



**Bruno Daniel Oliveira
Nunes**

**Aplicação de ferramentas *Lean* numa Célula de
Produção**



**Bruno Daniel Oliveira
Nunes**

**Aplicação de ferramentas *Lean* numa célula de
produção**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro, e co-orientação da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família por todo o apoio prestado e por sempre acreditarem em mim ao longo do meu percurso académico

o júri

presidente

Prof. ^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro

Prof. Doutor António Miguel da Fonseca Fernandes Gomes
Professora Auxiliar no Departamento de Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto

Prof. ^a Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer à Oliveira & Irrnã, S.A. pela oportunidade que me deu de desenvolver este projeto, assim como aos colaboradores da empresa pelo apoio prestado, em especial à equipa do produto acabado.

Agradeço também à minha orientadora na Universidade de Aveiro, Professora Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, e à co-orientadora Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre pelo apoio, paciência e conselhos prestados ao longo do projeto.

Agradeço também aos meus amigos, que me acompanharam ao longo do percurso académico, por todo o companheirismo, apoio, aventuras e momentos que me permitiram aprender e me fizeram crescer.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus pais, à minha madrinha e à minha prima pelo incansável apoio e educação ao longo da minha vida. Um muito obrigado por todos os sacrifícios feitos que me permitiram chegar até aqui!

palavras-chave

Lean Thinking, Value Stream Mapping, 5S's, normalização, melhoria contínua.

resumo

O sucesso da Toyota levou várias empresas a implementar os princípios da filosofia *Lean*, por forma a conseguir uma maior competitividade no mercado. Esta filosofia tem por base a criação de valor eliminando fontes de desperdício que o cliente não está disposto a pagar.

O presente projeto foi desenvolvido num setor da empresa Oliveira & Irmão, S.A. que, devido a algumas alterações, havia sofrido uma quebra de produtividade. O principal objetivo consistiu em analisar os vários desperdícios e problemas presentes nesse mesmo setor da empresa, eliminando-os, a fim de melhorar a sua produtividade. Para tal recorreu-se a várias ferramentas *Lean* como o *Value Stream Mapping* para uma primeira análise do estado atual do setor e planeamento de um estado futuro melhorado. A implementação dos *5S's*, a normalização de procedimentos e algumas alterações ao setor no âmbito da melhoria contínua foram também soluções chave para alcançar o objetivo.

Após a implementação das ações propostas foi feito um acompanhamento e análise dos resultados para avaliar o impacto das mesmas.

keywords

Lean Thinking, Value Stream Mapping, 5S's, standardization, continuous improvement.

abstract

Toyota's success has encouraged several organizations to implement *Lean* philosophy principles in order to improve their competitiveness. This philosophy is based on creating value and eliminating sources of waste that the customer is unwilling to pay. This project was developed at Oliveira & Irmão, S.A. in one sector that recently suffered some changes causing loss of productivity. The main goal was to analyze the existing problems and types of waste, eliminating them in order to increase productivity. Therefore several *Lean* tools were used, such as *Value Stream Mapping* for a first analysis of the current state and also to project a better future state. The *5S's* tool, standardization of procedures, and changes in the sector within the continuous improvement logic were truly important tasks for achieving the objective. Finally, after the implementation of the proposed actions, the sector was followed and the results were carefully analyzed in order to evaluate their impact.

Índice

Índice	xv
Índice de Figuras	xvii
Índice de Tabelas.....	xix
1. Introdução	3
1.1. A empresa Oliveira & Irmão, SA	3
1.2. Contextualização do trabalho e objetivos a atingir.....	7
1.3. Estrutura do documento	8
2. Enquadramento teórico	11
2.1. Metodologia <i>Lean</i>	11
2.1.1. <i>Lean Thinking</i>	11
2.1.2. Princípios <i>Lean</i>	14
2.1.3. Melhoria Contínua	16
2.1.4. Valor e desperdício.....	17
2.1.5. Os 7 desperdícios	18
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	19
2.2.1. <i>Value Stream Mapping</i>	19
2.2.2. <i>5S's</i>	22
2.2.3. Normalização.....	24
2.2.4. Sistema Pull	25
2.2.5. Kanban.....	25
3. Caso de estudo na empresa Oliveira & Irmão, SA.....	29
3.1. Descrição do processo produtivo.....	29
3.2. Aplicação da ferramenta <i>Value Stream Mapping</i>	31
3.3. Implementação do plano de ação.....	42
3.3.1. <i>5S's</i>	42
3.3.2. Balanceamento.....	45
3.3.3. Normalização.....	45
3.3.4. Alteração bordo de linha.....	50
3.4. Resultados do plano de ação	51

3.5. Outros projetos	56
3.5.1. <i>Pull Flow</i>	56
3.5.2. <i>TPM</i>	59
3.5.3. Célula de produção de placas.....	60
4. Conclusões e perspectivas de desenvolvimentos futuros	67
Referências Bibliográficas	71
Anexos.....	73

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista aérea da empresa e seu <i>layout</i>	4
Figura 2 – Organograma da organização Oliveira & Irmão, SA.	5
Figura 3 - Principais produtos produzidos na empresa.....	6
Figura 4 - Principais mercados da OLI.....	6
Figura 5 – A Casa da TPS.....	13
Figura 6 – Os sete princípios <i>Lean Thinking</i> revistos.....	15
Figura 7 – Ciclo PDCA.....	17
Figura 8 – Passos de Criação de um <i>Value Stream Mapping</i>	20
Figura 9 – Ferramenta 5S's.....	23
Figura 10 - Aplicação conjunta dos ciclos SDCA e PDCA no sentido da melhoria contínua do desempenho.....	24
Figura 11 – Modo de funcionamento de um sistema kanban.....	26
Figura 12 – Exemplo de kanban utilizado na OLI.....	26
Figura 13 – Layout da célula de Válvulas V2.....	29
Figura 14 - Diagrama de atividades de uma encomenda.....	33
Figura 15 – Tempos dos postos da Célula V2	33
Figura 16 – Registo de produção de válvulas por meses.....	34
Figura 17 – Armazém de componentes da V2.....	36
Figura 18 – Tarefas de <i>repacking</i> e movimentação de contentores.....	37
Figura 19 – Acumulação de <i>stock</i> intermédio.....	38
Figura 20 – Peças não-conformes no ensaiador no fim do turno.....	39
Figura 21 – Estado corrente da célula V2.....	39
Figura 22 – Estado futuro da célula V2.....	41
Figura 23 – Plano de ação <i>VSM</i>	42
Figura 24 – Estado anterior da bancada da V2.....	43

Figura 25 – Estado do posto da bancada da V2 após implementação dos 5S's.....	43
Figura 26 - Cartões de solicitação de material antes e depois.....	44
Figura 27 - Quadro de Informação de posto antes e depois.	44
Figura 28 – Reunião entre equipa VSM e operadores.....	47
Figura 29 - Tarefas realizadas na troca de turno antes.....	48
Figura 30 – Proposta para tarefas de mudança de turno.....	49
Figura 31 – Alteração ao bordo de linha.....	50
Figura 32 – Primeiro posto de montagem antes.....	51
Figura 33 – Primeiro posto de montagem alterado.....	51
Figura 34 – Evolução do tempo de ciclo da célula V2.....	53
Figura 35 – Evolução da OEE ao longo do projeto.....	55
Figura 36 – Evolução da produção média por turno das válvulas económicas.....	56
Figura 37 - Procedimento para abastecer / remover contentor da célula.....	58
Figura 38 – Proposta de alteração ao sistema de abastecimento.....	58
Figura 39 – Simulação de injeção para caixas XL.....	59
Figura 40 – Simulação de placas e caixas cartão.....	61
Figura 41 - Saco antigo (esquerda) e novo saco (direita)	62

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados sobre os vários tempos cronometrados.....	33
Tabela 2 – Procedimento de montagem de válvulas elaborado (primeiro posto)	46
Tabela 3 – Teste t para a comparação de médias dos tempos “Antes” e “Depois”	52
Tabela 4 – Amostra de tempos recolhidos para cada posto, antes e depois.....	52
Tabela 5 – Teste à igualdade de variâncias de Levene.....	53
Tabela 6 – Tabela ANOVA.....	53
Tabela 7 – Teste t para comparação das médias dos tempos de mudança de turno antes e depois das alterações.....	54
Tabela 8 – Comparação de custos e poupança anual prevista com o uso da nova caixa para as placas.....	62

CAPÍTULO 1

Introdução

1. Introdução

Desde a revolução industrial que a competitividade nos vários mercados tem crescido originando também um aumento no número de produtos disponíveis para os consumidores. Esta tendência reflete a necessidade de dar resposta às exigências dos mercados e de alterar as estruturas necessárias para manter a competitividade.

O potencial dos princípios *Lean* tem sido demonstrado através do sucesso da utilização, por parte das empresas do Toyota Production System. É por isso que atualmente um dos objetivos de várias indústrias consiste na melhoria dos seus processos de produção para que seja possível acrescentar maior valor ao produto, consumindo menos recursos e assim tornarem-se mais eficientes. Para tal é necessário aplicar os vários conceitos *Lean* na eliminação de todos os processos que são desnecessários e que, conseqüentemente, trarão custos para a empresa.

No âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi proposta a realização de um projeto na organização Oliveira & Irmão, SA. em Aveiro, empresa que produz artigos sanitários para o setor da construção civil. O projeto foi inserido no departamento de Produto Acabado que é responsável, de uma forma geral, pela montagem de alguns componentes que serão, posteriormente, incorporados no produto final. Foi proposto como projeto a análise e redução dos desperdícios de uma célula de válvulas com o objetivo de melhorar a produtividade da mesma. Para tal foi necessário fazer um levantamento da forma de funcionamento da célula identificando os principais problemas e desperdícios da mesma, sempre numa perspetiva de melhoria contínua.

Seguidamente, para a concretização dos objetivos propostos foram utilizadas algumas ferramentas relacionadas com a filosofia *Lean*, sendo que as mais relevantes foram o *Value Stream Mapping*, os *5S's* e a Normalização.

1.1. A empresa Oliveira & Irmão, SA.

Fundada em 1954, a Oliveira & Irmão, SA. (OLI) ganhou maior destaque pela oferta de artigos sanitários para o setor da construção civil. No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, especializando-se no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos.

A partir de 1993 a OLI juntou-se ao grupo Italiano Fondital e, atualmente, conta com cerca de 20.268 m² de área coberta e mais de 340 funcionários. Através da figura 1 é possível observar a vista aérea da empresa assim como o seu *layout* e na figura 2 o organograma da empresa destacando-se o departamento de produto acabado, local de realização do projeto.

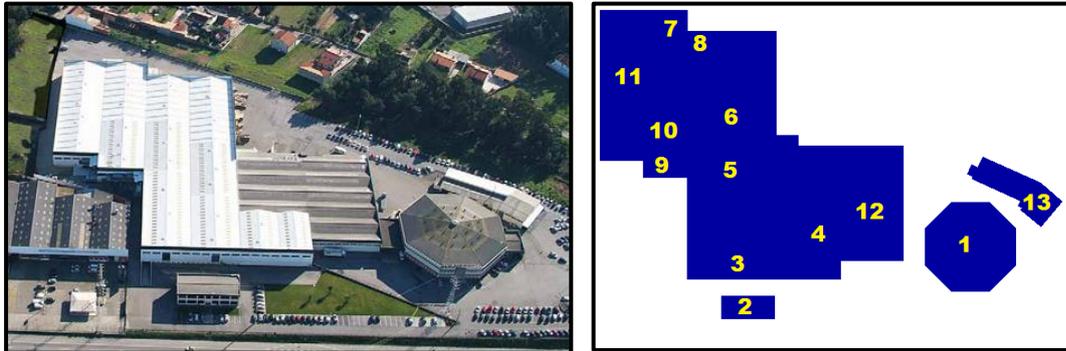


Figura 1 – Vista aérea da empresa e seu *layout*

(Fonte: Pasta OLI: partilha/DF/Kaizen/formaçãoOLI)

Legenda:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1- Edifício octogonal. | 8- Departamento de Logística. |
| 2- Departamento do Projeto. | 9- Reciclagem. |
| 3- Departamento da Produção | 10- Armazém de matéria-prima granulada. |
| 4- Departamento do Produto Acabado. | 11- Projeto Twins. |
| 5- Parque de máquinas. | 12- Armazém PA. |
| 6- Armazém de produtos injetados. | 13- Moldaveiro. |
| 7- Armazém de produtos adquiridos. | |

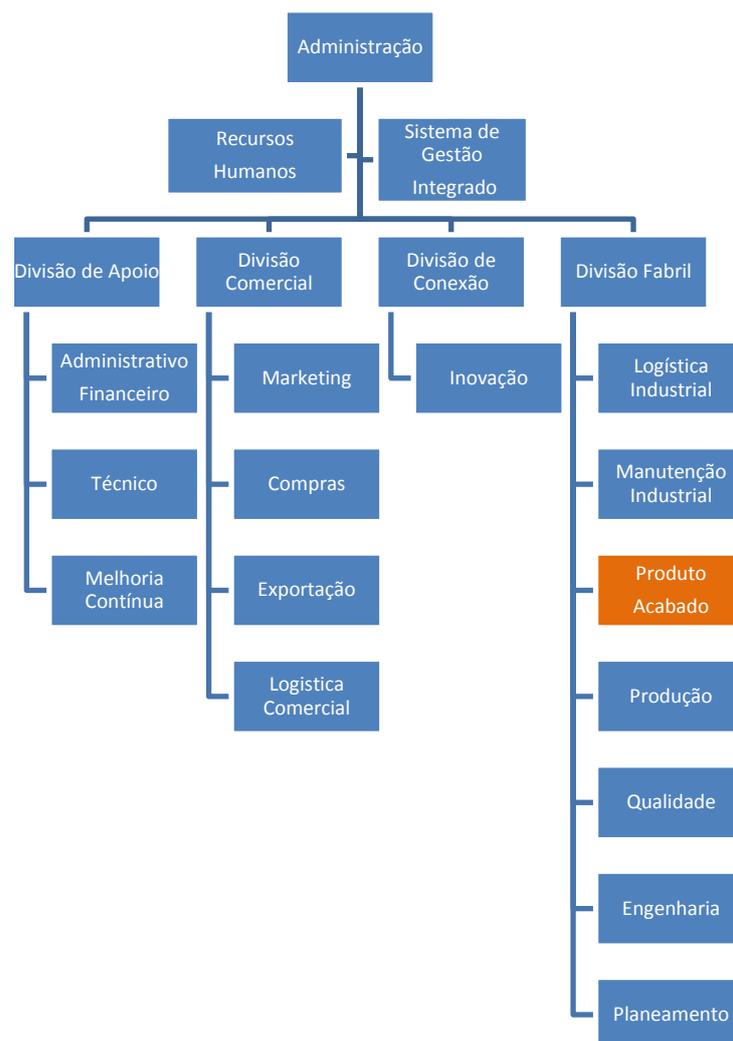


Figura 2 – Organograma da organização Oliveira & Irmão, SA.
 (Fonte: adaptado de Pasta OLI: Partilha\Dep. RH\2014\OLI\Apresentação)

Como elemento chave no seu processo produtivo, a empresa recorre aos mais sofisticados meios tecnológicos, com uma estratégia de permanente atualização face às evoluções técnicas que se vão verificando no setor a nível mundial. A empresa encara todas as relações com os clientes como relações de parceria considerando que é necessária uma clara interpretação das necessidades do cliente bem como a adoção de uma estratégia de fidelização, valorizando o serviço pós-venda e apostando na perspetiva de satisfação total do cliente.

Relativamente à produção, a OLI produz mensalmente um número médio de 14 milhões de peças injetadas. A figura 3 faz referência a alguns dos principais produtos fabricados na empresa nomeadamente: Autoclismos Plásticos Interiores e Exteriores, Mecanismos para Cerâmicos (torneiras, válvulas de descarga), placas de comando sendo a média diária de 6710 autoclismos injetados, 12080 mecanismos e 15293 torneiras de bóia produzidos, valores de 2013.

Para além do fabrico destes produtos a atividade desta empresa está relacionada simultaneamente com a comercialização de lava-louças, torneiras, mobiliário de casa de banho e

acessórios, cabines, colunas e banheiras de hidromassagem, aquecimento central, tubagens, esquentadores e termoacumuladores.



Figura 3 - Principais produtos produzidos na empresa

(Fonte: Pasta OLI : Partilha\Dep. Marketing e Comunicação\Geral Dep. Design e Marketing\Catálogos)

A Oliveira & Irmão, SA. acredita na qualidade, *design* e versatilidade dos seus produtos para criar soluções adaptadas às várias situações. Assim, o fruto do seu trabalho de investigação, desenvolvimento, inovação e aposta na qualidade está presente em várias obras de excelência espalhadas por Portugal e resto do mundo como por exemplo: Edifício Vodafone – Porto, Hospital de Cascais – Lisboa, Estádio Municipal de Aveiro, Hotel Ritz Carlton Hotel – Dubai, Condomínio “Imoluanda” - Talatona, Luanda. A figura 4 mostra os mercados no qual a empresa está presente.



Figura 4 - Principais mercados da OLI

(Fonte: www.oliveirairmao.com/historial)

A OLI é uma unidade industrial moderna e dinâmica onde a garantia de qualidade é comprovada não só pela presença no mercado nacional, como também está presente em vários países como. Há vários anos que a empresa aposta em mercados internacionais exportando cerca de 80% do volume de vendas atual.

1.2. Contextualização do trabalho e objetivos a atingir

Como referido anteriormente, a maior parte do projeto foi desenvolvido numa célula de produção, nomeadamente, a célula de produção de válvulas. Esta possui duas linhas de produção, nomeadamente a Válvulas 1 “V1” e a Válvulas 2 “V2” tendo sido a última a escolhida para o projeto. A V2 é constituída por três postos de trabalho que estão alocados a uma máquina de injeção que produz vários componentes plásticos. É nesta célula que é feita a montagem de válvulas que serão incorporadas mais tarde, dependendo do seu código e modelo, noutras células, em vários autoclismos. Porém, poderão ainda ser embaladas como forma de produto final, juntamente com vários acessórios, sendo vendidas, separadamente do autoclismo, para o cliente final.

Para garantir a qualidade nos seus produtos, no passado quatro válvulas eram ensaiadas a água, de hora em hora, pela chefe de linha do respetivo setor. Contudo, dada a exigência do mercado, a empresa optou por implementar um equipamento de ensaio a ar, tendo passado a ensaiar todas as unidades no mesmo. Esta necessidade de melhorar os ensaios surgiu por vários motivos, sendo eles:

- Garantir a rastreabilidade. Foi possível saber qual o dia de produção e qual o código da peça através da gravação a laser na válvula com os devidos dados.
- Garantir a durabilidade das caixas de embalagem, evitando os ensaios a água as caixas deixariam de se molhar.
- Garantir uma maior qualidade. O facto de não passar água através da válvula (pingar) não garante que não passe ar, assim aumentar o grau de exigência do ensaio garante uma maior confiança no produto.

Aquando da implementação do novo sistema surgiram vários problemas e as causas de alguns problemas antigos começaram a ser identificadas. Houve um aumento do número de válvulas não conformes, ou seja, válvulas que não cumprem um conjunto de requisitos, e conseqüentemente houve uma queda de produção na linha de montagem. Dependendo dos vários modelos de válvulas, esta baixou de 1000 a 1300 válvulas/turno para cerca de 700 a 900 válvulas/turno, o que representa uma queda de 30% face à produção inicial.

Uma vez contextualizado o problema foram propostos vários objetivos a atingir até ao final do projeto. O principal objetivo passava por melhorar o nível de produção da V2 para valores

próximos dos anteriores. Por outro lado foi pedido para identificar os vários pontos críticos, desperdícios e problemas existentes na célula, tentando eliminar ou reduzir os mesmos.

Para além disso, e tendo em conta a política de melhoria contínua da empresa, pretendeu-se introduzir a análise de desperdícios noutras células de produção para que fosse possível obter melhorias significativas tanto para os operadores como para a empresa.

1.3. Estrutura do documento

O presente relatório está dividido em 4 capítulos. O primeiro capítulo é constituído por uma introdução geral da empresa, por uma breve contextualização do problema, objetivos do projeto terminando com a descrição da estrutura do documento.

