

Melhoria de “performance” em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias *Lean/Kaizen*

Lea Cármen Nogueira Lima

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

Orientador na empresa: Eng. Filipe Teixeira



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2012-06-29

“Great things are done by a series of small things brought together.”
Vincent Van Gogh

Resumo

Em qualquer mercado de trabalho a capacidade de tornar os produtos mais competitivos ganha cada vez mais importância à medida que os custos aumentam e o risco de perder clientes para a concorrência também. Tal verifica-se na indústria automóvel que se caracteriza por ser um dos motores de crescimento dos países mais desenvolvidos e está a tornar-se, cada vez mais, numa das indústrias mais importantes nas economias emergentes. Estima-se que mais de 50 milhões de pessoas estejam relacionadas com atividades inerentes ao setor automóvel. A elevada competitividade vigente neste setor exige uma aplicação prática dos termos Inovação, Qualidade e Produtividade.

No sentido de melhorar a produtividade das linhas de montagem duma empresa, ligada ao fabrico de componentes para este setor, surgiu o projeto “Melhoria de “performance” em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias *Lean/Kaizen*”. Através da utilização dessas metodologias pretendia-se aumentar a produtividade das linhas de montagem e da secção de fabrico responsável pela injeção de plástico. Este projeto visava a melhoria contínua tendo como principal objetivo a redução do desperdício existente.

Através da Análise de Tempos e Métodos caracterizou-se a produtividade nas linhas de montagem alvo e procedeu-se à implementação de ações de melhoria tendo como base as metodologias *Lean*, *Kaizen* e *Hoshin* nas linhas em que a produtividade se encontrava abaixo do objetivo. Estas metodologias foram também utilizadas na observação e análise do módulo de Injeção de Plástico, fornecedor interno das linhas de montagem, para formular propostas de melhoria do *setup* com a implementação de soluções de gestão visual na organização/armazenamento e conformidade dos moldes utilizados.

Performance improvement in assembly lines and manufacturing sections using Lean/Kaizen methodologies

Abstract

Due to the period of increasing costs that the world is experiencing, to survive in the actual market, companies must become more competitive, as well as improving their products, so that they can minimize the risk of losing customers. The car industry is an example of this kind of market which is known as the growing motor of the developed countries and it is becoming one of the most important ones in the emerging economies. It is estimated that 50 million people are related to automotive sector’s activities. The high competitiveness force in this industry requires a practical application of terms such as Innovation, Quality and Productivity.

The project “Performance improvement in assembly lines and manufacturing sections using Lean/Kaizen methodologies” was made in order to increase the productivity of the assembly lines of a company responsible for the production of components related with this industry. The aim of this project was obtain a better productivity value at assembly lines and manufacturing sections (responsible for plastic injection) using those methodologies. The goal was to continuously improve through the reduction of the existent waste.

Using the Times and Methods Analysis it was possible to find the productivity values of the studied lines. Afterwards, improvement actions have been implemented in order to increase those values in lines which were lower than the objective, using Lean, Kaizen and Hoshin methodologies. Those were also used to analyze the plastic injection sector which is the intern assembly lines provider. This part of the project aimed to investigate the setup procedure and identify existing wastes. After that, the next step was to organize the plastic injection molds warehouse in order to reduce the time spent in tool changes. These actions were sustained in visual management activities so that the molds quality and organization could be guaranteed.

Agradecimentos

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste projeto. Um agradecimento especial ao Prof. Hermenegildo Pereira pela supervisão do projeto e por todo o apoio disponibilizado, e ao Eng. Filipe Teixeira pelo acompanhamento na empresa.

Índice de Conteúdos

Siglas.....	viii
1. Introdução.....	1
1.1 Finalidade do projeto.....	1
1.2 Apresentação do grupo Ficosa.....	1
Apresentação detalhada da Fico Cables, Lda.....	1
1.3 O Projeto: Melhoria de “performance” em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias <i>Lean/Kaizen</i>	2
1.4 Método seguido no projeto.....	3
1.5 Temas abordados e sua organização.....	4
2. Estado da arte.....	5
2.1 Indústria automóvel.....	5
2.2 Melhoria Contínua.....	5
Ciclo <i>PDCA</i>	5
2.3 <i>Lean Thinking</i> – Técnicas e Ferramentas.....	6
<i>Toyota Production System (TPS)</i>	7
<i>Just-in-time (JIT)</i>	8
Desperdício.....	8
Os sete tipos de desperdício.....	9
Método <i>SMED</i>	10
Os “5S”.....	11
2.4 Atividades de Reengenharia.....	12
<i>Kaizen</i>	12
<i>Hoshin Kanri</i>	13
2.5 Análise de tempos e métodos.....	15
3. Indicadores.....	16
3.1 OEE - Eficiência Global.....	16
3.2 Tempo de Ciclo.....	17
3.3 <i>Takt Time</i>	17
3.4 PPH – Peças por Hora por Homem.....	18
4. Apresentação do problema.....	19
4.1 Medição de Tempos e Métodos.....	19
4.2 Linha <i>Kiekert</i> B299 Exteriores.....	21
Situação Inicial.....	21

Árvore de problemas	23
4.3 Injeção de Plástico	24
Acompanhamento de <i>setup(s)</i>	25
Armazém dos moldes de injeção de plástico	26
5. Propostas de soluções e resultados obtidos	28
5.1 Linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	28
SMED – <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	30
Indicadores	35
5.2 Armazém dos moldes de injeção de plástico	39
5.3 Solicitações extra da empresa	45
Sistema <i>Andon</i>	45
Gestão de <i>Stock</i>	46
Medição de Tempos	47
6. Conclusões e considerações futuras	49
Referências bibliográficas	51
ANEXO A: Análise de Tempos e Métodos - <i>Kiekert B299 Interiores</i>	53
ANEXO B: Produtividade da linha <i>Kiekert A9 Interiores</i>	54
ANEXO C: Análise Kaizen - Linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	55
ANEXO D: Ações de melhoria destinadas à linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	57
ANEXO E: Folha de instrução de <i>setup</i> – <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	59
ANEXO F: Injeção de Plástico – Análise das paragens do mês de março	60
ANEXO G: Acompanhamento de um <i>setup</i> – Injeção de Plástico	62
ANEXO H: Lista dos moldes existentes e sua caracterização	63

Siglas

JIT – Just-in-Time

OEE – Overall equipment effectiveness

PDCA – Ciclo que apoia a melhoria contínua (Plan, Do, Check, Act)

PPH – Peças por Hora por Homem

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPS – Toyota Production System

Índice de Figuras

Figura 1: Áreas de negócio do grupo Ficosa	1
Figura 2: Ciclo PDCA (Pinto 2009).....	6
Figura 3: Benefícios <i>Lean</i> (MELTON 2005)	6
Figura 4: Casa <i>Lean</i> (Cruz)	7
Figura 5: Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (Pinto 2009)	9
Figura 6: Diagrama explicativo do modelo <i>Hoshin Kanri</i>	14
Figura 7: Linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	21
Figura 8: Cabos referência 859	21
Figura 9: Árvore de Problemas da <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	23
Figura 10: Máquina 6	25
Figura 11: Armazém dos moldes	26
Figura 12: Molde e meio (duas buchas e uma cavidade)	27
Figura 13: Equipa na linha de montagem.....	28
Figura 14: Alterações realizadas no primeiro posto	28
Figura 15: Segundo posto (Antes)	29
Figura 16: Segundo posto (Depois)	29
Figura 17: Placa de termogração antiga	31
Figura 18: Placa de termogração nova	31
Figura 19: Terceiro posto (antes).....	32
Figura 20: Terceiro posto (depois).....	32
Figura 21: Molde colocado no chão.....	39
Figura 22: Molde colocado de forma inadequada	39
Figura 23: Dimensões (mm) da maior chapa utilizada	39
Figura 24: Suporte não identificado.....	40
Figura 25: Zona de moldes não-conformes	40
Figura 26: Etiqueta de parede.....	41
Figura 27: Quadro de gestão de moldes	41
Figura 28: Sistema de fixação rápida	42
Figura 29: Empilhador com estante dinâmica	42
Figura 30: Sistema <i>Andon</i>	45
Figura 31: Significado das luzes do sistema <i>Andon</i>	46

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Evolução do volume de vendas da Fico Cables, Lda	2
Gráfico 2: Tipo de Setup da máquina 6	25
Gráfico 3: Comparação do tempo de <i>setup</i> antes e depois das ações de melhoria	31
Gráfico 4: Atividades sem/com valor acrescentado (SVA/CVA)	34
Gráfico 5: Evolução mensal do indicador PPH	35
Gráfico 6: Evolução mensal do indicador OEE.....	35
Gráfico 7: Evolução semanal do OEE	36
Gráfico 8: Evolução semanal do PPH.....	36
Gráfico 9: Evolução semanal do BTS para a linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	36
Gráfico 10: Causas BTS desde 16/05 até 14/06	37
Gráfico 11: Motivos de paragem para a linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	38

Índice de Tabelas

Tabela 1: Classificação dos módulos de produção da empresa.....	3
Tabela 2: Restantes linhas críticas seleccionadas para a implementação de ações de melhoria	20
Tabela 3: Referência representativa da linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	21
Tabela 4: Dados necessários ao cálculo do tempo <i>takt</i>	22
Tabela 5:Quadro de Medidas para a linha <i>Kiekert B299 Exteriores</i>	24
Tabela 6: Resultados obtidos após análise Kaizen	33
Tabela 7: Turnos necessários em função do valor do PPH antes e depois da análise <i>Kaizen</i> ..	33
Tabela 8: Espaço necessário ao armazenamento dos moldes.....	39
Tabela 9: Espaço necessário para cada série de moldes	40
Tabela 10: Tubos exteriores utilizados nas linhas B8L2 e B8L4	47
Tabela 11: Linhas cujos PPH objetivo não se encontram de acordo com os resultados reais .	48

1. Introdução

1.1 Finalidade do projeto

O planeamento e a realização deste projeto têm como finalidade fundamentar a dissertação académica do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, realizado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O presente foi realizado na empresa Fico Cables, Lda, situada na cidade da Maia, e visou a análise e aumento da produtividade em linhas de montagem e secções de fabrico.

1.2 Apresentação do grupo Ficosa

Conhecida atualmente por Ficosa, esta empresa está presente com centros produtivos, centros de engenharia e oficinas comerciais em 19 países na Europa, América e Ásia, e caracteriza-se por ser o fornecedor oficial e sóciotecnológico da maioria dos fabricantes de veículos existentes em todo o mundo, contando com cerca de 8 000 trabalhadores. As áreas de negócio desenvolvidas pela empresa apresentam-se na Figura 1.



Figura 1: Áreas de negócio do grupo Ficosa

Todas estas áreas são desenvolvidas tendo como principais objetivos a inovação e a produção com qualidade de produtos que satisfaçam todas as necessidades e especificações dos clientes.

Apresentação detalhada da Fico Cables, Lda

Durante a década de 70, a Ficosa dá os seus primeiros passos no que toca à internacionalização, implantando-se no distrito do Porto, Portugal, conseguindo alcançar um volume de negócios de 36 milhões de euros, em 1986. O principal objetivo desta internacionalização era cobrir e servir o mercado global da Península Ibérica. A Ficosa Portugal, conhecida desde 1993 por Fico Cables, Lda, nasceu da associação, em 3 de Agosto de 1972, entre a Ficosa e uma empresa designada por Teledinâmica, formada pelo Eng^o. Franco Dias. Esta iniciou a sua atividade, focada no fabrico de componentes para a indústria automóvel, em 1971, numa garagem arrendada em Vila Nova de Gaia e era constituída apenas por três funcionários.

A empresa apresenta duas áreas de negócio sendo uma delas designada por Sistemas de Portas e Assentos e a outra por Sistemas de Conforto. Especificamente produz cabos utilizados na

transmissão de movimento e sistemas de conforto que se incorporam nos assentos dos veículos permitindo a sua regulação. Estes produtos são projetados para serem adaptados em diferentes soluções, tais como: sistema de elevadores de janela, travão de mão, abertura de porta, regulação lombar do assento, sistemas de inclinação do banco, entre outros.

Entre os vários clientes da empresa podem destacar-se a *Volkswagen*, *Audi* e *Seat* que juntamente com todos os outros ajudam a empresa a criar o volume de negócios apresentado de seguida.

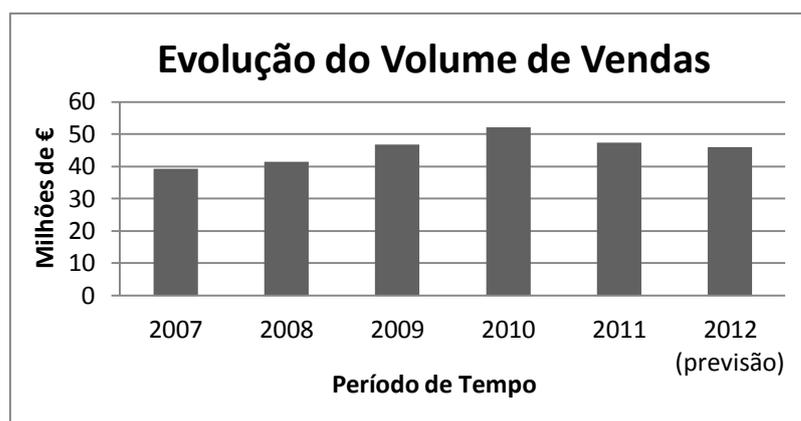


Gráfico 1: Evolução do volume de vendas da Fico Cables, Lda

Apesar da redução de 2010 para 2011, devido ao período de crise atual, o volume de negócios da empresa apresenta uma estrutura crescente.

1.3 O Projeto: Melhoria de “performance” em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias *Lean/Kaizen*

Inserido no departamento de Logística Interna e na área de negócio de Sistemas de Portas e Assentos, o projeto foi desenvolvido a partir do estudo das maiores diferenças de produtividade nas linhas de montagem da unidade fabril da Maia, utilizando a metodologia de Análise de Tempos e Métodos (comparando as produtividades reais com as referidas no Orçamento Geral da empresa). Com os resultados encontrados foram selecionadas quatro linhas de montagem para a realização de atividades de melhoria contínua (*Lean, Hoshin, Kayzen*), a desenvolver por uma equipa multidisciplinar para identificação e implementação de ações. No entanto, devido à indisponibilidade dessa equipa e, conseqüentemente, ao atraso no desenvolvimento e validação das ações acordadas em reunião, o projeto sofreu algumas alterações. A segunda parte do mesmo centrou-se na análise e levantamento de problemas existentes no módulo de fabrico responsável pela injeção de plástico. Esta opção deveu-se ao facto de este módulo ser um dos responsáveis por alguns dos problemas mais graves existentes nas linhas como é o caso das falhas no fluxo interno.

A unidade de negócio referida é constituída por seis módulos de produção (quatro de linhas de montagem e dois de fabricos). Cada módulo é gerido por um Chefe de Módulo que coordena a gestão dos Chefes de Equipa, responsáveis por um número determinado de linhas desse módulo. Em cada linha existe o *Team Leader*, na dependência dum Chefe de Equipa, sendo responsável pelos operadores que trabalham na sua linha.

Por outro lado, a unidade de negócio de Sistemas de Conforto é constituída por um módulo onde se realiza a dobragem de arames que se destinam a alimentar os centros de trabalho dum outro módulo no qual se realiza a sobreinjeção de plástico.

A tabela seguinte apresenta todos os módulos referidos com a respetiva atividade.

Tabela 1: Classificação dos módulos de produção da empresa

Módulo	Designação	Atividade
1	Sistemas de Porta e Assentos	Linhas de Montagem
2	Sistemas de Porta e Assentos	Linhas de Montagem
3	Sistemas de Porta e Assentos	Linhas de Montagem
4	Sistemas de Conforto	Sobre injeção de Plástico
5	Sistemas de Conforto	Fabrico: Dobragem de Arames
6	Sistemas de Porta e Assentos	Subcontratados
7	Sistemas de Porta e Assentos	Fabricos: Espiral, Emendas, Extrusão, Corte de Abrasivo, Planetárias
8	Sistemas de Porta e Assentos	Fabricos: Corte de cabo, Injeção de Plástico, 1ª Injeção de Zamak ¹ /Robocops ²
9	Sistemas de Porta e Assentos	Linhas de Montagem – Trofa

¹**Zamak**: denominação de ligas contendo cerca de 95% Zn (Zinco), Al (Alumínio), Mg (Magnésio) e Cu (Cobre). Ponto de fusão situa-se entre 385°C e 400°C. Material de baixo custo utilizado na fundição de peças que necessitam de pouca resistência mecânica. Na empresa o material é injetado (estado líquido) sob pressão em moldes que darão origem aos terminais de cabo.

²**Robocops**: Máquinas de injeção de *Zamak* automáticas que não requerem mão-de-obra humana. Na empresa existem quatro máquinas deste tipo.

Nos módulos de fabrico realizam-se os componentes que são utilizados para alimentar as linhas de montagem. Existem componentes complementares que são comprados porque o seu fabrico interno ainda não é compensador para a empresa. Além da produção na fábrica da Maia, existe também uma unidade na Trofa responsável pela produção de modelos de cabos e alavancas, em pequenas séries, para travão de mão.

1.4 Método seguido no projeto

Inicialmente, através da Análise de Tempos e Métodos, realizou-se um estudo da produtividade real na maioria das linhas de montagem existentes na fábrica da Maia. Após a recolha desses dados, e selecionadas as quatro linhas mais críticas, identificou-se a linha *Kieket B299 Exteriores* (módulo 2) como sendo a primeira a sofrer uma análise e posterior implementação de ações de melhoria, tendo como objetivo aumentar a produtividade da mesma.

Durante a análise, e pelos motivos já mencionados, optou-se por estudar o módulo 8 (injeção de plástico) com o levantamento dos problemas existentes e a sugestão/implementação de soluções.

1.5 Temas abordados e sua organização

Para apresentar o projeto desenvolvido de forma consistente divide-se este documento em seis capítulos cuja estrutura é a seguinte:

Capítulo 1: Apresentação da empresa e âmbito do projeto.

Capítulo 2: Contextualização do projeto através da revisão bibliográfica da literatura existente sobre as metodologias *Lean e Kaizen*.

Capítulo 3: Apresentação dos principais indicadores utilizados.

Capítulo 4: Descrição das atividades desenvolvidas e levantamento dos problemas existentes.

Capítulo 5: Propostas e soluções para cada uma das atividades desenvolvidas.

Capítulo 6: Conclusões referentes às várias atividades e considerações futuras.

2. Estado da arte

2.1 Indústria automóvel

“É, globalmente, um sector industrial com um papel importante na economia mundial. O automóvel é o meio chave da mobilidade de pessoas e bens e a indústria automóvel é uma das mais importantes atividades industriais do mundo, uma verdadeira “indústria das indústrias”, ponto de confluência dos mais variados sectores industriais. Foi no seio da indústria automóvel que, como em nenhuma outra, se viram refletidas grandes etapas do desenvolvimento industrial, desde a manufatura à produção em massa e mais recentemente à “produção magra” (*lean production*), na qual se aplicaram e desenvolveram conceitos e abordagens como a Gestão da Qualidade Total. O automóvel é hoje o produto de uma indústria global, com uma cadeia de valor estruturada, embora não rigidamente hierarquizada, e faz parte do dia-a-dia das comunidades.” (Five 2005)

Num mercado altamente competitivo, a indústria automóvel tem um papel de extrema importância relativamente à empregabilidade de pessoal qualificado, sendo também impulsionadora da inovação, contribuindo para o desenvolvimento económico da União Europeia.

2.2 Melhoria Contínua

“O conceito de melhoria contínua (*Kaizen* em japonês, que significa “mudança para melhor”) há muito que é tido como uma das formas mais eficazes para promover o desempenho e a qualidade das organizações.”(Pinto 2009) Este conceito pode ser dividido em três componentes: a primeira incentiva as pessoas a observarem os seus erros e a perceberem o porquê de os cometerem para que, dessa forma, encontrem as causas, evitando a sua repetição e alterando os seus hábitos de trabalho. A segunda recompensa as pessoas que identifiquem os seus próprios erros e os solucionem. Esta componente parte do princípio de que “quem faz o trabalho é quem melhor o conhece”. (Pinto 2009) Por fim, a terceira incentiva as pessoas a melhorarem continuamente, mesmo os processos que são robustos.

É importante salientar que a melhoria contínua não é uma fórmula mágica nem obedece a regras específicas e globais. É necessário analisar todos os parâmetros da situação que se pretende melhorar e perceber quais as causas que provocam as improdutividades, tentando eliminá-las o mais rapidamente possível. Assim, entende-se por melhoria contínua um compromisso perante a tentativa constante de melhorar cada vez mais através de iniciativas consistentes que devem ser divulgadas, realizadas, avaliadas e partilhadas em equipa.

Ciclo *PDCA*

É o ciclo da melhoria contínua, o ciclo *PDCA*, que apoia cada incremento dado no sentido do desenvolvimento da mesma. Este é repetido até que a perfeição seja alcançada. O seu criador foi *Walter Shewhart* (1916-1993), mas foi através de *W.E. Deming* (1900-1993) que o ciclo *PDCA* se tornou conhecido, a partir da década de 50.

Este ciclo serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudança e/ou à análise de situações. *Deming* (1900-1993) descreve este ciclo como o “*learning cycle*” (ciclo de

aprendizagem) e foi por isso que mais tarde decidiu alterar o passo “*Check*” para “*Study*”, dando ênfase aos conceitos de aprendizagem e reflexão. (Kevin Linderman 2004)

A Figura 2 apresenta as quatro fases e as quinze etapas em que o ciclo está dividido.

Para que todas as ações sejam implementadas eficazmente é necessário realizar uma boa gestão de todo o processo de melhoria contínua. Uma das práticas referidas na Figura 2 é a dos “5 porquês”. Esta tem como objetivo questionar as situações até que se encontre a causa raiz do problema. Todas estas iniciativas partem do pressuposto de que toda a organização está envolvida neste processo de melhoria contínua, diária.

