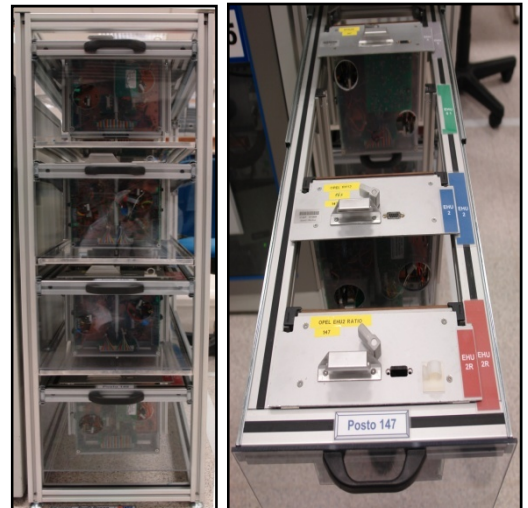


Fig. 4.23 - Novo Armário Controle 1

Tabela 4.6 - Descrição das actividades de mudança do Controlo 1, após alterações.

N.º	Descrição actividade	Duração (s)	Tempo Total (s)
1	Libertar ficha, libertar e retirar gaveta.	10	60
2	Deslocar-se ao armário deixar gaveta, pegar na nova gaveta e voltar ao posto.	20	
3	Colocar gaveta, apertar ficha.	10	
4	Limpar Posto	20	

Todas estas melhorias constituíram o meio para tentar atingir o objectivo primordial do projecto, que era atingir um tempo total de *Setup* de 3 minutos. Para além desta redução de tempos conseguiu-se reduzir as movimentações de pessoas, o uso de ferramentas, optimizaram-se os espaços da linha e simplificaram-se as actividades de *Setup*. No anexo A.6 encontram-se algumas das melhorias implementadas, na forma normalizada da empresa.

4.7 - Normalização do processo

A abordagem seguida para a obtenção da normalização do processo de mudança dos diferentes postos de trabalho, foi tabelar todas as operações envolventes.

Como foi possível observar na secção 4.3, um dos grandes problemas encontrados no processo prende-se com a sua organização interna.

Foi constatado que durante as actividades de *setup*, os colaboradores não realizavam sempre as tarefas pela mesma ordem, e que os tempos para a realização de uma mesma tarefa variavam.

Partindo destes pressupostos foi estudado o procedimento, com o auxílio dos gráficos das *worksheets* criadas, desta forma foi possível detalhar e documentar como o procedimento deveria ser realizado, foram criadas instruções de trabalho para as mudanças junto dos postos de trabalho, permitindo assim uma melhor utilização dos recursos.

Para o desenvolvimento da metodologia adoptada, houve uma preocupação constante em criar algo que fosse compatível com a rotina de trabalho. Durante a fase de análise, foram realizadas observações do processo e ainda entrevistas não estruturadas aos trabalhadores envolvidos.

QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MB 8				
Nº		SB03, SB05 DCTruck	DCTruck SB03, SB05	SB05 SB03
1	Retirar gaveta	10" Int	10" Int	10" Int
2	Arrumar gaveta no armário	15" Int	15" Int	15" Int
3	Retirar suporte, arrumar no armário	15" Int		
4	Pegar nova gaveta.	15" Int	15" Int	15" Int
5	Colocar nova gaveta	20" Int	20" Int	20" Int
6	Pegar no suporte para o dispositivo		10" Int	
7	Colocar o suporte		25" Int	
Tempo Total (s)		75	95	60
Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento Responsável pela execução da actividade: Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica Última actualização: 13/06/2008				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/13	Index: 01	BLAUPUNKT
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. 4.24 - Exemplo de uma instrução de mudança do posto 8 da montagem de blendas.

Estas instruções de mudanças constituem basicamente as instruções, sequência e executante das actividades para cada posto de trabalho.

A criação deste tipo de instruções de mudanças teve como principal objectivo incutir método, disciplina e organização nos colaboradores envolvidos nesses processos.

Evitam-se, assim, perdas de tempo numa mudança por não se saber o que mudar, quando e com que ferramenta.

A Instrução de Trabalho para a acção de *Setup* surge com o objectivo de pormenorizar e detalhar todo o processo de mudança. Estas instruções de mudança, que são importantes para o bom funcionamento das linhas de montagem e melhoria da eficiência, foram disponibilizadas nos respectivos postos de trabalho, para que todos os colaboradores pudessem consultar sempre que necessitassem.

4.8 - Formação dos colaboradores

Para que a metodologia do SMED traga resultados positivos para a empresa foi necessário dar formação aos colaboradores, sensibilizando-os para as vantagens da introdução desta metodologia e fazendo-os compreender as suas novas tarefas, mostrando que as alterações realizadas não lhes iriam aumentar a carga, nem a dificuldade do trabalho.

A formação SMED consistiu na aprendizagem da metodologia, respectivos meios e etapas. Essa formação continha uma componente teórica e outra prática, explicação das novas metodologias criadas, explicação no local das novas formas de arrumação, processos de mudança.

Decidiu-se dar a formação a pequenos grupos, para a que a mensagem a ser passada fosse feita de uma forma mais eficaz.

4.9 - Dificuldades Encontradas na Implementação

Entre as dificuldades encontradas pode-se destacar:

- ✓ Resistência por parte dos colaboradores, demonstravam certa resistência em seguir os novos procedimentos;
- ✓ Comodismo com o processo actual;
- ✓ A linha em estudo produzia uma TSP (*Tool Sample Production*) o DCTRUCK, estando numa fase de testes e não numa fase normalizada.

A formação dada aos colaboradores tinha por objectivo acabar com paradigmas que pudessem haver quanto aos benefícios advindos da implementação da metodologia, focando a importância de cada um para a obtenção de sucesso. Procurando mostrar que o não cumprimento de regras e procedimentos provocaria um atraso na realização do processo de mudança, interferindo assim no processo produtivo.

No Capítulo 5 é feita uma análise detalhada dos resultados obtidos, proporcionados pela metodologia adoptada e explicada neste capítulo.

Capítulo 5

Análise dos Resultados

Este capítulo apresenta os dados recolhidos na análise ao sistema produtivo.

A aplicação da metodologia desenvolvida para a redução do tempo de *setup*, apesar da ocorrência dos problemas citados anteriormente, apresentou resultados positivos. Os impactos provocados pela aplicação das medidas proposta são bastante animadores. Como já foi referido, a base de comparação para estudar os impactos será a situação inicial encontrada, já que foi sobre esta solução que se aplicou o método SMED.

Com a implementação do novo processo, o objectivo de tempo para a sua realização foi estabelecida em 3 minutos como descrito anteriormente no capítulo 4. Este objectivo estabelecido para a execução das actividades de *setup*, 3 minutos, deve ser gradualmente reduzido à medida sejam introduzidas melhorias no sistema e que todos estejam adaptados ao novo processo.

A seguir estão representados os gráficos referentes ao tempo médio de *setup* nos diferentes meses. Os dados obtidos foram o resultado da divisão do tempo total despendido no *setup* durante um dia de produção pelo número de ocorrências de mudanças. Os dados são recolhidos de forma automática na zona da montagem final, quando o auto-rádio é colocado no tapete que o leva até à zona do controlo 2, através da leitura do código de barras de cada referência, na figura 5.1 está representado o posicionamento do leitor de códigos de barras.

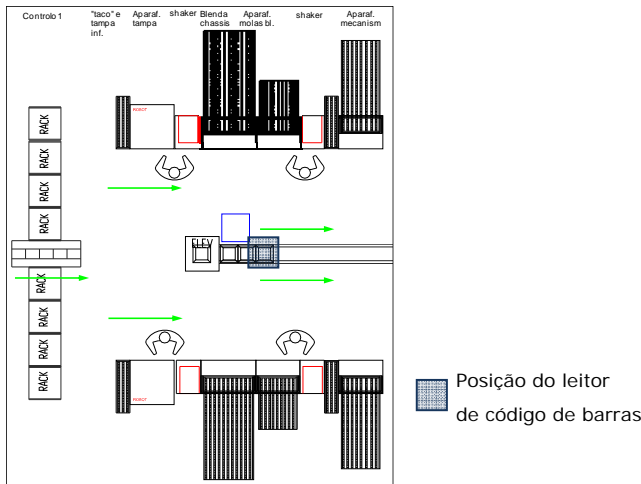


Fig. 5.1 - Localização do leitor de códigos de barras.

De salientar que o programa de medição do tempo de *setup* foi implementado no início do mês de Março, apenas obtendo-se valores fiáveis a partir dessa altura, até então os tempos de *setup* eram medidos por colaboradores ou pelo chefe de linha. As razões que levaram à implementação do programa de medição do tempo de *setup* automático foram o não cumprimento do apontamento das informações necessárias para computação desse dado e, ainda, falha na transcrição dos apontamentos realizados pelos colaboradores.

Apenas são analisados os valores obtidos pelo programa devido ao seu maior grau de fiabilidade.

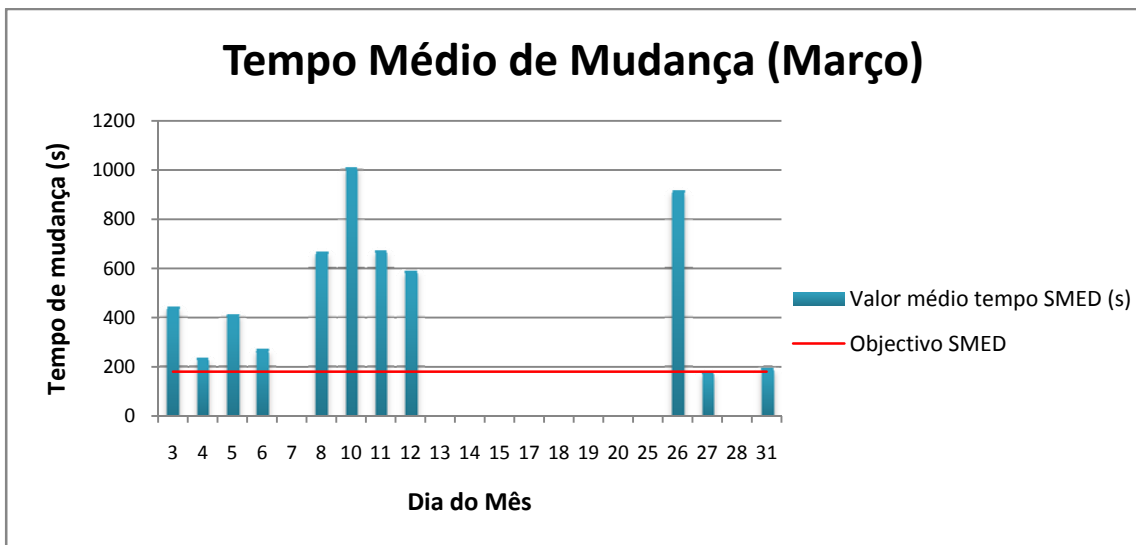


Fig. 5.2 - Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Março.

De referir que os dados de alguns dias do mês de Março foram excluídos desta análise por não apresentarem dados amostrais confiáveis. O programa não retirava correctamente o tempo de *setup*. Tal acontecia quando ocorriam mudanças no terceiro turno (trabalha entre as 23 e as 6 horas) que começavam num dia e terminavam no dia seguinte, levando a tempos exagerados de *setup*. Apenas quando foi realizada uma primeira análise mais aprofundada aos dados fornecidos pelo programa se detectou tal anomalia, resolvendo-a de imediato.