No segundo capítulo é feito um enquadramento teórico com as referências essenciais consideradas no desenvolvimento deste projeto, nomeadamente *Lean Manufacturing* e melhoria contínua. Assim, numa primeira fase é apresentada uma breve introdução à evolução da história *Lean*, assim como alguns princípios gerais de forma a facilitar a compreensão do tema. Ainda no segundo capítulo é feita uma breve abordagem das principais ferramentas que serão utilizadas no desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo é dedicado ao caso de estudo propriamente dito descrevendo, numa primeira fase, a aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping*. O uso desta ferramenta é importante para desenhar o estado atual da empresa e assim auxiliar na análise dos problemas atuais da célula de modo a traçar melhor o estado futuro que se pretende alcançar. Este capítulo descreve ainda os resultados da implementação das várias ferramentas *Lean*, comparando o estado em que se encontrava inicialmente a célula escolhida com o estado final. Adicionalmente, são apresentados, de forma resumida, outros trabalhos que foram desenvolvidos na empresa.

Por fim, o quarto e último capítulo sintetiza as conclusões do trabalho e apresenta uma perspetiva de desenvolvimentos futuros no qual são expostas algumas ideias ou projetos que não foram terminados mas que, num futuro próximo, poderão ser úteis para o crescimento da empresa.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2. Enquadramento teórico

Neste capítulo será explicada, muito resumidamente, a origem da *Toyota Production System* e a sua evolução até ao *Lean Thinking*, referindo também os seus princípios. A diferença entre valor e desperdício é fundamental para perceber a importância do projeto e esta é explicada introduzindo também os vários tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno. Por último são abordadas algumas das ferramentas *Lean* importantes para o desenrolar do projeto.

2.1. Metodologia *Lean*

2.1.1. *Lean Thinking*

Após a primeira guerra mundial, Henry Ford mudou a produção mundial automóvel, ao desenvolver e implementar sistemas de produção em massa. O sistema de produção em massa utilizava profissionais qualificados para desenhar produtos que eram posteriormente fabricados por operadores não-qualificados ou semiquilificados que usavam máquinas caras. Como o tempo e custo de mudança de um produto para o outro era bastante elevado a produção em massa mantinha o *design* de um produto o máximo de tempo possível e assim, o consumidor tinha um preço mais baixo (Womack et al., 1990).

Já o Japão, em 1950 apresentava um período de queda a nível de venda automóvel. Nos últimos anos a *Toyota Motor Company* produzia 2 685 automóveis comparados com os 7 000 que as instalações *Ford Rouge* em Detroit, a maior e mais eficiente fábrica da altura, estavam a produzir diariamente. Foi após uma visita às instalações fabris da *Ford* em Detroit, que Eiji Toyoda afirmou que haveria a possibilidade de melhorar o sistema de produção da *Toyota*, no entanto considerou tratar-se de uma tarefa difícil devido ao facto da produção em massa não resultar no Japão. De regresso ao Japão, Toyoda trabalhou conjuntamente com o seu prodigioso engenheiro Taiichi Ohno para revolucionar os seus métodos produtivos com alterações profundas e estruturais, assentes numa força de trabalho motivada para a mudança e melhoria contínua (Womack et al., 1990).

Segundo Womack et al. (1990) novas ideias surgem de um conjunto de condições no qual as antigas ideias deixam de funcionar e, como antigamente o mercado japonês dispunha de uma procura limitada, necessitava de uma grande variedade de produtos. Para além disso, o país não dispunha de recursos para investimentos em alta tecnologia e aquisição de máquinas pouco versáteis dedicadas apenas à realização de um único produto. Assim, o mercado impôs a necessidade de produção de pequenas quantidades e de muita variedade o que, sob condições de baixa procura e ao procurar otimizar a utilização dos seus recursos, originou o nascimento daquilo a que chamaram de *Toyota Production System (TPS)*.

Para Womack et al. (1990), a maior diferença entre a produção em massa e o *TPS* baseava-se na paragem da linha de produção. Enquanto na produção em massa essa tarefa era responsabilidade unicamente do gestor, na *TPS* Ohno colocou uma corda em cima de cada local de trabalho e informou os operadores para parar a linha de montagem imediatamente caso surgisse um problema. Assim, toda a equipa viria analisar o problema evitando a montagem continuada de peças defeituosas. Já no que toca aos problemas, enquanto com o sistema de Ford estes eram vistos como erros aleatórios a serem solucionados, esperando-se que não acontecessem novamente, na *TPS* Ohno introduziu um sistema que permitia questionar o motivo do problema até encontrar a sua causa original, nomeadamente os cinco porquês, 5 *Whys's* (Womack et al., 1990).

A *TPS* combina as vantagens da produção personalizada com a produção em massa evitando o custo elevado de produção da primeira e a rigidez da segunda. Para além de criar equipas de operadores polivalentes possui ainda grande flexibilidade e automação nas máquinas permitindo a produção de uma grande variedade de produtos. A *TPS* ainda origina menos de metade do inventário de produtos e deteta bastantes defeitos (Womack et al., 1990; Pinto, 2012).

Quando se estuda a *TPS* é frequente apresentá-la como um edifício, como indica a figura 5, no qual os princípios e valores simples da filosofia Toyota como a gestão visual e a normalização de processos se encontram na base da casa. O telhado é caracterizado por promover a atribuição de valor para todos os *Stakeholders*, através de um tempo curto de resposta, um baixo custo e uma elevada qualidade. Já os pilares da casa caracterizam-se pela filosofia *Just-in-time*, e *Jidoka* (Ohno, 1988; Pinto, 2012).

O conceito *Just-in-Time (JIT)* significa que o número exato de unidades exigidas é trazido para cada uma das sucessivas fases da produção apenas no momento oportuno. (Ohno, 1988; Stevenson, 2005). O objetivo final do *JIT* consiste em construir um sistema balanceado que permita atingir um rápido fluxo dos materiais. A ideia é tornar o processo o menos demorado possível. Para isso é necessário atingir alguns objetivos intermédios sendo eles tornar o sistema flexível, eliminar desperdícios e evitar ruturas (Stevenson, 2005).

Já o outro pilar, *Jidoka*, consiste numa palavra japonesa que significa, automação com intervenção humana. Este termo aplicado às máquinas é concebido para parar automaticamente sempre que ocorra algum problema como por exemplo a produção de uma peça defeituosa. Para além disso, o *Jidoka* permite que um operador tenha a cargo várias máquinas ao mesmo tempo, e assim, melhorar significativamente a sua produtividade (Ohno, 1988).

Para que se consiga atingir um patamar de excelência organizacional é necessário que todos os colaboradores adotem a mesma cultura e que trabalhem em equipa. Ao trabalhar com os mesmos objetivos será possível obter uma maior eficiência organizacional. Por último é necessário que estas procurem sempre a eliminação do desperdício em busca da melhoria contínua (Liker, 2004).

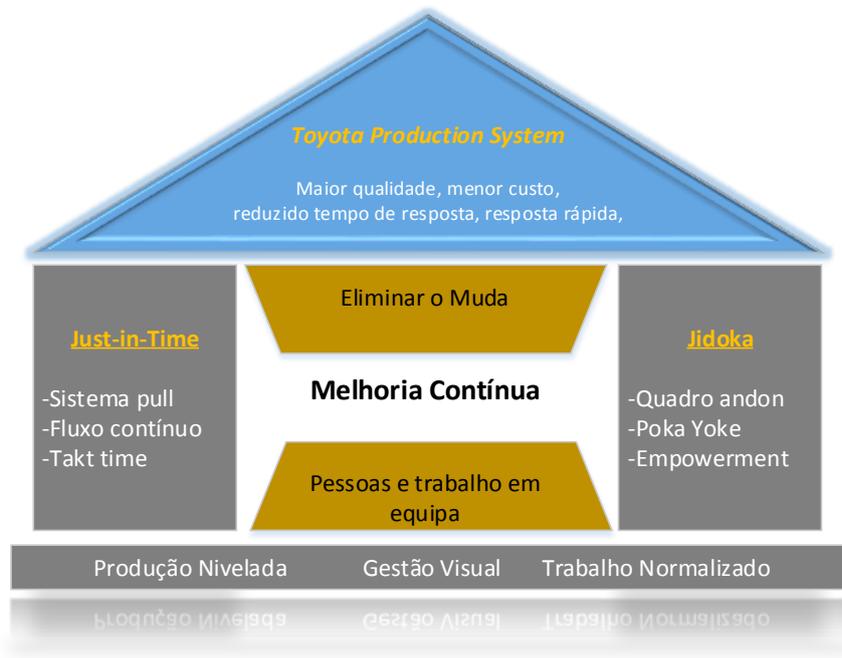


Figura 5 – A Casa da TPS

(Fonte: Adaptado de Liker ,2004)

Contudo, ao longo do tempo existiu surgiu a necessidade de sumarizar todas as técnicas utilizadas pela Toyota, e tendo sido feito várias abordagens com vários stakeholders, Womack e Jones (2003) concluíram que o *Lean Thinking* poderia ser sumarizado em cinco princípios base que serão explicados no próximo ponto.

O *Lean Thinking*, no fundo, trata-se de um sistema *TPS* atualizado, com novas práticas e ferramentas como é o caso do serviço ao cliente, e a gestão de abastecimento (Pinto, 2006). Embora as suas origens estejam na industrial automóvel as ferramentas e técnicas desenvolvidas podem ser facilmente transferidas.

De acordo com o *Lean Institute*, os seus benefícios são resumidos do seguinte modo (citado em Pinto, 2008):

- Crescimento do negócio – valores superiores a 30% num ano;
- Aumento da produtividade – valores entre 20 a 30%;
- Redução dos stocks – valores superiores a 80%;
- Aumento do nível de serviço;
- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente;
- Redução dos defeitos;
- Redução dos acidentes de trabalho 90%;
- Redução do *lead time* – valores entre 70 a 90%;
- Aumento da capacidade de resposta por parte da empresa;

Em suma, o *Lean Thinking* consiste num pensamento magro uma vez que permite desenvolver, produzir e distribuir mais produtos com menor esforço humano, menos capital investido, menos espaço, ferramentas, matéria-prima, tempo e gastos desnecessários (Womack e Jones, 2003).

2.1.2. Princípios *Lean*

O *Lean Thinking* é uma filosofia que rapidamente passou a ser adotada por inúmeras empresas. Esta tem por base cinco princípios identificados por Womack e Jones na sua obra de referência (Womack e Jones, 2003; Pinto, 2012). Estes princípios foram colocados numa sequência tal que serve de guia para a implementação do *Lean* nas organizações e são eles:

- 1- Definir o valor: O ponto de partida para o *Lean Thinking* é o valor. Segundo os autores não é a empresa quem define o que é o valor, mas este só poderá ser definido pelo cliente. Fornecer o produto errado, mesmo que este seja bom é *muda*. Esta palavra de origem japonesa significa desperdício.
- 2- Definir a cadeia de Valor: Identificar a cadeia de valor completa é o próximo passo no *Lean Thinking*, algo que as organizações muitas das vezes não cumprem, mas que identifica uma grande quantidade de desperdício. Este ponto consiste em fazer o levantamento de todas as tarefas necessárias para fazer passar um determinado produto através de três tarefas necessárias de gestão: *Problem Solving Task* que pode ir desde o conceito de origem do produto até ao desenho detalhado e engenharia necessária à produção, *Information Management Task* que engloba as tarefas desde a receção da ordem de encomenda até ao planeamento de entregas, e a *Physical Transformation Task* que consiste no processamento de matérias-primas e produção do produto até à entrega do produto acabado nas mãos do cliente.
- 3- Fluxo: O fluxo produtivo deve ser sincronizado, sem interrupções para que não sejam criados *stocks* intermédios nem outros desperdícios, reduzindo o *Lead Time* e aumentando a qualidade. Henry Ford e os seus associados foram as primeiras pessoas a trabalhar o potencial do fluxo. Em 1913 Ford conseguiu reduzir o esforço necessário para a montagem do Modelo T em 90 por cento ao mudar o procedimento de produção para fluxo contínuo.
- 4- Sistema Pull: A lógica em *Pull* faz com que seja o cliente a liderar os processos. Assim, ao desenhar, planear e produzir apenas o que o cliente deseja e quando deseja evita todo o trabalho de previsões.
- 5- Perfeição: Este ponto está associado à procura pela melhoria contínua. Numa organização não existe fim ao procedimento de reduzir os esforços, tempo, materiais, espaço, custos e erros enquanto é oferecido um produto mais próximo do desejo do cliente. Assim, alcançar a perfeição é o princípio final do *Lean Thinking*.

No entanto, os cinco princípios apresentados não eram suficientes para cobrir toda a dimensão do *Lean Thinking*, uma vez que apresentavam algumas lacunas. A cadeia de valor considerada consistia apenas na cadeia de valor do cliente não contemplando a possibilidade de existir mais do que um *Stakeholder*. Outra lacuna consiste no fato de ser ignorada a atividade de criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos. Assim, as empresas tendiam a entrar apenas em ciclos sem fim de redução de desperdícios. Para evitar que as organizações caíssem em exageros de redução de desperdícios, que por muitas vezes pode levar a despedimentos, ao esquecimento da missão e o propósito de criar valor para as partes interessadas, a comunidade *Lean Thinking* apresenta uma revisão dos princípios de *Lean Thinking*. Desta forma sugere a adoção de mais dois princípios formando uma nova sequência como é apresentado na figura 6:

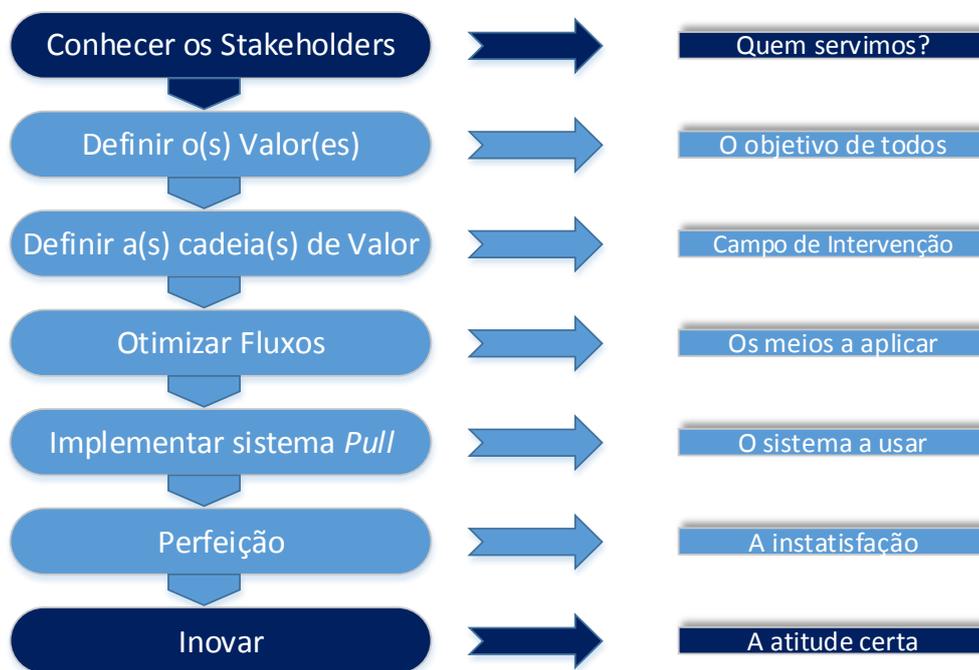


Figura 6 – Os sete princípios *Lean Thinking* revisados

(Fonte: Adaptado de http://pt.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/introduo-ao-lean-thinking)

Estes dois novos princípios procuram colocar a empresa no caminho certo da excelência e do desempenho extraordinário (Pinto, 2012).

Os novos princípios *Lean Thinking* podem ser definidos da seguinte forma:

- **Conhecer o *Stakeholder*:** É importante conhecer em pormenor todos os *Stakeholders* do negócio. É importante que as organizações não se concentrem apenas na satisfação do seu cliente, mas sim em todos os intervenientes que fazem parte do negócio caso contrário poderão estar a prejudicar o seu futuro. É igualmente importante que a organização tenha uma visão geral de todo o processo e não apenas do próximo cliente da cadeia de valor, assim deve ser focada a atenção da organização para o cliente final.

- Inovar constantemente: É essencial inovar sempre. Inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos que envolvam a criação de valor.

2.1.3. Melhoria Contínua

O conceito de melhoria contínua, em japonês: *Kaizen*, que literalmente significa “boa mudança” é visto como uma forma bastante eficaz para melhorar o desempenho e qualidade nas organizações. Na sua essência, encoraja a pro-atividade das pessoas de forma a resolver problemas e desafios (Imai, 1986; Pinto, 2006).

A palavra *Kaizen* é uma das mais utilizadas no Japão e um dos aspetos mais importantes desta filosofia é a sua ênfase nos processos. Esta filosofia tem gerado um processo orientado para a forma de pensar e uma gestão que apoia e incentiva as pessoas para melhorias. Isto vai em sentido contrário ao que acontecia nas empresas americanas, nas quais a gestão apenas olhava para os operadores tendo por base os resultados e não compensavam qualquer esforço realizado (Imai, 1986; Pinto, 2006).

Segundo Pinto (2006) a melhoria contínua consiste em três componentes. A primeira encoraja ativamente as pessoas a cometer erros. Quando os erros acontecem muitas organizações tendem a puni-los, penalizando os operadores e isto faz com que o medo de falhar se instale criando um mau estar na empresa. Assim, cometer erros torna possível à organização perceber o motivo do erro e depois evitar que estes se repitam. A segunda componente incentiva e recompensa as pessoas a identificar os problemas e a solucioná-los. Finalmente a terceira pede às pessoas que identifiquem formas de fazer ainda melhor. A melhoria contínua não se coaduna com a complacência, muito menos com o cruzar de braços perante os problemas.

Esta filosofia assenta numa evolução gradual e cada pequeno incremento no sentido da melhoria contínua é apoiado num ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming, como podemos ver na figura 7. Este ciclo é repetido continuamente e é constituído por quatro etapas (Pinto, 2006):

- Planear: é necessário definir objetivamente o problema e realizar planos de ação que permitam alcançar os objetivos de melhoria.
- Fazer: Consiste em aplicar métodos científicos para testar as hipóteses planeadas.
- Verificar: Consiste em comparar os resultados obtidos com o planeado. Caso os objetivos não sejam alcançados deve-se avaliar o que correu bem e o que correu mal.
- Agir: Se as contramedidas forem eficazes deve ser criado um padrão que possa ser auditado e mantido. Se estas não forem alcançadas deve-se iniciar de novo o ciclo.

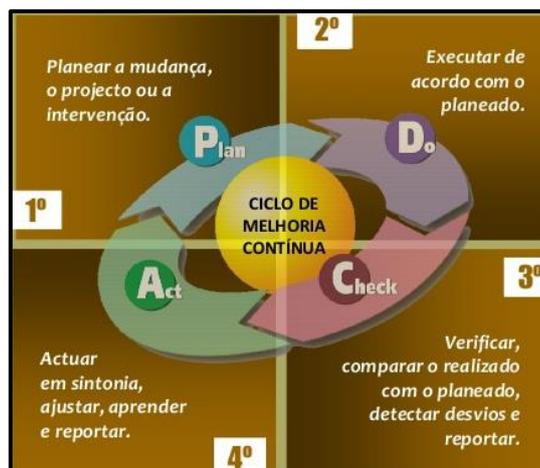


Figura 7 – Ciclo PDCA

2.1.4. Valor e desperdício

Como foi referido anteriormente o *Lean* foca-se bastante na identificação e eliminação do desperdício. Para melhor entender o significado de desperdício deve ser explicado em primeiro lugar o significado de valor. Ohno refere que, do ponto de vista do cliente, valor é equivalente a tudo o que este está disposto a pagar pelo produto ou serviço que recebe (citado em Silva, 2012). A adição de valor pode ser definida por todas as atividades que transformam materiais e informação em produtos e serviços que o cliente quer. Por outro lado atividades que não acrescentam valor podem ser definidas como. Muitas vezes são realizadas operações que aparentam ser úteis e que, apesar de bem-feitas, não necessitam de ser realizadas, consumindo mais tempo e mais recursos do que o necessário tornando os produtos ou serviços mais caros (Womack e Jones, 2003; Pinto, 2012). Estas atividades que não adicionam valor são consideradas desperdícios no *Lean Manufacturing* e englobam todo o tipo de esforços, materiais e tempo consumidos (Womack et al., 1990). Estes desperdícios podem ser gerados por um *layout* mal concebido, elevados tempos de *Set-up*, processos inacabados, manutenção ineficiente, métodos de trabalhos desadequados, falta de formação, planeamento ineficiente, etc. (citado em Silva, 2012).