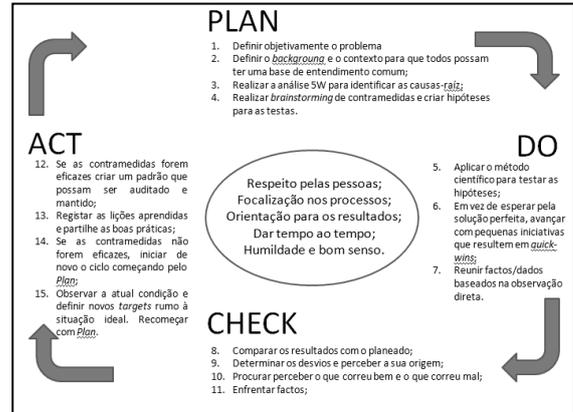


Figura 2: Ciclo PDCA (Pinto 2009)

2.3 *Lean Thinking* – Técnicas e Ferramentas

“A produção *Lean*, também conhecida como *Toyota Production System (TPS)* (sistema de produção *Toyota*), significa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos materiais – enquanto se disponibiliza aos consumidores o que eles desejam.” (Dennis 2007) Não esquecendo também a utilização de menos recursos financeiros para atingir esse fim.

A designação *Lean Thinking* surgiu pela primeira vez através de *James Womack* e *Daniel Jones* que defendiam que este conceito se caracterizava por ser um novo paradigma de gestão, baseado em princípios simples e imutáveis, tendo como principal objetivo a satisfação do cliente. Criatividade, inovação, mais liderança (e menos burocracia) são os ingredientes mais importantes a envolver na conceção das soluções *Lean* orientadas para a criação do valor.

Pode então concluir-se que a filosofia do *Pensamento Lean* determina um modelo de gestão, orientado por processos de negócios, que visa eliminar o desperdício em toda a organização bem como a criação de valor para todas as partes interessadas. Na Figura 3 apresentam-se os benefícios desta metodologia (menos desperdício no processo, *lead time* reduzido, menos retrabalho, poupanças financeiras, melhor compreensão do processo e redução do inventário).

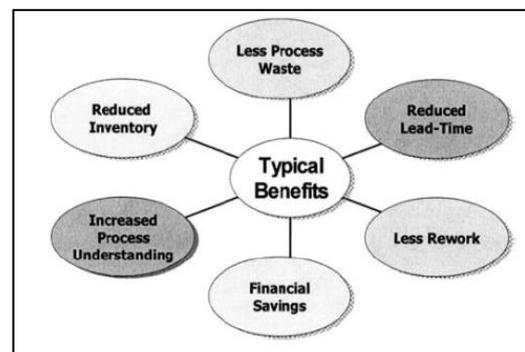


Figura 3: Benefícios *Lean* (Melton 2005)

“*Lean today, win tomorrow*” (Pinto 2009)

Toyota Production System (TPS)

O Sistema de Produção *Toyota* surgiu no Japão após a segunda guerra mundial definido pela empresa para conquistar mercado com recursos limitados, disponibilizando atempadamente bens fiáveis e fabricados por um custo mais baixo do que os alcançados pelos principais fabricantes. Conquistar mercado exigia a criação de sistemas de produção flexíveis e processos robustos, aumentando a eficiência da produção com eliminação consistente e total do desperdício. A empresa liderada por *Taiichi Ohno* criou e implementou uma metodologia capaz de otimizar a sua produção. Esta nova metodologia pode ser ilustrada na “*Casa Lean*” que será apresentada seguidamente, na Figura 4.

Na Figura 4, em forma de casa, o telhado representa o objetivo chave da política *Lean* uma vez que se pretende satisfazer o cliente rapidamente (redução do *lead time*), assegurando a qualidade a baixos custos para a empresa.



Figura 4: Casa *Lean* (Cruz 2009)

Para apoiar estes objetivos existem os pilares *Just-in-Time (JIT)* e o *Jidoka*. O primeiro, como será explicado mais pormenorizadamente na secção seguinte, refere-se à produção exata no tempo e nas quantidades exigidas pelo clientes, sem que sejam criados *stocks* e/ou atrasos nas entregas. Produzir em *JIT* requer um fluxo contínuo de materiais e de informação coordenados de acordo com o sistema *pull* (a produção só será iniciada quando existir consumo por parte do cliente, assegurando a entrega dos produtos dentro do prazo desejado). Relativamente ao segundo pilar, *Jidoka* significa automação, ou seja, automação com características humanas que permita criar condições que levem à perfeição dos processos. Os conceitos chave deste pilar são os mecanismos anti erro (*poka-yoke*), a separação homem-máquina e a resolução dos problemas na fonte.

A base de todos estes conceitos centra-se na estabilidade da empresa para que possa investir nas áreas da melhoria contínua (*Kaizen*), trabalho padronizado (*Standard Work*) e nivelamento da produção (*Heijunka*), aumentando dessa forma a sua eficiência. Tal só será possível se as empresas adotarem um espírito de responsabilidade e total envolvimento, realizando rotinas diárias aos processos de uma forma urgente, ou seja, proporcionando um sistema de resposta rápida. Todo este processo necessita de uma liderança de alta qualidade capaz de controlar e gerir equipas, conhecendo plenamente o percurso que se dever percorrer

para atingir os objetivos pretendidos e atuando de forma imediata sempre que aconteçam desvios.

“*A leader is a dealer in hope.*” (Napoleon Bonaparte)

Just-in-time (JIT)

A filosofia *Just-in-Time* defende a produção somente necessária tendo como objetivo a diminuição dos gastos em recursos produtivos, ou seja, produzir as unidades encomendadas na quantidade e prazo assumidos, o que significa que no processo de montagem de peças para a fabricação de um automóvel, os elementos necessários chegarão à linha de montagem, como resultado de processos anteriores, no tempo e na quantidade adequados. Se for possível executar estas tarefas na empresa, eliminar-se-ão totalmente as existências desnecessárias, reduzindo-se também os custos de transporte e melhorando a rotação de capital. (Monden 1988)

Com o *JIT* pretende-se, a curto prazo, aumentar a produtividade da empresa e, a médio prazo, incrementar a flexibilidade dos processos através da redução do *lead time*.

Desperdício

Para se conseguir obter a produção eficiente que tanto se deseja é necessário eliminar tudo o que é considerado desperdício, “*Waste are those elements of production that add time, effort [or] cost, but no value*”. (Lander 2007) De acordo com esta definição, *Fujio Cho*, da *Toyota*, define desperdício como “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto.”(Suzaki 2010) Por outras palavras, considera-se desperdício tudo o que o cliente não está disposto a pagar.

Para melhor perceber este conceito interessa também explicitar o conceito de “criar valor”, que segundo *Fujio Cho* “é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo”.

Estas definições remetem-nos à seguinte questão: “Como poderemos ter a certeza de que aquilo que fazemos numa organização cria valor para os seus colaboradores, clientes e/ou fornecedores?” A resposta passa por identificar quais são as partes interessadas e quais as suas necessidades, assim todas as atividades que não vão de encontro a essas necessidades podem ser consideradas desperdício. Cabe a cada organização tomar as medidas necessárias à redução/eliminação do mesmo. “Por incrível que pareça, mais de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades *muda* (...) como por exemplo, processos burocráticos, deslocações, inspeções (...). Como consequência disto, cerca de 40% dos custos em qualquer negócio resultam da manutenção do desperdício.” (Pinto 2009)

Para identificar esse desperdício existe o conceito designado por “Os três *MU's*” sendo o primeiro, *MUDA*, referente ao desperdício que significa tudo o que o cliente não está disposto a pagar. Segue-se o *MURA*, associado à variabilidade nos processos de fabrico e que deve ser reduzido para assegurar consistência no sistema *JIT*. Finalmente, *MURI*, instabilidade, nos requisitos dos produtos que gera aleatoriamente o desperdício, ou seja, manifesta-se através

do excesso ou da insuficiência produtiva. Este é eliminado pelo controlo dos processos de fabrico através da “uniformização do trabalho garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis.” (Pinto 2009)

Outra forma de pensar no desperdício é analisar as áreas onde ele pode ocorrer. Nesta situação, pode utilizar-se a técnica designada por “Os 5M+Q+S” que facilita a pesquisa do desperdício através da utilização de um método sistemático e disciplinado.

A Figura 5 ilustra a técnica referida.

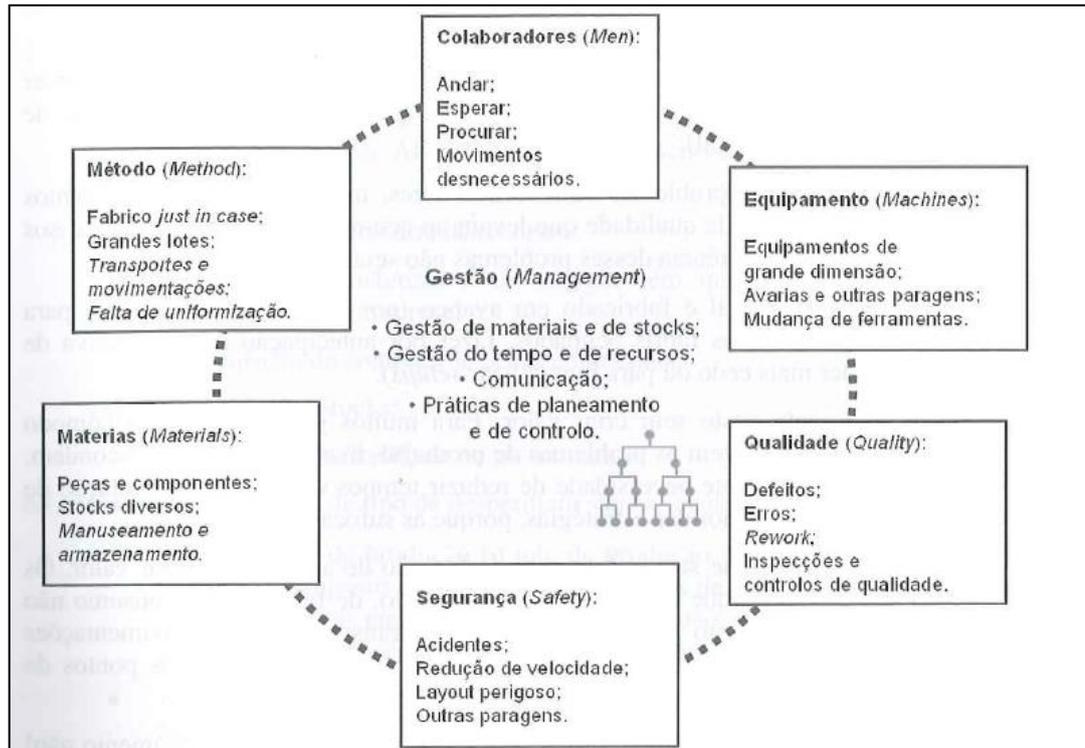


Figura 5: Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (Pinto 2009)

A análise da metodologia “5M+Q+S” dispensa qualquer explicação uma vez que a observação da mesma permite desde logo concluir que o estudo detalhado de cada uma das áreas referidas, com posterior eliminação das causas do desperdício, torna-se essencial para a sobrevivência de qualquer empresa no seu mercado de trabalho.

Os sete tipos de desperdício

Resumindo o essencial das ideias expostas, a Toyota, durante o desenvolvimento do TPS, identificou os sete tipos de desperdício existentes:

- 1) **Sobreprodução:** Produção superior à procura de mercado.
- 2) **Espera:** Falta de ocupação de determinado operário por estar à espera de peças.
- 3) **Transporte:** Produtos movimentados fora do fluxo dos processos.
- 4) **Sobreprocesso:** Operações que não são necessárias e que realizam um produto com requisitos que excedem as especificações exigidas pelo mercado.
- 5) **Stock:** O *stock* em excesso implica mais manuseamento, espaço, juros, pessoas, “papelada”, entre outras coisas, e por isso aumenta o custo do produto.

- 6) **Movimento:** Do operador dentro do processo mas sem acrescentar valor ao produto.
- 7) **Defeitos:** A produção de defeituosos no processo origina sucata ou produto a reparar.

Para evitar o último tipo de desperdício é importante existirem mecanismos anti erro (*poka-yoke*) ao longo do processo produtivo para que os defeitos sejam detetados de imediato e não apenas no final do mesmo. Desta forma, os produtos serão rapidamente reparados diminuindo a probabilidade de entrega de peças defeituosas ao cliente.

“Poka-yokes reduce a worker’s physical and mental burden by eliminating the need to constantly check for the common errors that lead to defects.” (Lander 2007)

Pode concluir-se que com a eliminação dos vários tipos de desperdício é possível atingir os principais objetivos do *TPS*:

- Aumento da qualidade com a diminuição da variabilidade da mesma;
- Melhoria no prazo de entregas (redução do *lead time*);
- Redução dos custos da empresa (eliminação do desperdício);

Todos estes objetivos serão alcançáveis se as empresas adotarem uma política de envolvimento da organização, promovendo e incentivando o desenvolvimento de competências dos colaboradores, e das equipas, fazendo-os sentir serem parte interessada na excelência dos resultados. Para tal é necessário tomar decisões consensuais, considerando todas as opiniões e implementando decisões rapidamente através do incentivo à criação de uma “*Learning Organization*” onde exista reflexão partilhada e melhoria continua sustentada.

“Your ideas are like diamonds....without the refining process, they are just a dirty rock, but by cutting away the impurities, they become priceless.” (Paul Kearly)

Método SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die), troca rápida de molde, tal como o próprio nome indica, incorpora o conceito de uma troca rápida de ferramenta quando se pretende mudar de produto na linha de montagem. Este conceito foi desenvolvido por *Shigeo Shingo* quando trabalhou na *Toyota* como consultor. O principal objetivo do *SMED* é atingir um tempo de *setup* inferior a 10 minutos e além disso desenvolver o *Standard Work* no que diz respeito às tarefas de mudança de ferramentas.

As reduções no tempo de *setup* alcançadas através do *SMED* devem-se a um poderoso domínio de melhorias que têm como objetivo não perder tempo nenhum na execução do *setup*. As vantagens desta flexibilidade são enormes e as suas implicações na redução do tamanho do lote são das contribuições mais importantes na criação de fluxo *pull*.

Não executar *setup*, ou não perder tempo no mesmo, é sempre o principal objetivo na projeção de uma determinada linha. Se tal puder ser obtido, uma sequência de diferentes produtos poderá fluir ao longo da mesma. Esta situação verifica-se em modernas linhas de montagem de veículos, onde é possível observar diferentes modelos a circularem pela linha, uns atrás dos outros. Se não for possível evitar o tempo *setup*, então o objetivo será despender o mínimo tempo possível no mesmo. Esta situação é a mais usual nos processos da maioria

das empresas uma vez que é extremamente difícil conseguir obter linhas que não precisem de tempo para troca de ferramentas ou mudança de parâmetros. Assim, a solução passa por reduzir esse tempo ao valor mínimo possível através, por exemplo, da uniformização de ferramentas e um aperfeiçoamento do *standard work* no que toca a *setup(s)*. (Coimbra 2009)

A redução do tempo de *setup* passa por transformar as atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo para poderem ser realizadas antes da troca de ferramenta. Segundo a literatura existente, o *setup* interno refere-se ao conjunto de tarefas que só podem ser executadas quando a máquina está parada e o *setup* externo corresponde ao conjunto de tarefas que podem ser realizadas enquanto a máquina está a funcionar. (Lander 2007)

Assim, o objetivo passa por analisar pormenorizadamente todo o processo de *setup*, caracterizando todas as atividades em internas ou externas e, posteriormente tentar transformar as atividades internas em externas. Através destas alterações será possível preparar o *setup* da próxima referência durante a produção da anterior e reduzir bastante o tempo necessário para a troca de ferramentas (dado pelo *setup* interno).

Os “5S”

“ (...) referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições operacionais dos locais de trabalho.” (Pinto 2009)

Estas cinco práticas dizem respeito a cinco palavras que em japonês começam todas pela letra S, daí o seu nome. O primeiro S refere-se a *Seiri* que significa organizar o posto de trabalho separando o útil do inútil, identificando e eliminando o desnecessário.

O segundo S, *Seiton*, significa arrumar o posto de trabalho estabelecendo um local para cada coisa de forma a facilitar o acesso à mesma por parte de todos os que utilizam esse posto.

O terceiro S, *Seiso*, implementa a limpeza sistemática do posto de trabalho.

O quarto S, *Seiktsu*, utiliza a gestão visual para normalizar a utilização do posto de trabalho.

O quinto S, *Shitsuke*, promove a autodisciplina, tendo como principal objetivo “fazer bem à primeira” implementando todas as ações necessárias para atingir esse fim.

Atualmente, as empresas também adicionam um novo S, segurança, que está intrínseco em qualquer um dos outros.

Através destas práticas é possível criar um ambiente de trabalho mais organizado e limpo, originando uma redução do desperdício e aumentando desta forma a produtividade de cada posto.

2.4 Atividades de Reengenharia

“Using process reengineering means to radically rethink a manufacturing process that has existed for many years to reduce costs and improve efficiency and effectiveness.” (Lyu 1996)

Tal como referido na citação anterior, a reengenharia pressupõe a implementação de mudanças radicais nos processos de trabalho que permitam melhorá-los, de forma drástica mas eficaz, em vários aspetos tais como: custos, serviços, qualidade, entre outros. Todas as alterações implementadas têm como principal objetivo ampliar a eficiência e eficácia dos processos produtivos e a interação que deve assegurar fluxo de materiais e/ou informação.

As metodologias *Kaizen* e *Hoshin* são consideradas atividades de reengenharia na medida em que preveem alterações quase imediatas após uma análise exaustiva dos processos produtivos/serviços, tendo como objetivos a criação de valor e a eliminação do desperdício.

Kaizen

“Today’s volatile and highly diversified market demands are creating more and more competitive environments where only agile, flexible, cost efficient and high quality producers, that is world-class manufactures, can survive. More and more emphasis is put on simultaneously enhancing the cost leadership, flexibility, dependability as well as quality so as to adapt to this fast changing new environment.” (Boo-Ho Rho 1998)

Tendo em consideração a citação anterior pode constatar-se que vivemos numa sociedade altamente competitiva onde já não basta ser-se altamente qualificado para alcançar uma posição de líder no mercado. Já não basta ser-se novidade ou possuir a mais evoluída das tecnologias, atualmente é necessário ser-se capaz de introduzir no mercado produtos diferenciados com valor reconhecido e cujo prazo de entrega se adapte às necessidades e exigências dos clientes. Estes fatores estão muito ligados ao departamento produtivo das empresas e, como tal, a estratégia passa por otimizar a capacidade produtiva das mesmas tendo como meta principal a eliminação imediata do desperdício.

Para alcançar essa capacidade produtiva de excelência muitas empresas estão a implementar metodologias *Kaizen*. Este conceito significa *“change for the better”* (Coimbra 2009), ou seja, mudar para melhor. Através da implementação de ferramentas *Kaizen* pretende-se eliminar o desperdício existente no processo produtivo com o mínimo investimento, envolvendo todos os colaboradores da empresa, desde a gestão de topo até aos operários. A associação deste conceito ao *Lean* é inevitável uma vez que os mesmos caminham paralelamente. Segundo um diretor da Toyota, *“... a diferença é que o Kaizen é o processo e o Lean é o resultado. Com o Kaizen envolvemos as pessoas, estabelecemos os objectivos de melhoria e vamos para o Gemba (lugar onde o valor é acrescentado) para procurar novas ideias e para as implementar na hora. O resultado, podemos chamá-lo de Lean, pois no final temos mais produtividade, mais qualidade, menos stocks e mais motivação dos nossos empregados.”* (Coimbra 2009), Assim sendo, qualquer organização que acredite e implemente estas filosofias tem como principal objetivo a eliminação de desperdício e consequentemente a criação de valor, que se traduz em simplificação dos processos, qualidade dos produtos, aumento de produtividade, redução de *stocks* e criação de fluxo.

Pode dizer-se que “*Kaizen* é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, aglutinando-as de maneira harmoniosa para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece” (Masaaki Imai). Numa análise geral, os quatro pilares que apoiam esta metodologia são os seguintes:

- **TPM (*Total Productive Maintenance*):** Metodologias que otimizam a utilização das máquinas e equipamentos promovendo uma melhor eficiência e fiabilidade;
- **TQC (*Total Quality Control*):** Metodologias que visam a melhoria da qualidade com redução de custos.
- **TFM (*Total Flow Management*):** Metodologias e conceitos que promovem o fluxo dos processos, otimizando a transferência de material e/ou informação com redução do *lead time* e aumento da produtividade.
- **TSM (*Total Service Management*):** Metodologias que incidem na melhoria dos serviços tendo em conta a simplificação e análise de procedimentos.

Finalmente interessa referir que o conceito de melhoria contínua tem cada vez mais importância uma vez que, hoje em dia, é o mercado que determina o preço dos produtos. Sendo o mercado altamente competitivo, onde as empresas combatem pelos preços baixos, é crucial valorizar este conceito e implementá-lo adequadamente em todas as empresas.

“O processo é impossível sem a capacidade de admitir erros”. (Torres)

Hoshin Kanri

“Os termos *Hoshin Kanri* podem significar várias coisas para uma organização. Podem ser usados como método de planeamento estratégico e uma ferramenta para gerir projetos complexos; podem ser usados como sistema de qualidade orientado pela “voz do cliente”; ou ainda como um sistema de negócios operacional que garante a obtenção do lucro de forma sustentável.” (Pinto 2009)

É importante conhecer o significado desta expressão para melhor compreender a sua utilização. Assim, segundo (Ely 2008), *Hoshin* significa direção e *Kanri* significa gestão, ou seja, a expressão pretende representar o percurso que é necessário definir e realizar para que a empresa alcance a posição pretendida no mercado.

“According to quality advocates, many Japanese firms follow a “top-down” strategic quality implementation approach known as hoshin kanri, a term roughly translated as policy deployment (King, 1989; Akao, 1991; Kano, 1993). In the hoshin kanri approach, top management first develops strategic quality improvement priorities for the firm, with progressively more detailed strategic action plans at each organizational level. Middle management negotiates with senior management regarding the goals to be used in assessing implementation progress, develops the specific improvement projects to achieve the agreed upon goals, and negotiates with implementation teams regarding specific project-level timetables, milestones, and performance measures. An ensuing senior management review process assesses implementation team progress and strategic results.” (Larcker 1997)

Segundo este conceito pretende-se fazer uma análise detalhada de todas as atividades da empresa para melhorar sempre que seja possível. Neste projeto, esta metodologia foi usada essencialmente para analisar as linhas de montagem de forma a tentar reduzir/eliminar o desperdício existente e a recalculer o *takt time* (que será explicado no capítulo 3) e o número de trabalhadores, se necessário. Posto isto, torna-se essencial explicar o processo de análise aplicado na empresa.