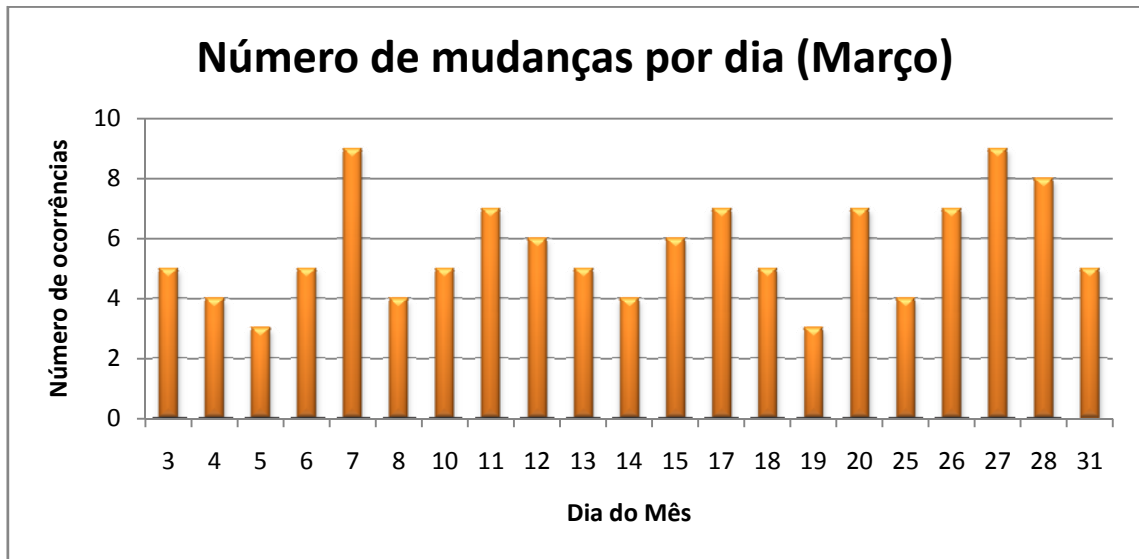


Fig. 5.3 - Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Março.

Toma-se como valor de referência inicial de tempo médio de *setup*, o tempo médio do mês de Março, pois poucas tinham sido as alterações implementadas no processo de *setup*, sendo a partir desta altura que se começaram a obter também valores fiáveis desse mesmo tempo, através do programa de medição do tempo SMED. O valor inicial definido para termos de comparação foi de 408 segundos (este valor é elevado não só pelos problemas encontrados no processo de *setup*, mas também devido a uma nova família de produtos estar a ser produzida à pouco tempo estando o seu processo ainda não estável).

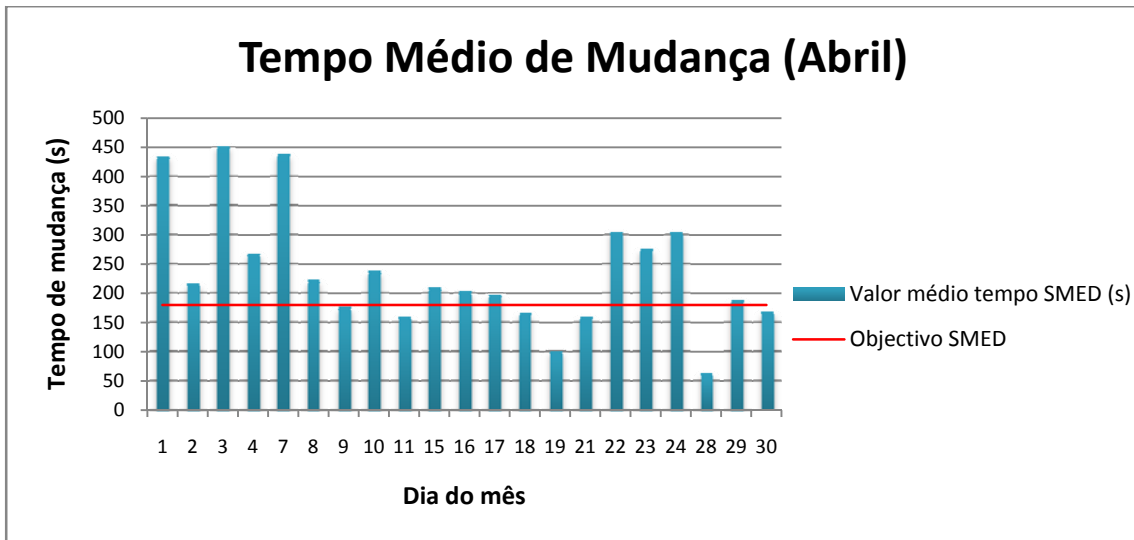


Fig. 5.4 - Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Abril.

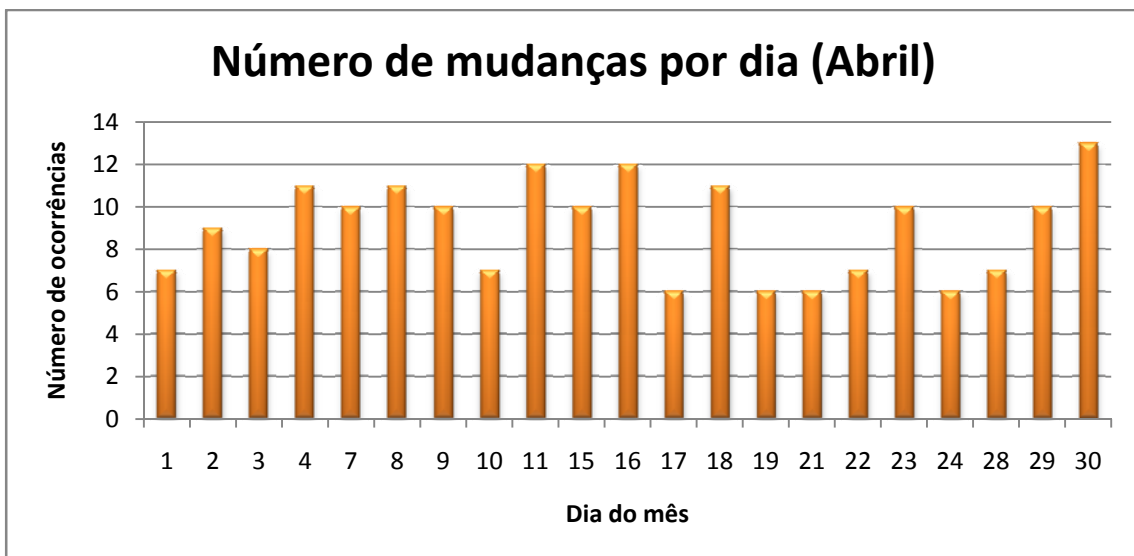


Fig. 5.5 - Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Abril.

Foi realizado um estudo para se verificar se o número de ocorrências das operações de *setup* durante um dia de trabalho influenciava o tempo médio de *setup*.

No dia 28 do mês de Abril, no qual se registou o tempo de *setup* mais reduzido (figura 5.4) foram realizadas 7 mudanças (figura 5.5), enquanto no dia 3 do mesmo mês registou-se o maior tempo médio de mudança (figura 5.4) apenas tendo sido realizado mais uma mudança que no dia 28, 8 no total (figura 5.5).

Tendo em análise os dias 17, 19, 21 e 24, nos quais foram realizadas menos actividades de mudança durante o mês de Abril apenas seis (figura 5.5), verifica-se uma variação nos resultados obtidos. Nos dias 19 e 21 o objectivo definido para o tempo médio de *setup* foi cumprido, porém nos dias 17 e 24 este foi ultrapassado, atingindo no dia 24 mesmo um valor na ordem dos 5 minutos (figura 5.4).

Através desta análise pode-se verificar que o número de mudanças não é um factor fulcral para a determinação do tempo médio de *setup*.

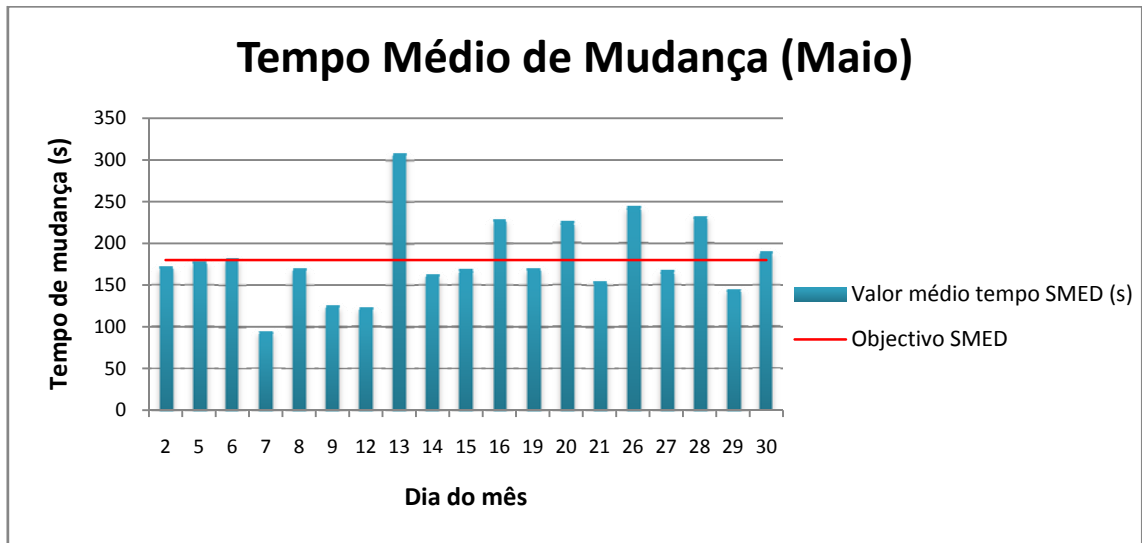


Fig. 5.6 - Gráfico tempo médio de mudança durante os dias do mês de Maio.

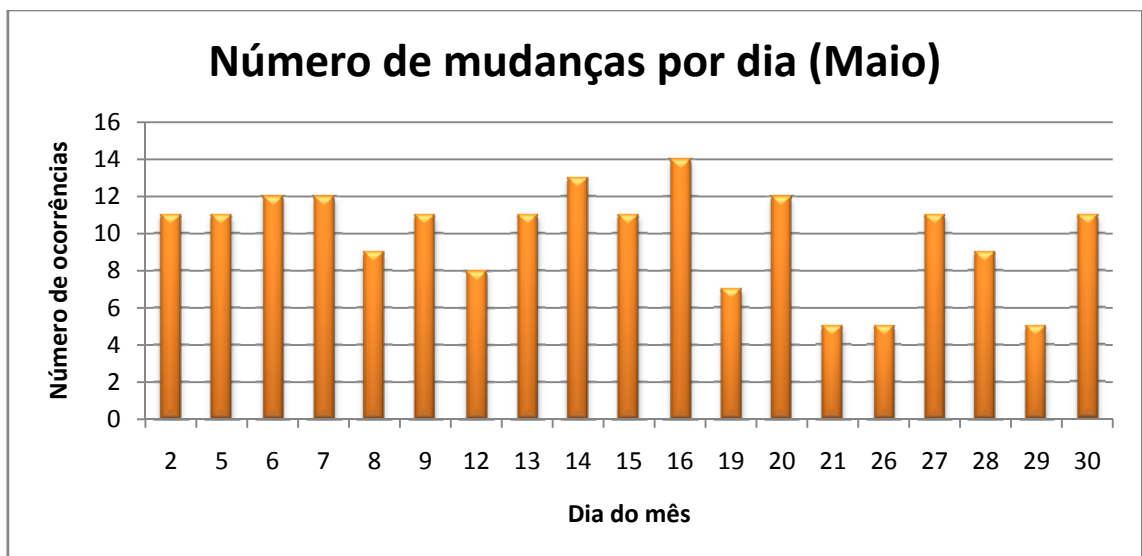


Fig. 5.7 - Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Maio.