Segundo Pinto operações que consomem recursos, mas não contribuem diretamente para o produto ou serviço (2012) as empresas que estão empenhadas em combater desperdício devem começar primeiro por identificar as suas diferentes formas:

- Puro Desperdício: Consiste em atividades totalmente dispensáveis como reuniões onde tudo se fala e nada se decide, deslocações, paragens e avarias.
- Desperdício necessário: Embora não acrescente valor ao produto estas tarefas têm de ser realizadas. São exemplos destes desperdícios a inspeção de matéria-prima, realização de *setups*, serviços de contabilidade.

2.1.5. Os 7 desperdícios

O desperdício pode ser categorizado de acordo com sete tipos identificados por Taiichin Ono e Shigeo Shino no decorrer do desenvolvimento do *TPS* (citado em Pinto, 2012).

- Excesso de produção: Considera-se a mais penalizante das sete categorias. Esta consiste em produzir mais do que a quantidade solicitada pelo consumidor e poderá ser dividida em dois tipos, quantitativos quando se produz mais do que o necessário e temporários quando se efetua a produção mais cedo do que o necessário (Silva, 2012). Algumas das consequências do excesso de produção são a ocupação desnecessária de recursos, antecipação de compras de materiais e serviços, aumento dos *stocks* por toda a cadeia de fornecimento (Pinto, 2006).
- Esperas: Refere-se ao tempo que as pessoas ou os equipamentos perdem sempre que estão à espera de algo (por exemplo: uma autorização, material, equipamento). O *Lean* requer que todos os recursos sejam entregues *Just-in-Time*, nem muito cedo, nem muito tarde. As causas mais comuns das esperas podem ser *layouts* mal desenhados, problemas com atrasos de entregas de fornecedores, grandes lotes de produção (Pinto, 2006).
- Transporte e Movimentações: Transporte é qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas, peças acabadas, de um sítio para o outro, por alguma razão. Os efeitos de transporte e movimentações causam efeitos perversos nas organizações. Estes ocupam espaço na fábrica, crescem custos, aumentam o tempo de fabrico e muitas vezes levam a que o produto se danifique com as movimentações. Não se deve esperar eliminar todas as transferências de materiais, mas sim reduzir as distâncias, e deste modo, reduzir ou eliminar *stocks* (Pinto, 2006).
- Desperdício do próprio processo. Os desperdícios do processo referem-se a operações e processos que não são necessários. Um aumento dos defeitos pode ser consequência de operações ou processos incorretos. A falta de treino e/ou uniformização pode também provocar desperdícios de processo. Todos os processos geram perdas, contudo estas devem ser eliminadas ao máximo. Isto pode ser alcançado através de esforços de automatização, formação de colaboradores, ou ainda substituição de processos por outros mais eficientes (Pinto, 2006).
- Stocks: Qualquer tipo de *stock* (matéria prima, em processamento ou produto acabado) não adiciona qualquer valor ao produto e deverá ser eliminado ou reduzido. O excesso de *stocks* consome bastante espaço fabril e esconde vários problemas (Silva, 2012). As causas mais comuns para este desperdício são a existência de “gargalos” nos processos, a antecipação da produção (*Just-in-Case*), problemas na qualidade como defeitos ou inspeções e processos a trabalhar em diferentes ritmos (Pinto, 2006).

- **Defeitos:** A definição de desperdício inclui os defeitos ou problemas de qualidade. A este desperdício também estão associados os custos de inspeção, resposta às queixas dos clientes e as reparações (Pinto, 2009). A existência de defeitos resulta num grande custo para a organização. Na maior parte das organizações o custo total dos defeitos corresponde a uma percentagem significativa do custo de manufatura uma vez que os defeitos originam custos com retrabalho, reposição do produto, reinspeção (Silva, 2012). Este *muda* acontece porque, por vezes, existe ausência de padrões de autocontrolo e de inspeções finais, acidentes no transporte de materiais, ausência de padrões de fabrico e montagem (Pinto, 2006).
- **Trabalho desnecessário:** Qualquer ação e/ou movimento que o operador realize e que não é realmente necessário para executar as operações ou não atribua valor ao produto é trabalho desnecessário. Este desperdício pode ser causado por operações isoladas, falta ou insuficiente formação e treino das pessoas, instabilidade nas operações, deficiente *layout* da célula (Pinto, 2006).

Vários autores defendem a existência de mais um tipo de *muda* que consiste na não utilização do potencial humano. Segundo Ohno (1988) um dos objetivos da *TPS* consiste em “criar pessoas pensantes”. Através da utilização da capacidade mental e da vontade dos colaboradores é possível premiar a intervenção e criatividade das pessoas originando ganhos significativos de eficiência nas organizações (citado em Pinto, 2006).

2.2. Ferramentas *Lean*

2.2.1. *Value Stream Mapping*

Antes de explicar o que é o *Value Stream Mapping* (VSM) é necessário referir o conceito de cadeia de valor. A cadeia de valor corresponde ao conjunto de ações, de criação de valor e desperdícios, necessárias para transformar um produto desde a matéria-prima até ao produto final que é vendido ao cliente (Womack e Jones, 2002).

O *Value Stream Mapping* é uma das mais poderosas ferramentas *Lean* para uma organização que pretende planear, implementar e melhorar a sua performance. A Toyota Motor Corporation foi a primeira empresa a usar o VSM para implementar conceitos e ferramentas *Lean*, como a produção em pequenos lotes. O VSM é uma ferramenta de visualização que, através de vários símbolos predefinidos e normalizados ajudam a organização a observar e sumarizar os fluxos de informações e materiais que ocorrem ao longo dos diferentes níveis (Silva, 2012; Matt D.T, 2004; Cem e Gulgun, 2012).

Desagregando ações operacionais o *VSM* permite aos gestores uma melhor visão das atuais operações e posteriormente desenhar um estado futuro, com todas as propostas de melhoria (rajadas Kaizen), tornando o estado futuro mais eficiente. Contudo, para poder alcançar este objetivo é necessário iniciar pelo ponto mais longínquo, ou seja desde o cliente, e seguir o produto pela cadeia de valor até ao ponto de partida olhando a todos os desperdícios, oportunidades de melhoria assim como para a criação de um fluxo contínuo, caso contrário correremos o risco de melhorar uma cadeia de valor que, na perspetiva do consumidor, não tem valor (Womack e Jones, 2002; Rother e Shook, 1999; Matt D.T, 2004; Cem e Gulgun, 2012). É por isso que Rother e Shook (1999) afirmam que é uma das mais importantes ferramentas na eliminação do desperdício pois ajuda a visualizar todos os processos de produção. Neste caso ajuda a visualizar não só o desperdício, quais as suas fontes e magnitude, mas também identifica oportunidades de melhoria (Womack e Jones, 2002). Contudo uma desvantagem desta ferramenta consiste na sua dificuldade em desenhar vários fluxos de produtos num único mapa tornando difícil a sua visualização e compreensão para processos de fabrico muito complexos (Matt D.T, 2004; Cem e Gulgun, 2012; Parthana et al., 2014).

Seguindo as afirmações de Rother e Shook (1999), podem-se identificar as principais características do *VSM*:

- Apresenta todos os processos e as suas interligações, dando a imagem do fluxo como um todo;
- Possibilita a identificação de desperdícios e as suas fontes no fluxo de valor;
- Utiliza uma linguagem simples e intuitiva na análise e tratamento dos processos produtivos;
- Permite a integração de práticas e outras ferramentas *Lean*;
- Torna visíveis os fluxos de materiais e informação;
- Permite a visualização do fluxo de porta a porta;
- Apoia a tomada de decisão para a criação de um plano futuro;

A implementação desta ferramenta exige uma sequência de 4 passos essenciais como representa a figura 8.

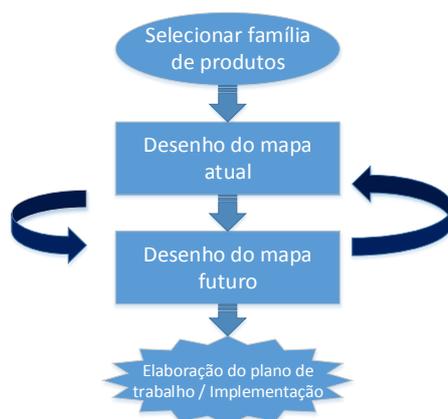


Figura 8 – Passos de Criação de um Value Stream Mapping
(Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999))

Inicialmente deve ser selecionada uma família de produtos. Uma família é um grupo de produtos que atravessa processos e equipamentos semelhantes na cadeia de valor. Seguidamente é necessário definir uma pessoa responsável por entender a cadeia de valor da família selecionada e melhorá-la (Rother e Shook, 1999). Segundo estes autores o gestor do VSM deverá monitorizar todos os aspetos de implementação, diariamente ou semanalmente, acompanhar o fluxo da cadeia de valor e ser alguém capaz de efetuar mudanças e reportar implementações *Lean* à chefia de topo. A criação de uma equipa de trabalho é bastante importante e deverá incluir alguns representantes de departamentos ou empresas relacionadas com o processo de criação de valor, de modo a partilhar a sua visão e opinião sobre a cadeia de valor.

Uma vez decidido o líder do projeto e a equipa, é necessário realizar uma caminhada pela cadeia de valor e, com o auxílio de um lápis e uma folha, desenhar o estado atual fazendo o levantamento de todos os passos que criam valor, os passos que são desperdício, as entregas realizadas, entre outras questões pertinentes. Os dados a recolher serão diferentes para cada organização, dependendo estes do tipo de produto ou do objetivo da análise. Cada processo identificado terá um conjunto de dados associados (Rother e Shook 1999). Alguns exemplos de dados são:

- *Cycle Time (CT)* – Tempo de produção de uma peça;
- *Takt Time (TT)* – Ritmo de produção necessário para responder à procura;
- *Change Over Time (COT)* – Tempo que demora a preparar uma máquina para o processo seguinte;
- *Uptime* – Percentagem de utilização de uma máquina em relação ao tempo total disponível;
- *Every Part Every (EPE)* – Frequência com que uma peça pode ser produzida sem exceder a capacidade disponível, e com a menor dimensão de lote possível;
- *Work Time* – Tempo de trabalho disponível num determinado período de tempo;
- *Work in Progress* – Trabalho em curso;
- *Lead Time* – Período de tempo entre o momento em que o cliente efetua o pedido e o momento em que este recebe produto;
- *Stock* – Inventário de produto ou matéria-prima acumulada entre e ao longo dos processos;

Na criação de um VSM utilizam-se ícones que representam os vários processos e fluxos, alguns dos exemplos estão representados no anexo 1.

De seguida é necessário desenhar um mapa futuro que contenha a eliminação dos vários desperdícios assim como simplificação de fluxo e as várias ações de melhoria (Womack e Jones, 2002). O último passo consiste no planeamento de um plano de ação que mostre o quê, quando e onde realizar as melhorias, os objetivos atingíveis e ainda uma *Check List* clara das várias tarefas com os prazos estabelecidos e respetivos responsáveis. (Rother e Shook, 1999).

Várias empresas recorrem a esta ferramenta para avaliar os seus problemas e reduzir o *Lead Time* de produção. Neste caso, quanto menor o *Lead Time*, mais fácil será para a empresa responder a verdadeiras encomendas, do que previsões. Para isso, algumas medidas implementadas pela

Toyota consistiram em reduzir a dimensão dos lotes, aumentar o número de envios de encomendas, nivelar a procura e melhorar a capacidade (Womack e Jones, 2002).

Alguns exemplos do sucesso desta ferramenta são o caso de estudo apresentado por Rother e Shook (1999) sobre a empresa Alpha Motors no qual foi possível verificar o conjunto de passos necessários para criação e montagem de um pára-brisas. Neste caso era necessário um conjunto de 73 passos nos quais apenas 8 criavam valor ao produto, ou seja 11%. Quanto ao *Lead Time* eram necessários 44.3 dias dos quais apenas 54.7 minutos adicionavam valor, neste caso apenas 0.08% do tempo cria valor. Numa tentativa de melhorar o estado atual algumas mudanças foram implementadas nomeadamente a criação de um fluxo contínuo entre os diferentes postos reduzindo o inventário. Estas primeiras mudanças permitiram a redução do número de passos de 73 para 54 e o *Lead Time* de 44.3 dias para 23.9 dias. No final os autores sugeriram outras mudanças podendo chegar aos 2.8 dias de *Lead Time*, dos quais 27% das tarefas realizadas criavam valor ao produto. Já, por exemplo, na Apparel Industry no Sri Lanka o *Lead Time* da organização foi reduzido de 23,916 minutos para 11,951 minutos. Neste caso a percentagem de tarefas que adicionavam valor subiu de 0.087% para 0.22% (Silva, 2012).

2.2.2. 5S's

A produtividade é um dos aspetos chave para o sucesso de uma empresa no mercado competitivo, para tal é necessário um local de trabalho com boas condições. Contudo, com o passar do tempo a desorganização e a sujidade são acumuladas nas células de trabalho e escritórios de uma organização tornando o trabalho mais difícil (Septika et al., 2013). Esta sujidade caracteriza-se na forma de *Work-in-Progress* desnecessário, ferramentas desnecessárias à produção, cartões, equipamentos, tabelas e documentos que não são úteis no dia a dia. Para além da sujidade surge o problema associado ao aumento do setup devido à grande quantidade de tempo que se pode demorar à procura das ferramentas. Para combater estes problemas surgiu a ferramenta 5S's que permite organizar e limpar toda a sujidade desnecessária de forma a aumentar a produtividade e a diminuir os desperdícios associados aos processos colocando os materiais com um fácil alcance, no tempo necessário, e na quantidade necessária (Monden, 1998; Septika et al., 2013).

Esta ferramenta, inventada no Japão, nas décadas de 50 e 60, foi uma das grandes soluções que permitiu ao Japão construir uma base sólida para na produção automóvel a nível mundial. O seu nome é baseado num conjunto de cinco palavras japonesas iniciadas pela letra "S", como indica a figura 9. Estas cinco palavras, nomeadamente, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* significam o seguinte (Xu, 2013; Pinto, 2012):

- *Seiri* – *Triagem*, consiste em separar o material necessário do não necessário no posto de trabalho com o objetivo de eliminar o não necessário. Esta etapa, aquando da sua aplicação no terreno, pode trazer algumas dificuldades pelo facto dos operadores não

quererem desfazer-se de vários objetos, por vezes porque acham que a ferramenta deve fazer parte do processo produtivo.

- Seiton – Arrumação, nesta etapa todo o material que ficou da triagem é arrumado e identificado para que todas as pessoas possam encontrar o material rapidamente para assim eliminar movimentações desnecessárias e demasiado tempo a procurar o material.
- Seiso – Limpeza, é fundamental ter o material, equipamentos e local de trabalho sempre limpos. Embora em grandes empresas várias limpezas gerais sejam feitas ao longo do ano, é importante que cada posto de trabalho seja limpo diariamente. Este passo consiste numa limpeza básica e permite detetar vários problemas como fugas, derrames ou outras anomalias no posto de trabalho ou problemas nas máquinas devido a pó ou sujidade.
- Seiketsu – Normalização, esta fase tem como objetivo manter as 3 fases anteriormente descritas. É necessário criar o hábito de manter o posto de trabalho limpo e arrumado, e assim devem ser criadas regras e normas para cumprir os três “S” anteriores.
- Shitsuke – Disciplina, por fim é necessário ter o hábito de cumprir todas as fases anteriores para uma melhoria contínua repetindo as regras dos 5S’s.



Figura 9 – Ferramenta 5S's

Para esta ferramenta ser eficiente os operadores devem formar o hábito de colocar os materiais próximos para que os possam alcançar com a mão facilmente. Contudo possuir o conhecimento desta ferramenta não é suficiente, os operadores devem praticar sistematicamente os 5S's para que o ato da arrumação se torne espontâneo e natural para que não sejam forçados a tal. No final, os benefícios da implementação da ferramenta podem ser vários nomeadamente (Monden, 1998):

- Aumento da produtividade, através da redução de tempo na procura de objetos, uma vez que no posto de trabalho apenas permanece o que realmente é importante.
- Uma maior rapidez na utilização de materiais e visualização dos problemas.
- Melhor qualidade de produtos e serviços.
- Aumento da segurança nos postos de trabalho o que leva a uma redução de acidentes de trabalho.
- Maior satisfação das pessoas com o trabalho, com a disciplina e padronização dos trabalhos.

2.2.3. Normalização

A normalização (*Standard work*) de processos é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking*. Normalizar significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas.

A normalização de processos passa pela documentação dos modos operatórios garantindo que todos os operadores seguem o mesmo procedimento e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2012). Sem *Standards* o potencial de melhoria fica muito limitado. Tudo o que foi realizado até ao momento acabará por voltar a um estado caótico e a única solução será apagar os vários fogos. Porém o facto de estabelecer procedimentos *standard* permite várias vantagens, nas quais se destacam o aumento da previsibilidade dos processos, a redução de desvios (variação ou oscilação de processos), menores custos, realização de mais tarefas com menor confusão e os operadores poderem assimilar novas funções (Pinto, 2012).

O ciclo de melhoria contínua *PDCA* pode ser adaptado para gerar o ciclo da normalização. Neste caso o "P" (*Plan*) dará lugar ao "S" (*Standardize*) criando assim o ciclo *SDCA* como podemos observar na figura 10. Segundo Pinto (2006) de pouco vale o ciclo *PDCA* sem o apoio do ciclo *SDCA*. Só após a normalização de procedimentos e práticas (ciclo *SDCA*) é possível criar uma base para que a melhoria contínua seja alcançada.

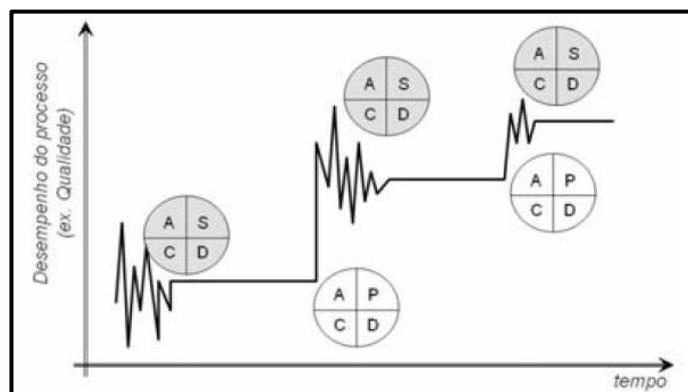


Figura 10 - Aplicação conjunta dos ciclos SDCA e PDCA no sentido da melhoria contínua do desempenho
(Fonte: Pinto, 2006)

Assim, a normalização não é apenas uma ferramenta que serve para supervisores ou diretores exigirem aos operários o seu cumprimento. A ideia principal consiste em promover o envolvimento de operários e supervisores no processo de desenvolvimento. Este deve ser feito de modo a permitir que qualquer uma das partes consiga entender as instruções (Pinto, 2006).

2.2.4. Sistema Pull

Toyota, no seu sistema revolucionário criou um sistema que permite que cada sequência de trabalho seja apenas desencadeada quando a que está imediatamente a seguir o permite. A este respeito diz-se que o sistema de fabrico é gerado por um sistema *pull*, em que cada estação puxa os materiais da estação anterior na presença de um pedido da estação seguinte. Uma vez que somente a linha de montagem final pode saber com precisão a distribuição e quantidade de peças necessárias, o posto final irá solicitar ao posto anterior as peças necessárias, no tempo necessário para montagem, Ou seja, o sistema *pull* só desencadeia os processos na presença de um pedido (Monden, 1998).