Para verificar se as linhas operam de forma a satisfazerem as necessidades do cliente é necessário calcular a quantidade de trabalho que cada uma é capaz de realizar, em cada posto, e dessa forma verificar se há a necessidade de recalculer o *takt time* ou o número de trabalhadores.

Utilizando o ficheiro *Hoshin_Times* existente na empresa, através da medição de tempos, que se explicará de seguida, é possível identificar a quantidade de trabalho existente na linha assim como a variabilidade da mesma. Com estes dados é possível fazer pequenas e rápidas alterações para aumentar a produtividade e/ou reduzir desperdício na linha.

Para que estas melhorias possam acontecer torna-se essencial aplicar alguns critérios que facilitem a implementação desta prática. Seguem-se alguns dos mais importantes relativos ao conceito referido:

- Trabalha-se peça-a-peça (*one pice flow*) ao ritmo do cliente (*takt time*);
- Cada operador sabe exatamente o que tem de fazer;
- A implementação do método proporciona flexibilidade no número de trabalhadores alocados sem que se perca produtividade;
- A variabilidade dos tempos não deve ser superior a 20%.

Este método é também utilizado para medir o valor real da capacidade produtiva da linha e comparar com o existente no Orçamento Geral da empresa. Há situações em que o Orçamento não está atualizado e portanto é necessário redefinir a meta para ser um dado alcançável.

De uma forma resumida, o conceito pode ser exemplificado como mostra a Figura 6.

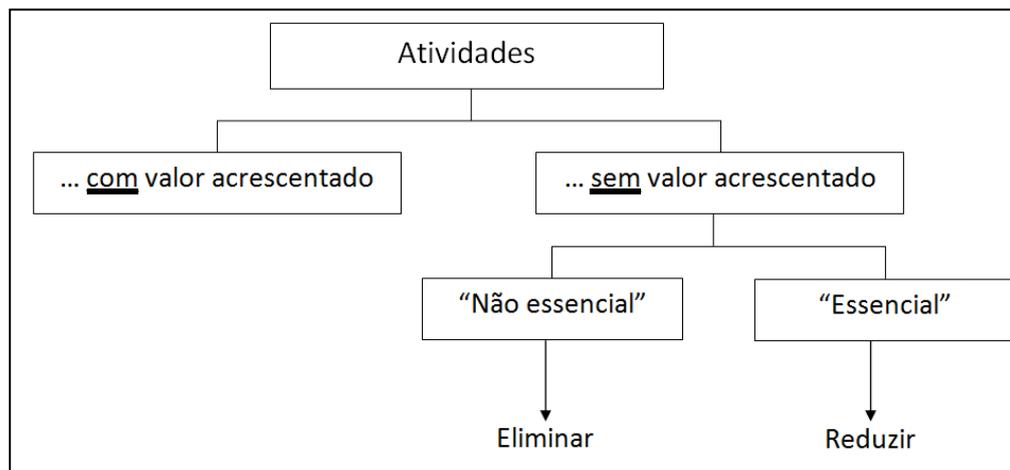


Figura 6: Diagrama explicativo do modelo *Hoshin Kanri*

Finalmente resta referir que a implementação do método *Hoshin Karin* é essencial no setor automóvel uma vez que este é altamente competitivo, onde qualquer ganho no processo produtivo é vital para alcançar a liderança no mercado de trabalho.

2.5 Análise de tempos e métodos

Para realizar este tipo de análise é necessário medir os tempos de cada tarefa, com o auxílio de um cronómetro. Esta técnica foi originalmente desenvolvida por *Taylor* e é essencialmente usada para medir tarefas breves e repetitivas.

Para iniciar esta análise é necessário:

- Fazer um levantamento da informação relevante;
- Dividir o trabalho em elementos;
- Cronometrar e registar os tempos;
- Avaliar o ritmo do operador;
- Considerar as concessões permitidas para que no final seja possível calcular o tempo padrão.

“O tempo padrão caracteriza-se por ser o tempo necessário à realização de um dado trabalho, por um trabalhador qualificado, trabalhando ao ritmo normal segundo um método previamente estabelecido e sob condições normais de trabalho”. (Silva 2010)

Para efetuar o estudo, o analista tem que escolher um operador que esteja treinado para as tarefas a medir, que utilize o método adequado e cujo desempenho seja médio. De seguida, analisa o método utilizado identificando as operações envolvidas. Finalmente, mede os tempos de produção de cada peça, identificando um momento que seja fácil de observar (por exemplo, momento em que se escute um som) para que seja possível medir o tempo de execução de cada peça, em cada posto de trabalho. O estudo termina com o somatório dos tempos de cada tarefa. Com este resultado é possível determinar a produção por hora homem (PPH) que se verifica na linha.

A parte inicial do projeto caracterizou-se pela aplicação deste método ao longo das linhas de montagem existentes na fábrica da Maia. Após a medição dos tempos para várias referências identificaram-se aquelas cuja diferença entre os valores do PPH calculados e os existentes no Orçamento Geral fossem superiores. Esta diferença significa que a linha não está a produzir à sua capacidade máxima e portanto é necessário analisá-la e verificar onde está o desperdício.

3. Indicadores

3.1 OEE - Eficiência Global

A competitividade depende essencialmente da eficácia e eficiência dos processos, por isso as empresas esforçam-se por otimizá-los melhorando a sua produtividade. Isto é possível eliminando as perdas de produção de forma a entregar ao mercado produtos atempadamente e ao mínimo custo. Este contexto conduziu à necessidade de definir um sistema rigoroso de medição da produtividade onde fossem identificados os fatores chave que condicionam o resultado a medir.

Para responder a esta necessidade, *Nakajima* (1988) lançou o conceito de TPM (*total productive maintenance*, ou seja, manutenção produtiva total) no qual criou o indicador designado por OEE (*overall equipment effectiveness*, eficiência global) que mede o desempenho global de um equipamento numa fábrica. “*OEE is defined as a measure of total equipment performance, that is, the degree to which the equipment is doing what it is supposed to do.*” (Pintelon 2008) Este indicador identifica e mede as perdas de disponibilidade, velocidade e conformidade tendo como objetivo melhorar a eficácia do equipamento e conseqüentemente a sua produtividade.

Entre as perdas de disponibilidade podem identificar-se as perdas por falha do equipamento e as relacionadas com o tempo de *setup(s)*. Relativamente às perdas de velocidade identificam-se as relacionadas com paragens não previstas e esperas. As perdas de conformidade relacionam-se com a quantidade de peças defeituosas produzidas.

Para calcular do *OEE* é necessário saber qual é o tempo disponível para produzir. Ao tempo total de um período de trabalho é necessário retirar as pausas previstas e obrigatórias como as refeições, limpeza e tempo utilizado para *setup(s)* planeados, obtendo-se o tempo efetivo de produção. Se ocorrerem paragens por avaria verificam-se perdas de disponibilidade (D) e o índice a considerar pode ser calculado através da divisão do tempo disponível de produção (sem essas perdas de disponibilidade) pelo tempo efetivo. Ao longo da produção podem verificar-se perdas de velocidade bem como micro-paragens que devem ser tidas em consideração. Consideram-se as perdas de velocidade (V) e para o cálculo do respetivo índice basta dividir o tempo real de produção (sem essas perdas) pelo tempo disponível de produção. Finalmente, apesar de existirem todas as condições necessárias à produção de determinado produto, é provável que se encontrem produtos defeituosos os quais devem ser excluídos pois nunca poderão, ou deverão, ser entregues ao cliente. Desta forma ao lote de produção deve retirar-se o lote de peças defeituosas, calculando deste modo o índice de conformidade (C) obtido. A fórmula (1) utilizada para calcular o OEE é a seguinte:

$$(1) OEE = D \times V \times C$$

Após a retirada de todas as perdas existentes no processo produtivo encontra-se por fim o tempo de produção que apresenta valor acrescentado, ou seja, o tempo realmente utilizado no fabrico de peças cujas condições são as requeridas e exigidas pelo cliente.

3.2 Tempo de Ciclo

“A uniformização do trabalho é um dos aspetos mais importantes da filosofia *lean thinking*. Uniformizar ou normalizar significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas. (...) Ao uniformizar (processos, materiais e equipamentos) a empresa está a contribuir para a redução dos desvios (variação ou oscilação dos processos) e a garantir consistência das operações, produtos e serviços.” (Pinto 2009)

Este **trabalho *standard***, é composto por três elementos básicos:

- Sequência de produção que é essencial pois através da mesma estabelece-se uma ordem pela qual se devem efetuar as diversas operações de forma a otimizar a execução das tarefas;
- Nível *WIP* (*work in process*) é importante porque através do mesmo é possível ter a noção da quantidade máxima de *stock* que flui através das diversas operações, quando o processo se encontra a decorrer sem nenhuma variabilidade assinalada;
- O tempo de ciclo (*cycle time*) definido como o tempo necessário para que o *input* do processo se transforme em *output* numa sequência de tarefas que se designa por ciclo do processo.

Nesta secção interessa dar ênfase ao tempo de ciclo para que se possa entender melhor o conceito utilizado ao longo deste projeto. Assim sendo, “o tempo de ciclo corresponde ao tempo entre peças sucessivas (ou clientes) e é condicionado pela estação (ou operação) mais lenta ou crítica. Esta estação é designada por estrangulamento ou gargalo. O estrangulamento (*bottleneck*) dita o ritmo da linha (ou processo), governa o *output* da mesma e define o volume dos *stocks* intermédios. É também atribuída ao estrangulamento a determinação da capacidade do processo.” (Pinto 2009)

Conclui-se então que para obter um maior *output* deve analisar-se o gargalo da linha e tentar diminuir o tempo despendido nessa estação. Tal pode acontecer através da redução do número de tarefas executadas nesse posto ou pela introdução de uma outra pessoa para ajudar.

Para clarificar definitivamente este conceito é importante distingui-lo do *lead time*. Este último é o tempo total da sequência (desde que o produto entra até que sai) enquanto que, por outro lado, o tempo de ciclo é definido pela operação mais demorada na linha de fabrico, e portanto não depende do *lead time*.

3.3 *Takt Time*

O conceito é de origem japonesa mas a palavra “*takt*” é alemã e refere-se ao compasso de uma composição musical, é o ritmo estabelecido pela batuta com que um maestro conduz a sua orquestra. É um conceito central do pensamento *lean*, que deve ser referência na determinação da capacidade para responder aos pedidos dos clientes no sistema *pull*. (Pinto 2009)

$$(2) \text{ Takt Time} = \text{Tempo disponível} \div \text{Pedido do cliente}$$

Takt time é “o tempo determinado pelo pedido do cliente, refletindo o ritmo imposto ao fluxo de trabalho por esse pedido. Para calculá-lo, (...) basta dividir o número de horas de trabalho diárias pelo total de unidades requeridas para um dia, descontando os intervalos para reuniões, almoços, etc.”. (Pinto 2009)

Através da fórmula (2) é fácil perceber que se a procura aumenta o *takt time* tem que diminuir, ou seja, requer um menor tempo entre peças consecutivas para que seja possível satisfazer as necessidades do cliente. O inverso também se verifica. Conclui-se então que a “empresa necessita de introduzir flexibilidade nos seus processos e recursos, caso contrário, o *takt time* não passará de um conceito”. (Pinto 2009)

“Producing according to takt time puts customer requirements out in front of everyone all the time.” (Lander 2007)

3.4 PPH – Peças por Hora por Homem

“Improving quality and productivity to gain a competitive advantage has always been a major issue for most manufacturing industry leaders.” (Lyu 1996)

O PPH é o indicador utilizado para medir a capacidade produtiva das linhas de montagem. Através deste indicador é possível saber qual é o volume de produção que se consegue atingir num determinado intervalo de tempo, tendo em conta as peças produzidas por cada trabalhador por hora. Este indicador é importante uma vez que através do mesmo é possível saber se determinada linha está a produzir de acordo com a sua capacidade e caso tal situação não se verifique, significa que existem ineficiências na linha que terão que ser detetadas e eliminadas.

Para calcular este indicador basta ter acesso aos tempos de execução de cada peça em cada posto de trabalho. Através do cálculo do valor médio dos mesmos é possível determinar o tempo necessário para a execução de uma peça. Dessa forma, para saber o número de peças que podem ser produzidas por hora basta dividir 3600 pelos segundos necessários à execução da peça. Finalmente, dividindo pelo número de operadores da linha obtém-se o PPH (peças por hora por homem).

O acompanhamento deste indicador permite obter informação importante sobre a situação atual de cada posto de trabalho e desta forma tomar medidas imediatas para melhorar a produtividade dos mesmos. Trabalhadores inexperientes, máquinas ineficientes e ferramentas inadequadas são alguns dos fatores que têm influência na variação do valor do PPH.

4. Apresentação do problema

4.1 Medição de Tempos e Métodos

A primeira etapa deste projeto centrou-se na medição das produtividades da maioria das linhas de montagem existentes na fábrica da Maia, nas primeiras três semanas do mesmo. Foi aplicado o método de Análise de Tempos e Métodos para que fosse possível determinar a capacidade de trabalho de cada posto, em cada linha, e desta forma identificar o PPH das mesmas. Com esta metodologia foi também possível identificar os postos gargalo das linhas medidas e também averiguar se os objetivos existentes no Orçamento Geral da empresa eram compatíveis com a realidade das mesmas.

Existem alguns *softwares* de simulação como é o caso do *ProModel*, “*It is used to plan, design and improve new or existing manufacturing, logistics and other tactical and operational systems. It empowers you to accurately replicate complex real-world processes with their inherent variability and interdependencies, to conduct predictive performance analysis on potential changes, and then to optimize the system based on your key performance indicators.*” (Corporation 2012) Através do mesmo e a partir da modelagem da situação real é possível identificar as restrições de capacidade em processos produtivos e desta forma aproximá-los da situação ideal.

No entanto, o ficheiro utilizado foi o “*Times_Hoshin*”, disponível na empresa, que permite analisar a situação real das linhas de montagem. Através da introdução dos dados referentes aos tempos medidos em cada posto de trabalho este programa faz uma análise gráfica, determinando, entre outros indicadores, o equilíbrio e a variabilidade da linha, o PPH e o posto gargalo. O exemplo demonstrado, no Anexo A, será o caso da linha *Kiekert B299 Interiores* (esta linha e a *Kiekert B299 Exteriores* produzem cabos para o mesmo cliente mas para aplicações diferentes).

Dimensionar adequadamente a capacidade produtiva de uma empresa torna-se essencial para que seja possível cumprir com os seus objetivos e os dos clientes. Pode dizer-se que o controlo da capacidade é tão importante quanto o planeamento da produção uma vez que envolve as entradas e saídas da produção, permitindo o cumprimento das ordens. É necessário ter a informação sobre a capacidade produtiva real das linhas para que se possa desenvolver um sistema de planeamento realista e, acima de tudo, eficaz.

O que se pretendia com esta análise era a determinação das tarefas realizadas em cada posto, a sua caracterização quanto ao facto de acrescentarem, ou não, valor ao produto e seguidamente eliminar aquelas que fossem consideradas desperdício.

Nesta fase do projeto, o objetivo principal não era a realização de ações de melhoria que otimizassem os processos produtivos mas sim a medição da produtividade das linhas para que fosse possível identificar as quatro mais críticas e dessa forma selecionar a primeira linha onde seriam implementadas ações de melhoria *Lean/Kaizen*.

Após a análise, a primeira linha selecionada para ser alvo de estudo exaustivo e aplicações de melhoria foi a *Kiekert B299 Exteriores* uma vez que nos dados recolhidos apresentava valores de PPH real inferiores ao do Orçamento Geral. Além disso, esta linha já tinha sido medida

anteriormente por um elemento do departamento de Melhoria Contínua da empresa e estava caracterizada como uma linha que necessitava de ações de melhoria. Os dados relativos a essa medição apresentam-se no capítulo 5 com o objetivo de compará-los com os resultados obtidos após a implementação das ações.

Para terminar esta secção falta apresentar as restantes linhas críticas que, infelizmente, devido ao atraso na implementação das ações na primeira, não foram objeto de análise exaustiva nem de implementação de ações de melhoria durante o presente projeto.

Tabela 2: Restantes linhas críticas selecionadas para a implementação de ações de melhoria

Centro de Trabalho	Linha	Nº Operários	PPH				Diferença
			Medido	Orçamento	BPCS	Linha	
240322	<i>Kiekert A9 int</i>	5	148,0	158,0	158,0	73,2	-10
240413	<i>Kiekert B299 int</i>	5	139,9	160,0	160,0	90,2	-20
240408	<i>GM Auto 2</i>	4	150,2	167,0	167,0	78,1	-17

O valor do PPH Medido refere-se ao valor dado pelo ficheiro da Empresa utilizado tendo como base os valores introduzidos referentes à medição de tempos de cada posto de trabalho com a utilização de um cronómetro. O PPH Orçamento refere-se ao existente no Orçamento Geral da Empresa, meta produtiva para que não surjam problemas de entrega ao cliente. O valor do PPH BPCS (base de dados da Empresa que permite consultar tudo o que está relacionado com a mesma, clientes, fornecedores, produção, etc.), neste caso é igual ao do Orçamento, como é suposto, mas este levantamento foi feito também para averiguar se os dados estavam a ser bem introduzidos no *software*. Em algumas linhas verificou-se que os valores entre ambos diferiam. Finalmente o PPH Linha refere-se ao quociente entre o máximo de produção por hora, detetado no turno de estudo, e o número de operadores.

Tal como se pode ver na coluna “Diferença” é possível constatar que há uma diferença significativa entre os valores do PPH Medido e o do Orçamento. Para ter uma melhor noção sobre a perda referente a esta diferença, deve-se considerar uma eficiência de linha de 95% e uma perda de ritmo de 5%, associado ao valor do PPH Medido, para que seja possível comparar com o objetivo e, desta forma, ver a percentagem produtiva que se está realmente a perder.

Realizados os cálculos (ver Anexo B), verifica-se uma perda média de 19% para as linhas apresentadas. Este valor é significativo uma vez que estamos a falar de uma perda de produção em cada hora, e como tal, a sua implicação mensal é preocupante. Utilizando a linha *Kiekert A9 interiores* como exemplo, chegou-se à conclusão de que a perda produtiva mensal é de, aproximadamente, 53 340 cabos (ver Anexo B). Este valor é inquietante na medida em que as linhas são dimensionadas para produzir a quantidade necessária à satisfação do cliente, através do cálculo do *takt time*, e uma perda deste tipo pode pôr em causa o cumprimento dos prazos de entrega. Facto que num mercado altamente competitivo, como o automóvel, pode levar à perda do cliente.

4.2 Linha *Kiekert B299 Exteriores*

Situação Inicial

A linha *Kiekert B299 Exteriores* é constituída por três postos de trabalho sendo que no primeiro se introduz o subconjunto de cabo no subconjunto de espiral com posterior corte de cabo na máquina. No segundo, realiza-se a injeção de *zamak* para formar o segundo terminal do subconjunto de cabo. Finalmente, no último posto faz-se a termogração do código do produto e o teste de esforço à tração, ambos realizados em máquina específica. Finalmente procede-se à embalagem do produto acabado realizada pela operadora do terceiro posto. O produto final é um Cabo de Porta Fiesta B479.

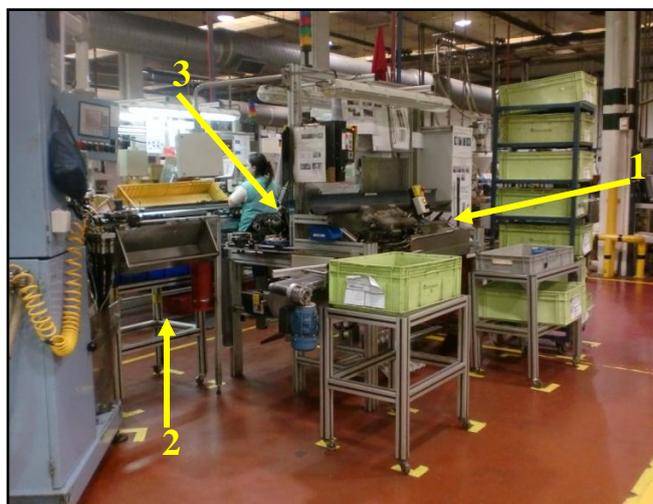


Figura 7: Linha *Kiekert B299 Exteriores*

Nesta linha são produzidas três referências designadas por 121911859C01A00, 121911860C01A00 e 121911861C01A00. Para que seja possível analisar a linha é necessário averiguar qual a referência representativa. Entende-se por referência representativa aquela que é consumida em maiores quantidades pelo cliente e portanto é a que requer uma maior eficácia da linha. Através da análise da Tabela 3 é possível identificar a referência 121911859C01A00 como sendo a representativa para a linha *Kiekert B299 Exteriores*.

Tabela 3: Referência representativa da linha *Kiekert B299 Exteriores*

Referência	Quantidade									Proporção
	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Total Ref.	
121911859C01A00	19920	19200	12800	19200	6400	19200	12800	19200	128720	0,49
121911860C01A00	0	4720	0	6400	6400	0	6400	6400	30320	0,12
121911861C01A00	6140	13600	13600	13600	9000	21600	13600	11600	102740	0,39
Total Centro Trab.	26060	37520	26400	39200	21800	40800	32800	37200	261780	1

Para determinar a referência representativa analisou-se a proporção do pedido semanal do cliente de cada referência face ao pedido total. Tal como se verifica na tabela, quase 50% dos pedidos são feitos para a referência 859.

Através desta análise foi também possível determinar o *takt time* para a referência em questão. Para o fazer é necessário retirar os tempos perdidos em paragens programadas, e esperadas, ao tempo total disponível para averiguar qual o ritmo do fluxo de produção necessário ao cumprimento do pedido do cliente.