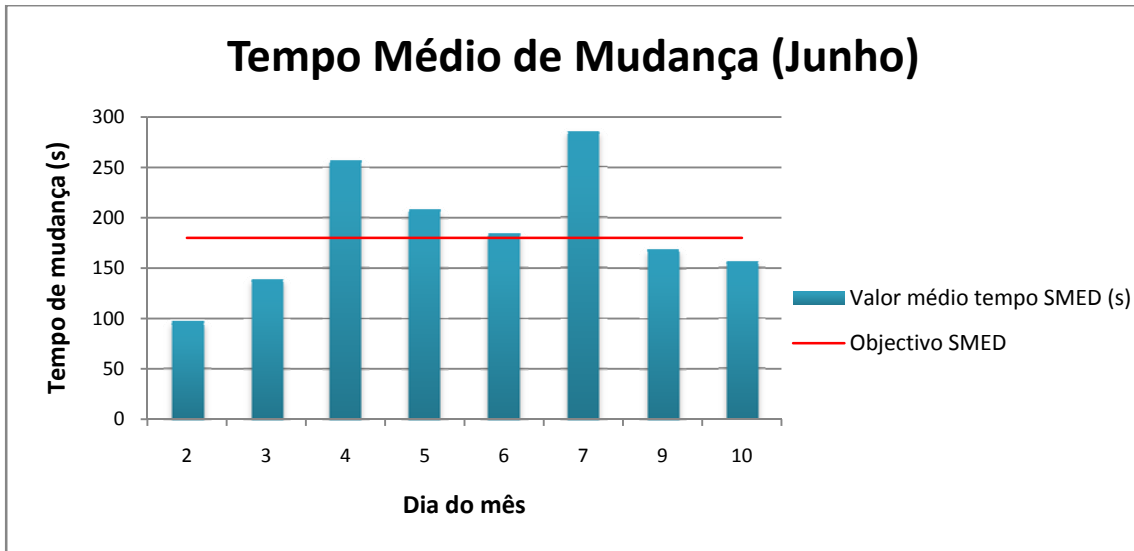


Fig. 5.8 - Gráfico Tempo médio de mudança durante os dias do mês de Junho.



Fig. 5.9 - Gráfico número de mudanças durante os dias do mês de Junho.

Os tempos de mudança de *setup* obtidos ao longo dos meses distribuem-se de uma forma algo irregular, apresentando alguns picos, de que é exemplo o mês de Maio (gráfico 5.6). Todos estes picos podem ter origem em factores como: a sobrecarga da linha de montagem, a ineficiência da linha, a ocorrência de avarias aquando das mudanças, à inexperiência do colaborador que se encontra na linha.

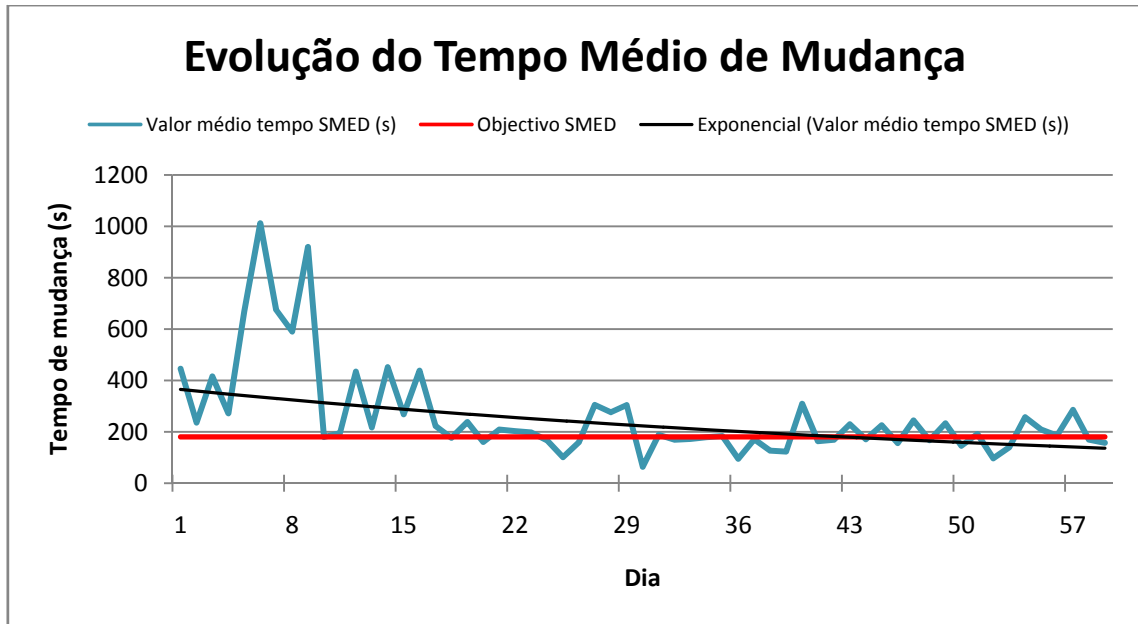


Fig. 5.10 - Gráfico evolução do tempo médio de mudança.

Através da análise da figura 5.10 é constatado um ligeiro aumento do tempo médio de *setup* logo após o início da implementação da metodologia SMED desenvolvida. Isto é justificado pela necessidade de adaptação dos colaboradores ao novo método e mudanças efectuadas. Após a fase de adaptação verifica-se uma tendência de redução e estabilização desse tempo, aproximando-se do objectivo definido, no entanto podemos verificar que existiram períodos nos quais o objectivo foi atingido. Estes períodos de oscilação são normais quando um processo está dependente do trabalho de colaboradores, influenciado assim pelo grau de motivação destes, alterações no pessoal da linha, bem como pelo estado de conservação, tanto de equipamentos como de acessórios utilizados na produção.

A curva de tendência mostra a evolução do tempo médio de *setup*, estando este a diminuir, ultrapassando o objectivo definido.

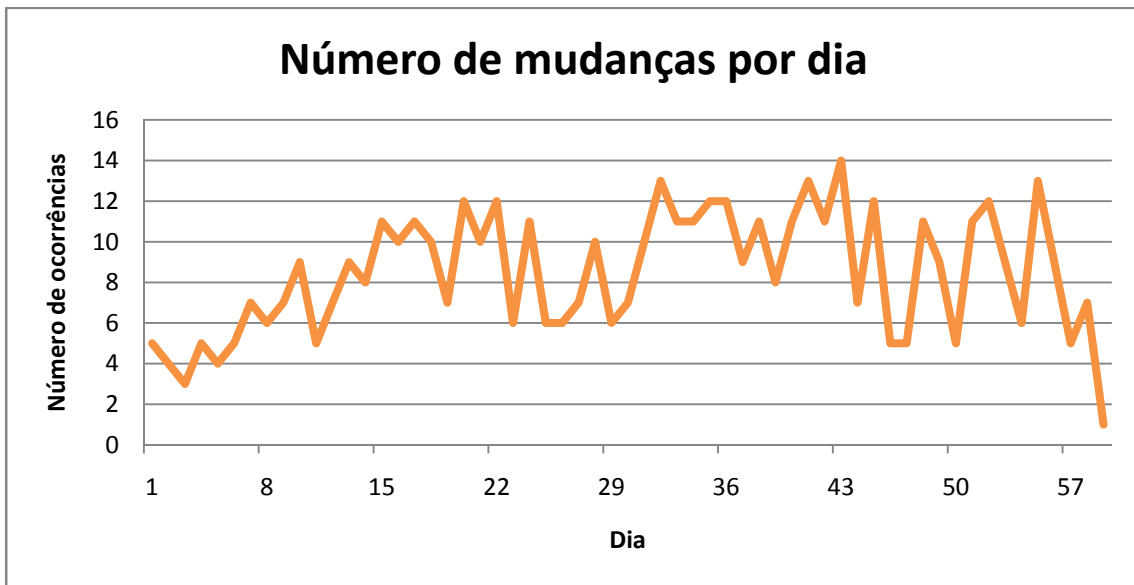


Fig. 5.11 - Gráfico evolução do número de mudanças.

Verificado que o número de ocorrências não influencia de forma clara o tempo de *setup*, um factor relevante e com grande impacto no resultado do tempo de *setup* é a sequência de produção. O grau de complexidade da mudança varia de acordo com a referência que estava a ser produzida e a nova referência.

Os seguintes gráficos representam uma análise efectuada durante três meses de produção para as diferentes referências produzidas na linha.

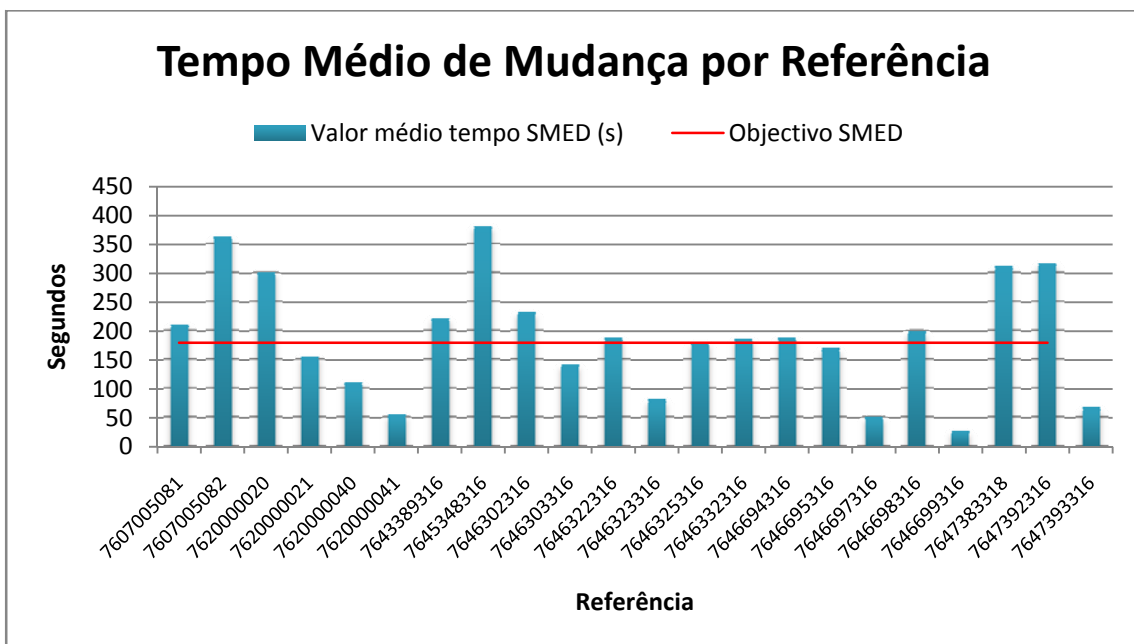


Fig. 5.12 - Gráfico tempo médio despendido durante um período de 3 meses, categorizado por referência.