Já os sistemas tradicionais são caracterizados pelo sistema *push* por empurrarem os produtos e materiais para o cliente, trabalhando na expectativa de, mais cedo ou mais tarde a procura acontecer. Neste caso as operações são realizadas *Just-in-Case*, em oposição ao *Just-in-Time (JIT)*. No sistema *push* a principal preocupação é a eficiência, ou seja, manter todos os recursos ocupados, não importa se existe ou não encomenda para os produtos ou serviços que estão a ser produzidos. Esta medida origina um aumento de *stocks*, de custos e de tempo (Pinto, 2012; Monden, 1998).

É por isso que empresas que usam as operações *Lean* atingiram um nível de qualidade que lhes permite funcionar com pequenos lotes e agendas apertadas. As grandes fontes de ineficiência têm sido eliminadas constantemente e para além disso os operadores têm sido treinados não só para funcionar com o sistema mas para o melhorar continuamente.

2.2.5. Kanban

A aplicação prática do sistema *pull* requer a presença do sistema *kanban*. Esta palavra tem origem japonesa e significa cartão. Um *kanban* é uma ferramenta de comunicação inventada por Taiichi Ohno que é utilizado em três situações: (1) para informar sobre ordem de produção, (2) para recolher informação, (3) para transferir informação (Ohno, 1988). Para tal existem 2 tipos de cartões (Monden, 1998; Pinto, 2008; Ohno 1988):

1. Kanban de produção: Ordena a produção de um determinado material, nenhuma operação de fabrico é autorizada sem que haja um kanban de produção.
2. Kanban de transporte: Autoriza as movimentações de material de um ponto para o outro, ou seja, informa a quantidade de produto que um dado processo está a necessitar num determinado momento.

O kanban é um sistema de produção em lotes pequenos e tem como objectivo a redução do stock. Cada lote é armazenado em recipientes uniformizados contendo um número definido de peças e a cada recipiente está associado um kanban correspondente. De acordo com a produção *JIT*, o operador do processo seguinte retira as peças do processo anterior, deixando um kanban

que significa a entrega de uma determinada quantidade de peças específicas. Neste sistema a ênfase é colocada no *output* e não *input* de tal forma que o fluxo de operações é comandado pela linha de montagem final (ou cliente final), tal como indica a figura 11 (Monden, 1998; Pinto, 2008; Ohno 1988):

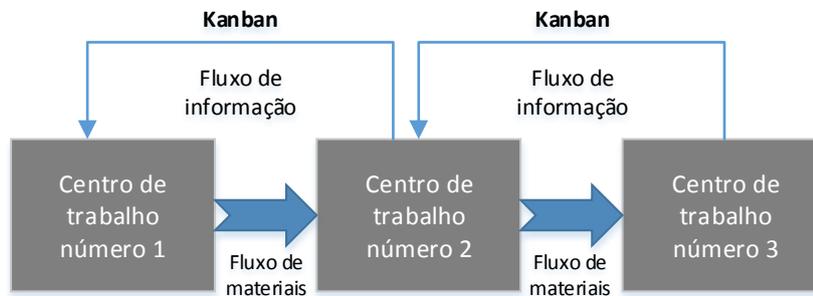


Figura 11 – Modo de funcionamento de um sistema kanban
(Fonte: adaptado de Pinto, 2008)

A linha de montagem recebe o programa de produção e, à medida que ela vai consumindo as peças necessárias, vai autorizando aos centros de trabalhos antecedentes o fabrico de um novo lote de peças (Monden, 1998; Pinto, 2008; Ohno 1988).

Através da seguinte figura é possível observar um exemplo de um Kanban utilizado na empresa Oliveira & Irmão, SA.



Figura 12 – Exemplo de kanban utilizado na OLI

Assim, em suma, o kanban é a ferramenta chave para atingir a filosofia *JIT*. Recorrendo ao paradigma *pull* e ao *kanban* para controlar e disciplinar o fluxo de materiais e informação é possível obter todos os *outputs* no momento certo na quantidade pedida e no local combinado. Desta forma, os produtos vendem-se, produzem-se e não se armazenam (Render, 1997).

CAPÍTULO 3

CASO DE ESTUDO

3. Caso de estudo na empresa Oliveira & Irmão, SA.

Ao longo deste capítulo será apresentado o caso de estudo propriamente dito destacando a ferramenta VSM para registrar os vários problemas encontrados. Através de várias ferramentas *Lean* pretende-se encontrar soluções para os desperdícios de modo a alcançar melhorias na célula de produção. De seguida serão feitas comparações entre o estado da célula no início do projeto e a sua respetiva evolução. Por último são descritos outros trabalhos elaborados numa célula de produção de placas e ainda algumas propostas que se desenvolveram para a célula de válvulas, mas que não puderam ser implementadas.

3.1. Descrição do processo produtivo

A célula de produção de válvulas que será estudada (célula V2) está associada a uma máquina de injeção que produz copos, tubos, anilhas, porta-vedantes para duas células: V1 e V2. Uma vez que todo o projeto se debruçou sobre a célula V2 será brevemente explicado o processo produtivo da mesma. A figura 13 mostra o *layout* da célula de produção de válvulas e, como é possível observar, a V2 é constituída por três postos de trabalho que operam em forma de “L” o que permite aos operadores uma maior entreaajuda.

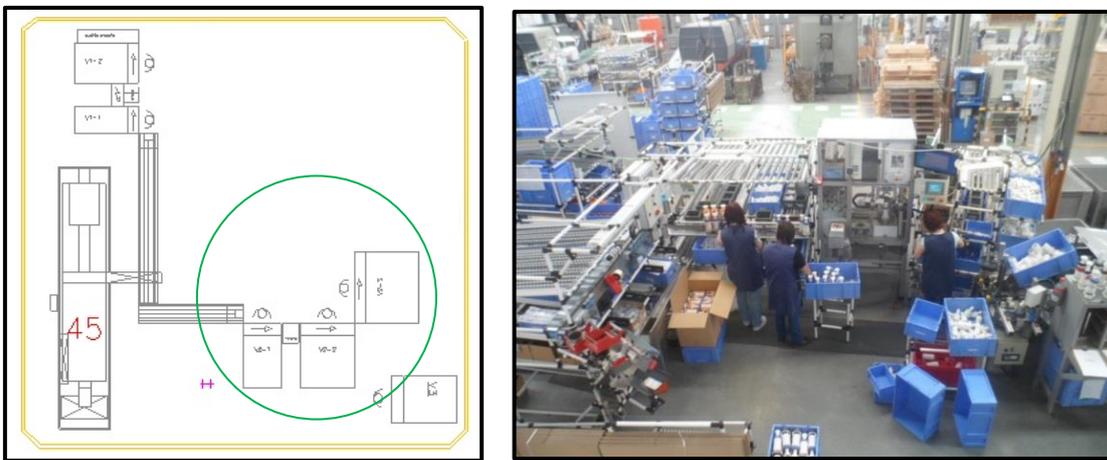


Figura 13 – Layout da célula de Válvulas V2

O primeiro posto de trabalho é responsável por fazer uma primeira montagem da válvula utilizando os vários componentes injetados pela máquina, que lhe chegam através de um tapete rolante. Por norma a máquina encontra-se a produzir diretamente para o operador, no entanto, dependendo da urgência da encomenda, a máquina injeta para contentores de grande dimensão que se encontram ao seu lado. Isto acontece para que não se perca tempo a trocar o molde já

programado e para que não haja paragens na célula, pelo que os operadores acabam por produzir utilizando de outros componentes já em stock. No entanto, a máquina em cerca de 20 % das ordens de fabrico injecta diretamente para contentores, originando uma quantidade considerável de stock. Esta forma de proceder obriga a um autoabastecimento à célula dos códigos necessários através de um *repacking* para caixas em plástico que servem para colocar os vários componentes injetados na fábrica (caixas XL). A empresa definiu uma terminologia para cada tipo de caixas, nomeadamente A, B, D, L e XL, sendo a “caixa A” a denominação para a caixa com menor capacidade e “caixa XL” a denominação para a maior caixa. Para além destas caixas, utilizadas para guardar os componentes em supermercados, a empresa utiliza ainda contentores para armazenamento de peças em armazém.

Neste posto ainda são utilizados vários componentes que são comprados a fornecedores externos. Montada a primeira parte da válvula, esta é colocada no ensaiador a ar que realiza um teste com o objetivo de analisar a existência de fugas de ar ou algum defeito. Este dispositivo, para além de ensaiar a válvula e analisar eventuais defeitos ou problemas, realiza também o transporte da mesma de um posto de trabalho para o outro. Esta tarefa do ensaiador evita a movimentação do operador do segundo posto para recolher a válvula do primeiro posto. Caso o ensaio seja realizado com sucesso e o resultado seja “ok”, a válvula passa para o segundo posto. Caso o ensaio realizado tenha como resultado “não ok” o operador do posto um retrabalha a válvula até esta ficar conforme.

No segundo posto o operador adiciona novas peças à válvula e regulariza também a sua medida consoante o valor da descarga solicitada pelo cliente. Por último, caso a válvula vá diretamente para o cliente, o operador coloca-a numa caixa de cartão e coloca a caixa perto do operador do terceiro posto, caso esta seja incorporada em autoclismos terão que ser colocadas em caixas XL, como produto intermédio e transportadas para o supermercado.

O terceiro posto só trabalha quando as válvulas são consideradas produto final e vão diretamente para o cliente final devidamente embaladas. Neste posto são colocados os vários acessórios necessários ao funcionamento e instalação da válvula no autoclismo. Para um melhor funcionamento da célula e diminuição de produtos com defeito, foi implementado um sistema anti-erro (*Poka Yoke*) que apoia o operador na sua sequência de montagem. Para tal o operador antes de iniciar a embalagem programa qual a sequência de embalagem pretendida. Na prática é acionada uma luz verde que indica a necessidade de o operador colocar aquele acessório e que só se apaga quando o operador retira o acessório da caixa. Segundo os gestores de linha, esta medida permitiu diminuir as reduções de reclamações dos clientes causadas por ausência de peças devidas ao esquecimento dos operadores.

3.2. Aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping*

Como foi visto anteriormente, o *VSM* é uma poderosa ferramenta que permite visualizar o estado atual na tentativa de melhorar o processo de cadeia de valor. Esta ferramenta foi utilizada na célula de Válvulas V2 numa tentativa de melhor entender a cadeia de valor e analisar os vários problemas. Para tal foram respeitados um conjunto de passos:

Selecionar família

Neste caso a família de produtos escolhida foi a relativa às válvulas da célula “V2”. Nesta célula são produzidos vários modelos de diferentes códigos nomeadamente: Económicas, *Fast*, *Speed*, Pneumáticas, Cúpido entre outras. Neste caso foi seleccionado o modelo de válvulas Económicas dado que a sua percentagem de produção, face aos restantes modelos, corresponde a quase 50% da produção de todas as válvulas.

Criação da equipa

Uma vez escolhida a família de produtos para mapeamento, o passo seguinte consistiu em seleccionar uma equipa para acompanhar o projeto. Esta equipa foi formada pelo estagiário, enquanto gestor do projeto, por um representante do departamento da engenharia, pela diretora do departamento de produto acabado, pelo gestor de setor das válvulas, e pela chefe de linha da célula.

Como foi dito no segundo capítulo a pessoa responsável pelo mapeamento possui um papel fundamental na identificação e eliminação do desperdício, como tal no início do projeto foi realizada uma primeira reunião com todos os intervenientes para que fossem apresentados alguns dos atuais problemas da célula e definidos os objetivos da utilização do *VSM*.

Caminhada pelo *Gemba*

Após a formação da equipa, conhecer o estado atual da cadeia de valor foi o próximo passo. Desta forma a equipa realizou uma caminhada pelo *Gemba*, palavra de origem japonesa que significa terreno, analisando passo por passo a cadeia de valor da família das válvulas. Uma vez que o cliente não irá querer pagar por tarefas que, no seu ponto de vista não acrescentam valor, é importante apontar quais os passos que criam valor e quais os que são desperdício para os eliminar ou os reduzir. Assim, ao longo desta fase, foram feitas várias observações no terreno recolhendo informações sobre os processos produtivos. A recolha de tempos de ciclo de montagem ou dos processos, gravação de vídeos, e conversas com os operadores foram algumas das formas utilizadas para recolher a informação necessária.

Mapeamento do estado atual

Uma das preocupações na realização do VSM foi tentar simplificá-lo, resumindo os passos principais e mostrando efetivamente onde estão os problemas. Desta forma também será mais fácil analisar possíveis melhorias.

Numa primeira fase a encomenda realizada pelo cliente é colocada no sistema informático da empresa (IFS) através do departamento de exportação, caso o cliente seja de um mercado internacional, ou pelo departamento comercial, se o cliente for nacional. Após a colocação da encomenda no sistema, o departamento de planeamento faz o nivelamento da produção e coloca uma data final de produção, geralmente com um dia ou dois de antecedência relativamente à entrega, para carregamento da transportadora. Posteriormente, através do *Material Requirement Planning (MRP)*, são ajustadas todas as necessidades de materiais e avaliadas por vários intervenientes, por exemplo pelo departamento de compras, logística e produção que garantem que os acessórios, componentes e matéria-prima (MP) sejam entregues atempadamente. A matéria-prima possui um *stock* de segurança e a sua compra depende de vários fatores sendo o mais importante o seu preço que oscila consoante o preço do petróleo. A título de exemplo, se existem previsões de que o petróleo vai subir, a empresa efetua uma compra de maior quantidade de MP para salvaguardar essa subida. Assim, não foi considerado que a entrega da MP afetasse o *Lead Time* da encomenda uma vez que na fábrica existe sempre em quantidades suficientes. Já no caso de acessórios, estes são solicitados de forma a garantir a sua entrega um dia antes de iniciar a produção, ou seja se a produção de uma encomenda está planeada para o dia N, no dia N-1 os acessórios já estão no supermercado.

Possuindo toda a informação sobre quando deve ser iniciada a produção, é da responsabilidade da chefe de linha monitorizar quando é que a máquina deve iniciar a injeção para que os operadores possam iniciar a montagem das válvulas. Esta tarefa é realizada com o auxílio de um plano de produção. Uma vez embaladas, estas irão para o armazém de expedição no qual ficarão a aguardar que a transportadora leve a encomenda ao cliente. O seguinte diagrama de atividades (figura 14), mostra resumidamente quais os procedimentos elaborados desde o ponto de encomenda do cliente, até ao momento em que o produto é carregado para entrega.



Figura 14 - Diagrama de atividades de uma encomenda

Ao longo da caminhada foram encontrados vários problemas e fontes de desperdício nomeadamente:

i. Célula com gargalo

Numa primeira fase do projeto foram recolhidos vários tempos de ciclo para avaliar a duração de montagem de cada posto e verificar se a célula se encontrava balanceada ou não. Esta tarefa desenrolou-se ao longo dos meses de Setembro até Dezembro. Uma vez que estes dados são bastante importantes para avaliar o estado atual da célula foram cronometrados 642 tempos ao longo dos três turnos, tendo sido cronometrados também vários operadores como indica a figura 15 e a tabela 1. Como pode ser observado, o tempo médio de ciclo de injeção da máquina é de 23 segundos, um pouco inferior ao tempo médio de montagem do primeiro posto, posto gargalo, originando várias peças acumuladas ao longo do turno. Relativamente aos restantes postos existe também um desequilíbrio principalmente face ao segundo posto. É ainda importante realçar a grande diferença no desvio padrão no posto 1 comparativamente aos restantes tempos. Isto deve-se ao fato de se ter incluído todos os tempos de ciclo da amostra, incluindo os tempos no qual o operador realizava outras tarefas como retrabalhos.

Tabela 1 – Dados sobre os vários tempos cronometrados

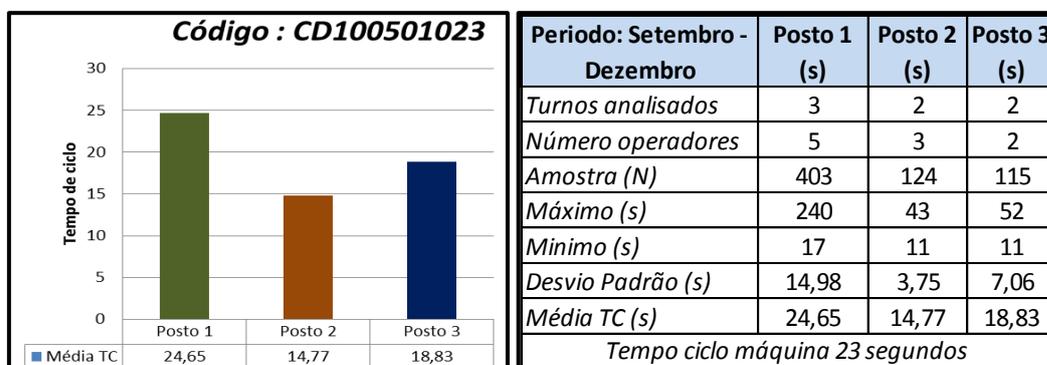


Figura 15 – Tempos dos postos da Célula V2

Este problema surgiu após a instalação do equipamento de ensaio a ar na célula, o que causou um aumento na deteção de não conformidades e consequente redução do nível de *output* da célula.

O departamento de engenharia da empresa está responsável por toda a robótica da fábrica e consequentemente foram eles os responsáveis pela implementação e acompanhamento do ensaiador. Para isso foram cuidadosamente realizados testes a água nas válvulas, e por tentativa e erro, ajustavam os parâmetros necessários para impedir qualquer fuga. Neste caso a tarefa do ensaiador é realizar uma medição ao caudal de ar dentro do tubo para avaliar se existe a possibilidade de perdas. Se durante este procedimento não existisse qualquer perda, a peça seria considerada conforme, caso contrário esta seria rejeitada e acionada uma luz vermelha de anomalia.

Apesar de ser considerada não-conforme, as válvulas quando ensaiadas a água não acusavam qualquer problema uma vez que a sua rejeição apenas aparentava ser devida à sensibilidade do ensaiador. De qualquer das formas o ensaiador estava configurado para parar quando a válvula fosse rejeitada, impossibilitando a sua gravação e por conseguinte atrasava toda a montagem.

Devido à falta de acompanhamento por parte da engenharia no ensaiador, a única solução encontrada na altura consistiu no retrabalho das válvulas e realização de um novo ensaio até a peça ser considerada conforme. Esta tarefa era realizada pelo operador do primeiro posto, aumentando, como era de esperar, o seu tempo de ciclo de montagem.

Para melhor controlar os motivos da quebra de produção foi criada uma tabela que permitiu avaliar o comportamento dos operadores durante um determinado tempo. De seguida foi registada a produtividade do operador, a sua eficiência face à produção objetivo, a quantidade de não-conformes detetada durante o período analisado e várias medições do tempo de ciclo do operador. Foi também registado se existiu alguma alteração de Ordem de Fabrico (OF) e por último foram analisados os motivos pelos quais a produção se situava abaixo do previsto.

A figura 16 mostra as consequências de um efeito de gargalo a nível de produção. O aumento do tempo de ciclo devido ao retrabalho de válvulas não-conformes levou a uma quebra da produção. Em Julho de 2013, com a implementação do ensaiador é visível a quebra de produção em cerca de 30% face aos meses anteriores.

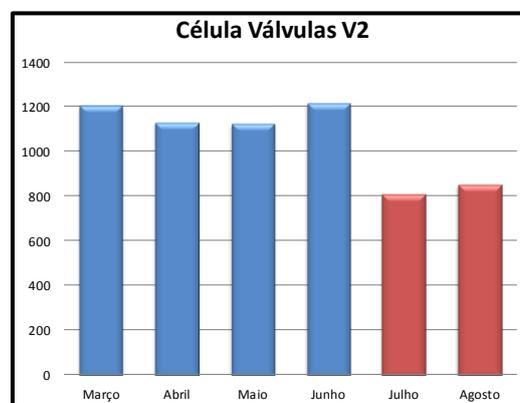


Figura 16 – Registo de produção de válvulas por meses

O gráfico anterior representa as médias de produção para o código *CD100501023* até ao início do projeto. Estes valores foram obtidos através dos vários registos das produções diárias elaboradas pelos operadores ao longo de vários turnos.

ii. Elevado tempo de mudança de turno e de ordem de fabrico

Primeiramente é importante referir os dois tempos de *setup* em análise, o tempo de mudança de turno e tempo de mudança de modelo de válvulas. A célula V2 é uma célula que opera durante três turnos durante cinco dias por semana, ou seja, existem três trocas por dia. Já a troca de ordem de fabrico (OF) ocorre cada vez que os operadores trocam os componentes necessários à nova produção, enviando o material não necessário para trás sendo recolhido posteriormente pelo comboio logístico (*mizusumashi* ou, de modo abreviado *mizu*). Estas trocas por vezes ocorriam até cerca de dezoito vezes por dia.