Figura 8: Cabos referência 859

A Tabela 4 apresenta os dados necessários para o cálculo do *takt time*.

Tabela 4: Dados necessários ao cálculo do tempo *takt*

Tempo disponível		
Tempo Total/ Turno	480	Min
Turnos/ Dia	3	Turnos
Dias úteis/Semana	5	Dias
Nº setups/semana	3	<i>setups</i>
Paragens Programadas/Turno		
Lanche	15	Min
Limpeza/ 5S	5	Min
Reuniões	5	Min
Total	25	Min
Paragens esperadas/Semana		
SMED	75	Min
TPM	30	Min
Total	105	Min
Resultado		
Tempo Utilização*	403200	Seg.
Necessidades/Semana	45000	Cabos (no máximo)
Takt Time	8,96	Seg.

$$*\text{Tempo utilização} = (480 \times 3 \times 5 \times 60) - \left(((25 \times 3 \times 5) + 105) \times 60 \right)$$

O valor das paragens esperadas é sem dúvida um valor aproximado dado que o mesmo é variável de dia para dia consoante o tempo despendido em *setup(s)* e em avarias. Para o minimizar é necessária a implementação prática dos conceitos *SMED* e *TPM* no sentido de concretizar uma mudança rápida e fácil de qualquer tipo de molde ou ferramenta, e de criar uma ideia de propriedade e manutenção autónoma das equipas de produção, em todos os colaboradores.

Para que a Empresa consiga satisfazer as necessidades do cliente é necessário que o fluxo de produção tenha um ritmo de 8,96 segundos. Estes cálculos foram realizados para o pedido máximo de 45.000 unidades, limite obtido no histórico de pedidos do cliente.

Encontrada a referência representativa foi necessário observar a situação atual da linha. Para tal, aplicou-se a Análise de Tempos de Métodos com o objetivo de encontrar o PPH da linha. No Orçamento Geral da empresa verificou-se que o PPH objetivo era de 160 peças/hora/homem, contudo após a análise referida neste mesmo parágrafo, o PPH real era 114 peças/hora/homem, encontrando-se abaixo do ideal, já considerando uma eficiência de 95% e perda de ritmo de 5%. O Anexo C representa a situação inicial da linha tendo como base a informação retirada do ficheiro de análise *Kaizen* existente na empresa. Através da análise do mesmo verifica-se que o posto gargalo desta linha é, sem dúvida, o terceiro e portanto as ações de melhoria incidiram essencialmente sobre este para diminuir o seu tempo, tendo sempre em consideração a variabilidade dos restantes.

Como se pode constatar pela análise do anexo referido outros indicadores foram apurados. No entanto, estes serão apresentados no capítulo 5 com o objetivo de fazer uma análise comparativa entre as duas situações, antes e depois da implementação das ações de melhoria.

Apresentada a linha e caracterizada a situação atual é possível fazer uma listagem dos problemas existentes na mesma, seguida das ações de melhoria propostas. Estes documentos apresentam-se nos Anexos C e D, respetivamente.

Árvore de problemas

Após a medição dos tempos de cada tarefa procedeu-se à análise da realidade da linha. Para tal, realizou-se uma reunião onde foram apresentados, a todos os elementos da equipa multidisciplinar que iria fazer parte da ação de melhoria nessa linha, os dados referidos e o objetivo que se pretendia atingir, um PPH=160peças/hora/homem. Após observação do estado da linha por parte de todos os elementos da equipa, identificaram-se alguns problemas que estão sistematizados na Figura 9.

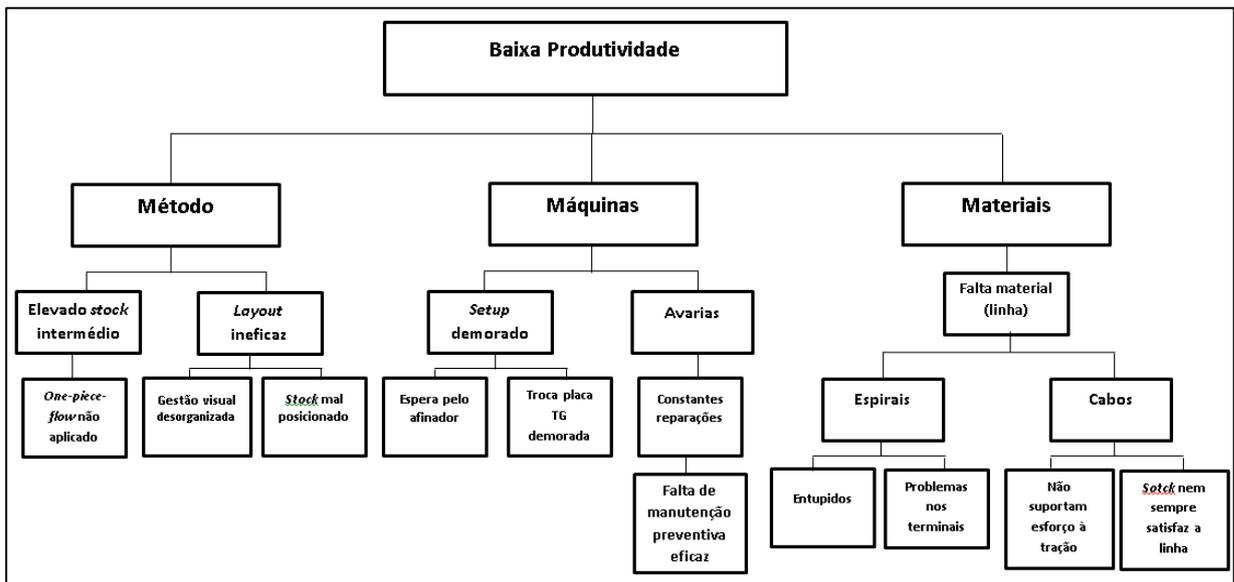


Figura 9: Árvore de Problemas da *Kiekert B299 Exteriores*

Da análise dos problemas existentes resultaram algumas medidas para aumentar a produtividade da linha. A Tabela 5 resume as principais. Nesta tabela apenas se apresentam os macroproblemas com as respetivas ações, contudo a lista de todas as ações será apresentada no Anexo D, retirada do ficheiro da empresa “Relatório_Kaizen” utilizado para a analisar os resultados da linha em questão.

Tabela 5:Quadro de Medidas para a linha *Kiekert B299 Exteriores*

	Elevado <i>stock</i> intermédio	<i>Layout</i> Ineficaz	<i>Setup</i> demorado	Avarias	Falta de Material
Validar Fichas de Posto	2		1		
Aproximar postos 2 e 3	1				
Manutenção Preventiva				2	
Gestão Visual		1		2	2
Sistema Andon			1	1	1
Modificação da placa de termogravação			1		
Análise da sequenciação das linhas de montagem			2	2	1

Atribuição de prioridades:

1. Fundamental para a resolução do problema
2. Facilitador da implementação da solução

Esta metodologia teve como base o livro “Metodologia da Árvore de Problemas” (Rui Pena 2000)

Uma vez que uma das principais causas da variabilidade/instabilidade existente na linha *Kiekert B299 Exteriores* era a falta de material (proveniente do módulo de injeção de plástico) e como as alterações na mesma estavam a ser demasiado morosas (devido ao elevado tempo de espera por colaboradores disponíveis para fazerem todas as alterações necessárias), o projeto foi direcionado para a secção de fabrico designada por Injeção de Plástico, pertencente ao módulo 9, para tentar encontrar a causa desta deficiência no que toca a alimentação das linhas ou, pelo menos, fazer o levantamento dos problemas existentes neste módulo e sugerir possíveis soluções.

4.3 Injeção de Plástico

A intervenção iniciou-se com a análise diária (para os meses de março, abril e maio) de todos os diários de bordo existentes neste módulo referentes às 9 máquinas que constituem o sistema de injeção de plástico. Os diários de bordo (DB) são documentos existentes na empresa utilizados pelos operadores para documentar todas as intervenções ocorridas durante o seu turno e respetivos motivos, bem como o volume de produção efetuado em cada hora de trabalho.

No Anexo F, apresenta-se como exemplo a análise feita para o mês de março. Através da recolha dos dados de todas as paragens fez-se uma análise *Pareto* para determinar quais os principais motivos responsáveis pelas mesmas.

“In 1950, Joseph M. Juran rephrased the theories of Italian economist Vilfredo Pareto (1848-1923) as the Pareto principle, often referred to as the 80-20 rule. The rule postulates that in any series of variables (problems or errors), a small number will account for most of the effect (for example, 80% of customer complaints come from

20% of customers, or 80% of a company’s profit comes from 20% of products made). Juran referred to the “vital few” versus the “useful many.” (James J. Rooney 2009)

Tal como se pode verificar no Anexo F, as três causas com mais impacto no total de paragens são: a falta de material, as avarias e os tempos de *setup* elevados. Estas repetem-se também para os meses de abril e maio. Identificadas as causas principais optou-se por começar por analisar o processo de *setup* para entender o porquê de ser um processo tão demorado. Relativamente às avarias e à falta de material, estas já estavam a ser analisadas pelo chefe de módulo e portanto o que será referido neste documento serão apenas sugestões de melhoria dos procedimentos atualmente realizados na empresa.

Acompanhamento de *setup(s)*

De forma a entender o processo de *setup* desenvolvido na empresa, no módulo em questão, procedeu-se ao acompanhamento do mesmo para que fosse possível fazer a separação entre atividades referentes ao *setup* interno e as referentes ao *setup* externo e, simultaneamente, verificar o tempo utilizado em cada uma. No Anexo G é possível observar o exemplo referente à máquina 6. Os tempos sombreados a cor de laranja correspondem às atividades mais demoradas, e as atividades sombreadas a verde constituem o objeto de estudo desta fase do projeto.

Através da aplicação de práticas de Gestão Visual os tempos despendidos nestas atividades podem ser reduzidos.



Figura 10: Máquina 6

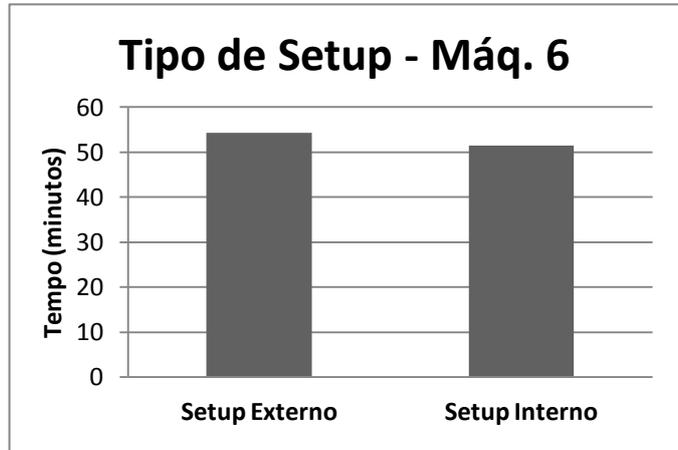


Gráfico 2: Tipo de Setup da máquina 6

O Gráfico 2 ilustra o tempo gasto em atividades de *setup* externo e interno, respetivamente. Tal como se pode constatar estes encontram-se bastante próximos o que comprova que ainda há um longo caminho a percorrer no que toca à passagem de atividades referentes ao *setup* interno para atividades que sejam classificadas como externas. Esta passagem é vantajosa pois permite um tempo de paragem de máquina, durante o *setup*, muito inferior ao atualmente verificado (dado pelo tempo de *setup* interno).

Armazém dos moldes de injeção de plástico

De forma a tentar alcançar esse objetivo o primeiro passo passou pela tentativa de redução do tempo despendido na colocação e troca de moldes no armazém dos mesmos. Esta operação mostrou-se muito crítica em variadas observações realizadas uma vez que o operador ao chegar ao armazém, para proceder à troca de moldes, por vezes não tinha espaço para colocar o que saía da máquina nem sabia onde estava colocado o molde que iria entrar. Tal como se pode observar na Figura 11 existem caixas verdes à frente dos suportes dos moldes que impedem o alcance do empilhador aos mesmos. Imagens relevantes serão apresentadas ao longo do documento, ou em anexo, para ilustrar a situação atual.



Figura 11: Armazém dos moldes

Para que fosse possível definir propostas de solução foi necessário fazer, inicialmente, um levantamento de todos os moldes existentes na fábrica estimando o espaço necessário à sua alocação. Depois de verificar se esse espaço existia a solução passava por averiguar a frequência de utilização de cada molde para que fosse possível agrupá-los consoante o tipo de série (grande, média, pequena e moldes novos). Ao fazer esta divisão e determinando uma zona para cada série dentro do armazém, seria mais fácil para o operador saber onde se encontrava cada molde consoante a série a que o mesmo pertencia. Finalmente, para tornar esta procura ainda mais eficaz pensou-se na definição de um espaço único para cada molde. Esse espaço seria identificado e, dessa forma, quando o operador chegasse ao armazém bastava-lhe olhar para as etiquetas colocadas na parede para saber onde se encontrava cada molde. Assim, assegurava-se sempre a existência de um espaço livre para colocar o molde que saísse da máquina pois cada um teria o seu lugar pré-definido. Para completar, seria necessário construir e afixar uma tabela, onde estivessem referidos todos os moldes existentes bem como as suas posições no armazém para facilitar a sua pesquisa caso o operador fosse inexperiente ou não se lembrasse do tipo de série de determinado molde.

Pensou-se também na possibilidade de determinar uma zona destinada a moldes não-conformes para poder acelerar o processo de reparação dos mesmos. Essa zona seria alocada junto da porta de entrada/saída do armazém para facilitar a saída dos moldes para reparação, quer fossem para reparar internamente quer no fornecedor.

Implementando todas estas modificações seria possível reduzir o tempo despendido em armazém e conseqüentemente contribuir para a redução do tempo médio de *setup*. No entanto, este ainda se apresenta bastante elevado, comprovando a necessidade de continuar com a análise e implementação de novas ações no que toca ao processo de troca de ferramenta.

Interessa conhecer o processo de injeção de plástico para avaliar o estudo realizado neste módulo. Para a sobremoldação de espirais e terminais de cabo devem ser sempre considerados moldes de 8+8 cavidades preferencialmente constituídos por uma parte fixa (um cavidade) e duas partes móveis (duas buchas). Em cada parte do molde são colocadas 8 peças de cada vez

que serão injetadas em simultâneo. Aquando a injeção dessas peças o operador aproveita para colocar outras 8 na bucha que se encontra livre.

A constituição dos moldes é ilustrada na Figura 12. É importante referir que este conjunto pode realizar duas referências diferentes pois basta que dois cabos, de comprimentos diferentes, tenham o mesmo terminal de plástico para poderem ser executados utilizando o mesmo conjunto de moldes.

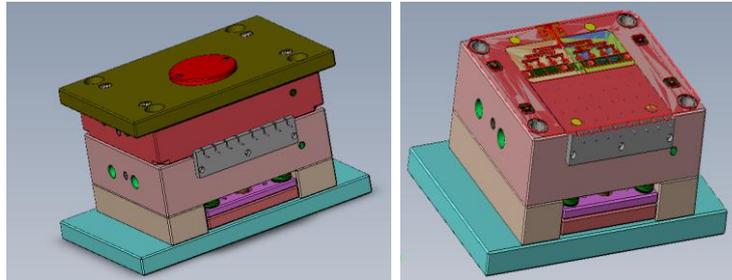


Figura 12: Molde e meio (duas buchas e uma cavidade)

A organização deste armazém constitui um passo importante rumo aos objetivos do método *SMED*. Realizando uma Gestão Visual apropriada facilita-se o acesso e a troca dos moldes permitindo dessa forma reduzir o tempo utilizado em atividades de *setup* interno. O próximo passo passará por reavaliar o processo de *setup*, observando o que ainda é ineficiente e tomar medidas para o alterar. Passo a passo, com o empenho e envolvimento de toda a organização, é possível chegar cada vez mais perto do objetivo pretendido, tempo de *setup* inferior a 10 minutos. Para isso há que analisar, diariamente, todas as tarefas de *setup*, eliminando aquelas que constituem um desperdício, e antecipando tarefas que possam ser executadas enquanto a máquina se encontra em funcionamento, para que a troca seja cada vez mais rápida e eficaz.

5. Propostas de soluções e resultados obtidos

Para uma melhor compreensão do estudo e das propostas sugeridas ao longo do projeto decidiu-se dividir este capítulo em secções correspondentes a cada atividade desenvolvida, assim como foi feito na apresentação do problema.

5.1 Linha *Kiekert B299 Exteriores*

No sentido de atingir o objetivo estipulado para esta linha foram realizadas algumas modificações, facilitadoras da execução das tarefas em cada posto. Dessa forma, antes de apresentar os resultados relativos ao valor da produtividade seguir-se-á uma apresentação das principais alterações efetuadas e seus motivos, decididos em equipa como ilustrado na Figura 13.



Figura 13: Equipa na linha de montagem

Na Figura 14 apresentam-se algumas das alterações realizadas no sentido de facilitar a tarefa da operadora do primeiro posto e contribuir para a limpeza do mesmo, tendo em consideração a metodologia dos “5S”. A caixa amarela, representada na Figura 14-B1, serve para depositar as aparas provenientes do corte de cabo na máquina. Contudo, na situação inicial, muitas dessas aparas caíam no chão deixando o posto de trabalho pouco limpo. Nesse sentido colou-se o sistema de retenção de material representado na Figura 14-B2 para impedir essa queda. Após a alteração não se observaram mais aparas no chão, mantendo a limpeza do mesmo.

Para facilitar a execução da tarefa na máquina colocou-se um bloco em V preto (assinalado na Figura 14-C3) para apoiar o cabo. Assim a operadora centrava corretamente o cabo, eliminando as tentativas que fazia até então, para evitar defeitos no corte. Para ajudar nesta operação colocou-se ainda uma placa inclinada no local do corte para direcionar a ponta do terminal de cabo para o local exato da operação. Este conjunto funciona como uma espécie de calibre da máquina permitindo a redução do número de erros no corte do subconjunto de cabo, normalizando com rigor esta tarefa da operadora.

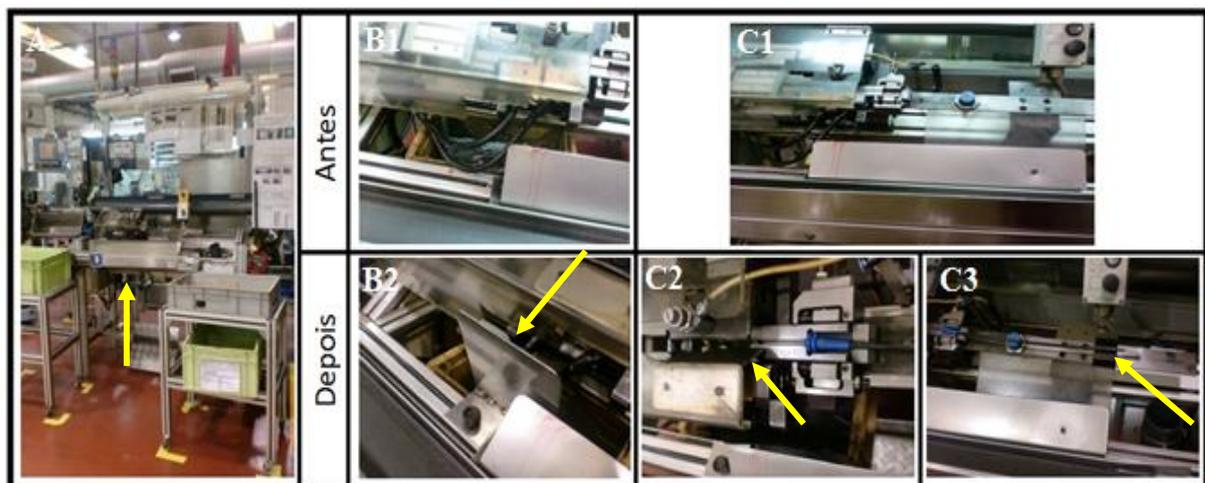


Figura 14: Alterações realizadas no primeiro posto

Neste posto, apesar de não aparecer na imagem, a operadora trabalha sentada colocando as suas pernas debaixo do tapete rolante. Uma das queixas existentes relacionava-se com contacto permanente entre as pernas das operadoras e o tapete, que estava em movimento. Para eliminar esta situação colocou-se uma chapa por baixo do tapete (Figura 14-A) impedindo esse contacto e proporcionando um melhor conforto.

Finalmente propôs-se a alteração dos bordos de linha representados na Figura 14-A para uns suportes inclinados (ergonómicos) que facilitassem o *picking* dos cabos. No entanto, nem todas as operadoras estavam de acordo com esta operação e como a mesma não implicava uma melhora significativa na produtividade da linha (objetivo do projeto) optou-se por manter os suportes existentes, contribuindo assim para a satisfação de todos os colaboradores envolvidos.

Relativamente ao segundo posto, as ações passavam por reduzir o espaço entre o referido e o primeiro. Na situação inicial a operadora do segundo posto tinha que retirar os cabos do suporte localizado no final do primeiro, na estrutura do tapete, transferindo-os para o pequeno suporte existente no seu posto de trabalho. Para reduzir a distância entre os dois suportes optou-se por rodar a máquina de *Zamak* (onde se realiza a injeção do segundo terminal de cabo) para que o suporte a ela associado ficasse na posição representada na Figura 16 e a operadora se sentasse em frente ao suporte da máquina de *Zamak* (assinalado na figura 16). Antes da alteração, a operadora tinha que fazer uma rotação do seu corpo para alcançar o suporte localizado no primeiro posto. Com a solução encontrada, para além de se aproximarem os referidos suportes também se minimizou o movimento de rotação que a operadora tinha que realizar. Após a implementação desta alteração algumas das operadoras manifestaram que tinham deixado de sentir dores de costas no final do dia, comprovando desta forma que esta alteração era ergonómica contribuindo para prevenção de lesões músculo-esqueléticas.



Figura 15: Segundo posto (Antes)



Figura 16: Segundo posto (Depois)

Os cabos que saem da máquina de *Zamak* são acoplados num suporte em forma de tubo antes de serem recolhidos pela operadora do terceiro posto. Através da rotação da máquina a distância desse mesmo tubo ao terceiro posto também diminuiu proporcionando uma redução do tempo de tarefas sem valor para o produto (movimentação das operadoras).