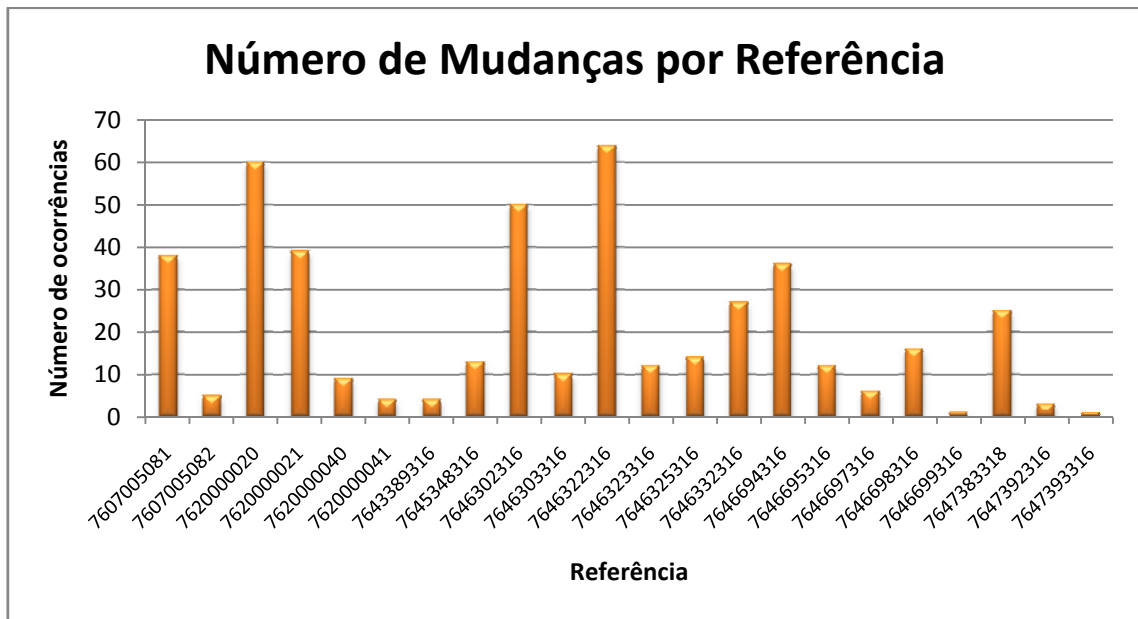


Fig. 5.13 - Gráfico número de mudanças efectuadas durante um período de 3 meses, categorizada por referência.

Através da análise da Fig. 5.12 é possível verificar que certas referências apresentam um tempo médio superior às demais referências, idealmente seria ter uma relação entre a referência que se estava a produzir quando se mudou para a nova, para que a análise destes valores fosse mais rigorosa. Isto porque o nível de complexidade dos processos de *setup* varia de acordo com esse facto, tal relação ainda não é fornecida pelo programa de leitura de tempo SMED automático, encontrando-se em fase de desenvolvimento.

Fazendo uma análise da Fig. 5.13 podemos verificar quais as referências produzidas mais vezes durante este período de análise, sendo estas que devem ser alvo de um estudo mais rigoroso, pois representam uma maior percentagem na produção total da linha.

De forma a quantificar os ganhos obtidos com a implementação da metodologia SMED na linha de montagem final em estudo foi criada a Tabela 5.1. Baseada nos dois últimos meses de análise com o intuito de verificar qual o tempo médio dispendido nas actividades de *setup*, após a implementação da maior parte das propostas descritas no Capítulo 4, o tempo médio obtido foi de 193 segundos, aproximando-se bastante do objectivo predefinido após a análise da situação inicial, como descrito no Capítulo 4.

Tabela 5.1 - Relação entre as referências, tempo perdido e número ocorrências de *setups*.

Referência	Tempo médio despendido na mudança	Número de ocorrências
7607005081	211	38
7607005082	362	5
7620000020	301	60
7620000021	155	39
7620000040	111	9
7620000041	54	4
7643389316	222	4
7645348316	381	13
7646302316	231	50
7646303316	141	10
7646322316	187	64
7646323316	81	12
7646325316	179	14
7646332316	186	27
7646694316	188	36
7646695316	169	12
7646697316	50	6
7646698316	199	16
7646699316	26	1
7647383318	311	25
7647392316	317	3

A redução do tempo médio de *setup* representa um ganho de 53%, relativamente à situação inicial considerada.

Tais ganhos estão directamente ligados às alterações realizadas na linha de montagem final, anteriormente descritas nesta tese no capítulo 4, formação dos colaboradores envolvidos no processo e organização/normalização do trabalho de *setup*. Um outro factor que influencia o resultado obtido foi a estabilização do processo produtivo e de *setup* da nova família de produtos.

Os resultados de todas as melhorias 5S implementadas na linha de montagem final foram:

- Arrumação da linha, cada coisa no seu lugar e um lugar para cada coisa;
- Aumento da organização, manutenção e limpeza dos postos de trabalho;
- Envolvimento e motivação dos colaboradores para os princípios da melhoria contínua;
- Eliminação do excesso de dispositivos/objectos;
- Melhoria do ambiente de trabalho e, conseqüentemente, da satisfação dos funcionários, bem como da qualidade e produtividade da empresa.

Todas as mudanças efectuadas foram pontos simples mas que eram críticos para a linha de montagem, que no desenrolar do projecto SMED foram detectados, recorrendo muito à observação directa, o que permitiu identificar problemas e desenvolver soluções.

Adicionalmente, foram implementadas mudanças significativas na cultura da empresa, geradoras de motivação e participação dos colaboradores.

Capítulo 6

Conclusão

Devido à realidade actual dos mercados, uma procura diversificada e dinâmica como a que existe no sector onde se enquadra a Blaupunkt, exige uma grande flexibilidade do processo produtivo, diminuição de custos e grande capacidade de resposta para as variações na procura por parte das empresas.

Neste sentido, a *Lean Production* aparece como uma medida de suporte para procurar atingir vantagens competitivas, na medida em que permite uma produção de uma grande variedade de produtos com grande nível de qualidade e um uso eficiente dos recursos disponíveis.

De forma geral os resultados obtidos são bastante positivos. Em relação ao principal objectivo do trabalho - reduzir o tempo de mudança. De facto, a situação inicial apresentava um tempo médio de mudança de 408 segundos. A solução proposta apresenta um tempo médio de mudança de 193 segundos o que se traduz numa redução de cerca de 53%.

A empresa teve um aumento da produtividade através da redução do tempo de *setup*. A implantação da metodologia desenvolvida também permite um retorno financeiro com o aumento da disponibilidade de equipamentos. A Blaupunkt dispõe agora de uma maior capacidade para produzir lotes de menores dimensões, característica que permite uma redução a nível de *stocks*, um dos maiores desperdícios definidos pela *Lean Production*.

Com a implementação de sistemas, como o descrito no capítulo 4, de controlo de entrada dos PCB's na linha de montagem final obteve-se um aumento no nível de qualidade dos produtos, diminuindo o retrabalho. A normalização do processo contribuiu também para a melhoria de qualidade, uma vez que esta possibilita uma diminuição de erros durante as operações de *setup*.

De salientar que os resultados obtidos, redução do tempo de *setup*, analisados no capítulo 5, foram conseguidos essencialmente através da normalização e na organização do processo de mudança até então inexistente, proporcionando um aumento na flexibilidade da produção e, conseqüentemente, a competitividade frente aos concorrentes.

Um aspecto muito importante, do qual o sucesso de um projecto deste tipo depende integralmente, é o trabalho em equipa. A realização do projecto não teria sido possível se não houvesse uma equipa predisposta a actuar e colaborar, percebendo qual o objectivo e a utilidade deste tipo de melhorias. A motivação dos colaboradores ao longo das formações em equipa foi sendo conquistada.

Um aspecto fundamental que não pode deixar de ser referido consiste na análise de fluxos. Apesar da sua importância não foi considerado no projecto pois está ser objecto de estudo por parte de outras equipas.

Um eficiente fluxo de materiais garante que o material esteja no local onde é necessário no momento certo, não havendo quebras na produção por falta de material. O fluxo de informação estabelece um canal de comunicação entre os diversos departamentos interligados para a criação de um processo contínuo, elemento essencial no funcionamento da *Lean Production*.

Neste projecto, como é normal em qualquer actividade *Lean*, a interacção foi transversal a toda a estrutura empresarial, uma vez que foi necessária a participação de grande parte dos departamentos.

6.1 - Perspectivas de Trabalho Futuro

O potencial de desenvolvimento existente perspectiva o aparecimento de muitas oportunidades para melhorar.

No que diz respeito à metodologia adoptada para redução do tempo de mudança, pretende-se alargar às restantes linhas de montagem final, dados os resultados obtidos (certas melhorias já começaram a ser implementadas como a identificação de todos os dispositivos através de cores, normalização dos armários do Controlo 1 em todas as linhas, descritas no capítulo 4).

O esforço em eliminar os desperdícios de tempo aquando das mudanças deverá ser mantido e reforçado:

- Manter o trabalho disciplinado e ordenado;
- Criação de metodologia de controlo e indicadores;
- Continuação da formação, por parte dos colaboradores, para execução independente dos *setup's*;
- Melhorar a fiabilidade dos equipamentos, para evitar paragens imprevistas;
- Tornar alguns equipamentos mais automáticos promovendo a redução de mão-de-obra.

Problemas encontrados como a necessidade de apertos realizados manualmente ainda em alguns postos, deverão ser alterados para sistemas de aperto rápido, pois como se viu na secção 4.6, em dispositivos como o Clinch, proporcionam uma elevada redução de tempo despendido durante as actividades de *setup*.

6.2 - Considerações Finais

Em termos globais, a realização de um projecto desta dimensão adquire uma importância fulcral para o desenvolvimento de qualquer empresa. Deste modo, estes projectos deverão ser levados a cabo por equipas que possuam as competências necessárias e lideradas de forma rigorosa cumprindo objectivos e prazos estabelecidos.

O desenvolvimento deste projecto permitiu efectuar o diagnóstico do processo de *setup* do sistema produtivo de uma linha de montagem final, com a identificação de: pontos críticos, soluções de aplicação imediata e soluções a desenvolver.

Pode-se dizer que o maior obstáculo encontrado passa pela adaptação das pessoas a uma nova filosofia, porém, o que se pode notar é que os colaboradores sentem-se satisfeitos em virtude das formações e da confiança depositada neles. O sentimento de participação proporciona o aumento da auto-estima do colaborador motivando-o a cada dia.

Finalizando o estudo, percebe-se claramente que o sucesso na implementação de qualquer ferramenta, não depende somente de conhecimento da técnica. O envolvimento de todos, a gestão de pessoas e o comprometimento organizacional são essenciais e sem eles o fracasso é apenas uma questão de tempo.

Em relação à minha experiência, penso que fui muito privilegiado em ter realizado este projecto numa empresa como a Blaupunkt onde pude por em prática alguma matéria que

tinha sido assimilada durante estes anos de faculdade, assimilando no decorrer deste muitos conceitos, metodologias novos.

Tive ainda oportunidade de aprender boas práticas de trabalho e adquirir experiência e visão sobre o funcionamento da estrutura organizacional numa empresa desta dimensão.

Por fim, julgo que o balanço do projecto desenvolvido foi positivo pois penso que este também se reflecte na empresa como positivo.

A. Anexos

A.1 Apresentação da Empresa

A Bosch encontra-se entre as dez maiores empresas da Alemanha, com sede em Schillerhöhe, na periferia de Stuttgart. O Grupo Bosch possui 253 empresas subsidiárias, das quais 36 se situam na Alemanha e empregam cerca de 100 000 colaboradores, as restantes 217 estão distribuídas por todo o mundo e empregam cerca de 125 000 colaboradores.