Qualquer alteração na produção é feita exclusivamente através de uma nova OF. Existem vários modelos associados à OF, cada uma associada a uma paragem. Estas paragens poderão ser mais rápidas ou mais demoradas dependendo da quantidade de componentes que é necessário trocar. As trocas mais rápidas consistem em OF's do mesmo modelo, ex: "Económica – Económica" na qual a quantidade de componentes a trocar varia pouco. Já as trocas mais complexas, como por exemplo "Económica – Fast", são mais demoradas uma vez que todos os componentes são enviados para trás e o *mizu* abastece a célula com novos componentes.

Para ter uma melhor visão da realidade sobre as mudanças de turno e de OF's, durante o trabalho foram cronometrados vários tempos. Assim, o desperdício acumulado no que toca às trocas de OF, poderia originar cerca de 85 válvulas a menos, valor baseado no tempo de ciclo de injeção da máquina.

A somar à quebra de produção relativamente às mudanças de modelo surgem as alterações de turno, no qual, dependendo do dia, estas duas paragens juntas poderiam originar cerca de 120 válvulas a menos por turno.

iii. Fraca gestão visual

A falta de gestão visual foi outro problema encontrado na célula. A existência de diversas ferramentas que não estão identificadas, dispositivos acumulados e materiais não necessários na linha de trabalho prejudicam o operador nas suas tarefas, atrasando-o em várias ocasiões e, assim, aumentando o seu tempo de ciclo devido ao tempo de procura da ferramenta ou material necessário.

iv. Produção em excesso

Este talvez seja um dos maiores problemas encontrados na célula. Apesar de grande parte das máquinas funcionarem através da filosofia *pull*, o mesmo não acontece com a máquina 45. Atualmente todo o *stock* de componentes produzidos na máquina é armazenado em contentores grandes. Por definição do departamento de produto acabado, existe pelo menos um contentor para cada tipo de componente, o que obriga a fábrica a consumir bastantes recursos para armazenar todos esses contentores face à grande quantidade de códigos de copos (sete), tubos (cinco), anilhas (três) e anéis (um) existentes. Apesar da célula apenas produzir válvulas consoante os pedidos dos clientes, no que toca a componentes não existe qualquer controlo e muitas das vezes, mesmo quando não existem encomendas, a máquina continua a injetar para salvaguardar grandes picos de encomendas que possam existir. Neste caso, a máquina está a produzir em quantidades desnecessárias e em tempo desnecessário.

Para além disso, não havendo qualquer controlo de produção por *kanban*, é a chefe de linha que, através de uma inspeção visual, verifica se existe ou não necessidade de produzir algum componente. Esta forma de decisão tem várias desvantagens pois, caso a chefe de linha não encontre algum contentor, irá sempre mandar produzir essa peça, gastando recursos sem necessidade. Outra consequência poderá ser a rutura de material caso não controle devidamente o *stock* de segurança, obrigando a célula a parar e levando ao incumprimento do prazo da encomenda.

Ainda associado ao excesso de produção, surge um outro problema relacionado com o consumo dos componentes. Atualmente não existe nenhum sistema implementado, *FIFO* (*First-in, First-Out*) ou *LIFO* (*Last-in, Last-Out*). Quem está responsável pelo abastecimento do contentor à célula de alguns componentes, quando a máquina produz para o lado, é o abastecedor. Este recolhe o contentor com o empilhador de acordo com o componente necessário. Contudo, o abastecedor leva o contentor mais perto de si ou mais fácil de retirar, deixando de lado componentes que, efetivamente foram produzidos há mais tempo. A figura 17 mostra o acumular de contentores que existe na empresa.



Figura 17 – Armazém de componentes da V2

v. Movimentações e operações desnecessárias

Este problema surge devido ao deficiente *layout* da célula. Por vezes, quando existe falta de algum componente, ou quando a chefe de linha repara que poderá existir falta de peças para completar uma futura encomenda, é mandado trocar o molde da máquina para injetar esses componentes.

Este procedimento obriga um dos operadores a deslocar-se constantemente ao contentor para reabastecer o posto de trabalho com as peças que estão a montar, como mostra a figura 18. Esta tarefa é considerada um grande desperdício pois é tempo que o operador perde, produção que não se realiza e uma tarefa que não atribui qualquer valor ao produto. Para além disso, como é o operador que se autoabastece, quando a máquina produz para o lado, origina uma grande quantidade de caixas espalhadas pela célula.



Figura 18 – Tarefas de *repacking* e movimentação de contentores

Esta tarefa era realizada pelo operador do posto 1 o que conseqüentemente aumentava o seu tempo de ciclo. Em média o operador consome uma caixa de tubos e copos em 25 minutos, ou seja aproximadamente de 25 em 25 minutos o operador desloca-se ao contentor para reabastecer as caixas com peças. Cronometrado cerca de 25 vezes o tempo de *repacking*, leva a uma média de abastecimento de 85 segundos. Multiplicando pelo número de abastecimentos realizados ao longo do turno, no final poderia originar uma perda de até 20 minutos em produção, ou seja 57 válvulas que seriam produzidas a menos. A todo este desperdício é acumulado o transporte de contentores de componentes aquando cheios. A máquina injeta para contentores pequenos, que por sua vez são posteriormente despejados para contentores maiores e levados para armazém.

vi. Tarefas não normalizadas e falta de organização

Outro dos problemas da célula é a falta de normalização de processos de montagem. Na figura seguinte é possível observar uma acumulação de *stock* intermédio no posto de montagem número dois.

Neste caso não existe uma cadência fixa de produção e o operador não procede à montagem de válvula a válvula, mas sim de várias ao mesmo tempo. Este problema deve-se ao facto de não existir uma regra comum para montagem de válvulas, sendo que cada operador efetua a montagem à sua maneira. O mesmo problema acontece para os restantes postos.



Figura 19 – Acumulação de *stock* intermédio

A desorganização foi outro dos problemas encontrados, maioritariamente na troca de turnos e de produção. Durante estas trocas existem várias tarefas que têm de ser realizadas e que são obrigatórias. Através do tempo passado no *gemba* e as várias filmagens recolhidas foi possível analisar essas tarefas e compreender melhor qual o comportamento atual dos operadores. Assim, as principais tarefas são a limpeza da célula devendo o operador deixar o local conforme estava quando chegou, o registo da produção no sistema para que seja possível saber quantas peças existem feitas, preencher a folha de *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* e apontar as devidas paragens, separar as peças não conformes existentes e por fim a tarefa de levá-las ao moinho fabril.

Dada a grande rotatividade dos postos não era certo que todas as tarefas fossem realizadas, muitas vezes os operadores procuravam os colegas para questionar o que já tinha sido realizado, e algumas das vezes ficavam tarefas por realizar, ou seja, o plano não era totalmente cumprido.

vii. Problemas na qualidade

Durante a caminhada foi constatada a existência de uma elevada percentagem de peças não conformes detetadas pelo equipamento de ensaio a ar.

Algumas das não conformidades detetadas no ensaio foram causadas por anomalias nos vedantes utilizados, neste caso da responsabilidade do departamento de compras, por não garantir a conformidade das peças antes de serem armazenadas em supermercado. Outras não conformidades foram causadas por deficiente uso do lubrificante que, quando colocado em demasia no tubo, entupia o ensaiador. Porém, grande parte das rejeições do ensaiador não apresentava qualquer razão aparente, sendo necessário apenas a afinação do equipamento. Neste caso, o problema era resolvido através do retrabalho da válvula (montar e desmontar algum componente, ou lubrificar um pouco mais a peça). A seguinte figura mostra o resultado

final de um turno. Neste caso foram ensaiadas cerca de 1211 válvulas, no entanto 463 dessas foram rejeitadas pelo ensaiador, sendo retrabalhadas posteriormente. No fim, o turno apenas registou 748 válvulas produzidas, muito aquém do objetivo estabelecido pela direção fabril de 1200 válvulas por turno.

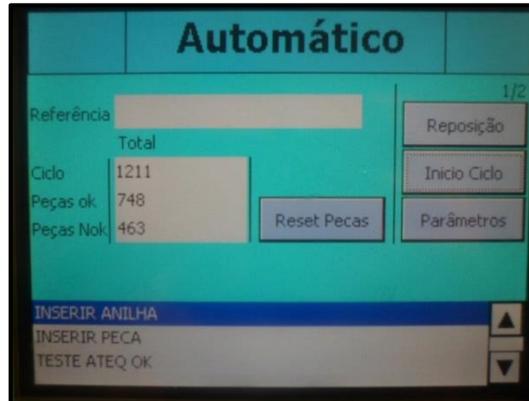


Figura 20 – Peças não-conformes no ensaiador no fim do turno

Após a observação do funcionamento da célula, a recolha dos dados e a identificação dos diferentes problemas foi possível desenhar o mapa do estado atual da célula representado na figura 21.

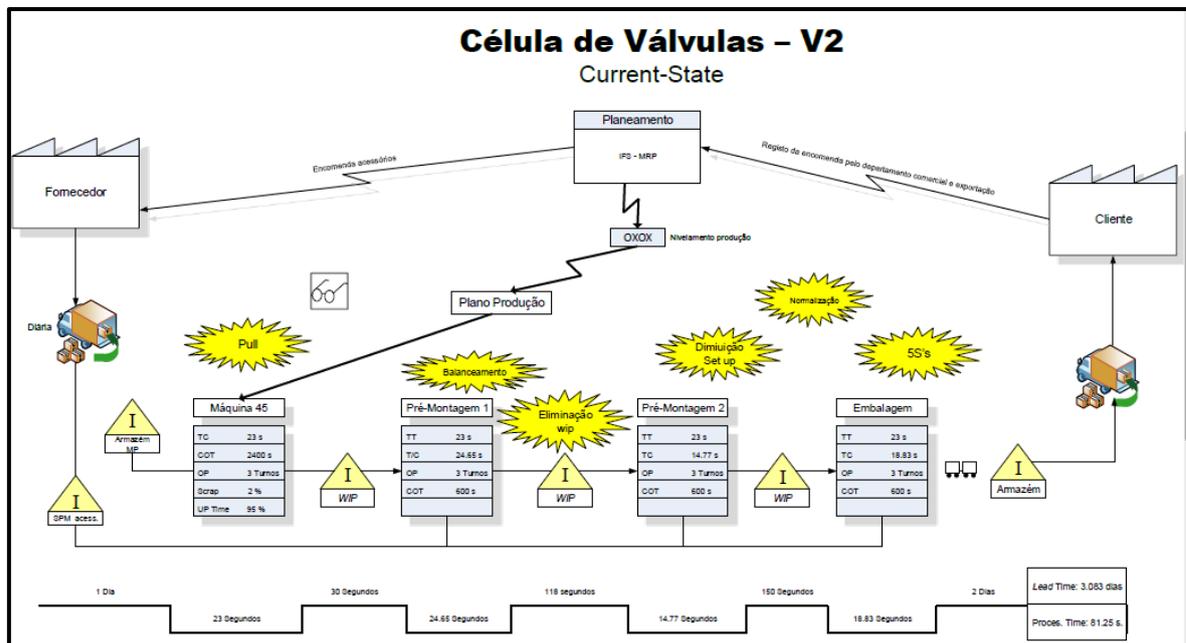


Figura 21 – Estado corrente da célula V2

Como se verifica no mapa do estado atual, estão representadas as entregas diárias do fornecedor que são colocadas no supermercado até seguirem para a célula de produção. Já o transporte da matéria prima não foi considerado por existir sempre em stock no armazém seguindo este diretamente para a máquina de injeção. Para além de todos os processos produtivos, com respetiva duração e trocas de informação ainda estão representadas as rajadas *Kaizen*. Assim,

para solucionar alguns problemas encontrados e fontes de desperdício, são propostas várias medidas nomeadamente:

1. Balanceamento da célula;
2. Implementação da ferramenta *5S's*;
3. Normalização de vários procedimentos;
4. Diminuição do tempo de *setup* na troca de OF e turnos;
5. Redução da quantidade de *stock* intermédio (*WIP*);
6. Implementação do sistema *pull* na máquina 45;

Como indica a figura 21, o *Lead time* de produção é cerca de 3.083 dias sendo que o tempo de produção total de uma válvula é de 81.25 segundos. Este *Lead time* não contempla os tempos de transporte dos materiais solicitados aos vários fornecedores, assim como o transporte do produto final do armazém até ao cliente.

Mapeamento do estado futuro

Ao mapear o estado futuro é necessário ter em conta se os desperdícios e problemas do estado atual estarão eliminados. O mais importante será eliminar o gargalo presente no posto um e balancear a célula de produção eliminando os tempos de espera. Para tal o objetivo consiste em atingir o *takt time* da máquina de 23 segundos. A diminuição do tempo de setup, (*Change Over Time, COT*), associada às trocas de OF ou de turno está também representada nas várias caixas de dados e pretende-se reduzir esse tempo para metade. No que toca à produção de válvulas, pretende-se que esta seja *One-piece-Flow*, eliminando o *stock* intermédio entre cada posto de trabalho.

Por fim, a tarefa mais complexa consiste em implementar o sistema *pull flow* na célula. Esta solução tem como objetivo a eliminação da produção em excesso, a quantidade de contentores presentes e ainda alguma prevenção de rutura de material por descuido do gestor. Para isso seria criado um supermercado para os componentes da máquina de injeção. Estes seriam abastecidos à linha através do comboio logístico, quando a máquina estivesse a injetar para o lado, ou seja, este abastecimento seria realizado apenas quando a máquina estivesse a produzir componentes diferentes dos necessários no momento. Como se mostra na figura 22 seria criado um sequenciador e os vários componentes do primeiro posto passariam a ser solicitados por um cartão *kanban*. Uma vez consumido o *kanban* iria para a caixa de construção de lote até formar lote para dar início a uma nova produção. Esta produção de seguida iria para o supermercado de componentes e o ciclo retomava. Esta medida, para além da eliminação de contentores e de um maior controlo da quantidade de peças em supermercado, também resolveria a questão do FIFO graças à criação de um supermercado com *racks*.

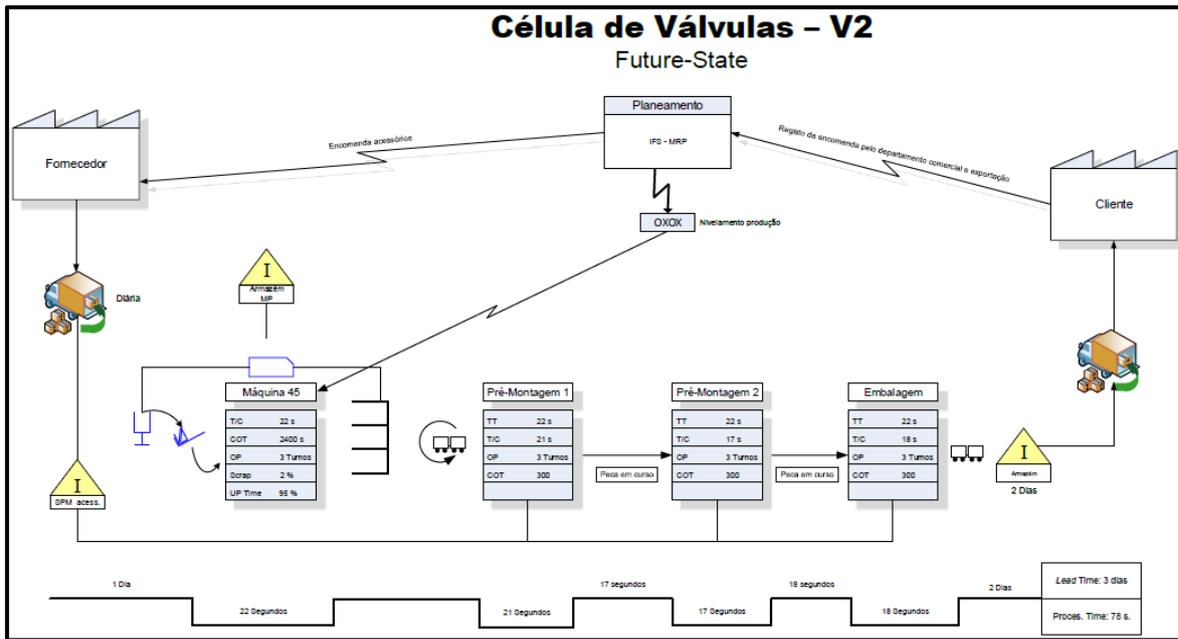


Figura 22 – Estado futuro da célula V2

Plano de ação

Após criação de um mapeamento para o estado futuro foi realizado um plano de ação (ver figura 23), para que fosse possível alcançar as várias propostas de melhorias. O plano de ação inclui o objetivo a atingir ao longo deste trabalho, nomeadamente a melhoria da produtividade na célula através da eliminação de desperdícios.

A atuação concretizou-se apenas nos três postos de montagem, tendo como objetivo eliminar o gargalo existente no posto de montagem número 1. Ao longo das várias cronometragens aos procedimentos de montagem do operador do primeiro posto, cerca de 403, foi possível observar que o operador consegue produzir num tempo inferior ao tempo de ciclo da máquina, caso não haja qualquer paragem, assim pretende-se trabalhar para que essa meta seja cumprida e porventura que seja possível diminuir também o tempo de ciclo da máquina. Por outro lado, foi contemplado algum tempo para tratar da organização visual da célula e retirar todo o material a mais. Como a visualização na célula é bastante importante pretende-se utilizar a ferramenta dos 5S's para uma triagem, arrumação, limpeza da célula e identificação de todo o material necessário. Quanto ao tempo de *setup* na mudança de turno e modelos espera-se que este seja reduzido para pelo menos 300 segundos por cada mudança, ou seja, para metade. Para tal pretende-se, através da eliminação das várias tarefas desnecessárias e normalização de procedimentos, uma mais eficiente e organizada célula de trabalho. Para além disso, pretende-se também uma melhor ergonomia para o operador. A melhoria contínua é uma das filosofias da empresa, então desta forma deverá ser feita uma recolha de várias ideias possíveis para melhorar o desempenho da célula ou o conforto dos operadores no seu posto de trabalho. Por último

pretende-se implementar a filosofia *pull* tendo em vista a eliminação do stock em excesso presente na célula.

Data	Outubro de 2013	Planeamento VSM ao longo do Estágio		
Gestor Value Stream Mapping	Bruno Nunes			
Diretora de Departamento	Isabel Ramos			
Product - Family Business Objective	VSM Loop	Value Stream Objective	Goal (Measurable)	Agenda
				Set Out Nov Dez Jan Feb Mar Abr
Aumentar a produtividade da célula V2	Linha	1- Eliminar gargalo	TC menor que 22 segundos	
Eliminação de desperdícios	Montagem	2- Impelentar ferramenta 5S's	Melhorar gestão visual	
		3- Normalizar procedimentos	Melhorar organização	
Melhoria Contínua		4- Reduzir tempo Set up	COT menor que 300 segundos	
		5- Redução de WIP	Apenas uma peça em curso	
		6- Implementação sistema Pull	Eliminação de stock em excesso	

Figura 23 – Plano de ação VSM

3.3. Implementação do plano de ação

Durante a implementação do plano de ação várias ferramentas *Lean* foram utilizadas. De seguida serão explicadas quais as medidas tomadas e qual o resultado final comparativamente ao estado passado.

3.3.1. 5S's

Na primeira fase foi importante identificar qual o material necessário e qual o que não fazia falta no posto de trabalho. Neste caso foi solicitada a ajuda dos operadores para ter conhecimento das peças que eles necessitavam mais e quais as peças que eles não usavam há algum tempo.