É importante salientar que a principal alteração que se desejava fazer inicialmente era o prolongamento da estrutura associada ao tapete do primeiro posto para que o suporte a ele associado ficasse mais próximo da parte azul da máquina de *Zamak*. Assim, a operadora não

precisava de ter nenhum suporte associado à máquina de *Zamak* porque à medida que os cabos fossem caindo no suporte do posto um, estando este próximo do local de trabalho da operadora do segundo, esta apenas teria que retirar os cabos do mesmo e proceder à execução da tarefa na máquina. No entanto, esta alteração implicava um custo que a empresa não estava disposta a suportar neste momento. Assim, optou-se por realizar a ação comentada anteriormente bem como a alteração dos suportes existentes para outros mais ergonómicos e mais pequenos de forma a diminuir a quantidade de *stock* intermédio em ambos os postos.

Para além da ação descrita que aproximou o suporte dos cabos saídos da máquina de *Zamak* à operadora do terceiro posto, outra ação importante foi a substituição da placa de termogravação neste último. Esta ação teve como consequência uma redução do tempo perdido em *setup*. Para explicar esta situação interessa descrever o *setup* realizado nesta linha.

SMED – Kiekert B299 Exteriores

Através do acompanhamento do processo de *setup* foi possível realizar algo que ainda não existia nesta linha: folha de instruções para a realização do mesmo. Esta ação foi implementada para que as operadoras executassem as tarefas de *setup*, o que na situação inicial era atribuição de um técnico afinador. Assim, sabendo como executar cada tarefa, e após terem a formação adequada, não precisavam de esperar pelo afinador e consequentemente o tempo despendido em *setup* seria mais reduzido. Esta implementação não está concluída por existir na empresa, como em qualquer outra, uma grande resistência à mudança. As operadoras não estão habituadas a realizar tarefas relacionadas com o *setup* e como tal não as consideram da sua responsabilidade. Apesar de já existirem algumas operadoras que fazem o *setup* e chamam o afinador apenas quando têm dúvidas ou acontece algum imprevisto, tal situação ainda não abrange todos os turnos. Este será um objetivo que a Empresa deverá acompanhar, tomando as medidas necessárias para que a adesão seja total pelas vantagens inquestionáveis.

Atualmente, para as referências produzidas não é necessária qualquer troca de ferramenta no primeiro posto a não ser o ajuste da distância entre o suporte em V e a zona de corte dado que os cabos têm comprimentos diferentes. Essa operação é imediata arrastando o suporte para a posição pretendida e pode ser executada aquando da realização dos *setups* nos outros postos. Fez-se também uma instrução para este posto, normalizando a tarefa para a eventualidade de vir a ser executada por outra operadora.

Relativamente ao segundo posto, o *setup* passa apenas por ajustar a distância entre os *gabarits* (suporte que permite alocar a peça à máquina em conformidade) utilizados na máquina de *Zamak*, consoante a referência a produzir. É por isso um processo rápido que não necessita de mais de cinco minutos para ficar completo.

O posto mais crítico é sem dúvida o terceiro pois é o que requer mais tarefas e estas são mais demoradas do que as dos outros postos. Neste, para além de se ajustar a distância entre os *gabarits* é necessário também trocar a placa de termogravação para o código associado a cada referência. Inicialmente, para executar esta tarefa era necessário retirar toda a placa, fazer a troca da sequência de caracteres para termogravar e colocar novamente a placa no local correto. Seguia-se um processo de aquecimento da placa que demorava cerca de 15 minutos.

Atualmente tal já não acontece uma vez que se adotou um mecanismo para substituir apenas a chapa que possui os dois caracteres, mantendo o resto da placa encaixada na máquina.

Apenas com um pequeno ajuste nos parafusos de ligação pode-se retirar a chapa e colocar a correspondente à referência seguinte.

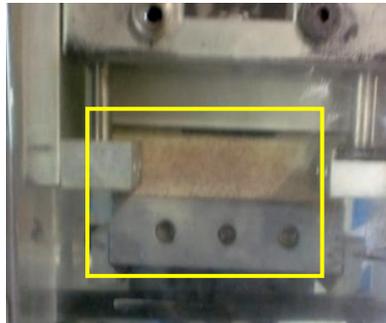


Figura 17: Placa de termogravação antiga



Figura 18: Placa de termogravação nova

Como se pode ver nas Figuras 17 e 18 existe uma pequena diferença entre as placas. No primeiro caso é necessário retirar toda a parte assinalada para fazer a troca de caracteres, já no segundo, desapertando um pouco os parafusos laterais, retira-se apenas a parte também assinalada. Este processo permite um reaquecimento mais rápido do que necessário anteriormente.

Todas estas alterações manifestaram-se numa redução do tempo de *setup* que está representada no Gráfico 3.

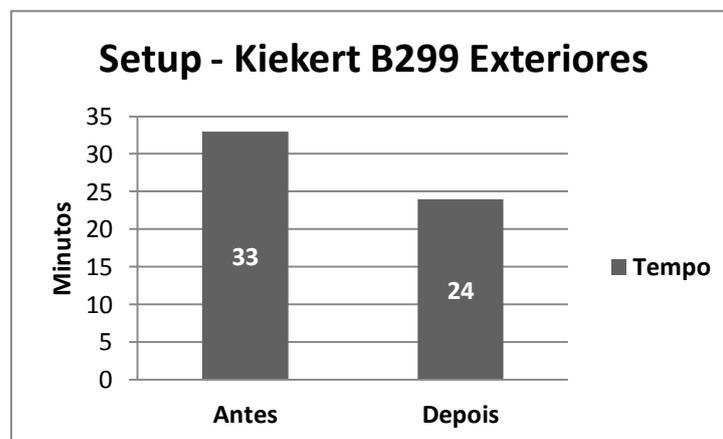


Gráfico 3: Comparação do tempo de *setup* antes e depois das ações de melhoria

O resultado desta ação manifestou-se num ganho de 27%. É importante referir que estes dados referem-se aos tempos médios necessários à execução do *setup* tendo em conta os acompanhamentos realizados. Tais análises permitiram realizar as folhas de instrução de *setup* para que todos os colaboradores tivessem a informação necessária relativa a este processo. Obviamente que ao longo do estudo foram observados tempos superiores e também inferiores aos assinalados, no entanto, nesta fase faz sentido apresentar os referidos porque a execução do *setup* por parte das operadoras ainda é uma solução em processo de implementação.

O tempo de *setup*, após a alteração da placa de termogravação, ainda não é o ideal no entanto esta redução é importante no sentido de o aproximar do valor objetivo (menor do que 10 minutos).

A partir do momento que todas as operadoras façam o *setup*, com todas as ferramentas necessárias e sem ajuda do afinador os tempos verificados tenderão a baixar uma vez que a experiência permite uma maior rapidez na execução das tarefas. A folha de instruções de *setup* para o terceiro posto apresenta-se no Anexo E como exemplo.

Retomando as ações desenvolvidas, nas Figuras 19 e 20 ilustram-se as modificações efetuadas para o terceiro posto relativamente ao corte de jito (excedente de *Zamak* que não faz parte da constituição do cabo). Com esta alteração deixou de ser necessário o suporte representado na Figura 19 porque o jito passou a ser cortado diretamente na máquina do terceiro posto, aquando a termogravação. As operadoras utilizavam o suporte representado na Figura 19 para colocar os cabos provenientes do tubo e posteriormente retirarem o excedente de *Zamak* dos mesmos.

Para realizar essa tarefa na máquina foi colocado um suporte na mesma para recolher o jito resultante do corte, permitindo armazenar o material que será posteriormente reaproveitado, deixando de ser necessário o corte manual.



Figura 19: Terceiro posto (antes)



Figura 20: Terceiro posto (depois)

O *layout* da linha não foi alterado devido às condições de espaço limitado que se verificam na Empresa. A situação ideal seria a colocação do segundo posto no seguimento do primeiro para criar uma alimentação direta do mesmo.

Analisando os resultados relativos à produtividade da linha, pode-se constatar que houve um aumento de 22 % relativamente aos valores medidos através da análise *Hoshin*. Para se comparar as duas situações, antes e depois da implementação das ações, apresenta-se a Tabela 6, baseada nos resultados do ficheiro de análise *Kaizen*.

Tabela 6: Resultados obtidos após análise Kaizen

Conceito	Antes Kaizen	Depois Kaizen	Variação em %	OK/NOK
Nº pessoas linha	9	6	33%	OK
Nº turnos	3	2	33%	OK
Tempo de Ciclo (s)	9,5	8	16%	OK
Produtividade (PPH)	114,2	139,2	22%	NOK
Produção (seg./unid)	10,5	8,6	18%	OK
Tempo <i>setup</i> (min)	33,2	24,4	27%	OK
Equilíbrio ($E_{b_{ideal}} < 1,1$)	1,4	1,2	14%	NOK
<i>Stock</i> intermédio (unid)	25	20	20%	NOK
Satisfação pedido do cliente (horas semanais)	45	37	18%	OK
Superfície ocupada (m2)	15	15	0%	NOK

Apesar dos resultados obtidos serem positivos, estes ainda não correspondem ao objetivo pretendido. É o caso do PPH, por exemplo. Realmente houve um ganho de 22%, contudo o objetivo seria 40% para ser possível atingir o PPH de 160 peças/hora/homem $[(160 - 114,2) \div 114,2 = 0,4]$. O mesmo acontece com o equilíbrio de linha, apesar de ter havido uma estabilização esta não atingiu o valor ideal para este indicador (menor do que 1,1). Este facto reforça a necessidade de continuar a analisar esta linha adotando estratégias capazes de atingir o objetivo pretendido.

As horas necessárias à satisfação do cliente reportam-se à referência representativa. Através do estudo analisado conclui-se que em média o pedido semanal desta referência é de, aproximadamente, 15 286 cabos. Com o PPH anterior era possível satisfazer esse pedido em 45 horas de trabalho contudo, com o PPH recente esse pedido é satisfeito em 37 horas.

Relativamente ao número de turnos diários, a Tabela 7 pode comprovar a possibilidade de redução do número de turnos necessários utilizando o mesmo número de operadores (três).

Tabela 7: Turnos necessários em função do valor do PPH antes e depois da análise *Kaizen*

	PPH*(0,95-0,05)	Horas/Turno	Turnos/Dia	Dias/Semana	Prod./Semana		Prod.Obj./Sem (média)
Objetivo	160	8	2	5	38400	>	32723
Antes	114	8	2	5	27360	<	32723
Antes	114	8	3	5	41040	>	32723
Depois	139	8	2	5	33360	>	32723

Tal como se pode verificar pela análise da tabela, apesar de se conseguir um cenário positivo com o PPH inicial esse requer mais recursos do que o PPH final. Através deste último é possível alcançar a produção semanal necessária utilizando apenas dois turnos diários e já tendo em consideração uma eficiência de 95% e uma perda de ritmo de 5%. É importante referir que esta situação só é possível se a eficiência da linha se mantiver no valor desejado e se os pedidos do cliente não ultrapassarem muito os valores atuais, caso contrário não é

possível trabalhar a dois turnos apenas. Devido à constante falta de material proveniente dos fornecimentos internos (fabricação) e com a alteração dos pedidos do cliente nas últimas semanas do projeto, esta linha teve que voltar a produzir a três turnos durante esse período.

Falta ainda referir a questão da gestão do *stock* nos *racks*. Esta linha não tem assistência do afinador desde as 18h00 até as 20h00, além disso, ao longo de um dia de trabalho existem várias falhas nos fornecimentos internos, dessa forma a solução passa por garantir o *stock* necessário para um turno, sendo necessárias duas caixas do subconjunto de cabo e cinco de espiral para assegurar o abastecimento na produção do mesmo.

Para que estes resultados fossem possíveis foi realizado um investimento de 300€. Uma das formas de analisar o impacto do mesmo tem a ver com o conceito de *saving*, ou seja, aquilo que se poupa tendo em conta a nova situação. O parâmetro utilizado para calcular este valor foi a diferença entre o número de horas necessárias à satisfação do pedido do cliente, antes e depois da implementação das ações. Assim, verifica-se uma diferença de 8 horas de trabalho, que estão a ser pagas pela Empresa e que os colaboradores já não precisam de gastar na produção de peças. Dessa forma essas horas podem ser utilizadas para a realização de outras tarefas por parte dos colaboradores facilitando também o planeamento da produção. Se quiséssemos referir esse *saving* de horas em dinheiro bastava multiplicá-las pelo seu custo para a empresa (6€/hora).

Todas estas alterações proporcionaram também uma redução das tarefas realizadas durante o processo. A nível das tarefas sem valor acrescentado (SVA) obteve-se uma redução de 20% (3s/cabo) e nas tarefas com valor acrescentado (CVA) conseguiu-se uma redução, de 6% (1s/cabo) (Gráfico 4). Estas reduções apesar de parecerem pouco significativas têm impacto na medida que estamos a falar num ganho em tempo de produção por cada cabo. Sendo que em cada hora se produzem cerca de 415 cabos, qualquer ganho no seu fabrico, por mais pequeno que seja terá um impacto significativo na produção mensal. O próximo passo será obviamente reduzir ao máximo o valor das tarefas sem valor acrescentado.

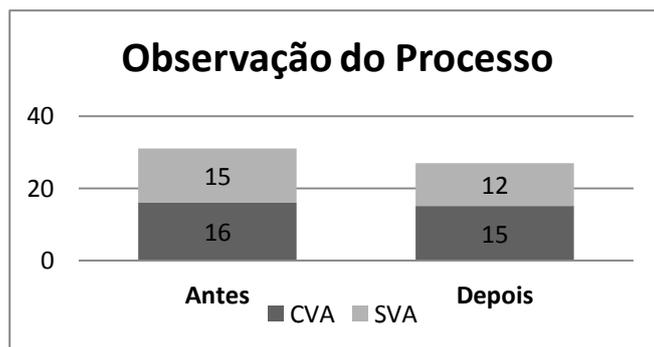


Gráfico 4: Atividades sem/com valor acrescentado (SVA/CVA)

É importante referir que a análise feita nesta linha deve ser alargada a todas as restantes uma vez que permite o levantamento dos problemas ou ineficiências existentes e através da investigação realizada é possível encontrar soluções viáveis que representem um acréscimo significativo para a fiabilidade e eficiência dos processos.

Indicadores

Além das medições dos tempos antes e depois das ações, alguns indicadores foram acompanhados diária e/ou semanalmente para detetar ineficiências ou explicações para os resultados encontrados. A análise *Kaizen* iniciou-se na semana 15 (mês de abril) no entanto entendeu-se necessário fazer um estudo prévio (semanal e iniciado na semana 5) para conhecer melhor o percurso da linha. Utilizou-se o *software* (CP), utilizado pela empresa no controlo de produção, para recolher os dados históricos necessários a uma análise mais cuidada dos indicadores.

Os Gráficos 5 e 6 ilustram a evolução mensal dos indicadores PPH e OEE, respetivamente.

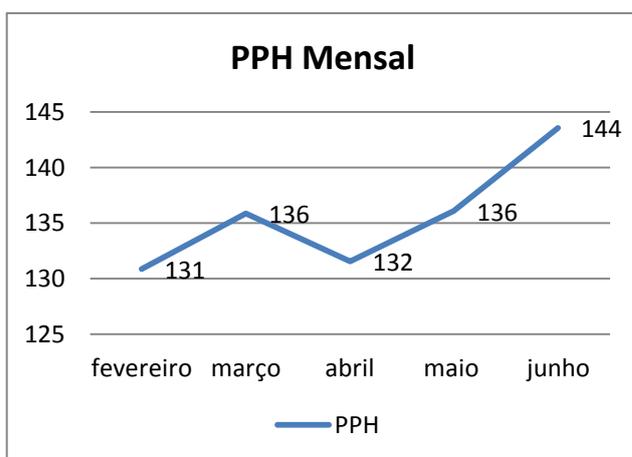


Gráfico 5: Evolução mensal do indicador PPH

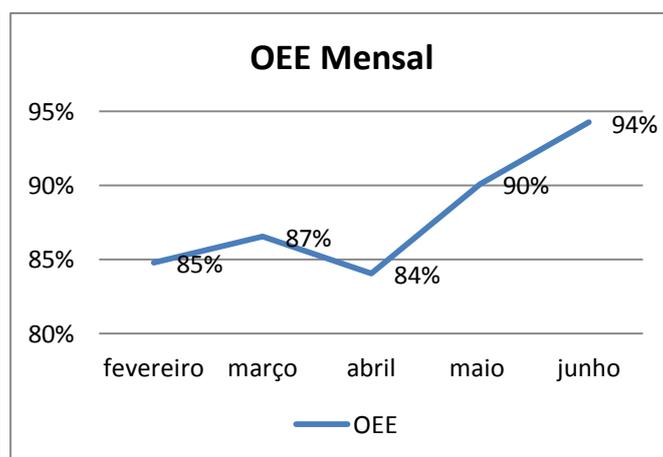


Gráfico 6: Evolução mensal do indicador OEE

Tal como se pode constatar pela análise dos gráficos, a partir de abril (mês em que se começaram a implementar as ações) tem havido um crescimento constante destes dois indicadores diretamente proporcionais (o PPH é um indicador que evidencia a velocidade da linha).

O acompanhamento diário da linha foi realizado na tentativa de motivar todos os colaboradores a intervirem sempre que achassem que algo devesse ser melhorado. Apesar de nos dois últimos meses se ter atingido o objetivo (90%) para o OEE médio o mesmo não se verificou para o PPH. Os valores apresentados são provenientes do sistema de controlo da produção existente na empresa e portanto o cálculo do PPH não é medido através da medição de tempos que se referiu anteriormente mas sim pelo quociente entre a produção por hora realizada e o número de operadores. Essa produção é afetada por causas externas como é caso da falta de material e avarias nas máquinas e portanto torna-se difícil atingir o objetivo sem que antes se solucionem a 100% os problemas relativos à variabilidade dos processos produtivos.

Analisando os dados semanais, verifica-se que nas últimas semanas foi possível atingir e ultrapassar os valores do OEE objetivo (Gráfico 7). Para o caso do PPH, nas últimas semanas verifica-se um crescimento e a linha de tendência linear comprova essa evolução rumo ao valor objetivo (Gráfico 8).

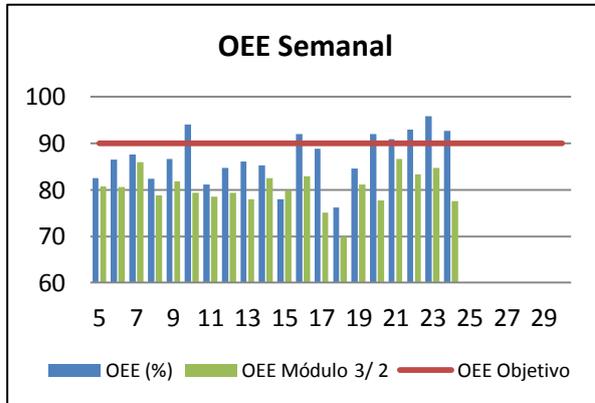


Gráfico 7: Evolução semanal do OEE

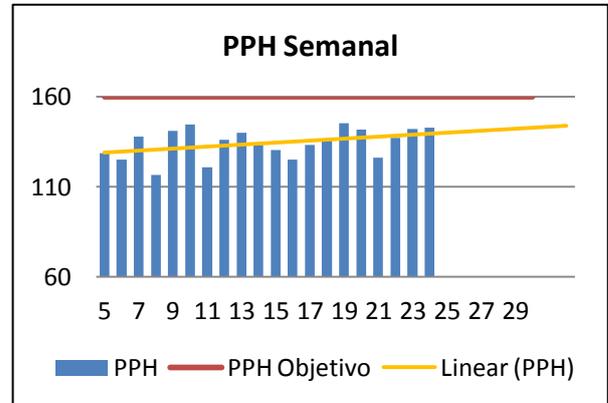


Gráfico 8: Evolução semanal do PPH

A existência desta variabilidade pode ser comprovada pela análise de um outro indicador designado por BTS (*Built to Schedule*, ou seja, produzir consoante o planeado). Este indicador calcula-se através da fórmula:

$$BTS = 1 - (\text{produção fora de data} \div \text{produção planeada})$$

Se os objetivos produtivos para determinado dia forem alcançados, isto é, não seja necessário produzir fora de data, obtém-se um BTS de 100%, que é o objetivo de qualquer empresa. Ao longo da análise efetuada, apesar de algumas vezes se ter atingido o objetivo mínimo (75%), a média para esta linha é, aproximadamente, 35% o que significa que o planeamento da produção não está a ser cumprido. A irregularidade deste indicador pode se observada no Gráfico 8.

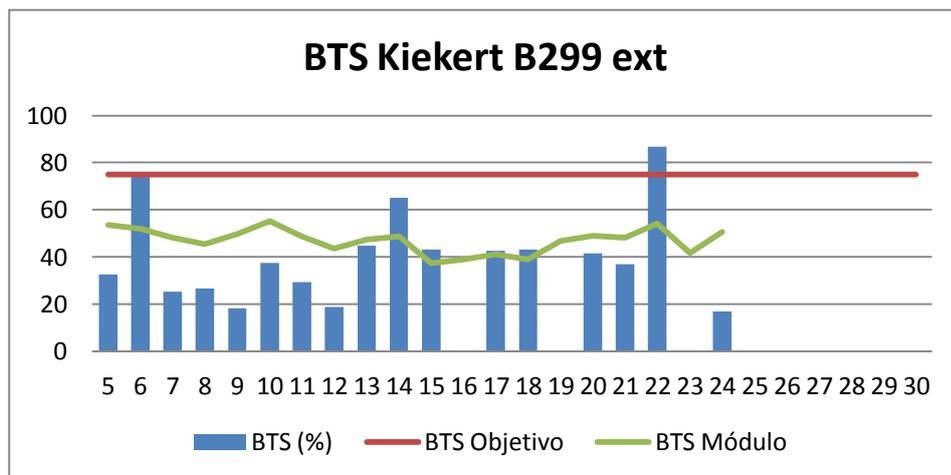


Gráfico 9: Evolução semanal do BTS para a linha *Kiekert B299 Exteriores*

Devido à sua inconstante evolução, analisaram-se as principais causas que afetam este indicador e verificou-se que entre 16 de maio e 14 de junho a falha no fornecimento interno (proveniente do módulo de injeção de plástico) foi a principal causa deste incumprimento (Gráfico 9).