Apesar da Bosch ter ficado desde sempre associada à indústria automóvel, o seu campo de acção não se resume unicamente a este sector. A empresa fornece também outros produtos e serviços, estando para tal repartida em três divisões: tecnologia automóvel, tecnologia industrial, bens de consumo e tecnologias de construção.

O grupo Bosch está actualmente representado em Portugal, por seis empresas de vários sectores de actividades (Fig. A.1).

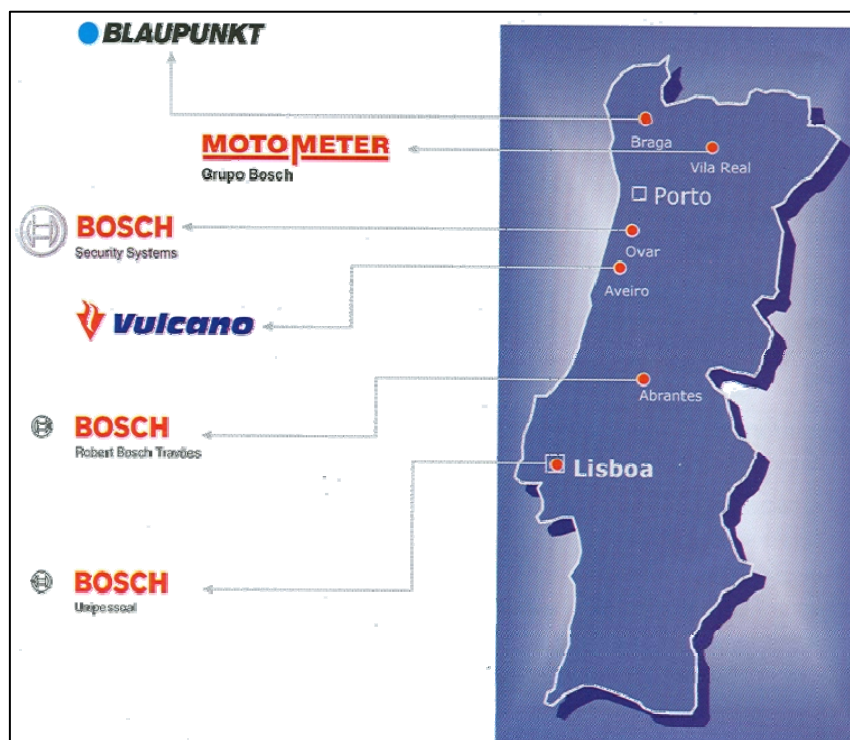


Fig. A.1 - Grupo Bosch em Portugal

A Blaupunkt GmbH está sediada em Hildesheim, Alemanha, é actualmente líder de mercado em auto-rádios na Europa, empregando no mundo inteiro cerca de 7700 trabalhadores, dos quais 2400 estão em Hildesheim e 1900 em Braga produzindo anualmente mais de 5 milhões de auto-rádios e mais de 500 mil sistemas de navegação.

A.2 Blaupunkt Auto-Rádio Portugal

Em Abril de 1990, a Blaupunkt Auto-Rádio Portugal iniciou as suas actividades no lugar de Ferreiros, no concelho de Braga com a montagem de um simples auto rádio com leitor de cassetes, evoluindo a sua tecnologia até aos auto-rádios de alto valor, com leitor de CD's, DVD`s, MP3, ou com possibilidade de serem ligados a caixas de CD's, sistemas de navegação ou outros sistemas usados nos automóveis.

A Blaupunkt, enquanto empresa do Grupo Bosch, contribui activamente para a economia do país, encontrando-se entre os 10 maiores exportadores nacionais. O valor das compras ascende a 33 Milhões de Euros.



Fig. A.2 - Principais clientes da Blaupunkt

O impacto a nível regional é substancial, empregando actualmente cerca de 1900 colaboradores. Entre estes encontra-se um grupo de Engenheiros e Técnicos que desenvolvem novos produtos e sistemas, bem como métodos de produção inovadores. O seu trabalho é dirigido também ao melhoramento contínuo de produtos já existentes.

Assegurar Segurança, Informação e Inovação ao condutor do presente e do futuro, são os principais objectivos da divisão Car Multimédia. Para alcançá-los e simultaneamente acompanhar a evolução e as exigências que dela advém, a empresa direcciona-se em dois sentidos: garantir a Satisfação do Cliente e, paralelamente, garantir a Qualidade dos produtos e serviços.

Todas as amostras de auto-rádios, desde o protótipo até ao produto final, são actualmente produzidas em Braga. Paralelamente, é dado apoio ao desenvolvimento dos sistemas de qualidade dos fornecedores locais, à gestão de projectos, ao fluxo logístico, etc.

Para fazer face às elevadas exigências dos clientes da indústria automobilística, a Blaupunkt aposta nos seus recursos humanos, designadamente na formação de jovens quadros, que ultrapassa o domínio dos estágios curriculares, estendendo-se à cooperação em projectos de investigação e partilha de know-how.