Esta fase foi determinante para poder posteriormente proceder à tarefa seguinte, arrumação do material. Como podemos ver na figura 24 a célula estava desorganizada no posto de qualidade com ferramentas de montagem não identificadas assim como dispositivos não necessários para a montagem. Nesta fase procedeu-se à identificação de todos os dispositivos dado que a maior parte deles não possuíam qualquer código atribuído no sistema IFS. Uma vez que o departamento de engenharia exige que todas as ferramentas e dispositivos estejam identificados, foi atribuído um código a cada um e posteriormente foi feita a gravação a laser com o respetivo número.

Como cada ferramenta ou dispositivo está associado a um tipo de válvula foram criadas etiquetas com várias cores nas letras a fim de facilitar a visualização por parte do operador, assim como uma legenda com as várias cores e respetivo significado.

Seguidamente, os objetos que eram mais utilizados no dia a dia foram colocados à frente para facilitar a sua remoção e colocação. Este passo completou-se com a criação de sombras para cada ferramenta de modo a ser mais intuitivo ao operador saber qual lugar certo das mesmas. À semelhança do que aconteceu com as etiquetas, também foram criadas cores para cada modelo de ferramenta. O estado final da célula pode ser visto na figura 25.



Figura 24 – Estado anterior da bancada da V2



Figura 25 – Estado do posto da bancada da V2 após implementação dos 5S's

Outra arrumação feita na célula foi a dos *kanbans* de requisição de material. Anteriormente os cartões estavam todos misturados e os operadores perdiam imenso tempo à procura do cartão necessário para entregar ao abastecedor. Neste caso foram impressos novos cartões *kanban* mais intuitivos na sua descrição e foram pintados com várias cores conforme o material a requisitar, por exemplo laranja para anilhas, azul para copos, vermelho para tubos. De seguida foi pedida uma caixa para colocar os cartões e ser mais fácil o seu manuseamento. A diferença entre o estado anterior e final pode ser visto na figura 26.



Figura 26 - Cartões de solicitação de material antes e depois

Quanto ao local de avisos e recados sobre a célula, este era colocado distante do posto de qualidade, obrigando os operadores a deslocar-se para analisar qual iria ser o seu local de trabalho no respetivo turno. Para tornar este processo mais eficiente foi concebido um quadro em acrílico no posto de qualidade que pudesse conter todo o tipo de informações pertinentes para a célula de válvulas. Foram feitos também vários separadores para que os operadores colocassem a informação no local certo consoante o seu tipo, nomeadamente avisos de anomalias, informação sobre a passagem de turno, tarefas pendentes e *flashes* de alerta. As diferenças entre a situação anterior e a atual podem ser vistas na figura 27.



Figura 27 - Quadro de Informação de posto antes e depois

A terceira fase desta ferramenta *Lean* consiste na limpeza dos postos. Neste caso foi feita uma paragem à célula para realização de manutenção preventiva, que será explicada mais adiante, e foi feita uma limpeza geral do local de trabalho. Por norma cada operador deixa o seu posto limpo para o colega do turno seguinte. Tarefas como varrer a célula, recolher o lixo do chão e caixotes e limpar o posto de trabalho são tarefas atualmente realizadas no fim de cada turno. No entanto, esta limpeza não inclui a limpeza de ferramentas nem de dispositivos. Pretende-se no futuro que este tipo de limpeza seja também realizado diariamente.

3.3.2. Balanceamento

Para solucionar o problema *Bottleneck effect*, efeito gargalo no primeiro posto, a primeira tarefa realizada consistiu em fazer o levantamento de todas as tarefas realizadas pelos operadores dos três postos e avaliar a possibilidade de alocar algumas tarefas dos postos mais sobrecarregados para outros mais livres. Porém, a sequência de operações tornava bastante difícil alocar tarefas sem causar grande movimentação de peças podendo a célula deixar de funcionar em fluxo desde a máquina até ao posto final.

Posta de parte essa possibilidade foram alocadas as tarefas que não atribuíam valor à peça ao operador com mais folga. Como a célula estava em formato de L, o operador do segundo posto poderia servir como intermediário apoiando tanto o primeiro posto como o terceiro. Neste caso a maior preocupação seria com o operador do posto 1, pois tratava-se do recurso gargalo.

As tarefas que inicialmente foram alocadas de imediato à pessoa do segundo posto foram:

- Responsabilidade por todos os retrabalhos das peças rejeitadas do ensaiador;
- Responsabilidade de abastecer o operador do posto 1 com os vários componentes necessários;

Apesar do objetivo ser eliminar estas duas tarefas, a curto prazo pretende-se minimizar o impacto que estas possam ter, e assim o operador do primeiro posto conseguirá focar-se apenas na montagem de válvulas sem sair do seu posto de trabalho.

3.3.3. Normalização

Procedimento de montagem

Devido à desorganização existente na célula uma das medidas de melhoria propostas passou pela organização e normalização de tarefas e procedimentos.

A normalização é uma ferramenta que pode ser aplicada em várias situações. No caso da célula V2 foi aplicada às actividades de montagem de válvulas e de mudança de turno.

No caso dos procedimentos de montagem, numa primeira fase, foram cronometrados vários tempos de ciclo, numa amostra de 20 tempos para cada procedimento em cada posto, e realizados vários vídeos das montagens dos operadores em cada posto. Através destes foi possível perceber que os operadores mais antigos na fábrica apresentavam uma agilidade de montagem diferente e que o seu tempo de ciclo era menor quando comparados com operadores mais novos. Foi a partir da forma como esses operadores trabalhavam que foi definida uma sequência de

montagem. A tabela 2 mostra a sequência final para o operador do primeiro posto sendo que as restantes podem ser consultadas no anexo 2.

Assim, o objetivo foi estudar qual o operador que realizava o melhor procedimento de montagem, mais rápido, com menos passos e o mais ergonómico, sem qualquer troca de mãos ou sem se baralhar. No final do estudo foi decidido um procedimento *Standard* para todos os operadores. Ao normalizar o processo de montagem pretendeu-se que o operador alcançasse os componentes em simultâneo e não um a um, conseguindo, desta forma, uma maior eficácia e rapidez na montagem. Para além disso, evita-se que o operador cruze as mãos como acontecia anteriormente. Outra vantagem consiste em diminuir o número de movimentos do operador, uma vez que não tem que rodar ou dar tantos passos para alcançar os componentes. Tudo é elaborado numa sequência pensada de modo a possibilitar ao operador um trabalho mais ergonómico. No final foi feito um acompanhamento dos operadores para apoiá-los e verificar que procediam da mesma forma e que respeitavam a ordem de montagem. No futuro, qualquer novo funcionário na empresa deverá aprender a realizar o trabalho da mesma forma.

Tabela 2 – Procedimento de montagem de válvulas elaborado (primeiro posto)

Procedimento de Montagem		Média TC	Máximo	Minimo	Desvio
Nº	Operação	(s)	(s)	(s)	Padrão
1	Operadora pega no copo v.desc. e no tubo v.desc. (em simultâneo)	0,51	0,70	0,40	0,07
2	Operadora faz a montagem do tubo no copo e coloca-o no dispositivo	2,06	2,40	1,80	0,19
3	operador pega no anel porta vedante e no porta vedante (em simultâneo)	0,61	0,50	0,20	0,08
4	Coloca porta vedante no dispositivo que o segura	0,80	1,10	0,60	0,13
5	Pega no vedante v. desc.	0,55	0,68	0,48	0,06
6	Monta o vedante v. desc. no tubo	1,08	1,21	1,03	0,05
7	Pressiona o dispositivo para que este faça a montagem / encaixe;	1,08	1,20	1,07	0,06
8	Retira a montagem do dispositivo	0,82	1,07	0,71	0,14
9	Vira-se para o outro lado e pega no tampão v. desc e monta-o no corpo;	2,04	2,10	1,96	0,04
10	Pega na pilete e monta-a no corpo;	2,09	2,60	1,98	0,14
11	Pega no tubo ladrão;	1,07	1,21	1,00	0,05
12	Lubrifica o tubo ladrão	2,08	2,60	1,98	0,13
13	Procede à montagem do tubo ladrão na válvula;	1,07	1,18	1,00	0,04
14	Pressiona o botão para o dispositivo apertar a válvula;	0,56	0,68	0,45	0,07
15	Retira a válvula do dispositivo e coloca-a no dispositivo para ensaio;	3,11	3,26	2,96	0,09
16	Operador roda e recomeça o procedimento.	1,07	1,21	1,00	0,05

Ainda relativamente à normalização de montagem, sensibilizaram-se os operadores que não produziam peça a peça para começarem a montar uma peça de cada vez e entregá-la ao próximo posto. O objetivo será acabar com o *stock* intermédio entre postos. Para uma melhor explicação da importância desta medida foram mostrados vários vídeos e problemas de casos práticos para que fosse possível sensibilizar os operadores para as consequências da existência de postos de trabalho com produto intermédio. No final o *stock* intermédio foi finalmente eliminado passando a existir uma melhor coordenação entre os operadores.

Setup mudança de turnos

Relativamente à mudança de turnos o estudo feito foi semelhante no entanto, neste caso foram envolvidas mais pessoas nomeadamente os engenheiros responsáveis por cada setor, e os chefes de linha.

Para melhorar as mudanças de turno, numa primeira fase, a equipa do *VSM* elaborou uma proposta da lista de tarefas a realizar, numa certa sequência, tendo em conta vários aspetos tais como:

- O tempo de duração de cada tarefa.
- Necessidade de utilização da mesma OF em simultâneo para tarefas distintas.
- A necessidade de libertar o operador do primeiro posto para iniciar a produção o mais rapidamente possível.
- O equilíbrio da distribuição de tarefas entre operadores.

Uma vez finalizada a proposta de sequência de tarefas decidiu-se envolver os operadores, como mostra a figura 28, uma vez que estes teriam uma melhor perceção dos problemas do *gemba*, das tarefas a realizar, do tempo necessário e da sua dificuldade. Assim, foram feitos dois encontros com a equipa e os operadores, para que fossem apresentados os vários resultados de produção nos últimos meses, dando ênfase à quebra de produção após a implementação do equipamento de ensaio a ar. Foi também explicado o motivo da reunião numa pequena apresentação e ainda foi recolhido o *feedback* dos operadores face à proposta de normalização. Por fim, não deixando de parte a melhoria contínua, foram discutidas algumas ideias para a célula e melhorias que poderiam ser implementadas tanto ao nível da montagem como do *layout*.



Figura 28 – Reunião entre equipa VSM e operadores

A figura seguinte mostra como eram realizadas anteriormente as mudanças de turno. Para melhor perceber a falta de organização na forma de execução das tarefas, e na definição de quem as realizava, foi elaborado um quadro com as várias tarefas e atribuída uma cor a cada uma delas. Assim, é possível observar a desorganização através das várias cores repetidas em vários turnos, e perceber que algumas tarefas nem eram realizadas. Já a figura 30 mostra a solução final implementada. A solução foi impressa e distribuída a todos os operadores da célula para que durante a mudança soubessem o que fazer.

Turno	Posto 1	Posto 2	Posto 3	
10-out	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Varreu posto de trabalho	Registou a produção na OEE	
	Separou peças NC para contentor		Registou produção IFS (with barcode)	
	Preencheu as folhas das NC			
	Deu baixa das NC no IFS			
11-out	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Registou a produção na OEE	Separou peças NC para contentor/sacos	
	Varreu posto de trabalho	Registou produção IFS (with barcode)	Levou peças NC do contentor para o moinho	
	Registou produção Máquinas no IFS e F.C.Stock	Registou produção Máquinas no IFS e F.C.Stock		
dia 14.11	Despejou tubos no contentor e colocou contentor a receber as peças injectadas da máquina.	Acabou produção	Acabou produção	
dia 14.11	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Acabou produção	Acabou produção	
	Preencheu as folhas das NC	Varreu posto de trabalho		
	Separou peças NC para contentor/sacos	Deu baixa das NC no IFS		
	Registou a produção na OEE	Levou peças NC do contentor para o moinho		
	Registo de produção no IFS (with barcode)			
Dia 15.11	Varreu posto de trabalho	Acabou produção	Acabou produção	
	Separou peças NC para contentor/sacos	Preencheu as folhas das NC	Varreu posto de trabalho	
	Escolha de Vedantes	Registo de produção no IFS (with barcode)		
		Registou produção Máquinas no IFS e F.C.Stock		Separou peças NC para contentor/sacos
		Deu baixa das NC no IFS		
Dia 15.11	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Acabou produção	Acabou produção	
	Despejou tubos no contentor e colocou contentor a receber as peças injectadas da máquina.	Limpou posto de trabalho		
	Separou peças NC para contentor/sacos	Varreu posto de trabalho		Levou peças NC do contentor para o moinho
	Deu baixa das NC no IFS			
	Preencheu as folhas das NC			
Dia 19.11	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	ficou parada a olhar	Deu baixa das NC no IFS	
	Varreu posto de trabalho		Registou produção Máquinas no IFS e F.C.Stock	
	Despejou tubos no contentor e colocou contentor a receber as peças injectadas da máquina.		Registo de produção no IFS (with barcode)	
	Ajudou o operador do segundo posto a produzir tubos e a operadora do posto 1 com o ensaiador		Preencheu as folhas das NC	
2.12	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Acabou produção	Limpou posto de trabalho	
	Varreu posto de trabalho	Deu baixa das NC no IFS		
	Registou a produção na OEE	Preencheu as folhas das NC		
	Registo de produção no IFS (with barcode)	Levou peças NC do contentor para o moinho		
11.12	Limpou posto de trabalho c/ Pistola	Acabou produção	Acabou produção	
	Registou a produção na OEE		Varreu posto de trabalho	
	Registou produção Máquinas no IFS e F.C.Stock		Separou peças NC para contentor/sacos	
	Registo de produção no IFS (with barcode)		Levou peças NC do contentor para o moinho	

Figura 29 - Tarefas realizadas na troca de turno antes

Procedimentos Normalização de mudanças de turno

Quem Sai		
Posto 1	Posto 2	Posto 3
Limpeza + Varrer	Acaba Produção	Acaba a produção
Despejar peças da Antiga produção nos Contentores	Preencher NC na OEE	
Separar NC para contentor e informar quantidade	Levar peças Não-Conformes do contentor para o Moinho (Quem estiver disponível)	
	Baixa das Não-Conformes no IFS	Organizar Posto - (deixar limpo)
	Registo produção no IFS	

Quem Entra		
Posto 1	Posto 2	Posto 3
Reunião Daily Kaizen - todos		
Auditoria ao Posto (em Conjunto 1 e 2)	Programar Ensaiaador (em Conjunto 1 e 2)	TPM
Troca Ferramenta (se necessário)	Auditoria ao Posto	
Faz testes às amostras Padrão	Auditoria ao Primeiro Ensaio	
Inicia a Montagem	Troca Ferramenta (se necessário)	Auditoria ao Posto
	Início de Montagem	Configurar Picking-by-light
		Ver ficha de Produto Embalagem
		Embalagem
		Auditoria à primeira peça

Nota: Quem acaba o turno, apenas pode parar de produzir quando os colegas chegarem da Reunião Daily Kaizen.

Figura 30 – Proposta para tarefas de mudança de turno

O procedimento de troca de turno sofreu melhorias significativas após a implementação da solução proposta. O facto de utilizar as opiniões dos operadores revelou ser uma mais-valia pois contribui para que estes tivessem um maior interesse em cumprir as medidas que eles próprios ajudaram a estabelecer.

Este novo procedimento foi acompanhado ao longo de 3 semanas e os vários operadores foram auxiliados para que soubessem sempre o que fazer. Por último foi efetuado o registo dos tempos e resultados, cuja análise se apresenta mais à frente (ponto 3.4 do relatório). É ainda de realçar a inclusão da tarefa “TPM” no posto número três, algo que nunca se realizou anteriormente e que começará a fazer parte da rotina dos operadores (este procedimento será explicado no ponto 3.5.2 do relatório).

3.3.4. Alteração bordo de linha

Como explicado anteriormente um dos problemas encontrados na célula está relacionado com as movimentações e operações desnecessárias, o que inclui o *repacking* e transporte de peças. Para combater este problema foi proposta a alteração do bordo de linha por forma a incluir um local para componentes (copos e tubos) quando a máquina estiver a trabalhar para o lado. Esta modificação permite ao operador focar-se mais no seu local de trabalho e evitar eventuais saídas para abastecimento de materiais. Assim, foram criados dois novos espaços para a colocação de caixas XL, como mostra a figura 31. Este espaço, numa primeira fase, permitirá ao operador do segundo posto abastecer o primeiro posto no tempo livre, no entanto é uma medida que também está relacionada com o desejo de implementação do sistema *pull* na célula. Futuramente pretende-se que seja o *mizu* a abastecer a célula ao longo do seu percurso, passando pelo supermercado a criar.

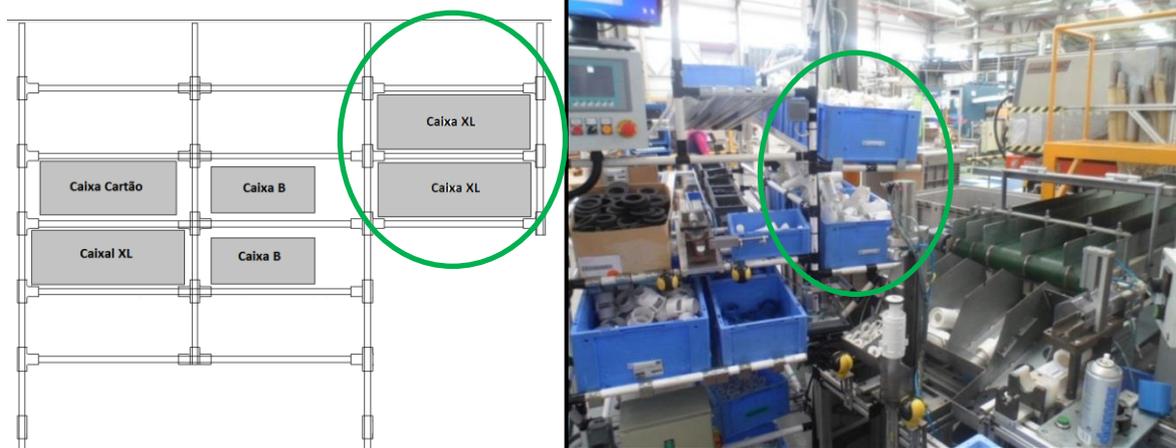


Figura 31 – Alteração ao bordo de linha

Outra alteração na célula consiste na colocação de uma placa de suporte de caixas “XL” à frente do operador. A forma como os operadores trabalham quando a máquina não injeta diretamente para o tapete não é ergonómica pois obriga o operador a rodar para o lado para pegar nos componentes atrasando-lhe a cadência de montagem. As imagens 32 e 33 mostram a alteração realizada ao primeiro posto para incluir as caixas à frente do operador, evitando que este tenha esforços desnecessários.

Desta forma, esta alteração permite ao operador retirar os componentes das caixas, e seguir a ordem de montagem *Standard* que ficou estabelecida. Assim, o operador pegará nas peças de forma ergonómica, ou seja, mais direito e com as duas mãos ao mesmo tempo, em vez de se virar constantemente para o lado e pegar peça a peça como acontecia anteriormente. Por outro lado, foi possível eliminar, em parte, a quantidade de caixas presentes na linha de produção e suportes

perto do operador, que o atrapalhavam em determinadas situações, tornando a célula mais organizada e limpa.