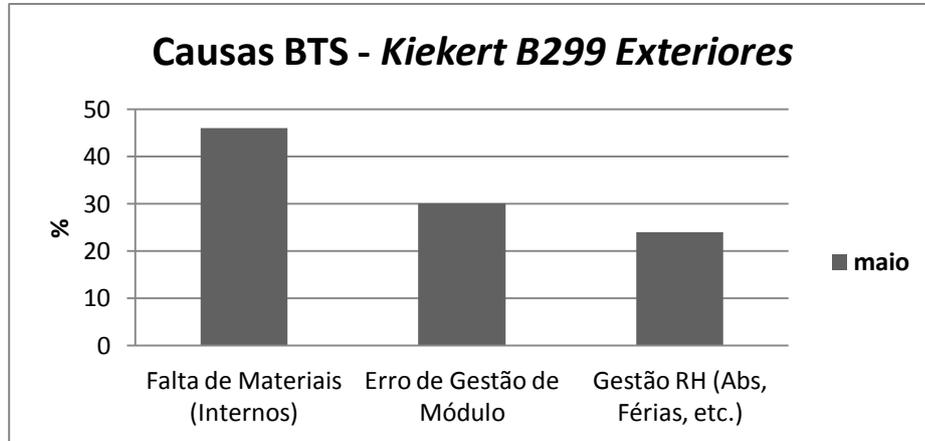


Gráfico 10: Causas BTS desde 16/05 até 14/06

Nota: Só a partir de 16 de maio se começou a avaliar as causas responsáveis pelos valores do BTS obtidos.

Estes motivos e outros, como é o caso das avarias nos equipamentos, são os responsáveis pelas paragens das linhas e, conseqüentemente, pela alteração da quantidade produzida afetando dessa forma o BTS bem como os restantes indicadores. Constata-se a necessidade de retomar um dos temas abordados no capítulo 2, o desperdício, com origem na instabilidade ou *MURI*.

Para que seja possível melhorar o valor dos indicadores é necessário que a Empresa tome uma atitude eficaz para eliminar o desperdício ou, pelo menos, reduzir o seu impacto no processo produtivo. A Empresa já está a implementar o chamado “*Back to basics*”, voltar ao básico, tendo como objetivo uniformizar o trabalho de forma a estabilizar e controlar os processos.

Há ainda muito a fazer dado que se constata, diariamente, uma enorme instabilidade produtiva provocada pelos fatores já mencionados.

Para comprovar esta situação apresenta-se o Gráfico 11 onde se representam as causas críticas das paragens de linha. Das analisadas seleccionaram-se as que tinham maior impacto.

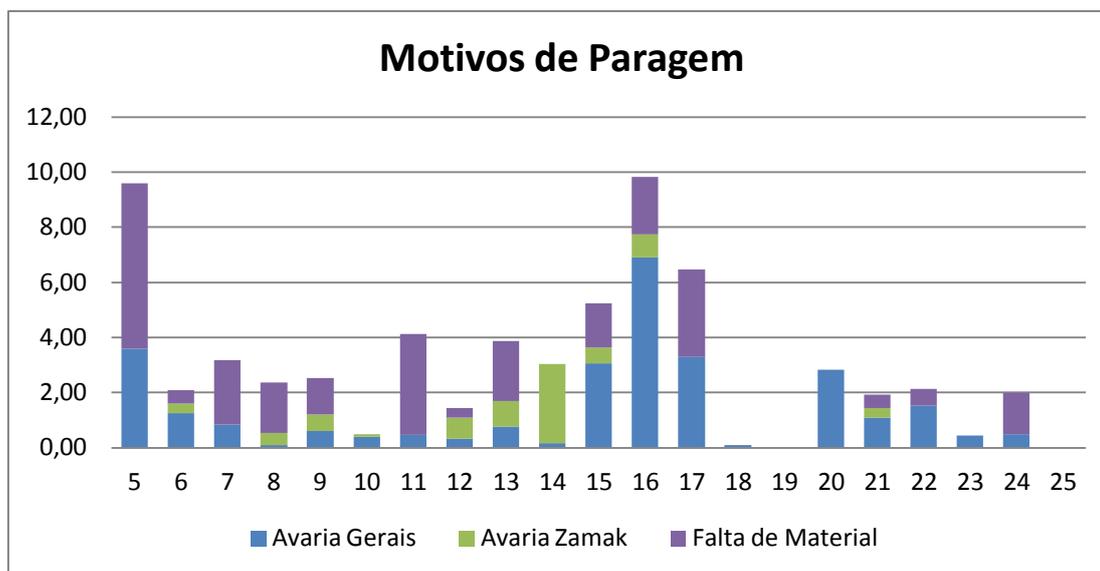


Gráfico 11: Motivos de paragem para a linha *Kiekert B299 Exteriores*

Tal como se pode observar pela análise do gráfico, o tempo gasto com avarias e falta de material é uma constante no historial desta linha comprovando a necessidade de eliminar a instabilidade dos processos.

Apesar de não se ter conseguido alcançar resultados excelentes nos indicadores analisados, o conjunto de todas as ações implementadas na linha teve um impacto positivo na melhoria da sua capacidade produtiva e no envolvimento diário dos seus colaboradores nos resultados a melhorar.

Uma outra questão, inerente à melhoria dos processos, é o tipo de organização produtiva que a Empresa mantém. Na situação atual está organizada no fabrico por processos, no entanto encontra-se num momento de viragem para a produção por produto. Este tipo de organização seria vantajoso para a linha em questão na medida em que eliminaria uma das causas principais de paragem da mesma, a falha no fornecimento interno. Instalando na linha, em estudo, uma máquina dedicada ao fabrico de espiral, por exemplo, tornaria mais fácil a gestão do fluxo nas quantidades a produzir evitando a interrupção do processo produtivo. Obviamente que esta solução não pode ser implementada sem ponderação porque acarretaria um custo elevadíssimo para a Empresa ter uma máquina de fabrico para cada tipo de produto. No entanto, uma organização do fabrico que possibilite que uma mesma máquina possa fabricar espirais para um número reduzido de linhas torna-se sem dúvida numa situação vantajosa.

Toda a análise realizada só foi possível devido à implementação prática do ciclo PDCA. Neste momento as duas primeiras fases já foram realizadas e resta continuar a verificar e a atuar sempre que necessário para que o processo de melhoria continua prossiga. As soluções definidas devem ser aplicadas a todas as linhas existentes na Empresa.

5.2 Armazém dos moldes de injeção de plástico

Após a inventariação de todos os moldes existentes na fábrica foi necessário saber se existia espaço suficiente para os armazenar. À partida parecia que não porque havia moldes colocados no chão ou dispostos de forma incorreta como se pode ver nas Figuras 21 e 22.



Figura 21: Molde colocado no chão



Figura 22: Molde colocado de forma inadequada

Para eliminar esta situação fez-se um estudo onde foi possível determinar o espaço ocupado por cada molde e o disponível em armazém.

Na tentativa de atingir um sistema de montagem rápida nas máquinas de injeção, todos os moldes são compostos por uma chapa, em cima e em baixo, cujas dimensões são compatíveis com as das máquinas utilizadas, permitindo um encaixe mais rápido e eficaz. Os cálculos efetuados foram realizados para as dimensões da maior chapa utilizada, garantindo assim a existência de espaço disponível para todos os moldes.

Tabela 8: Espaço necessário ao armazenamento dos moldes

	Antes	Depois
Nº de moldes Existentes	66	66
Nº de suportes	6	7
Nº de prateleiras/Suporte	2	2
Nº de prateleiras	12	14
Cump. prateleira (cm)	214	214
Espaço disponível (cm)	2568	2996
Espaço ocupado/molde (cm)	41,6	41,6
Nº moldes/suporte	5	5
Total de moldes alocados	62	72
Espaço livre para x moldes	-4	6

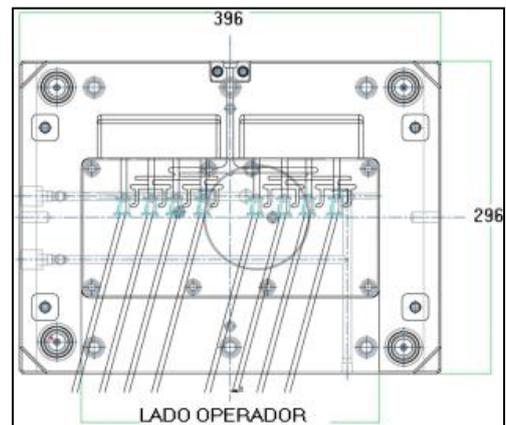


Figura 23: Dimensões (mm) da maior chapa

Na Tabela 8 apresentam-se os cálculos efetuados para a determinação do espaço disponível em armazém para alocação dos moldes. Tal como se pode constatar pela observação da segunda coluna, inicialmente não existia espaço suficiente para alocar todos os moldes. Existem atualmente 66, no entanto com o número de suportes inicial apenas seria possível armazenar em condições adequadas 62 moldes. A colocação de um outro suporte era imprescindível. Após averiguação na fábrica verificou-se que existia um suporte que não estava a ser utilizado. A solução foi imediata, pretendia-se que o mesmo fosse transferido para

o armazém para proporcionar local para mais 10 moldes. Tal alteração permitiu alocar todos os moldes existentes e ficar com uma prateleira livre, como se pode ver na terceira coluna da Tabela 8. Esse espaço livre foi utilizado para uma outra solução que se pretendia, a criação de uma zona destinada a moldes não-conformes, devidamente assinalada. A Figura 25 ilustra essa situação.



Figura 24: Suporte não identificado



Figura 25: Zona de moldes não-conformes

Esta zona localiza-se na parte do armazém mais próxima da porta para que seja mais fácil a sua retirada para o local de reparação, quer seja na empresa quer no fornecedor. Esta zona é suficiente pois atualmente o fluxo de moldes não-conformes verificado é cerca de 4 ou 5 por semana. Para além da sua localização, nestes moldes seria também colocada uma etiqueta que identificasse aqueles que se destinavam ao fornecedor, dessa forma sabia-se imediatamente quais os que podem ser reparados internamente. Uma outra alteração que já foi proposta e aguarda confirmação é a construção de uma prateleira na parte de baixo de cada suporte (existe espaço suficiente para isso) para aumentar ainda mais a área de armazenamento, não só para moldes mas também para armazenar componentes a eles associados.

Na tentativa de organizar melhor este armazém e de associar cada molde à frequência de utilização, optou-se por criar quatro séries distintas. A primeira, **Grande**, refere-se aos moldes cuja sua produção abrange dez ou mais turnos por semana. Seguidamente, a série **Média** destina-se aos moldes cuja frequência de utilização se centra ente os quatro e nove turnos por semana. A série **Pequena** refere-se aos moldes que não são utilizados regularmente, ou seja, que em média a sua produção necessita de menos de quatro turnos semanais. Finalmente decidiu-se acrescentar uma outra série, **Novos**, destinada aos moldes dos novos projetos que, sendo recentes, ainda não é possível ter uma noção concreta da necessidade produtiva dos mesmos. A Tabela 9 representa os moldes seriados e foi baseada nos dados apresentados no Anexo H.

Tabela 9: Espaço necessário para cada série de moldes

Identificação face a frequência de utilização	Grande	Média	Nova	Pequena	Total
Nº de moldes existentes	12	13	4	24	53
Nº de prateleiras Necessárias	2,4	2,6	0,8	4,8	6 Estantes

Da análise constatou-se que existem seis moldes alocados na plataforma e portanto não necessitam de espaço no armazém em questão. Além disso, existem sete moldes que não possuem identificação quanto à sua série, no entanto o conjunto dos mesmos com os 53 identificados perfaz 60 moldes, que poderão ser alocados em 6 estantes. A estante adicionada ao armazém servirá para colocar os moldes dos novos projetos.

Uma outra questão prende-se com a localização exata de cada molde em cada estante de armazenamento, facilitando a identificação do local de cada molde bem como a garantia da existência permanente de um espaço livre para o colocar quando sai da máquina, o que não acontecia inicialmente como se referiu na secção 4. Assim, a solução passou por fazer etiquetas com as informações mais específicas de cada molde e colá-las na parede para tornar visível a localização dos mesmos, a Figura 26 representa um exemplo das etiquetas realizadas.

Ref. Molde	MP 3078501F	
	1+1/2	
Ref. Peça	12230785	
Localização	M	

Figura 26: Etiqueta de parede

Uma outra ação realizada foi a melhoria do quadro de amostras já existente. Este quadro é bastante importante uma vez que garante a responsabilização dos operadores pela validação da conformidade dos moldes. Antes e depois de cada troca de molde é necessário retirar uma amostra das última e primeira injeções para comprovar a qualidade das mesmas. Essas amostras são colocadas no quadro e substituídas na próxima troca. Assim, se houver uma injeção não-conforme a amostra será afixada e qualquer pessoa tem acesso a essa informação. O molde da mesma deverá ser colocado no suporte destinado a moldes não-conformes e etiquetado consoante o destino seja o fornecedor ou um reparador interno. Para melhorar a compreensão do quadro foi sugerido identificar as linhas e colunas do mesmo permitindo uma definição de cada localização possível. Desta forma, facilita-se a localização das várias amostras.

Um outro quadro foi construído para facilitar a localização de cada molde. Assim, sabendo qual o molde que se procura basta consultar o quadro (Figura 27) onde se encontra a sua localização (em determinada posição de uma estante), facilitando o seu acesso.

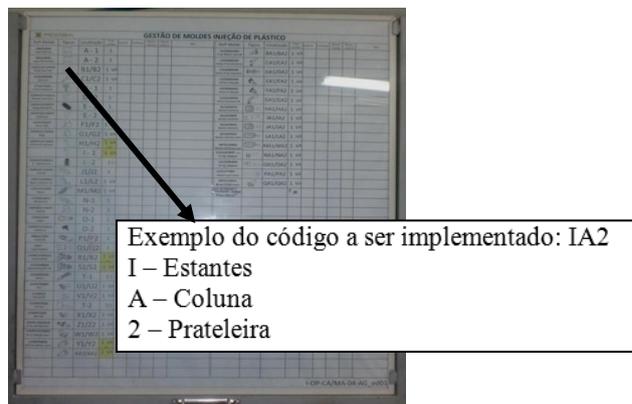


Figura 27: Quadro de gestão de moldes

Paralelamente à organização deste armazém iniciou-se o estudo necessário para a uniformização de todos os componentes utilizados na ligação dos moldes às máquinas para reduzir o tempo despendido nesta tarefa. O primeiro passo constou no levantamento dos sistemas de aperto existentes. Verificou-se que estão a ser utilizados diferentes tipos de sistemas apesar de não ser necessário uma vez que é possível utilizar um dos tipos em todas as máquinas. Utilizando o mesmo sistema de aperto em todas as máquinas garante-se uma uniformização do trabalho e também uma existência constante do número de peças necessárias. Uma ação “5S” permitiu a segregação das ferramentas necessárias ao *setup* e eliminar todas aquelas que não eram utilizadas para esse fim, minimizando também o número de acessórios desnecessários.

As fases propostas para reduzir os tempos de *setup* foram três: a primeira (redução de 30%) caracteriza-se pela observação das condições iniciais e reorganização das mesmas de forma a obter um cenário mais favorável. Esta é uma fase de baixo ou nenhum investimento pois o objetivo é “com zero fazer cem”. A segunda fase, provavelmente a mais complicada, tem como objetivo garantir que todos os colaboradores, que anteriormente já estavam envolvidos no *setup*, cumpram com as suas responsabilidades e se tornem ativos na medida em que consigam detetar ineficiências e sugerir alterações. Nesta fase, deve-se fazer o investimento necessário consoante as suas contrapartidas (redução de 60%). Finalmente, na terceira fase (redução de 10%) é habitualmente necessário um investimento mais elevado, se justificado pelo prazo do seu retorno, contudo as fases anteriores já representam uma redução de 90% no tempo de *setup* inicial.

Um exemplo desse investimento pode ser ilustrado nas Figuras 28 e 29. As propostas apresentadas referem-se a um sistema de ligação rápida que poderia ser adaptado a todos os moldes (Figura 28) garantindo a ligação às máquinas através de um único movimento (alavanca). Outra solução seria adaptar o empilhador atual à solução da Figura 29, facilitando o arraste dos moldes para as máquinas e até para as estantes. Além disso, devido ao seu tamanho facilita a deslocação do empilhador. Obviamente que estas soluções acarretam custos superiores e só deverão ser ponderadas após implementação total de todas as ações que são possíveis realizar com os recursos existentes e/ou com investimentos reduzidos.



Figura 28: Sistema de fixação rápida

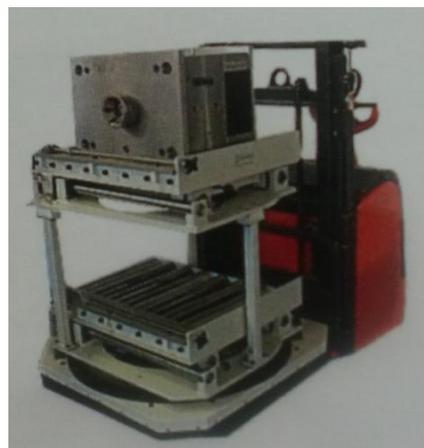


Figura 29: Empilhador com estante dinâmica

Assim sendo, os resultados obtidos mostraram-se importantes na medida em que se deram os primeiros passos na organização do armazém, facilitando o acesso aos moldes e reduzindo o tempo utilizado em tarefas de *setup*. Contudo, como já foi mencionado torna-se fulcral que a

empresa dê continuidade a este projeto para ser possível tornar este módulo mais eficiente. Através da redução dos tempos de *setup* é possível fazer mais trocas de moldes viabilizando uma planificação mais ajustada e dessa forma garantir o fornecimento atempado das linhas de montagem dependentes.

Relativamente aos problemas de falhas no fornecimento interno (falta de material) e avarias, foram analisados os procedimentos utilizados atualmente na tentativa de os perceber e encontrar alternativas para os mesmos.

Começando pelas avarias, analisou-se o processo de manutenção implementado pela empresa (é o mesmo quer para a injeção de plástico quer para as linhas de montagem). No início de cada ano, todas as ações de manutenção preventiva lançadas no ano anterior são analisadas e ajustadas quando necessário. Consoante o número de ocorrência de avarias durante os intervalos de manutenção estes são reduzidos, ou não. Se durante um ano não houver relação entre as manutenções preventivas e corretivas será então alargada a frequência da ação preventiva para o dobro. Entende-se por manutenção preventiva aquela que tem como objetivo corrigir os defeitos antes que se manifestem ou causem danos maiores, através da análise permanente de cada máquina.

Analisado o procedimento atual conclui-se que o mesmo não é eficaz uma vez que as avarias são constantes, quer nas máquinas dos módulos de linhas de montagem quer nas dos fabricos. A existência permanente de avarias comprova que o plano não está a ser eficaz e dessa forma o que se propõe é a alteração do mesmo para um plano mais detalhado onde não se responsabilizem apenas os elementos da manutenção mas todos os colaboradores da Empresa.

Assim, o procedimento sugerido adere ao seguinte plano:

- Qualquer colaborador da empresa que detete uma anomalia em qualquer máquina da mesma deve transmitir essa informação aos responsáveis pela manutenção;
- Cabe aos operadores, conhecedores das características das máquinas, estarem atentos a quaisquer alterações que possam ocorrer e mesmo que consigam solucioná-las devem comentá-las aos órgãos responsáveis para que se construa uma base de dados que permita uma análise mais cuidada e realista da situação e um plano de manutenção com ações mais frequentes;
- Após a correção de uma avaria, esse equipamento não deve ser tido como garantido e a sua manutenção preventiva deverá manter-se.

Os primeiros dois pontos referem-se essencialmente à Manutenção Autónoma, recomendada pelo TPM, a qual pode e deve ser complementar à prática dos “5S” no posto de trabalho. Atualmente, a Empresa adota planos de manutenção de 1º nível, realizado diariamente pelos operadores, e de 2º nível realizado semanalmente pelos afinadores, acompanhado da metodologia dos “5S”. Apesar da sua existência, os resultados provenientes destes procedimentos não são os esperados dado que nem todas as linhas os cumprem devidamente. A falha na comunicação e a falta de uma formação mais detalhada podem estar na origem destes maus resultados.

A melhoria do procedimento existente pretende dar origem a um plano eficaz, que vise a participação de toda a organização para evitar a paragem dos equipamentos devido a

problemas com os mesmos. Se cumprido devidamente este plano traduzir-se-á em vantagens para a Empresa dado que a paragem das linhas será evitada com eficácia.

Um outro aspeto relevante foca-se na utilização do sistema de controlo da produção desenvolvido pela Empresa, o CP. Sempre que uma máquina parava durante um determinado tempo essa informação era colocada no CP como motivo de avaria, contudo o tipo de avaria não era especificado (avaria no sensor da máquina de corte de cabo, na placa de termogravação, etc.). Nesta situação, torna-se impossível analisar adequadamente este tema das avarias uma vez que não se possui a informação necessária sobre as mesmas. Neste momento, já existe uma preocupação em assegurar que todos os colaboradores, aquando a introdução da informação no *software*, sejam específicos nos motivos. Assim, sabendo que determinada máquina esteve parada x vezes durante um mês devido a avarias dos sensores y , facilmente se conclui que esses sensores não estão operacionais e procede-se à sua análise detalhada.

A partir do momento que a Empresa atinja um nível de excelência nos seus processos internos, um outro tipo de manutenção deverá ser incorporada, manutenção preditiva. Esta visa a troca de equipamentos mesmo que os mesmos não apresentem defeitos e realiza-se através de estudos que determinam o MTBF (*Mean Time Between Failures*, ou seja, Tempo Médio entre Falhas) prevendo o tempo de vida de determinado equipamento. Refere-se o seguinte exemplo: estima-se que um equipamento terá uma vida útil de 10.000 horas, considerando que trabalha 10 horas por dia significa que ele durará em média 1000 dias (cerca de 3 anos), logo a solução passa por substituir o equipamento a cada 3 anos, mesmo que aparentemente esteja em perfeitas condições. Este tipo de manutenção requer uma sustentabilidade económica elevada uma vez que a substituição de equipamentos requer custos, contudo caberá à empresa analisar esses custos e compará-los com os custos de perda de produção, determinando o cenário mais favorável.