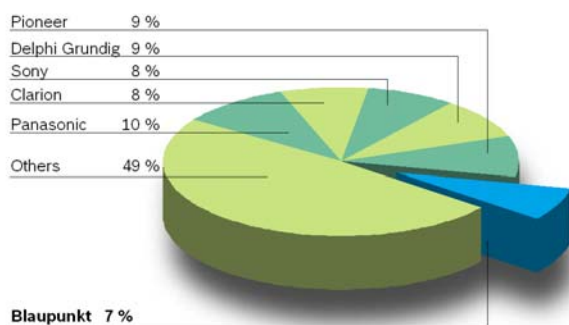


Fig. A.3 - Quota de mercado da Blaupunkt a nível mundial

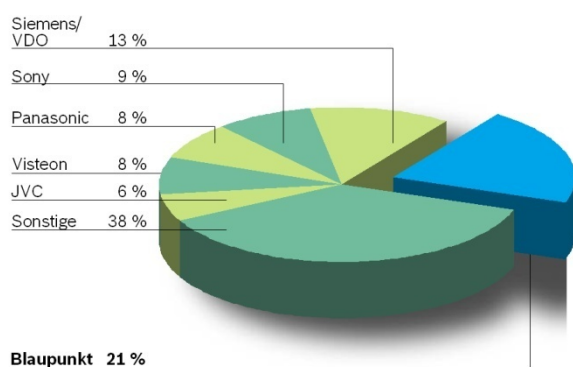


Fig. A.4 - Quota de mercado da Blaupunkt a nível europeu

A.3 Worsheets de Mudança Standard

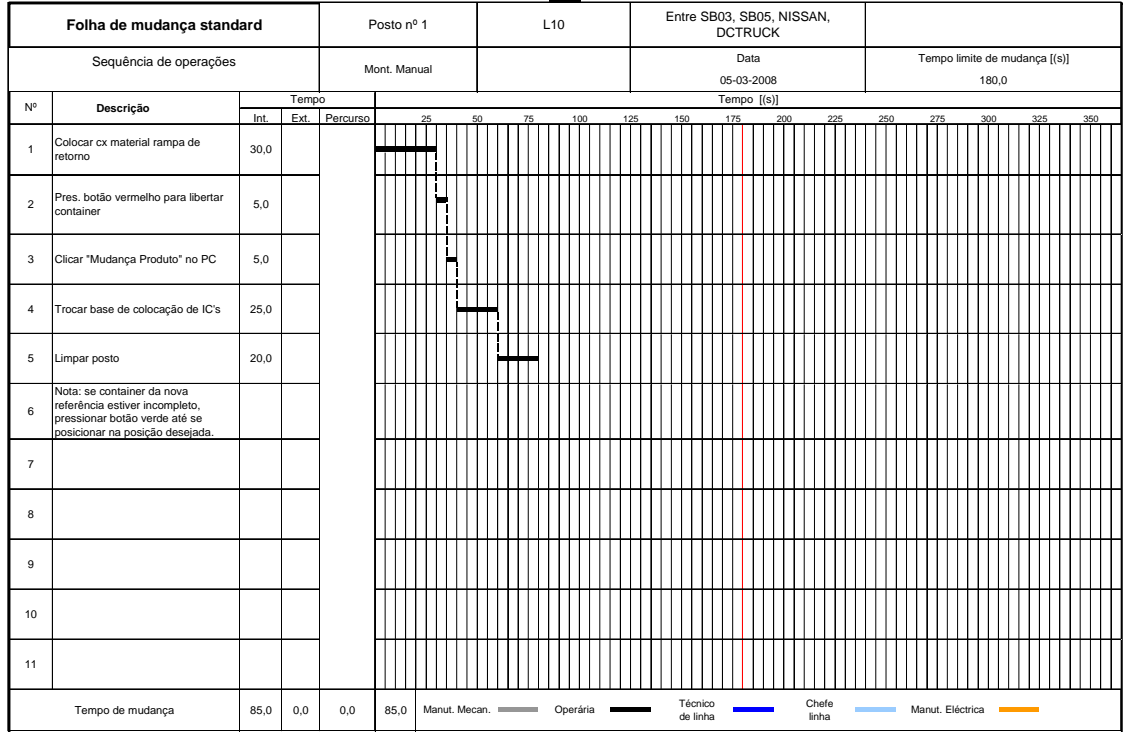


Fig. A.5 - Folha de Mudança Standard do Posto 1 da Montagem Manual

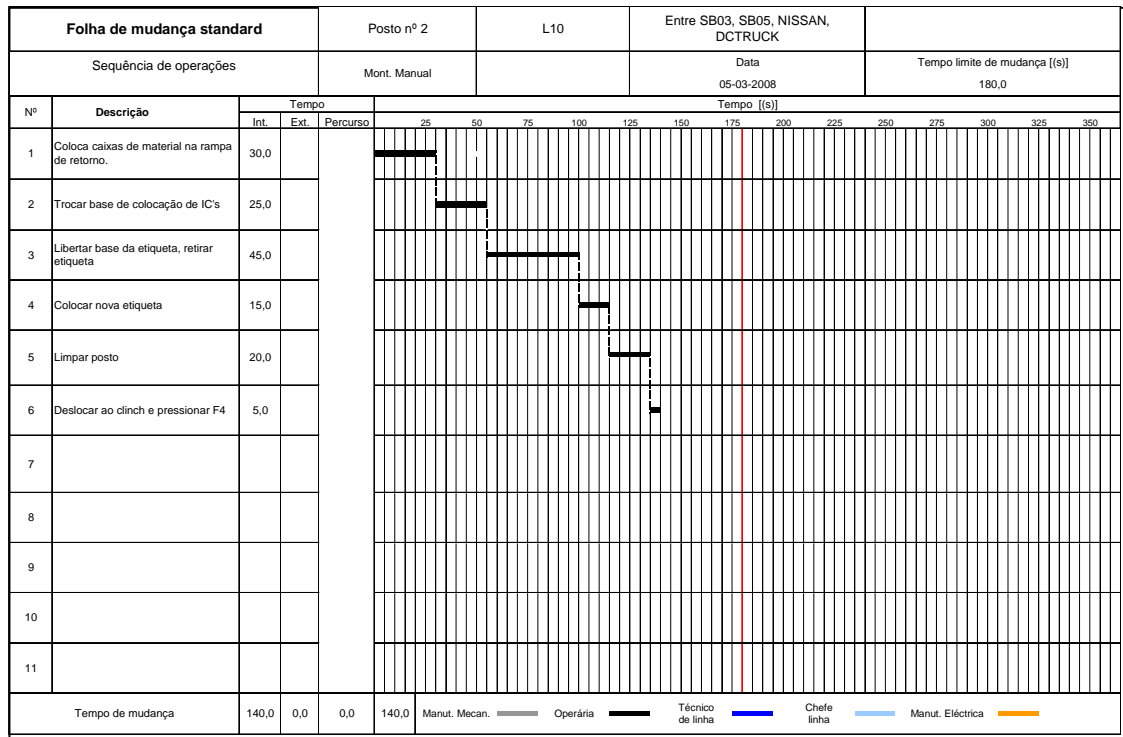


Fig. A.6 - Folha de Mudança Standard do Posto 2 da Montagem Manual

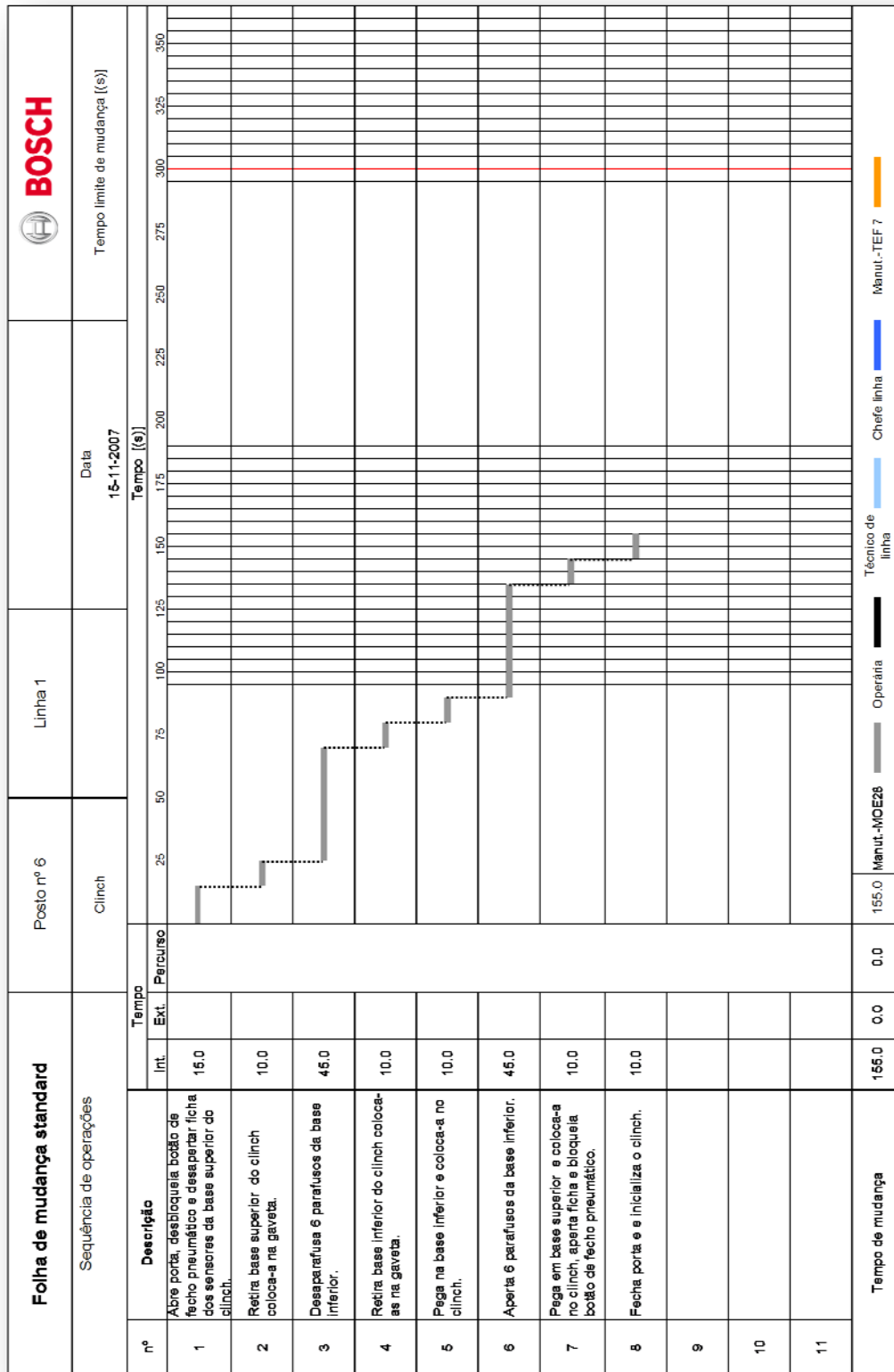


Fig. A.7 - Folha de Mudança Standard do Clinch antes melhorias

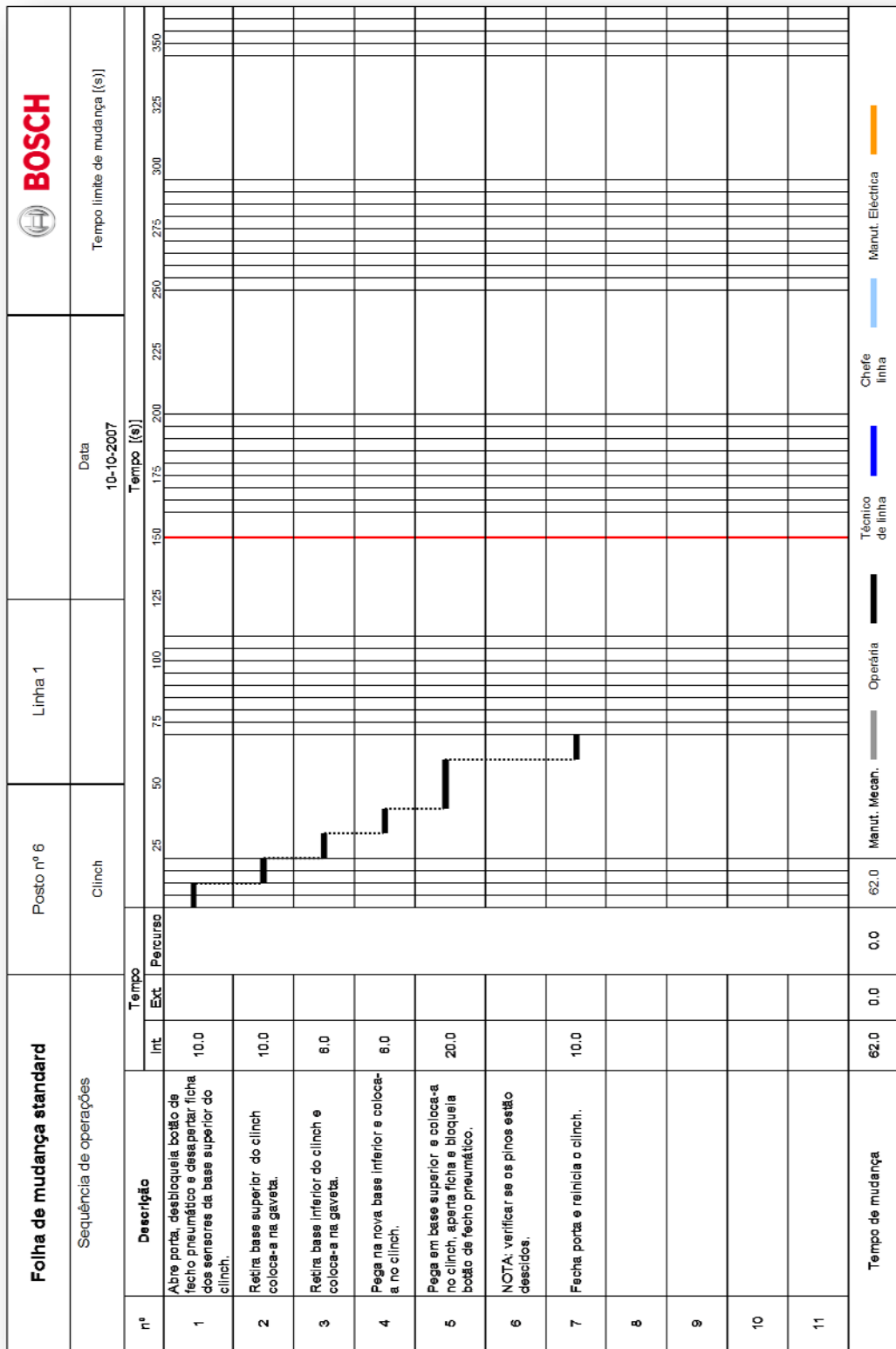


Fig. A.8 - Folha de Mudança Standard do Clinch após melhorias

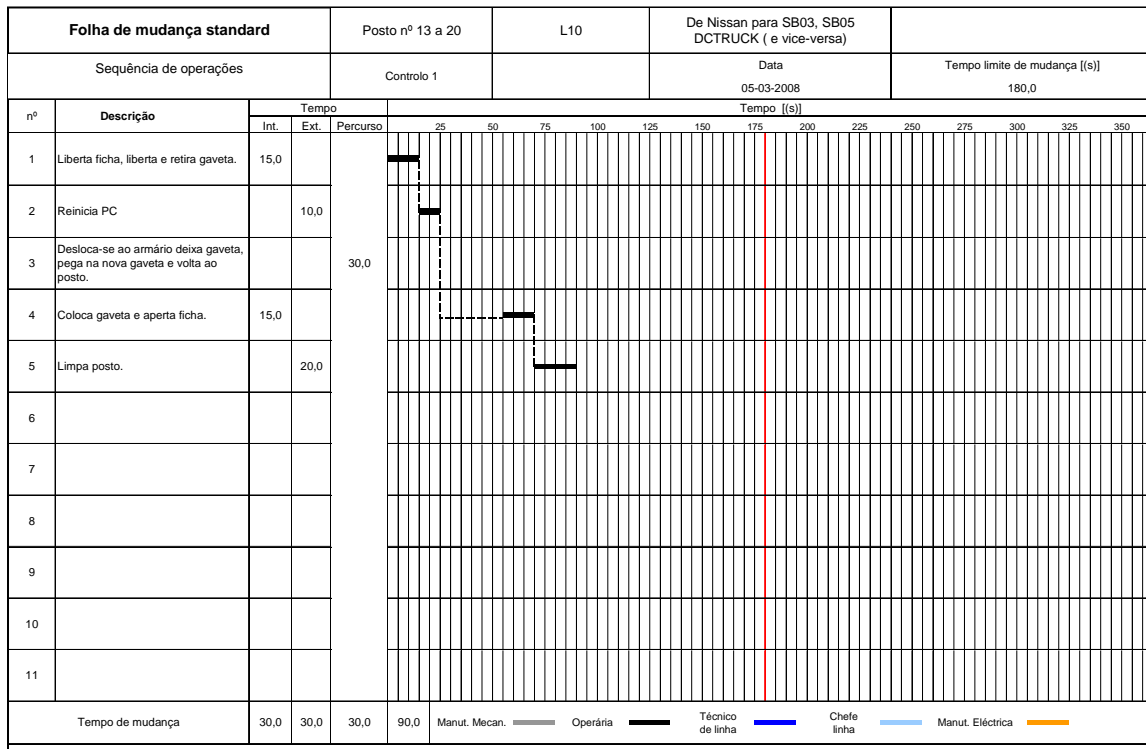


Fig. A.13 - Folha de Mudança Standard do Controlo 1

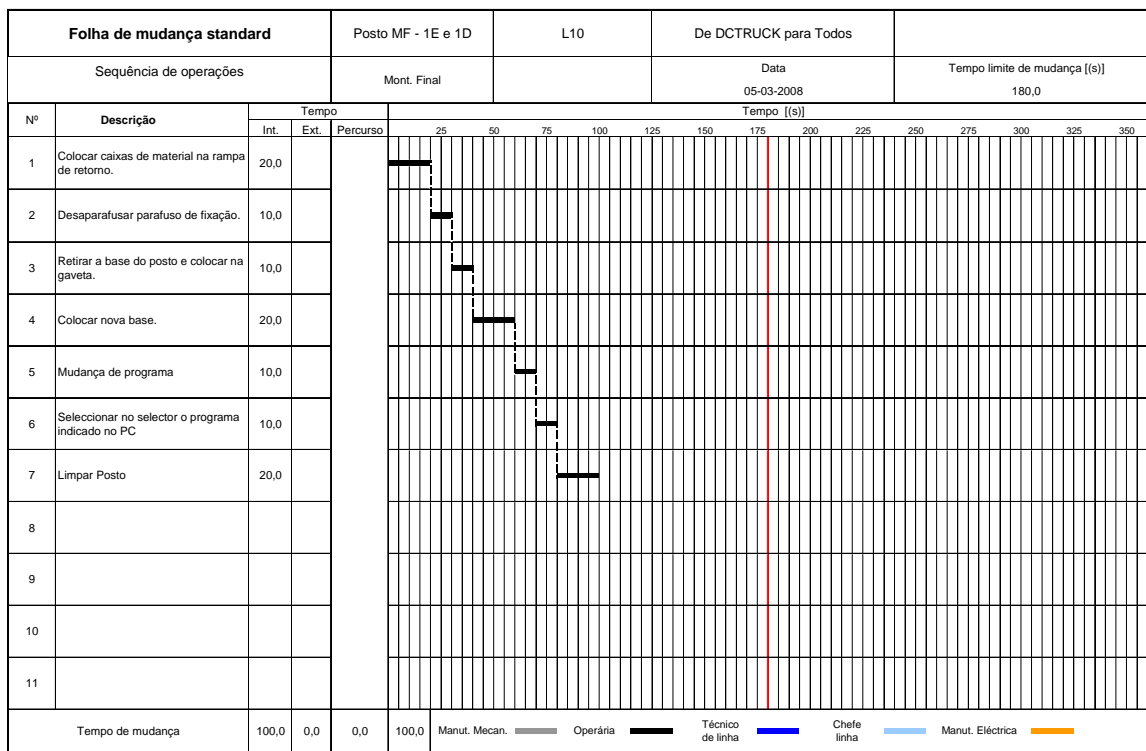


Fig. A.14 - Folha de Mudança Standard do Posto 1 da Montagem Final

A.4 Instruções de Mudança






QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MM - 1 				
Nº		↳ SB03, SB05, Nissan ↳ DC Truck	↳ DC Truck ↳ SB03, SB05, Nissan	↳ Nissan, SB03 ↳ SB05
1	Colocar cx material rampa de retorno	30" Int	30" Int	30" Int
2	Clicar "Mudança Produto" no PC	5" Int	5" Int	5" Int
3	Trocar base de colocação de IC's	15" Int	15" Int	15" Int
4	Colocar dispositivo fita Tesa	30" Int		
5	Arrumar dispositivo fita Tesa		20" Int	
6	Limpar posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	100"	90"	70"
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador  Manut. Mecânica  Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 28/04/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/04/28	Index: 01	
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.21 - Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem manual (A)






QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MM - 1				
Nº		↳ Nissan ↳ SB03		
1	Colocar cx material rampa de retorno	30" Int		
2	Clicar "Mudança Produto" no PC	5" Int		
3	Trocar base de colocação de IC's	15" Int		
4	Colocar dispositivo fita Tesa			
5	Arrumar dispositivo fita Tesa			
6	Limpar posto	20" Int		
	Tempo Total (s)	70"		
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador  Manut. Mecânica  Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 28/04/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/04/28	Index: 01	
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.22 - Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem manual (B)




QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MM - 2 				
Nº		↳ Nissan, SB03 ↳ SB05, DC Truck	↳ SB03 ↳ Nissan	↳ SB05 ↳ DC Truck
1	Colocar cx material rampa de retorno	30" Int	30" Int	30" Int
2	Clicar "Mudança Produto" no PC	5" Int	5" Int	5" Int
3	Trocar base de colocação de IC's	15" Int	15" Int	15" Int
4	Libertar base da etiqueta, retirar etiqueta	45" Int	45" Int	45" Int
5	Colocar nova etiqueta	15" Int	15" Int	15" Int
6	Limpar posto	20" Int	20" Int	20" Int
7	Deslocar ao clinch e pressionar F4	5" Des	5" Des	5" Des
	Tempo Total (s)	130"	130"	130"
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador  Manut. Mecânica  Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 28/04/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/04/28	Index: 01	
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.23 - Instrução de Mudança do Posto 2 da montagem manual


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - CH10				
Nº		Nissan, SB03 SB05, DCTruck	SB03 Nissan	SB05 DCTruck
1	Abrir porta, desapertar ficha da base sup. do clinch e rodar manípulo de encravamento	10" Int	10" Int	10" Int
2	Retirar base superior do clinch e colocar na gaveta correspondente	10" Int	10" Int	10" Int
3	Retirar base inferior do clinch e colocar na gaveta correspondente	6" Int	6" Int	6" Int
4	Pegar na base inferior do modelo pretendido e colocar no clinch	6" Int	6" Int	6" Int
5	Pegar na base superior do modelo pretendido e colocar no clinch	10" Int	10" Int	10" Int
6	Apertar a ficha da base superior e rodar manípulo de encravamento	10" Int	10" Int	10" Int
7	Fecha porta e reinicia o clinch	10" Int	10" Int	10" Int
	Tempo Total (s)	62	62	62
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 28/04/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/04/28 Index: 02		
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.24 - Instrução de Mudança do Clinch da montagem manual


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MM - 3				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DC Truck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DC Truck
1	Colocar cx material rampa de retorno	20" Int	20" Int	20" Int
2	Trocar base de colocação de IC's	15" Int	15" Int	15" Int
3	Limpar posto	20" Int	20" Int	20" Int
7	Deslocar ao clinch e pressionar F4	5" Des	5" Des	5" Des
Tempo Total (s)		60"	60"	60"
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 02/05/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/05/02		Index: 02
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.25 - Instrução de Mudança do Posto 3 da montagem manual

QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - Posto 08				
Nº		↳ Nissan, SB03 ↳ SB05, DCTruck	↳ SB03 ↳ Nissan	↳ SB05 ↳ DCTruck
1	Mudar programa informático	20" Int	20" Int	20" Int
2	Limpar posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	40	40	40

Legenda:
 Int: Operação Interna
 Ext: Operação Externa
 Des: Operação de deslocamento

Responsável pela execução da actividade:

- Operador
- Manut. Mecânica