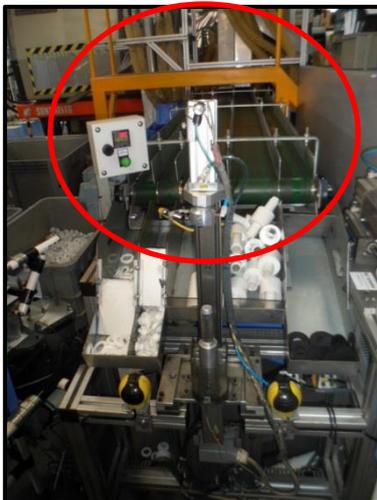


Figura 32 – Primeiro posto de montagem antes

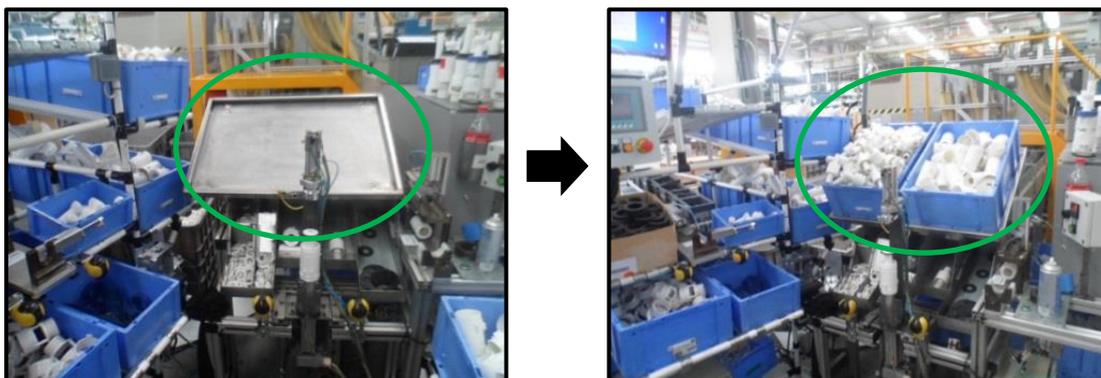


Figura 33 – Primeiro posto de montagem alterado

3.4. Resultados do plano de ação

Nesta secção será feita a apresentação e análise dos resultados obtidos, tendo-se utilizado o *Software IBM SPSS Statistics* para a utilização das várias técnicas estatísticas.

Em primeiro lugar realizou-se um teste de hipóteses para dois grupos de casos independentes, ou seja, ao tempo de ciclo do operador do primeiro posto antes e depois da implementação das ferramentas *Lean*. Com isto pretendeu-se verificar se o valor da média após a implementação das

melhorias seria estatisticamente inferior ao valor médio que se verificava antes. Foi utilizado o teste t, com as seguintes hipóteses:

$$H_0: \text{Média tempo antes} = \text{Média tempo depois}$$

$$H_1: \text{Média tempo antes} > \text{Média tempo depois}$$

Dado que no teste à igualdade das variâncias foi obtido um valor de prova muito pequeno, menor do que 5%, foi rejeitada a hipótese nula de as variâncias serem iguais e assim, realizou-se um teste t à diferença de médias assumindo desigualdade nas variâncias das populações.

Considerando os valores apresentados na tabela 3, observa-se que o valor da estatística de teste é de 7,601 e o valor de prova é inferior a 0.0005. Assim no teste t é rejeitada a hipótese H_0 , ou seja pode considerar-se que, com um nível de significância de 5%, a média do tempo no posto 1 é inferior. Calculou-se, também, um intervalo de confiança a 95% para a diferença das médias dos tempos “Antes” e “Depois”, tendo-se concluído que o limite inferior do intervalo é de cerca de 4,26 segundos e o limite superior de cerca de 7,23 segundos. A estimativa pontual para a diferença das médias dos tempos “Antes” e “Depois” é de aproximadamente 5,75 segundos.

Tabela 3 – Teste t para a comparação de médias dos tempos “Antes” e “Depois”

Estatísticas de grupo				teste-t para Igualdade de Médias				
Tempo	N	Média	Desvio Padrão	t	df	Sig.	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
Antes	403	24,6476	14,97543				Inferior	Superior
Depois	418	18,9019	2,49843	7,601	423,571	,000	4,25990	7,23156

De seguida foi feita uma análise de variância, ou análise ANOVA. Esta técnica é utilizada para testar a existência de diferenças nas médias de uma variável dependente (tempo, neste caso), consoante os níveis de uma ou mais variáveis independentes (factores). Neste caso foi feita uma análise com 2 factores, posto (com 3 níveis, ou seja, 3 postos) e “Antes e Depois” (com os 2 níveis antes e depois). Esta análise de variância permitiu avaliar se existia alguma diferença significativa entre os valores médios dos tempos de ciclo nos vários postos de trabalho antes e depois das alterações implementadas.

Realizando a análise para um total de 1201 tempos observados, tal como indica a tabela 4, foi obtido o output apresentado nas tabelas 5 e 6.

Tabela 4 – Amostra de tempos recolhidos para cada posto, antes e depois

Posto	Fator	N
Posto 1	Antes	403
	Depois	418
Posto 2	Antes	125
	Depois	69
Posto 3	Antes	116
	Depois	70

Tabela 5 – Teste à igualdade de variâncias de Levene

F	df1	df2	Sig.
13,779	5	1195	,000

Tabela 6 – Tabela ANOVA

Testes de efeitos entre assuntos					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Posto	4342,115	2	2171,058	24,455	,000
Antes e Depois	45,109	1	45,109	,508	,476
Posto * Antes e Depois	4050,619	2	2025,310	22,813	,000
Erro	106091,056	1195	88,779		
Total	618430,000	1201			
Total corrigido	118882,926	1200			

a. R Quadrado = ,108 (R Quadrado Ajustado = ,104)

Verifica-se, através da informação apresentada na tabela 6, que o efeito da interação entre o fator posto e o fator 'Antes e Depois' é significativo, pois o valor de prova é menor que 0.0005, sendo, também, significativo o efeito do fator posto isoladamente. O efeito do fator 'Antes e Depois' isoladamente não se revelou significativo, pois o valor de prova do teste correspondente é de 0.476. No gráfico da figura 34 é possível observar a linha azul que mostra as médias dos tempos existentes na célula antes da implementação das alterações, sendo o primeiro posto, claramente o gargalo, enquanto a linha verde mostra as médias dos tempos de ciclo após as alterações efetuadas. É, assim, possível ver que atualmente os postos estão mais equilibrados. A diminuição do tempo do primeiro posto está relacionada com a atribuição de algumas tarefas ao operador do segundo posto aumentando o seu tempo de ciclo. Já o ligeiro aumento do tempo de ciclo do terceiro posto deve-se à entrada de um operador novo, mais inexperiente.

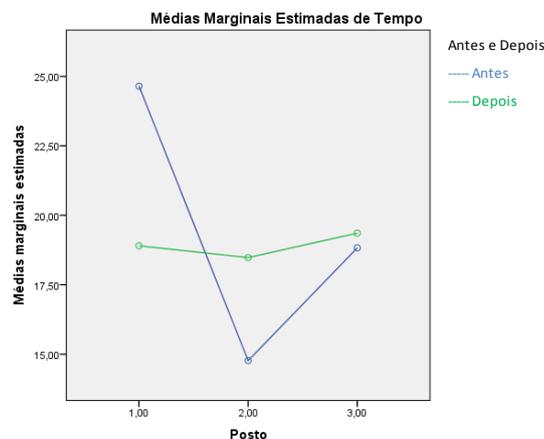


Figura 34 – Evolução do tempo de ciclo da célula V2

Relativamente ao tempo de mudança de turnos, à semelhança da análise feita para a diferença das médias do primeiro posto, elaborou-se um teste de hipóteses à diferença de médias dos tempos analisados. Para tal foi feita uma cronometragem de 20 tempos utilizando o procedimento antigo e 21 tempos após a modificação do processo. Nessa análise a hipótese nula consistia em que a diferença entre as médias de tempos antes e depois era nula, e a hipótese alternativa consistia na média dos tempos “Antes” ser superior à média dos tempos de mudança de turno “Depois”.

$$H_0: \text{Média tempo antes} = \text{Média tempo depois}$$

$$H_1: \text{Média tempo antes} > \text{Média tempo depois}$$

Na tabela 7 são apresentados os resultados desta análise. Uma vez que o valor de prova também é um valor muito reduzido (sig. <0.0005) rejeita-se a hipótese nula comprovando que as médias “Antes” e “Depois” podem ser consideradas diferentes. Os limites do intervalo de confiança para essa diferença são de 305,96 segundos (limite inferior) e de 489,95 segundos (limite superior). A estimativa pontual para a diferença em estudo é, então, de cerca de 400 segundos, o que leva a concluir que houve uma redução média de quase 400% face ao tempo médio anterior. Esta melhoria deve-se maioritariamente ao facto de os operadores apenas pararem a produção quando os colegas chegam ao posto após a reunião *Daily Kaizen*, algo que anteriormente não se verificava. Desta forma é possível uma maior produção por turno.

Tabela 7 – Teste t para comparação das médias dos tempos de mudança de turno antes e depois das alterações

Estatísticas de grupo				teste-t para Igualdade de Médias				
Tempo	N	Média	Desvio Padrão	t	df	Sig.	Confiança da Diferença	
Antes	20	516,0000	193,10210				Inferior	Superior
Depois	21	118,0476	43,61706	9,000	20,845	,000	305,95936	489,94540

Para uma boa gestão, além das análises estatísticas como aquelas que foram apresentadas, é necessário o apoio de ferramentas que facultem um *feedback* importante sobre o rendimento da produção. Para isso, muitas empresas recorrem a indicadores representativos da atividade produtiva e das operações. Desta forma, para melhor verificar a evolução do desempenho global da célula, a OLI utiliza o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, como indicador que serve não só para avaliar o rendimento da produção como também serve de *feedback* aos operadores, e permitindo avaliar o que correu bem e o que correu mal durante o mês.

Na realização dos cálculos do *OEE* a empresa planeia qual a produção objetivo para o dia e retifica-a tendo em conta as várias paragens existentes nomeadamente paragens programadas, mudanças de molde, quebras de abastecimento, peças não conformes, mudanças de código, mudanças de turno, pessoas em formação, entre outras. Por último, no final de cada turno, um

operador é responsável pelo registo de quantas peças foram produzidas sendo essa a produção real.

Através da figura 35 é possível verificar a evolução de dois indicadores: o *OEE* da célula relativo aos operadores e o *OEE* global, cujas expressões de cálculo são:

$$OEE \text{ Operadores} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Objectivo Retificada}} \quad [1]$$

[1] – O *OEE* dos operadores consiste na divisão entre o número de peças que os operadores produziram ao longo de um turno pelo número de peças que deveriam ter produzido contemplando as paragens programadas.

$$OEE \text{ Global} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Objectivo}} \quad [2]$$

[2] – O *OEE* Global consiste da divisão entre a produção real registada pelos operadores pela produção objetivo planeada pelos gestores.

Através da figura 35 é possível comparar o estado da célula em Agosto, e o estado da célula no final de Março, quando o projeto terminou. A evolução é bastante visível existindo um aumento de aproximadamente 23% do *OEE* dos operadores e de quase 29% no que toca ao *OEE* total. Esta evolução deve-se à implementação das várias ferramentas *Lean* e das várias alterações de melhoria contínua realizadas na célula.

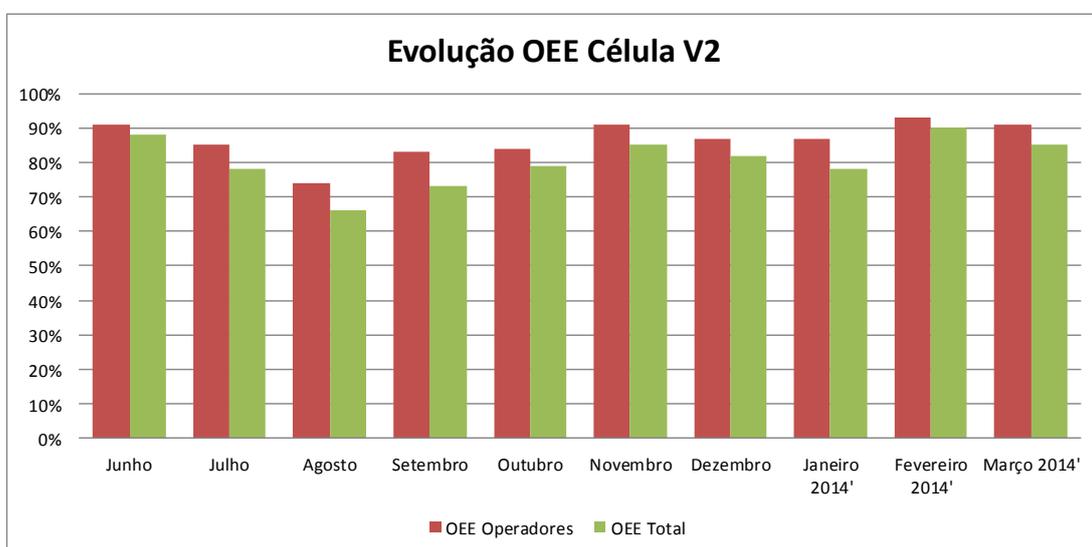


Figura 35 – Evolução da *OEE* ao longo do projeto

Já a figura 36 mostra a evolução da célula em termos de produção de válvulas económicas face à figura 16 apresentada anteriormente na secção 3.2.

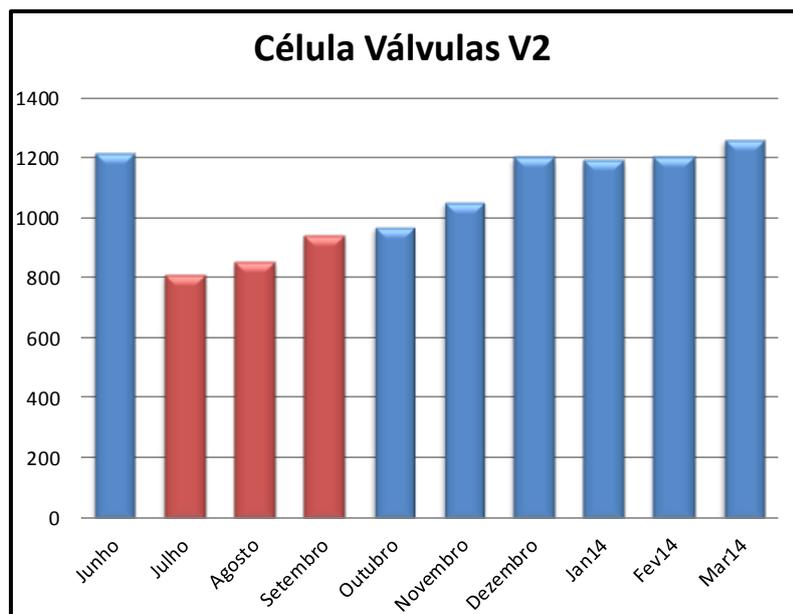


Figura 36 – Evolução da produção média por turno das válvulas económicas

Após compilação dos registos diários de produção de válvulas económicas de cada turno, foi possível obter os valores médios apresentados na figura 36, podendo-se concluir que houve uma melhoria entre julho de 2013 e março de 2014. Como é possível observar na mesma figura, o nível de produção de válvulas económicas no final de março de 2014 situa-se em valores próximos dos que se verificavam antes da instalação do ensaiador a ar.

3.5. Outros projetos

Ao longo do estágio foram realizados outros projetos noutras zonas da empresa assim como outros trabalhos na V2 que não puderam ser acabados. Esses trabalhos consistem na implementação do *pull-flow* na célula V2, assim como a implementação da manutenção preventiva e, por último, a alteração de caixas cartão e sacos na célula das placas.

3.5.1. Pull Flow

Como vimos anteriormente, um dos maiores problemas da célula V2 consiste na produção em excesso. A máquina 45 é uma das mais importantes em toda a fábrica e qualquer avaria poderá parar várias células de produção e atrasar várias encomendas.

Apesar de a fábrica possuir pouco *stock* de produto final no armazém, o mesmo não aconteceu com os componentes injetados pela máquina. Foi referido anteriormente que a melhor forma de trabalhar seria produzir *Just-in-Time*, permitindo eliminar grande parte do *stock* atual. Porém esta filosofia nunca foi aplicada devido ao elevado tempo de mudança de molde na máquina e à grande quantidade de modelos produzidos na célula. Consequentemente, para não parar a produção, os operadores produzem com componentes que possuem em *stock*.

Na tentativa de reduzir esse *stock* e eliminar os vários desperdícios encontrados, como o transporte de peças e *repacking*, foi feita a proposta de injetar diretamente para caixas XL em vez de injetar para contentores. Estas caixas XL seriam de seguida arrumadas e colocadas num supermercado de componentes a ser criado. Este supermercado iria conter os componentes necessários, tendo em conta o dimensionamento efetuado para o lote.

A dimensão do lote deveria ser calculada tendo em conta vários aspetos, nomeadamente:

- Consumo anual de peças e procura mensal;
- Se a peça tem consumo atribuído A, B ou C, neste caso A se são peças consumidas frequentemente no dia a dia, B se tem consumo moderado e C para peças que são usadas ocasionalmente, tendo em conta a nomenclatura utilizada pela empresa;
- O tipo de caixa e quantas peças por caixa levariam;
- Tempo de processamento do lote;
- *Stock* de segurança.

Ao possibilitar que a máquina produzisse componentes plásticos diretamente para a caixa, tornar-se-ia possível a existência de um melhor controlo sobre a quantidade de componentes em *stock*, uma vez que se saberia quantas peças levaria cada caixa e consequentemente cada palete. Para além de eliminar grande parte do *stock* intermédio, esta medida traria várias vantagens nomeadamente:

- Libertar recursos humanos de várias tarefas desnecessárias;
- Libertar espaço na fábrica;

No que toca ao espaço poupado, para além da eliminação de todos os contentores no supermercado, eliminar-se-iam também os contentores junto da célula de produção.

Relativamente ao abastecimento, a ideia passa por ser o *mizu* responsável por trocar as caixas cheias por vazias no bordo de linha, e transportá-las para a palete existente no supermercado enquanto realiza o seu percurso normal. Para tal, ao longo do projeto, foi medido o tempo necessário para encher uma caixa com um determinado componente injetado, e qual a sua capacidade. Já a desorganização de tarefas existente atualmente entre o abastecedor, operador e *mizu* deixaria de acontecer passando a ser apenas o *mizu* o responsável pela tarefa de abastecimento, libertando o operador para processos unicamente de montagem e o abastecedor para se focar em outras tarefas. O processo atual pode ser visto na figura 37 e a proposta para o novo processo encontra-se na figura 38.

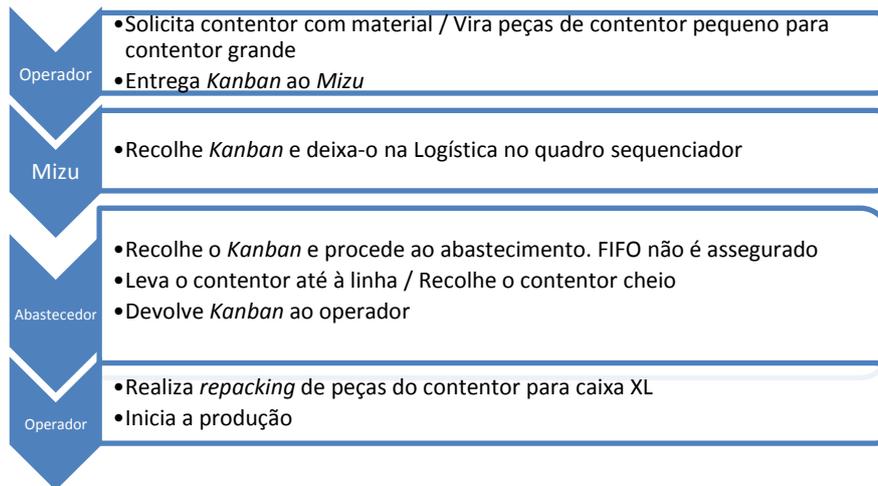


Figura 37 - Procedimento para abastecer / remover contentor da célula antes

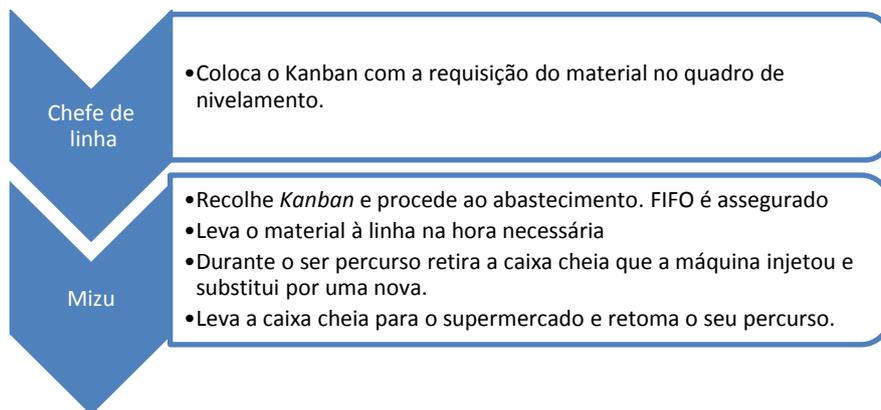


Figura 38 – Proposta de alteração ao sistema de abastecimento

Como o *mizu* demora aproximadamente 20 minutos a percorrer o seu circuito à volta da célula calculou-se o número de caixas a colocar de modo a garantir que as peças não transbordavam ou para salvaguardar um eventual atraso. A ideia final passaria por construir um carrinho fácil de manusear, com barreiras e divisões no interior para evitar mistura de peças eliminando todos os contentores atuais. A experiência realizada pode ser vista na figura 39.