A falta de material provocada por este módulo está diretamente ligada às avarias nas máquinas uma vez que estas provocam um atraso na produção e conseqüentemente uma falha na alimentação das linhas. Uma redução do número/tempo das avarias bem como uma redução do tempo de *setup* são as chaves essenciais para se atingir o objetivo de cumprir/assegurar a alimentação das linhas no prazo correto. Apesar dos esforços realizados pela Empresa, para eliminar as falhas no fornecimento interno, estes só serão eficazes quando se eliminar a instabilidade, *MURI*, existente neste módulo. Através de uma manutenção eficaz e um tempo de *setup* adequado será possível garantir o fluxo de produção nas linhas de montagem.

5.3 Solicitações extra da empresa

Sistema *Andon*

“*Andon means ‘lantern’ in Japanese. Just as a lantern may guide people walking in the dark, an andon light helps expose abnormal conditions in the factory.*” (Suzaki 1987)

O sistema *Andon* é uma ferramenta do domínio da Gestão Visual que, tal como a citação refere, permite uma perceção imediata das condições da fábrica. Com a utilização deste sistema de luzes, analisando o panorama geral de uma fábrica, é possível constatar imediatamente a situação de cada posto de trabalho. As vantagens associadas a este sistema são as seguintes:

- Apresentação imediata dos problemas;
- Transferência mais eficaz da informação;
- Ações corretivas imediatas;
- Visualização da situação atual da linha;
- Redução do tempo de espera;
- Aumento da produtividade;



Figura 30: Sistema *Andon*

Com a utilização desta ferramenta é possível implementar gestão visual mais eficaz o que contribui para um trabalho mais eficiente.

Na Empresa este sistema já está implementado, no entanto não é utilizado. Além disso possuía uma configuração que não era a adequada. Dessa forma, a empresa propôs o estudo do sistema existente na mesma com conseqüente proposta de possíveis melhorias para que se passasse a dar uso a um ativo da fábrica que estava a ser desperdiçado.

Tal análise foi realizada no projeto uma vez que a modificação do significado das luzes do sistema *Andon* foi uma das ações de melhoria propostas para a linha *Kiekert B299 Exteriores*.

Analisado o significado para a Empresa das luzes *Andon*, verificou-se que duas delas, amarela e azul, não implicavam uma ação pelo que não tinham utilidade. A luz amarela acendia automaticamente sempre que a linha estivesse abaixo da cadência objetivo, no entanto nada era necessário fazer. A proposta, aceite pela Empresa, foi a alteração do significado dessa luz para Pedido de Reparação e a mesma ser acionada pelo operador em vez de ser automática. Desta forma, cabe ao operador acionar a luz, através de um botão colocado no programa da consola existente na linha, sempre que necessitasse da colaboração de um dos afinadores responsáveis pelas linhas de determinado módulo, para realizar tarefas referentes a *setup(s)*, avarias e/ou afinações.

Tal operação permitia um tempo de reparação e de espera pelo afinador inferior ao atual uma vez que bastava que o mesmo visse a luz amarela acesa para saber que tinha que se dirigir àquela linha. Na situação inicial quando os operadores de linha necessitam do afinador, saíam do seu posto de trabalho para irem procurá-lo ou para o avisarem por telefone interno. Estas tarefas prolongavam a paragem da linha representando desperdício.

Relativamente à luz azul a alteração foi um pouco diferente. Esta já era acionada manualmente, contudo apenas era utilizada quando houvesse falta de material na linha. A proposta de solução foi alterar este significado para três ações distintas. A linha azul passava a ser acionada para chamar o abastecedor de forma a informá-lo do que se estava a passar quanto à falta de material, defeitos do mesmo e à necessidade de material para a referência que seria produzida após o *setup* (30 minutos antes do mesmo). Assim, impede-se a paragem da linha por falta de material ou espera de abastecimento para a próxima referência a produzir.

Com a definição da proposta (apresentada na Figura 31) o passo seguinte passou pela transferência desta informação ao departamento de informática para que o mesmo procedesse à alteração dos programas das consolas existentes em cada linha de forma a adicionar mais um botão de acionamento manual e de cancelar a ativação automática da luz amarela. Esta alteração já está a ser implementada nas novas linhas de montagem, contudo o plano de modificação das existentes ainda está a ser desenvolvido pelo departamento tendo em conta a disponibilidade dos elementos do mesmo para fazerem essa alteração. Apesar de não requerer um investimento financeiro a implementação está dependente da disponibilidade de um dos programadores da empresa.

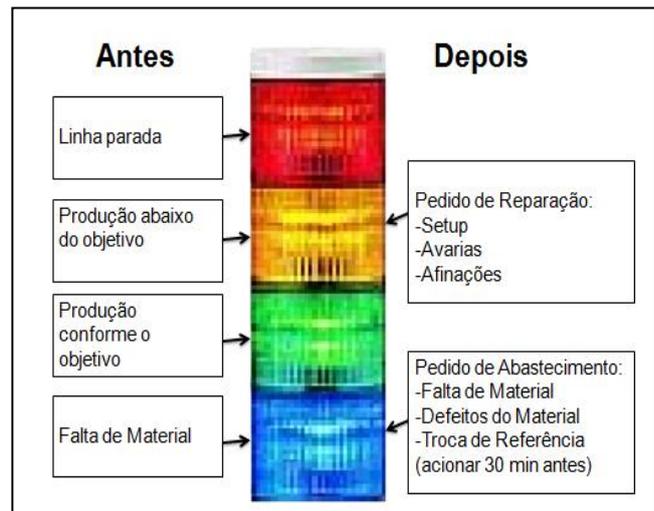


Figura 31: Significado das luzes do sistema *Andon*

Gestão de *Stock*

Durante o projeto surgiu a proposta de inventariar as existências, de determinadas referências de componentes, para calcular a produção necessária. Tal decisão foi justificada por estas deixarem de ser utilizadas aquando da alteração do produto onde eram inseridas. Estas referências pertenciam às linhas B8L2 e B8L4 e deixaram de ser utilizadas uma vez que se procedeu à alteração das características dos tubos exteriores utilizados no fabrico do produto final.

O trabalho passava por fazer um levantamento das referências antigas ainda existentes e determinar quais as que eram utilizadas no mesmo produto final (um mesmo cabo pode utilizar dois tipos diferentes de tubo exterior). Após a análise, verificou-se que apenas duas das existentes eram complementares o que acelerou a conclusão deste trabalho.

A Tabela 10 mostra as quantidades existentes de cada referência.

Tabela 10: Tubos exteriores utilizados nas linhas B8L2 e B8L4

Referência	Quantidade/Caixa						Total (unidades)
1068180145001B	1150	1150	1150	1150			4600
1260980145001A	1000	750	550				2300
1060980145006B	1100	1100	1100	1100	1100		5500
1060980145002 ^a							0
1260980145005 ^a	1800	1800	400	1400	1500		6900
1260980145006B	2500						2500
1260980145008 ^a	3400	3400	3000				9800
1260980145007 ^a	2800	1100	1000	1100			6000
1260980145009 ^a	1350	2000	600				3950
1260980145010 ^a	4000						4000
12629471A00	1250	1500	1500	1500	1500	1450	8700
12629501A00	1000	1209	1000	1070			4279
1060980145007 ^a	450	500	500	450	2700	300	4900
1260980145004 ^a	500	500	2000				3000
1260980145002 ^a	500	500	400	1400			2800

Através deste levantamento foi possível determinar as quantidades exatas de cabos que ainda tinham que ser produzidos nas linhas, utilizando as referências antigas. A partir desse valor, as linhas passavam a produzir de acordo com o planeamento das novas referências. Uma outra questão prende-se ao facto de existir uma diferença na quantidade das referências complementares (sombreadas a cinzento). Desta forma, após a verificação das quantidades existentes conclui-se que ainda tinham que ser fabricados mais 1550 ($5500-3950=1550$) tubos da referência 1260980145009A, uma vez que a quantidade da outra referência era superior.

Finalmente, foi necessário identificar as caixas que ainda pertenciam a referências antigas e as que já faziam parte das novas. Tal acontecia porque se iniciara a produção de tubos exteriores das novas referências, mesmo antes de escoar o *stock* das antigas. A solução passou por colocar uma folha de identificação nas caixas de novas referências que eram produzidas. Assim, as caixas que não tinham qualquer indicação pertenciam às referências antigas pelo que tinham que ser utilizadas previamente.

Medição de Tempos

Tal como referido, anteriormente, ao longo do projeto foi-se medindo a produtividade de várias linhas de montagem, mesmo das que não estavam enquadradas no desenvolvimento do mesmo. Esta proposta pretendia verificar a capacidade real das linhas de montagem e averiguar se o objetivo pretendido estava ou não de acordo com a mesma. Se tal não acontecesse seria recomendável modificar o objetivo ou tomar medidas no sentido de aumentar a dita capacidade.

Podem destacar-se quatro casos onde foi necessário alterar o objetivo, ou ter em consideração essa possibilidade, uma vez que não era possível atingi-lo pois as linhas não tinham capacidade. Os quadros de produção, existentes em cada linha de montagem que ilustram as quantidades produzidas por hora bem como os motivos de paragens, apresentavam-se quase

na maioria das vezes a vermelho. Quando a produção objetivo para determinada hora não é atingida as operadoras têm que escrever a produção efetuada a cor vermelha, no caso contrário escrevem a cor verde. Desta forma, olhando para o quadro, é possível perceber imediatamente se a linha está a produzir de forma eficiente ou não. Na Tabela 11 apresentam-se algumas das linhas medidas e respetivos PPH(s).

Tabela 11: Linhas cujos PPH objetivo não se encontram de acordo com os resultados reais

Linha	Referência	PPH Objetivo	PPH real
Kiekert A9 ext	121912001C01	158	104
Kiekert A9 int	121912004B01	158	111
GM Portas Manual	121911613B03	110	96
GM Manual Portas	121911510B01	120	95

Os valores do PPH real têm em consideração uma eficiência das linhas de 95% e uma perda de ritmo de 5% o que torna este valor ainda mais aproximado da realidade. Analisando a tabela verifica-se que existe uma diferença significativa entre os dois tipos de valor.

A solução passou por modificar o objetivo, para valores mais realistas, possibilitando um planeamento mais próximo da realidade, ou analisar novamente as linhas para detetar ineficiências. As decisões tomadas são da responsabilidade do chefe de módulo, não sendo aqui referidas na medida em que não fazem parte do projeto.

É importante referir que estas medições foram necessárias na medida em que os operadores se sentiam frustrados por não conseguirem atingir o objetivo pretendido. É do conhecimento comum que um trabalhador desmotivado não consegue ser tão produtivo. Ao realizar estas medições foi possível alterar, em alguns casos, o objetivo de produção tornando a cor verde predominante nos quadros destas linhas, contribuindo também para a satisfação dos próprios trabalhadores.

“The grass is greener where you water it” (Danielle Luedtke)

6. Conclusões e considerações futuras

Na tentativa de implementar na Empresa os conceitos de inovação, qualidade, produtividade, envolvimento e melhoria contínua surgiu o projeto “Melhoria de “performance” em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias *Lean/Kaizen*”. O principal objetivo focava-se no aumento da produtividade de linhas de montagem, no entanto o desenvolvimento do projeto também enquadrava a otimização da organização do armazém de moldes utilizados na injeção de plástico.

O resultado obtido traduziu-se num aumento da produtividade da linha *Kiekert B299 Exteriores* e numa redução do tempo utilizado na troca de moldes, no que toca a operações de armazenamento dos mesmos.

Este projeto teve um impacto significativo ao alertar os operadores para uma preocupação permanente com a organização, arrumação e limpeza dos postos de trabalho. Estes temas, apesar de parecerem insignificantes são essenciais à competitividade de qualquer empresa. Possuindo postos de trabalho organizados, tarefas prédefinidas, onde cada um saiba exatamente o que tem a fazer e como, elimina-se o desperdício e conquista-se tempo para produzir num modo mais eficiente acrescentando valor ao produto.

A principal dificuldade deste projeto resultou dum prazo de implementação das ações condicionado e por isso com atrasos. Todas as alterações dependiam de recursos humanos da Empresa que não estavam a trabalhar em parceria exclusiva com este projeto e portanto ao longo do mesmo existiram períodos de espera relativamente largos que condicionaram bastante a sua finalização de acordo com o planeamento inicial. Foi por isso necessário alterar o projeto inicial porque as ações de melhoria, inicialmente planeadas para as quatro linhas, não podiam ser integralmente implementadas. Nesse sentido, optou-se por estender o projeto a uma área crítica, o módulo da injeção de plástico que condicionava o fornecimento interno às linhas de montagem enquadradas, inicialmente, no projeto.

Segundo Douglas McGregor, investigador destacado no âmbito da psicologia e da liderança de pessoas e grupos de trabalho, existem fundamentalmente duas teorias acerca da natureza humana que os gestores podem adotar as quais designou por Teorias X e Y. Na primeira englobam-se as pessoas que por natureza não gostam de trabalhar e evitam-no sempre que podem, colaborando apenas se forem pressionadas, controladas e/ou ameaçadas com punições. Por outro lado, a Teoria Y refere-se àquelas pessoas em que a realização de esforço, físico ou mental, no trabalho é tão natural como o descanso ou o lazer além de ser algo necessário ao seu próprio desenvolvimento. Estas são capazes de se motivar e autocontrolar relativamente a objetivos com que se identifiquem sem que seja necessário qualquer tipo de ameaça ou punição por parte dos órgãos superiores. Desde que as condições de trabalho o permitam, as pessoas estão motivadas para concretizar o seu potencial profissional e humano. A escolha da teoria influenciará o tipo de liderança de cada gestor, no entanto é perceptível que o ideal seria a prática da Teoria Y em todas as organizações porque significaria que todos os colaboradores mostravam interesse e empenho na realização das suas tarefas, contribuindo diretamente para o crescimento das empresas.

A resistência à mudança é uma característica inerente a cada ser humano e como tal existe uma tremenda dificuldade em contornar este fator. A interação com os restantes colaboradores mostrou-se, não raras vezes, um desafio complicado porque quando um colaborador não concordava com determinada ação ou não entendia o seu objetivo o desenvolvimento do projeto sofria mais um atraso. Apesar de tudo, há sempre um lado novo em cada situação e nesse sentido esta experiência foi muito interessante no que concerne ao processo de aprendizagem e no relacionamento transaccional com todo o tipo de pessoas: saber ouvi-las e conseguir fazer com que entendam um ponto de vista diferente e se sintam interessadas pelo mesmo.

Num futuro próximo será necessário:

- Alargar este projeto a todas as linhas de montagem de forma a melhorar a sua produtividade;
- Implementar de forma eficaz ações *SMED* para que seja possível diminuir os tempos, atualmente, gastos em *setup(s)*, permitindo uma redução do tamanho do lote.
- Reestruturar o plano de manutenção com o objetivo de reduzir/eliminar a existência de avarias nos equipamentos;
- Analisar cuidadosamente o módulo de Injeção de Plástico e tomar medidas que permitam eliminar por completo o desperdício existente.

Para terminar, importa referir que qualquer atividade *Kaizen* realizada numa empresa deve assegurar o envolvimento de todas as pessoas na investigação e na resolução de problemas. A discussão de ideias em grupo, multidisciplinar, permite identificar a causa raiz de cada problema e definir soluções fiáveis e económicas que sejam por isso implementáveis com sucesso nos resultados. Nesse sentido, penso que o projeto teria mais impacto se tivesse sido enquadrado num departamento de melhoria contínua. Desta forma, existiria autoridade para mobilizar uma equipa multidisciplinar e gerir um orçamento que possibilitasse a implementação das ações necessárias nos prazos estabelecidos.

“Coming together is a beginning. Keeping together is progress. Working together is success.” (Henry Ford)

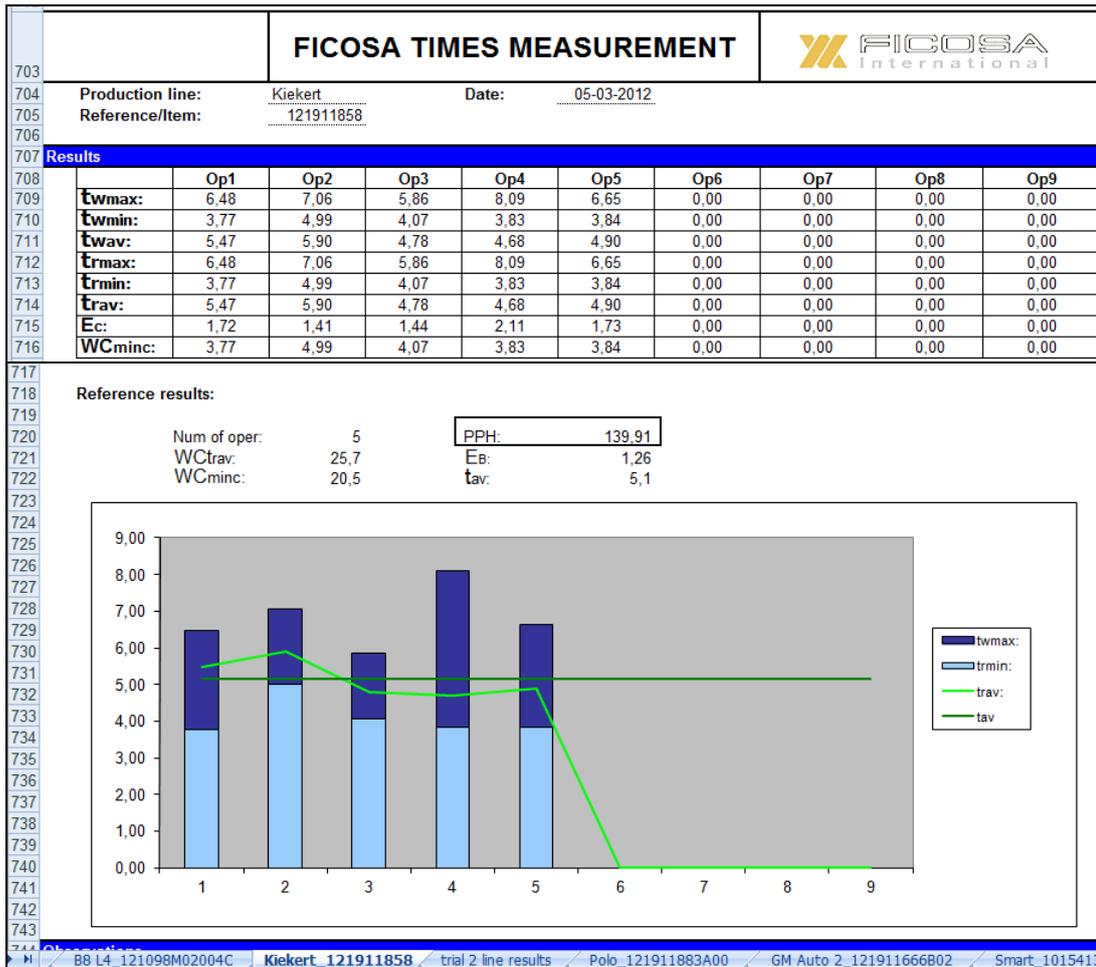
Referências bibliográficas

- Boo-Ho Rho, Y.-M. Y. (1998). "A comparative study on the structural relationships of manufacturing practices, lead time and productivity in Japan and Korea." *Journal of Operations Management* **16**.
- Coimbra, E. A. (2009). Métodos de Melhoria Usados no Projecto Tupai. *VidaEcon mica. Lean Innovations News*. **14**.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*, Kaizen Institute.
- Corporation, P. (2012). "Promodel."
- Cruz, L. (2009). Blog do Luiz Cruz. <http://leanmanufacturing.zip.net/>.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production simplifield: a plain language to the world's most powerful production systems*. P. P. New York.
- Ely, J. (2008). *Hoshin Kanri - Lean Strategic Planning*.
- Five, P. (2005). *Diagnóstico da Indústria Automóvel em Portugal*. Inteli.
- James J. Rooney, T. M. K., Russ Westcott, R. Dan Reid, Keith Wagoner, Peter E. Pylipow (2009). *Building from the basics - Master These quality tools and do your job better*.
- Kevin Linderman, R. G. S., Srilata Zahae, Charles Liedtke, Adrian S. Choo (2004). "Integrating quality management practices with knowledge creation processes." *Journal of Operations Management* **22**: 19.
- Lander, E. (2007). *Implementing Toyota-Style Systems in High Variability Environments*. Doctor, The University of Michigan
- Larcker, C. D. I. a. D. F. (1997). "Quality strategy, strategic control systems, and organizational performance." *Accounting Organizations and Society* **vol. 22, N° 3/4**.
- Lyu, J. (1996). *Applying Kaizen an Automation to Process Reengineering*. National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, *Journal of Manufacturing Systems*. **15/N°2**.
- Melton, T. (2005). "The Benefits Of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries." *I Chem E* **12**.

- Monden, Y. (1988). El sistema de producción de Toyota.
- Pintelon, P. M. a. L. (2008). "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE):literature review and practical application discussion." *International Journal of Production Research* **Vol. 46, N° 13**: 20.
- Pinto, J. P. (2009). Introdução ao Lean Thinking C. L. Thinking: 90.
- Pinto, J. P. (2009). Pensamento LEAN - A filosofia das organizações vencedoras.
- Rui Pena, A. T. L. M. e. R. M., . (2000). Metodologia da Árvore de Problemas, PRONACI: Programa Nacional de Formação de Chefias Intermédias, AEP – Associação Empresarial de Portugal.
- Silva, M. (2010). Estudos de Tempos e Métodos.
- Suzaki, K. (1987). "The new manufacturing challenge : techniques for continuous improvement.".
- Suzaki, K. (2010). Gestão de Operações LEAN - Metodologias Kaizen para a melhoria contínua. Rua das Lameiradas, 112 . 4540-423 Mansores, LeanOP, Unipessoal, Lda.
- Torres, L. C. (2011). Kaizen - Melhoria Contínua.