- Manut. Eléctrica

Última actualização: 02/06/2008

Título: Instrução de Mudança - L10	Data de Criação: 2008/06/02	Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]	Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]	




Fig. A.26 - Instrução de Mudança do Posto do AOI


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - Posto 09 e 10				
Nº		↔ Nissan ↔ SB05, DC Truck	↔ SB05 ↔ DC Truck	
1	Pressionar botão preto	5" Int	5" Int	
2	Retirar base inf. e sup. e colocar nas gavetas junto ao posto	15" Int	15" Int	
3	Pegar base sup. e inf., limpar e colocar no ICT	55" Int	55" Int	
4	Pressionar botão verde e mudar programa	15" Int	15" Int	
	Tempo Total (s)	90	90	
<p>Legenda:</p> <p>Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.27 - Instrução de Mudança dos Postos ICT


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - Flash				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DCTruck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DCTruck
1	Abrir porta (certificar que o braço está parado) e limpar gavetas	15" Int	15" Int	15" Int
2	Libertar patilha, retirar gaveta e colocar no armário	10" Int	10" Int	10" Int
3	Pegar em nova gaveta, colocar na flash e bloquear gaveta (repetir passo 2 e 3)	10" Int	10" Int	10" Int
4	Fechar portas	5" Int	5" Int	5" Int
	Tempo Total (s)	60	60	60
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica Técnico Linha</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.28 - Instrução de Mudança da Flash Cell


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - Posto 13 a 20				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DCTruck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DCTruck
1	Liberta ficha, liberta e retira gaveta	10" Int	10" Int	10" Int
2	Deslocar-se ao armário deixar gaveta, pegar na nova gaveta e voltar ao posto	20" Des	20" Des	20" Des
3	Colocar gaveta e apertar ficha	10" Int	10" Int	10" Int
4	Limpar posto	20" Int	20" Int	20" Int
Tempo Total (s)		60	60	60
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade: Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05 Index: 01		
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.29 - Instrução de Mudança do Controlo 1


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MF - 1				
Nº		DCTruck Todos		
1	Colocar caixas de material na rampa de retorno.	20" Int		
2	Desaparafusar parafuso de fixação.	10" Int		
3	Retirar a base do posto e colocar na gaveta.	10" Int		
4	Colocar nova base.	20" Int		
5	Mudança de programa	10" Int		
6	Seleccionar no selector o programa indicado no PC	10" Int		
7	Limpar Posto	20" Int		
Tempo Total (s)		100		
<p>Legenda:</p> <p>Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 02/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/02		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.30 - Instrução de Mudança do Posto 1 da montagem final

QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MF - 4				
Nº		↳ Nissan, SB03 ↳ SB05, DCTruck	↳ SB03 ↳ Nissan	↳ SB05 ↳ DCTruck
1	Coloca caixas de material na rampa de retorno.	20" Int	20" Int	20" Int
2	Retira máscara de aparafusamento e coloca-a no armário.	10" Int	10" Int	10" Int
3	Pega na nova máscara e coloca-a no posto.	10" Int	10" Int	10" Int
4	Limpa Posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	60	60	60
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.31 - Instrução de Mudança do Posto 4 da montagem final


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MF - 5				
Nº		↳ Nissan, SB03 ↳ SB05, DCTruck	↳ SB03 ↳ Nissan	↳ SB05 ↳ DCTruck
1	Colocar caixas de material na rampa de retorno	20" Int	20" Int	20" Int
2	Desligar o tubo de ar comprimido e colocar dispositivo na gaveta	15" Int	15" Int	15" Int
3	Pegar nova dispositivo, colocar no posto e ligar o tubo de ar comprimido	20" Int	20" Int	20" Int
4	Limpa Posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	75	75	75
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade: Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.32 - Instrução de Mudança do Posto 5 da montagem final


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MB - 3				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DCTruck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DCTruck
1	Colocar cx material rampa de retorno	20" Int	20" Int	20" Int
2	Retirar base inferior	10" Int	10" Int	10" Int
3	Retirar base superior e agrupar as bases	10" Int	10" Int	10" Int
4	Arrumar bases e dispositivo de transporte na gaveta	15" Int	15" Int	15" Int
5	Colocar novas base inferior e superior, no Clinch	20" Int	20" Int	20" Int
6	Retirar dispositivos de transporte	10" Int	10" Int	10" Int
7	Limpar Posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	105	105	105
<p>Legenda:</p> <p>Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.33 - Instrução de Mudança do Posto 3 da montagem de blendas


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MB - 4				
Nº		↳ Nissan, SB03 ↳ SB05, DCTruck	↳ SB03 ↳ Nissan	↳ SB05 ↳ DCTruck
1	Colocar cx material rampa de retorno	30" Int	30" Int	30" Int
2	Retirar máscara e colocá-la no armário.	30" Int	30" Int	30" Int
3	Pega na nova máscara e coloca-a no posto.	25" Int	25" Int	25" Int
4	Limpa Posto	20" Int	20" Int	20" Int
	Tempo Total (s)	105	105	105
<p>Legenda: Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p> Operador Manut. Mecânica Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.34 - Instrução de Mudança do Posto 4 da montagem de blendas


QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MB - 6				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DC Truck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DC Truck
1	Colocar o material na rampa de retorno	30" Int	30" Int	30" Int
2	Desaparafusar parafuso de fixação.	10" Int	10" Int	10" Int
2	Retirar máscara de aparafusamento e coloca-la no armário.	15" Int	15" Int	15" Int
5	Mudança de programa	10" Int	10" Int	10" Int
6	Seleccionar no selector o programa indicado no PC	10" Int	10" Int	10" Int
3	Pega na nova máscara e coloca-a no posto.	25" Int	25" Int	25" Int
5	Limpa Posto	20" Int	20" Int	20" Int
Tempo Total (s)		120	120	120
<p>Legenda:</p> <p>Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p>■ Operador ■ Manut. Mecânica ■ Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05		Index: 01
Criado por: Adriano Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		

Fig. A.35 - Instrução de Mudança do Posto 6 da montagem de blendas




QCO - INSTRUÇÃO DE MUDANÇA				
Linha 10 - MB - 8				
Nº		↔ Nissan, SB03 ↔ SB05, DC Truck	↔ SB03 ↔ Nissan	↔ SB05 ↔ DC Truck
1	Retirar gaveta	10" Int	10" Int	10" Int
2	Arrumar gaveta no armário	15" Int	15" Int	15" Int
3	Pegar nova gaveta.	15" Int	15" Int	15" Int
4	Colocar nova gaveta	20" Int	20" Int	20" Int
	Nota: caso necessário colocar um suporte para melhor visualização	30" Int	30" Int	30" Int
	Tempo Total (s)	50 (+30)	50 (+30)	50 (+30)
<p>Legenda:</p> <p>Int: Operação Interna Ext: Operação Externa Des: Operação de deslocamento</p> <p>Responsável pela execução da actividade:</p> <p><input type="checkbox"/> Operador <input type="checkbox"/> Manut. Mecânica <input type="checkbox"/> Manut. Eléctrica</p> <p>Última actualização: 05/06/2008</p>				
Título: Instrução de Mudança - L10		Data de Criação: 2008/06/05 Index: 01		
Criado por: Adriana Gomes [BrgP/TEF8]		Aprovado por: Daniel Vieira [BrgP/TEF8]		


Fig. A.36 - Instrução de Mudança do Posto 8 da montagem de blendas

A.5 OPL's (One Point Lesson)

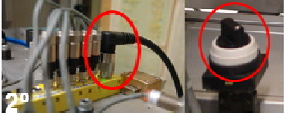


OPL – Mudança do Clinch







1º
Pressionar F4 para clinchar último aparelho




2º
Abrir porta, desapegar a ficha da base superior e rodar manípulo de enclavamento



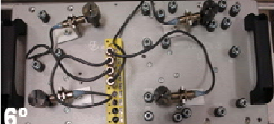
3º
Retirar base superior e colocar na gaveta de arrumação correspondente



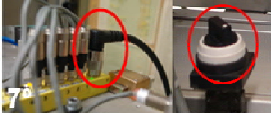
4º
Retirar base inferior e colocar na gaveta de arrumação correspondente




5º
Pegar na base inferior do modelo pretendido e colocar no clinch



6º
Pegar na base superior do modelo pretendido e colocar no clinch



7º
Apertar a ficha da base superior e rodar manípulo de enclavamento.



8º
Pressionar pinos para confirmar que estão desclidos.

9º Reiniciar Clinch (ver opl correspondente)

TEFS - Adriano Gomes | 13/03/2008 | Index 02 | © Blaupunkt GmbH 2007. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.




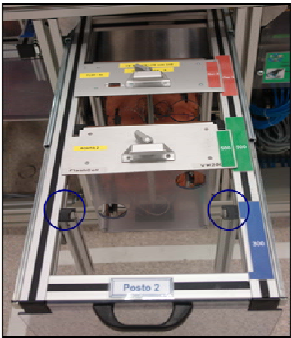


Fig. A.37 - OPL Mudança de Clinch

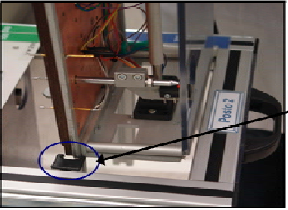


OPL – Arrumação das Gavetas da Flash (QCO)





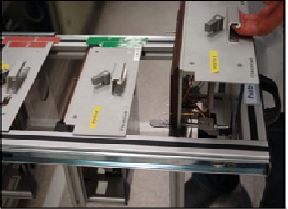
Identificação das gavetas por cores e modelos



Guias para colocação das gavetas

Nota:

- Limpar gaveta, com pincel, antes de arrumar.



Colocar as gavetas de acordo com as figuras

TEFS - Adriano Gomes | 13/03/2008 | © Blaupunkt GmbH 2008. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.




Fig. A.38 - OPL Arrumação das Gavetas da Flash

A.6 Melhorias

BPS
Bosch Production System

Melhorias QCO

Clinch

Antes

Tempo SMED: 155'



Depois

Tempo SMED: 62'



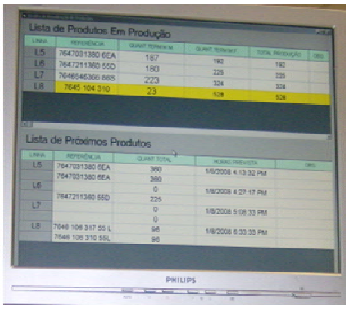
Alteração do sistema de parafusos para sistema de fecho pneumático.




(LFB - Adriano Gomes) | © Blaupunkt GmbH 2006. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.


Fig. A.39 - Melhoria aplicada no Clinch

Quadro QCO Logística




Depois do QCO:
Quadro de visualização na logística
Produto em curso e próximo produto





(LFB - Adriano Gomes) | © Blaupunkt GmbH 2006. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

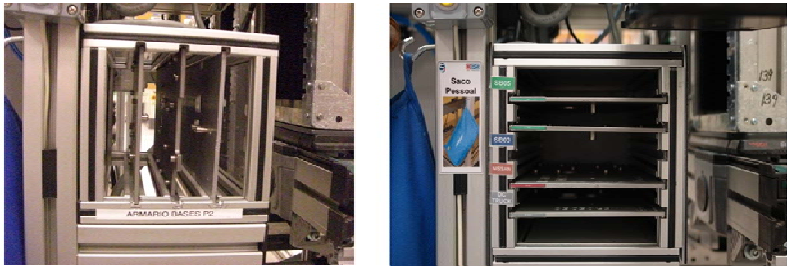
Fig. A.40 - Melhoria aplicada no Quadro Logística

Melhorias QCO – L10 

Montagem Manual


Antes Depois

Ganho de 10"




Criação de standard para arrumação das bases dos armários da manual, garantindo espaço para as bases, gestão visual.

Elaboração:	Data: 13.05.08
Validação:	Data: 13.05.08

 **BLAUPUNKT**
Bosch Group

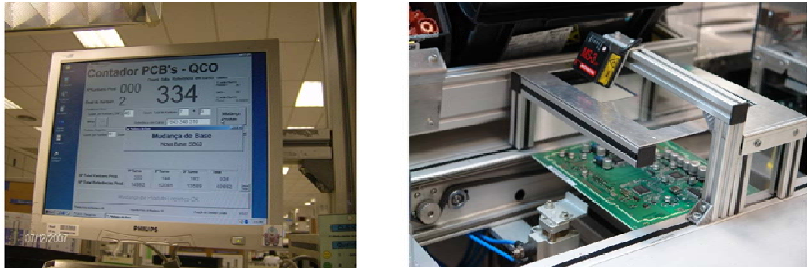
TT 08 - Adicional: Copyright © 2008 Blaupunkt GmbH / 2008. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Fig. A.41 - Melhoria ao nível de identificação e arrumação


Melhorias QCO 

Contador Montagem Manual

Depois




- Contagem feita pela leitura de Código de barras
- Verifica no 1º posto se o PCB que entra na linha está de acordo com a referência em curso (PCB não avança se estiver incorrecto)
- Informação necessidade de mudança

 **BLAUPUNKT**
Bosch Group

TT 11 - Adicional: Copyright © 2008 Blaupunkt GmbH / 2008. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.


Fig. A.42 - Contador Montagem Manual

Melhorias QCO - L10 

Leitura Tempo SMED Montagem Final

Dia	Tempo (Segundos)
A	85
B	90
C	65
D	80
E	75

- Tempo de SMED registrado de forma automática



© 2014 - Adriano Gomes | © Blaupunkt GmbH 2014. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Fig. A.43 - Leitura Tempo SMED Montagem Final

Glossário

SMED	Single Minute Exchange of Die, método pensado por Shigeo Shingo para efectuar as mudanças necessárias nas linhas ou em processos da forma mais rápida e eficaz. Divide as operações em internas (só são feitas com a máquina parada) e externas (não necessitam de parar a máquina).
5S	Ferramenta usada para atingir um elevado nível de proficiência na Gestão Visual. 5S's pois é o acrónimo das cinco palavras japonesas (Seiri - Triar; Seiton - Organizar; Seiso - Limpar; Seiketsu - Normalizar; Shitsuke - Manter a disciplina).
Poka-yoke	Palavra japonesa com o significado "à prova de erro".
MUDA	Palavra japonesa para descrever desperdício ou actividades que não acrescentem valor ao produto.
Standard	Indica a capacidade de produção assumida pela empresa para uma dada linha ou equipamento a funcionar em condições normais, sem ocorrência de paragens por avarias ou falta de componentes, e a um rendimento de produção do operador equivalente a 100%.
Setup	Tudo que antecede uma operação, seja para sua preparação, ajuste, troca de ferramenta, dispositivo e outros, num processo industrial.

Bibliografia

- [1] James P. Womack & Daniel T. Jones, *Lean Solutions (How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together)*. Free Press, 2005
- [2] Upton, D. M., *Designing, Managing and Improving Operations*. Prentice Hall, 1998.
- [3] James P. Womack & Daniel T. Jones, *Lean Thinking (Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation)* - Free Press, 2003
- [4] Shingo, Shigeo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 1985
- [5] Documentos do grupo Bosch
- [6] Shingo, Shigeo, *Quick Changeover for operators: The SMED System*. Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 1988
- [7] Kenichi Sekine, *Kaizen for Quick Changeover*. Productivity Press, 1992
- [8] Gouberden, D. V.; Landeghem, H. V., *Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing 18, 2002, pp 205-214
- [9] McIntosh, R.I.; Culley, S.J.; Mileham, A.R.; Owen, G.W. - *Improving Changeover Performance*. Butterworth-Heinemann, Oxford, England, 2004
- [10] Shingo, Shigeo, *Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement*. Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 1988
- [11] Taiichi Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, 1988

- [12] AllthingsPLC disponível em <http://www.allthingsplc.info/evidence/freepointintermediateschool/index.php>. Acesso em 26 de Junho de 2008,
- [13] Shingo, Shigeo, *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Productivity Press, Portland, Oregon, USA, 1986
- [14] Iana Araújo Rodrigues, *Implementação de técnicas da produção enxuta numa empresa de manufatura contratada do setor eletroeletrônico*. Não publicado.
- [15] Pedro Branco, *Estudo do tempo de setup interno e setup externo do processo de troca de ferramenta de uma prensa na Volkswagen Autoeuropa*. Não publicado.
- [16] Roger Mário Muller, *Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup*. Não publicado.