ANEXO A: Análise de Tempos e Métodos - *Kiekert B299 Interiores*

Utilizando o ficheiro *Times_Hoshin*, existente na empresa. Através da recolha de uma amostra de 20 tempos (tempos que cada operadora despende em cada posto para realizar uma tarefa), este ficheiro calcula os valores do PPH, do Conteúdo de Trabalho (WC), ou seja, o tempo que uma peça demora a ser realizada desde que é iniciada no primeiro posto até que chega ao último como produto acabado, o Equilíbrio de Linha (Eb) dado pela análise da variabilidade da mesma, e por fim, o Tempo Médio (Tav) de execução da tarefa de cada posto. O gráfico seguinte ilustra o tempo utilizado em cada posto para a execução das tarefas.



Pode-se constatar que o posto gargalo é o número 4 dado que é este o mais demorado. O facto do posto 3 apresentar um tempo inferior ao do 4 provocará a existência de *stock* intermédio entre ambos. Além disso, a operadora localizada no posto 5 não raras vezes terá que esperar pelas peças provenientes do posto 4 dado que apresenta um tempo de execução inferior ao gargalo. Desta forma, facilmente se conclui que a linha não está equilibrada. Consegue-se observar ainda que no terceiro posto, por exemplo, existe uma elevada variabilidade (zona a azul escuro) dado que a variação dos tempos, mínimo e máximo, é muito discrepante. Dessa forma, será necessário analisar os motivos dessa variabilidade e tentar eliminá-los mesmo depois de se ter conseguido reduzir o tempo gargalo.

A quantidade de trabalho média (WCtrav) necessária para produzir uma peça traduz-se em aproximadamente 25,7 segundos. No entanto a cadência da linha é dada pelo tempo do posto gargalo.

ANEXO B: Produtividade da linha *Kiekert A9 Interiores*

A Tabela que se segue mostra a percentagem de perda de produção calculada para cada linha. Em média verifica-se uma perda de 19% para todas as linhas apresentadas.

Linha	PPH				% de Perda
	Real	Medido	Orçamento	Diferença	
Kiekert A9 int	133,2	148,0	158,0	33,8	16%
Kiekert int	125,919	139,9	160,0	34,1	21%
GM Auto 2	135,18	150,2	167,0	31,8	19%
				Média	19%

Para explicar a perda de produção referida na secção 4.1 utilizar-se-á a linha *Kiekert A9 int* como exemplo para explicitar os cálculos efetuados.

Os valores expostos na Tabela são explicados seguidamente.

PPH Real: $PPH \text{ Medido} * (\text{Eficiência} - \text{Perda de Ritmo}) = 148,0 * (0,95 - 0,05) = 133,2$

Diferença: $PPH \text{ Orçamento} - PPH \text{ Real} = 158,0 - 133,2 = 24,8$

% de Perda: $\text{Diferença} / PPH \text{ Orçamento} = 24,8 / 158,0 = 15,7\%$

Perdas mensais:

PPH: $PPH \text{ Orçamento} * \% \text{ de Perda} = 158,0 * 0,16 = 25,28 \text{ peças/hora/homem}$

Produção por Hora: $PPH * N^{\circ} \text{ Operadores} = 25,28 * 5 = 127 \text{ peças/hora}$

Produção mensal: $\text{Produção por Hora} * N^{\circ} \text{ horas por dia} * N^{\circ} \text{ dias úteis por mês} =$
 $= 127 * 21 * 20 = 53 \ 340 \text{ Peças.}$

Esta linha trabalha a três turnos diários, cada um composto por 8 horas de trabalho. Contabiliza-se a perda de uma hora em cada turno para pausas (lanche e limpeza). Assume-se também que um mês contém cerca de 20 dias úteis.

8. Tapete rolante toca nas pernas da operadora;

Posto 2:

9. Movimentação indesejada para recolher cabos do posto 1 para o porto 2;
10. Desperdício de matéria-prima (*Zamak*), a sua extração é manual e o material não é aproveitado;
11. Dificuldade no manuseamento dos parafusos aquando o *setup*;

Posto 3:

12. Tempo desperdiçado no armazenamento do produto acabado;
13. Desorganização dos materiais para embalagem;
14. Alguns cabos do posto 1 caem no posto 3.

Gerais:

15. Problemas de qualidade dos subconjuntos de cabo e espiral;
16. Sistema *Andon* não está a funcionar;
17. Tempos de *setup* longos;
18. *Gabarit* mal posicionado e provavelmente demasiado grande para o efeito;
19. A sequenciação das linhas de montagem envolvidas nesta produção não é eficaz;
20. Fabrico em lote. Não obedece ao conceito de “one-piece-flow”.

Depois deste processo de levantamento de problemas foi necessário pensar nas ações que deveriam ser implementadas na linha para tentar solucioná-los.

ANEXO D: Ações de melhoria destinadas à linha Kiekert B299 Exteriores

				F										G										H										I										J										K										L										M										N										O										P										Q										R										S										T										U										V										W										X									
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19																			
1				2										3										4										5										6																																																																																																																																																					

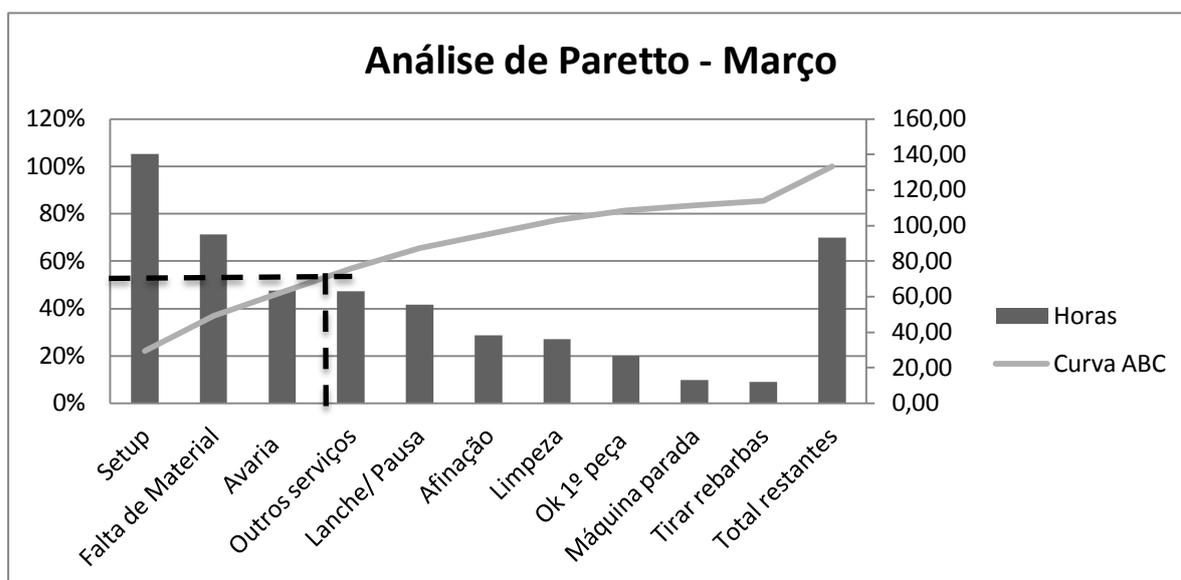
Melhoria de "performance" em linhas de montagem e secções de fabrico com metodologias Lean/Kaizen

20		2°	1	Operadora tem que colocar o cabo no local de corte	Chapa para direcionar o cabo ao local do corte	KAIZ		x		11-04-12	HF		17-04-12						
21	9	2°	1	Tapete toca nas pernas da operadora, caso esta esteja sentada	Colocar uma placa que impeça o contacto entre o tapete e as pernas da operadora	KAIZ		x		11-04-12	HF		17-04-12						
22						KAIZ													
23	10	1°	2	Distância entre os postos 1, 2 e 3	Ligação do primeiro posto ao de Zamak para minimizar a distância entre postos e o esforço da operária. Aproximar postos 2 e 3.	KAIZ		x		11-04-12	HF	FF	20-04-12					60	
24	11	1°	2	Desperdício de zamak + retirar aparas manualmente	Aplicar sistema de corte de gito na máquina de injeção de zamak. Passou para o de termogravação.	KAIZ		x		11-04-12	HF		19-04-12					61	
25	12	1°	2	Calibre desafinado para a cota de saída	Troca de calibre	KAIZ	x			11-04-12	HF	PR	19-04-12					61	
26	13	1°	2	Dificuldade no manuseamento dos parafuso	Troca de parafusos por manipuladores manuais	KAIZ		x		11-04-12	HF	PR	20-04-12					60	
27																			
28	14	1°	3	Tempo desperdiçado no armazenamento de produto acabado	Colocar caixa debaixo do posto + eliminação do tapete rolante	KAIZ		x		11-04-12	PR		19-04-12					61	Não sai tapete, mas muda-se a sua forma
29	15	1°	3	Desorganização do posto	Organizar layout (posições do rolo de cartão, quadro, posicionamento da paleta, caixas de cartão vazias, luzes, ajudas visuais)	KAIZ		x		11-04-12	HF	PR	20-04-12					60	
30	16	2°	3	Alguns cabos do posto 1 caem no posto 3	Placa entre esses dois postos para impedir passagem de cabos de um para o outro.	KAIZ		x		11-04-12	HF	PR	17-04-12						
31		Gerais																63	
32	17	1°		Problemas de qualidade dos subconjuntos espiral e de cabo	Analisar situação no fabrico e seleção	KAIZ	x			11-04-12	LL		16-04-12					64	
33	18	1°		Luzes de aviso não são utilizadas.	Realizar uma pequena apresentação informativa sobre as luzes + etiquetagem das lâmpadas	KAIZ		x		11-04-12	LL		13-04-12					67	
34	19	1°		Tempos de setup demorados	Adaptar placa de termogravação de forma a ser apenas necessário trocar as letras do código	KAIZ		x		11-04-12	HF		19-04-12					61	
35					Acompanhamento do setup e elaboração de uma check list	KAIZ		x		11-04-12	PA	LL	12-04-12						
36	20	1°		Gabarite mal posicionado e provavelmente demasiado grande para o efeito	Trocar de posição para o posto 3. Substituir os parafusos por manipuladores de aperto rápido	KAIZ		x		11-04-12	HF		19-04-12						
37	21	1°		Sequenciação das linhas de montagem	Avaliar a capacidade da produção de zamak + plástico e indicar um responsável, pertencente ao módulo, de forma a assegurar a alimentação das linhas	KAIZ		x		11-04-12	FT		23-04-12						
38					Analisar a planificação/ Sequenciação da produção	KAIZ		x		11-04-12	FT		23-04-12						
39	22	1°		Qualidade das peças	Análise de resultados de qualidade + Validação calibres + Ajuste frequência e plano de controlo	KAIZ	x			11-04-12	EJ		23-04-12						
40		Nota	Qualquer ação que leve a custos deve ser comentada.																

ANEXO F: Injeção de Plástico – Análise das paragens do mês de março

N. Máquinas		9																																	
Motivo	Tempo (min)																															Total (horas)	Horas/Máquina		
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10	Dia 11	Dia 12	Dia 13	Dia 14	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19	Dia 20	Dia 21	Dia 22	Dia 23	Dia 24	Dia 25	Dia 26	Dia 27	Dia 28	Dia 29	Dia 30	Dia 31				
Lanche/ Pausa	168	150	15		135	140	75	105	105	15		120	145	205	120	135	60	60	150	150	135	120	220	60		120	120	210	105	165	30	55,63	6,18		
Afinação	165	80			155	10	55	95	40	10		110	155	40	70	120		10	30	90	150	75	170	60		90	150	80	100	175		38,08	4,23		
Falta de Material	335	370			200	45	200	80	40			225	110	105	255	255		25	125	175	417	230	545	95		230	345	310	565	370	40	94,87	10,54		
Setup	420	310			465	260	460	235	405			545	160	400	630	435	65	150	415	475	335	485	345	20		165	545	205	225	255		140,17	15,57		
Colocar agulhas	65																																1,08	0,12	
Outros serviços	315	310			155	205	165	85	40			250		220	120			70	135	180	80	80	40	50		255	155	55	495	150	165	62,92	6,99		
Máquina parada	30	60				35			120	50		20	30	15													90	10	155		135		13,00	1,44	
Avaria (trab. Só com 1 molde)	15																																0,25	0,03	
Avaria	195	60	15		185	75	160	195	95	150		385		155	300	505			45	110	250	195	105			90	115	50	230	90	55	63,50	7,06		
Está a fazer peças máquina injetada	15																																0,25	0,03	
Mudar Referência + Outros serviços	40																																0,67	0,07	
Limpeza	120	85			75	135	55	15	15			85	90	160	220	105	30	30															36,25	4,03	
OK 1ª peça + afinação	30																										60	65	150	110	85	15	0,50	0,06	
Tirar material da máquina	15																																0,25	0,03	
Serviço na linha	30																																0,50	0,06	
Ok 1ª peça	70	115			105	70	170	90	113	10		40	45	45	70	75											70	75	20	35		26,88	2,99		
Colocar molas	60								15								60		60													60	4,25	0,47	
Preparar material	30																																0,50	0,06	
Limpar terminais	60									45																							1,75	0,19	
Meter esponja	80							85	60														30							125	165		9,08	1,01	
Falta de Pessoal					170																												5,83	0,65	
Tirar rebárbas					65		70		10			80			60	240														65	45		11,92	1,32	
Escolher cabo					95		15																										1,83	0,20	
Reunião						25	20								420	210																	11,25	1,25	
Mudar gabarit					35							35		20																			1,67	0,19	
Recuperar material					45																												0,75	0,08	
Limpar rebarba					60	30	40	30				120		20	75	145		40															11,67	1,30	
Formação					10																												2,67	0,30	
Buscar espiral					30							15																					1,33	0,15	
Disp. Cont. gitos					5																												0,08	0,01	
Fazer flor							90																										3,25	0,36	
Amostras + esforço							40																										0,67	0,07	
Falta de cabo							55						40																				1,58	0,18	
Falta flor							15	20																									0,58	0,06	
Planário								120																									2,00	0,22	
Falta 37 C								15																									0,58	0,06	
Mudar agulhas								20										15															2,00	0,22	
Verificar esforço								10																									0,17	0,02	
Selecionar									30				25																				1,92	0,21	
Falta material Robocop														30																			0,50	0,06	
Limpar fuso													10																				2,42	0,27	
Amostras														60																			1,00	0,11	
5 s															30																		0,50	0,06	
Afinação + Ok															30																		0,50	0,06	
Analisar molde															60																		1,00	0,11	
Mudar de máquina																	60																1,00	0,11	
Aquecer máquina																																	4,00	0,44	
Procurar espiral																																	0,50	0,06	
Control Visual																																	0,17	0,02	
Parâmetros																																	2,00	0,22	
Analisar agulhas																																	2,00	0,22	
Manutenção																																	0,17	0,02	
Falta Organização																																	0,50	0,06	
Arrumar caixas com espiral																																	0,50	0,06	
Meter borracha																																	2,00	0,22	
Espiral fora de medida																																	60	1,42	0,16
Outra máquina																																	60	1,00	0,11
Validação esforço																																	135	2,25	0,25
Tirar gito manual																																	15	0,25	0,03
Avaliação																																	10	0,17	0,02
Espiral entupida																																	25	0,42	0,05
Tempo Total/ Dia (horas)	33,8	29,5	0,5		30,6667	19,1667	29,3333	19,75	18,3833	3,91667		34,25	14,5833	24,0833	40	38,0833	3,83333	11,4167	18,9167	24,9167	28,7833	27,5833	31,25	6,66667		20,4167	31,3333	27,5	34,25	28,4167	5,08333				

Paragens	Horas	% acumulado
Setup	140,17	0,22
Falta de Material	94,87	0,37
Avaria	63,50	0,47
Outros serviços	62,92	0,57
Lanche/ Pausa	55,63	0,66
Afinação	38,08	0,72
Limpeza	36,25	0,77
Ok 1ª peça	26,88	0,81
Máquina parada	13,00	0,83
Tirar rebarbas	11,92	0,85
Total restantes	93,17	1,00
Total	636,38	



Conclui-se que cerca de 50% das paragens são provocadas pelas seguintes causas: *setup*, falta de material e avarias.

ANEXO G: Acompanhamento de um setup – Injeção de Plástico

Setup Máq. 6	Tipo		Tempo(s)	Soluções					
	EXT	INT		Prioridade			Tipo		
Descrição das atividades				1	2	3	"5S"	IT	NR
Retirar bordos de linha	x		30		x		x		
Baixar molde e desativar sensores		x	48,86						
Desligar mangueiras de água		x	15						
Retirar mangueiras água		x	60						
Retirar mangueiras óleo		x	21						
Desapertar molde		x	119,67	x				x	x
Retirar molde		x	15						
Buscar carrinho	x		40			x		x	
Colocar molde no carro	x		45			x		x	
Armazém	x		209,51						
Levar molde para armazém				x			x		
Procurar próximo molde				x			x		
Encontrar local livre para colocar molde anterior				x			x		
Retirar molde próxima referência	x		140,91	x			x		
Retira-lo do local onde estava armazenado									
Coloca-lo no carrinho									
Dirigilo para a máquina									
Colocar molde na máquina		x	68,58						
Arrumar carrinho + aproximar bordos de linha	x		30,51			x	x		
Testar posição do molde		x	25,47						
Apertos									
Parafusos + ligações		x	166,98		x			x	x
Buscar suportes de ligação	x		197,46	x			x	x	
Apertos + acertos de posição		x	333,38		x			x	
Colocar mangueiras		x	148,36	x			x		
Ativar gaveta		x	68,43		x			x	
Procurar programar no computador + adicionar dados manualmente		x	535,66	x				x	
Testar injeção		x	154,43						
Problema com injeção		x	313,72	x				x	
Espera afinador	x		520,15	x				x	
Retirada placa superior para afinação		x	296						
Procurar tábua de madeira para ajudar na retirada	x			x			x		
Esperar pelo afinador que entretanto saiu	x			x				x	
Pequenos arranjos no molde antes de chegar afinador	x			x				x	
Tempo de espera pelo afinador	x		1440	x				x	
Reparação pelo afinador	x		603,16						
Reposição do molde		x	534,71						
Testar injeção		x	158,68						
Acertar parâmetro		x	30		x			x	
Exterior			3256,7						
Interior			3113,93						
Total Minutos			106,18						
Total Horas			1,77						

ANEXO H: Lista dos moldes existentes e sua caracterização

Lista de moldes				
Id Fico Cables	Referência Molde	Referência de peça	Quantidade	Frequência a Utilização
428	MP09800201	0980224004		P
429	MP09800301	0980224005		P
430	MP10200001	102000000007/8/9		
431	MP2613001	2613224033	Molde e meio	P
432	MP2613002	2613224022	Molde e meio	P
433	MP2613003	2613224027	Molde e meio	
435	MP2613005	2613224023	Molde e meio	P
436	MP2613006	2613224027	Molde e meio	P
437	MP2613007	2613224019	Molde	
438	MP2613008	2613224025	Molde e meio	P
439	MP2613009	2613224033	Molde e meio	
440	MP4413001F	1024413224005		
442	MP4413003F	1024413224002		
443	MP5713001F	1025713171001	1 Molde	M
444	MP9913019F	1029913171001		G
445	MP9913001P	1029913171002		P
446	MP9913001F	1029913171002		P
447	MP9913002F	1029913171002	Molde e meio	P
448	MP_2613001	2613224033		P
449	MP_2613002	2613224022		P
450	MP_2613003	2613224027		
452	MP_2613005	2613224023		P
453	MP_2613006	2613224027		P
454	MP_2613007	2613224019		
455	MP_2613008	2613224025		P
456	MP_2613009	2613224033		
457	MP0980035	0980224035		
459	MP4413001F	1024413300003	Molde e meio	G
460	MP9913001F	1029913300003	Molde e meio	M
461	MP5413001F	1025413224007	1 Molde	P
462	MP8180001F	1028180171003	1 Molde	M
463	MP0107001F	1020107224001	Molde e meio	P
464	MP9913005F	1029913161019	1 Molde	
465	MP8180002F	1098180171002	1 Molde	P
467	MP9913002F	1029913171002		P
479	MP11228252	11228252	Molde e meio	P
496	MP2113001F	1222113171001	Molde e meio	M
497	MP4413004F	1224413300001	Molde e meio	G
498	MP0913001F	1220913224002	Molde e meio	G
532	MP2713002F	2713171001	1 Molde	M
533	MP8010001F	26967	1 Molde	P
534	MP0980002F	0980171001	Molde e meio	
535	MP3590001F	3590288001	1 Molde	P
582	MP9913007F	1029913171001	Molde e meio	G
585	MP0913002F	1220913171001	Molde e meio	G
586	MP0913003F	1220913171001	Molde e meio	G
587	MP2146001F	129214629	Molde e meio	M
588	MPCD28401F	CD284	Molde e meio	G
589	MP2959001F	12229590A00	Molde e meio	G
590	MP1292146F	129214650	Molde e meio	P
593	MP2300791F	12230079A00	Molde e meio	M
594	MP2230008F	12230008	Molde e meio	P
595	MP3033901F	12230339	Molde e meio	G
596	MP3034101F	12230341	Molde e meio	G
597	MP3048501F	12230485	Molde e meio	M
598	MP3048601F	12230486	Molde e meio	M
599	MP3048401F	12230484	Molde e meio	M
601	MP3048301F	12230483	Molde e meio	M
602	MP3037201F	12230372	Molde e meio	M
650	MP3079001F	12230794	Molde e meio	N
651	MP3082001F	12230823	Molde e meio	N
652	MP3078501F	12230785	Molde e meio	M
653	MP3054001C	12230540/41	Molde e meio	
658	MP3109001C	12231096	Molde e meio	N
699	MP3122001C	12231229	Molde e meio	G
613	MP3123001C	12231231	Molde e meio	N

Identificação face a frequência de identificação	Nº de moldes existentes	Nº de prateleiras Necessárias
Grande	12	2,4
Média	13	2,6
Nova	4	0,8
Pequena	24	4,8

Total identificados	53
Total existentes	60
Por identificar	7
Plataforma	6