Figura 39 – Simulação de injeção para caixas XL

3.5.2. TPM

Para ser competitivo na produção devem reduzir-se os problemas de avarias de máquinas. É por isso que a realização da manutenção à máquina é um passo importante para que se atinja uma melhor *performance* permitindo responder rapidamente às necessidades.

A aplicação do *TPM* consta na política da empresa e, numa primeira fase, começou por ser feita às máquinas automáticas, passando de seguida para as máquinas semiautomáticas por serem de maior tonelagem e terem associadas a si uma linha de montagem. Dependendo do sucesso das medidas tomadas, a implementação do *TPM* era passada para a máquina seguinte pois a OLI queria apostar num ciclo contínuo de manutenção em todas as máquinas.

Uma vez que a empresa se encontra em crescimento e cada vez possui mais novos equipamentos, o trabalho do departamento da manutenção é também cada vez maior, limitando um pouco o tempo de intervenção cada vez que existe alguma avaria. Para evitar longos períodos de tempo de espera optou-se por incutir alguma responsabilidade do equipamento aos operadores. Esta medida faz com que algumas operações básicas de manutenção sejam realizadas pelos operadores da linha, libertando os técnicos de manutenção. Aproveitando a paragem da célula para efetuar limpeza relativa aos 5S's aproveitou-se também para analisar a máquina juntamente com os operadores. Numa primeira fase foram analisados e fotografados vários problemas da máquina 45 e da linha que pudessem surgir a nível de fugas, derrames, filtros sujos, material a obstruir, entre outros problemas que necessitariam da intervenção da manutenção. Uma vez que a empresa aposta muito na gestão visual como forma rápida de sinalização e de evitar erros, o passo seguinte foi criar uma folha de manutenção autónoma juntamente com o departamento da manutenção. Esta lista, apresentada no anexo 3, possui uma sequência de passos que devem ser seguidos contando com a ajuda das várias etiquetas colocadas nos locais indicados.

O passo seguinte passou por criar uma equipa de operadores proativos, para obter formação na manutenção dos equipamentos da linha e da máquina, tendo sido feito um acompanhamento para que estas pessoas pudessem colocar várias questões e percebessem a importância da manutenção autónoma na prevenção contra as falhas e avarias. Esta medida foi realizada, também, tendo em conta a normalização da troca de turnos pois nesta mudança o operador do terceiro posto, quando entrava em serviço, fazia uma caminhada pela máquina e pelo posto para verificar se estava tudo conforme ou se existia algum derrame ou fuga que justificasse intervenção.

Atualmente a manutenção preventiva mais profunda às máquinas é feita uma vez por ano, sendo realizadas várias ações de melhoria, sendo que a medida proposta irá permitir um acompanhamento diário pelo operador evitando algumas situações de avarias inesperadas.

Esta ação não contribui para um aumento direto de produção a curto prazo, mas o objetivo passa por prevenir avarias de máquinas para que não haja quebras de produção no futuro devido à avaria da máquina. Ao realizar a manutenção autónoma é possível poupar bastante tempo no futuro.

3.5.3. Célula de produção de placas

No âmbito da eliminação de desperdícios na empresa foi encontrada uma ocorrência de desperdício de material na linha de produção de placas.

A linha das placas está associada a duas máquinas, Máquina Semiautomática 82, “MSA82” e Máquina Semiautomática 61, “MSA61”, que injetam placas. Posteriormente o operador verifica a sua qualidade com muito rigor à procura de possíveis defeitos antes de a colocar na caixa para embalar. A embalagem é também um processo muito cuidadoso, no qual colocam as placas dentro de sacos plásticos próprios e caixas de cartão resistentes para evitar que se risquem durante o transporte. Neste processo é importante reter logo as placas com defeito antes de as enviar para o processo seguinte, a cromagem, uma vez que qualquer risco ou pinta na placa irá danificar a sua cromagem, daí a importância de remover as defeituosas.

Atualmente a empresa tem vindo a desenvolver novos projetos e a desenhar vários modelos de placas. Apesar destas placas possuírem dimensões diferentes das anteriores são colocadas exatamente nas mesmas caixas de cartão originando um grande desperdício de espaço que não é ocupado. Como nunca houve um estudo para verificar qual a melhor caixa para as novas placas, estas continuaram a ser embaladas nas caixas antigas.

Na tentativa de otimizar as dimensões das caixas cartão foi iniciado um estudo (ver anexo 4) para avaliar uma possível troca para que pudessem levar mais placas, gastando o menos possível à empresa. Ao longo desta simulação foram tiradas as medidas a todas as placas de modo a compará-las com as medidas das várias caixas de cartão consumidas na empresa. Paralelamente

foram analisadas as várias produções anuais de algumas placas, assim como a quantidade de material (caixas e separadores) necessário para o envio das mesmas.

Outro fator que foi tomado em consideração foi o tipo de palete necessário para transportar as caixas. Neste caso era necessário saber quantas caixas poderia levar cada palete para evitar desperdícios no transporte, uma vez que o preço pago à transportadora dependia do espaço utilizado no caminhão. Assim, seria vantajoso levar o máximo de placas possíveis no mesmo espaço, ou seja, na mesma paleta. Como não existia nenhuma caixa dentro das medidas pretendidas foi solicitado ao fornecedor um orçamento para um protótipo de caixa e separador de cartão com medidas exatas de modo a ser possível a sua utilização no tipo de palete enviado para o fornecedor. Na figura 40 podem ser observados alguns exemplos da simulação realizada.



Figura 40 – Simulação de placas e caixas cartão

Apesar de esta caixa ter sido pedida com as mesmas propriedades que possui a atual, foi necessário fazer alguns testes antes de proceder à troca imediata. Devido à sensibilidade das placas e à consequente possibilidade de se danificarem durante o transporte, foi necessário garantir que estas iriam com a maior estabilidade possível sem qualquer movimento no seu interior. Assim foi testado se todas as medidas das caixas estariam corretas assim como as do respetivo separador, uma vez que também foi pedido de propósito para o mesmo efeito. Por último foi enviada uma paleta amostra para o cliente e aguardámos pelo *feedback* na receção das mesmas.

Após concluída a experiência e sem quaisquer danos no material enviado é possível observar através da tabela 8 que existem ganhos diretos com a troca da caixa nomeadamente:

- ✓ Mais uma placa por caixa;
- ✓ Mais uma caixa por paleta (6 em vez de 5);
- ✓ Menos paletes enviadas;
- ✓ Menos caixas necessárias para satisfazer a encomenda e por conseguinte menos material necessário (fita-cola, etiquetas) e menos tempo gasto na embalagem;
- ✓ Menos caixas transportadas pelo *mizu* até à célula;

Tabela 8 – Comparação de custos e poupança anual prevista com o uso da nova caixa para as placas

Descrição	Código	Antes	Depois	Poupança
PLACA COM SIMP CODE6 CRMG	BA50000042735	649,30 €	496,34 €	152,96 €
PLACA COM SIMP CODE3 CRMG	BA50000042975	495,50 €	348,34 €	147,16 €
PLACA COM SIMP ECLIPSE CRMG	BA50000042668	677,90 €	518,36 €	159,54 €
PLACA SIMP HL LISO CRG	BA070682307	2.428,8 €	2.065,1 €	363,68 €
PLACA SIMP QUADRO DD LISO CRG	BA070624847	804,1 €	819,2 €	-15,12 €
PLACA COM SIMP iPLATE CRMG	BA50000013171	1.666,7 €	1.210,5 €	456,25 €
PLACA SIMP LISO RIA CRG	BA070683007	3.697,8 €	3.338,0 €	359,82 €
PLACA COM SIMP SG1 CRMG	BA50000068263	619,6 €	471,3 €	148,26 €
PLACA COM SIMP FP3 CRMG	BA50000068289	619,6 €	471,3 €	148,26 €
Total		11.659,25 €	9.738,44 €	1.935,93 €

Apesar de a caixa de cartão ser ligeiramente mais cara comparativamente com a usada atualmente, a médio e longo prazo acabará por compensar, dadas as poupanças já referidas.

Estes resultados foram obtidos através das previsões para 2014 que a OLI definiu para a produção de placas. Ainda assim existem algumas placas para as quais não é viável a troca de caixa, como é exemplo a placa Quadro.

Ainda na célula das placas, foi encontrado outro desperdício para a empresa nomeadamente no tipo de sacos plásticos necessários para os botões das placas. Estes eram embalados em sacos plásticos muito grandes relativamente ao tamanho necessário (ver figura 41), nomeadamente 20x20cm. Após uma pesquisa de sacos utilizados pela empresa foi possível encontrar um tipo de saco com as mesmas características e mais apropriado, uma vez que era mais pequeno (16x16cm).

Antes de se proceder à troca, os sacos também foram testados com vários operadores para analisar se existia alguma dificuldade na embalagem da peça, o que não se verificou.



Figura 41 - Saco antigo (esquerda) e novo saco (direita)

Esta análise foi baseada na previsão da produção de botões (peça fundamental para o funcionamento das placas) para o ano 2014 tendo em conta também a previsão de placas. Posto isto, foi feita uma análise para verificar em que tipos de botões era possível fazer a troca do saco maior pelo menor. Seguidamente foi solicitado um orçamento para essa quantidade de sacos, e avaliou-se a poupança tendo em conta a quantidade necessária. Comparativamente com o saco anterior, a poupança seria de cerca de 400€, tendo-se procedido- de imediato à troca do saco na estrutura de produto e à actualização das ordens de fabrico.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÃO

4. Conclusões e perspectivas de desenvolvimentos futuros

A eliminação de desperdícios e a concentração em tarefas que criem valor ao produto é cada vez mais um dos objetivos das empresas. Só assim estas conseguem continuar competitivas e crescer no mercado. Numa empresa de grande dimensão, como a Oliveira & Irmão, SA., o *Lean Thinking* está presente em vários locais, desde a chefia até aos operadores de linha. No entanto, na busca da melhoria contínua existem sempre tarefas que podem e devem ser melhoradas.

Neste sentido, o objetivo do trabalho de projeto aqui descrito foi a análise e a redução dos desperdícios numa célula de produção de válvulas, tendo sido utilizadas, para o concretizar, várias ferramentas associadas à filosofia *Lean*.

A aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* revelou-se bastante importante para conhecer melhor o fluxo de informação, o material e as operações necessárias para a entrega do produto ao cliente. Através deste foi possível uma melhor visualização dos vários desperdícios existentes na cadeia produtiva. Apesar de a proposta futura incluir algumas melhorias não deve ser vista como situação ideal uma vez que os *Lead Time* dos produtos dos restantes *Stakeholders* não foram incluídos na cadeia de valor, tal como deveria ter acontecido. Este fator deve-se à urgência da melhoria interna do processo produtivo.

A ferramenta *5S's* também foi bastante importante para uma melhor organização da célula. A gestão visual revelou-se, claramente, uma mais-valia, sendo que atualmente os operadores conseguem identificar facilmente qual a ferramenta de que irão necessitar, evitando perdas de tempo à procura da ferramenta, como acontecia anteriormente.

O facto de as mudanças de turno e procedimentos de montagem terem sido alvo de normalização tornou, também, a célula mais organizada e sincronizada. Cada operador sabe exatamente o que fazer e não perde tempo a fazer tarefas repetidas ou sem fazer qualquer tarefa como acontecia anteriormente. O resultado desta melhoria é a redução do tempo necessário à troca de turno o que permitiu aumentar a produção de válvulas.

Relativamente aos problemas encontrados na implementação do plano de ação, o mais relevante consistiu na mentalidade dos operadores e na resistência à mudança. Muitas vezes, quando os operadores estão habituados a um tipo de procedimento, é difícil convencê-los de que o novo procedimento é melhor e que trará mais vantagens. Outro problema consistiu na recolha dos vários tempos de ciclo necessários ao projeto quando as operações efetuadas não se encontravam normalizadas, sendo necessário, naturalmente, muito cuidado para não recolher valores errados.

Considera-se, dessa forma, que o objetivo principal do projeto foi cumprido e a célula V2 possui neste momento uma produtividade idêntica à que possuía antes de ocorrer o problema. A redução do trabalho em excesso, a redução dos tempos de espera, dos tempos de deslocação e eliminação de alguns desperdícios permitiram um aumento da produtividade de cerca de 40%, face à situação verificada em Agosto.

No que diz respeito a desenvolvimentos futuros, e a curto prazo, sugere-se que a empresa aposte na alteração dos quadros *Daily Kaizen*. Esta prática, criada pela empresa já há algum tempo, é vista como uma boa ideia por todos os colaboradores, no entanto, ao longo do tempo, os quadros têm-se tornado mais desorganizados e estagnados, sendo o seu uso, por parte dos operadores e gestores, cada vez menor. Desta forma, sugere-se que seja feita uma alteração aos quadros para retirar todas as informações que não são úteis. Para além disso deve ser feito algo mais interativo de modo a cativar a atenção dos operadores para os pontos mais importantes. No que toca aos quadros de cada setor da empresa repara-se que diferem muito uns dos outros, ou seja o *layout* do quadro do setor das torneiras é bastante diferente do do quadro do setor das válvulas. Sugere-se, também, a sua normalização e organização para não misturar informações distintas no mesmo separador. Ainda relacionado com a normalização dos procedimentos, sugere-se que seja terminada a normalização do processo de mudança de Ordens de Fabrico que não pôde ser terminado, com o objetivo de encurtar o tempo de *setup* para que seja possível uma maior produção de válvulas em cada turno.

Outra sugestão para o futuro recai sobre o projeto *Twins*. Este projeto, com início em 2006, é baseado na produção de um tipo de autoclismo exclusivo para um certo tipo de clientes, e tem vindo a ser melhorado. No entanto, ainda existem algumas falhas e bastantes desperdícios que lhe estão associados. Ao longo deste trabalho foi feito o levantamento de alguns desses desperdícios nomeadamente nas seguintes áreas: abastecimento à linha de produção; *repacking* para caixas mais pequenas; transporte de peças; arrumação de caixas; criação de vários supermercados perto do operador levando a uma grande desorganização da célula. Todos estes desperdícios resultam de tarefas realizadas por vários operadores uma vez que nesta parte da fábrica não existe nenhum abastecedor nem qualquer comboio logístico e, assim, cada operador é responsável por abastecer o seu posto de trabalho. Todo este trabalho “desnecessário” e várias movimentações levam a que, no final do dia, a produção corresponda ao planeado. Dependendo do posto de trabalho o tempo de abastecimento poderá ir até aos 15 minutos cerca de 3 ou 4 vezes por turno. Quando estes acontecem várias vezes ao dia podem originar cerca de 20 válvulas a menos numa produção onde a média diária ronda as 800 unidades. Para resolver este problema sugere-se a implementação de uma rota de um comboio logístico que abastecesse os vários postos para que os operadores não tivessem que sair do seu local de trabalho.

A última sugestão está relacionada com a implementação dos 5S's na célula V2 e restante fábrica. Todos os operadores já ouviram falar sobre esta ferramenta, no entanto no que toca aos últimos três passos, limpeza, normalização e disciplina, a empresa deveria apostar em mais soluções. Para tal sugere-se que seja feito uma *check-list* sobre os vários locais e equipamentos que devem ser limpos e quais os devidos procedimentos. De seguida deve ser considerado um cartão *Standard* associado a essas tarefas, para que, em cada dia, os operadores assinem a indicar se a tarefa foi realizada ou não. Por último, a OLI possui atualmente sistemas de classificação de auditoria 5S's, no entanto estas realizam-se com pouca frequência. Assim sendo, e para que os operadores considerem o 5S's como algo do dia a dia, deve ser feito um maior controlo e acompanhamento aos vários setores de trabalho. Assim, sugere-se que as auditorias internas aos postos de trabalho sejam feitas com maior frequência.

A busca pela melhoria contínua enquanto política da empresa é essencial para tornar a empresa mais competitiva. Por isso, acredita-se que a implementação das melhorias sugeridas seja uma mais valia para a empresa na eliminação de desperdícios e no aumento da sua eficiência

Referências Bibliográficas

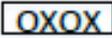
- Cem K., e Gulgun K., 2012. *Value Stream Maps for Industrial Energy Efficiency*.
- Imai, M., 1986. *Kaizen: the key to Japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill
- Liker, Jeffrey K., 2004. *The Toyota way 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York. McGraw-Hill
- Matt D.T. , 2014. *Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to order production systems*. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 25 Iss 3 pp. 334 – 350.
- Monden, Y., 1998. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Norcross, Georgia, Chapman & Hall.
- Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large Scale-Production*. Productivity Press.
- Parthana P. e Jirachai B., 2014. *Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of the roasted and ground coffee industry*. *Production Planning & Control: The management of operations*. Vol. 25, No. 5, 425–446.
- Pinto, J., 2006. *Gestão de Operações na Industria e nos Serviços*. LIDEL Edições Técnicas, Lda.
- Pinto, J., 2008. *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J., 2012. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. LIDEL Edições Técnicas, Lda.
- Rother, M., e Shook, J., 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to create*. Lean Enterprise Institute, Massachusetts.
- Septika R. D., Budi S. e Susatyo N. W. P., 2013. *5S Program to reduce change-over time on forming department (case study on CV piranti works Temanggung)*. IOP Publishing.
- Silva, S.K.P.N., 2012. *Applicability of Value Stream Mapping (VSM) in the Apparel industry in Sri Lanka*. *International Journal of Lean Thinking* Volume 3, Issue 1.
- Stevenson, William J., 2005. *Operations Management*, 8th Edition. McGraw-Hill.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Macmillan Publishing Conipany.
- Womack, J.P. e Jones, D.T., 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, New York.
- Womack, J. P., Jones, D. T., 2002. *Seeing the Whole. Mapping the Extended Value Stream*, 1st Edition. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.

Xu C., 2013. *Research on Implementation Plan of 5S Management in University Library*.
Proceedings of the 2nd International Conference On Systems Engineering and Modeling.

Pereira, Alexandre, 2006. *Guia prático de utilização do SPSS : análise de dados para ciências sociais e psicologia*. - Lisboa : Sílabo

ANEXOS

Anexo 1 – Símbolos utilizados para mapear a cadeia de valor

	Nome	Símbolo para processos externos, eg. Fornecedores, clientes, armazéns		Mizusumashi: Transporte cíclico de material				
		Símbolo para <u>transporte</u>		Troca de <u>Informação Eletrónica</u>				
<table border="1" data-bbox="292 674 448 768"> <tr> <td>TC</td> <td>2s</td> </tr> <tr> <td>COT</td> <td>30 s</td> </tr> </table>	TC	2s	COT	30 s		Símbolo para <u>caixa de dados</u>		<u>Troca de Informação</u>
TC	2s							
COT	30 s							
Montagem		<u>Caixa de processo</u> : para processos de produção, expedição, etc.		Plaleamento de produção "Go see": Operadores alteram o plano de produção consoante o stock atual				
		<u>Inventário</u> : Stock de segurança ou inventário		Símbolo para <u>Caixa de Nivelamento</u>				
		<u>Supermercado</u> : Stock Controlado, utilizado para gerir os processos de produção		<u>Caixa construção de lote</u> : A produção só começa quando o número de kanbans que formam lote são recolhidos				
		<u>Consumo Pull</u> : Produzido/transportado no momento oportuno		<u>Posto Kanban</u> : Local definido para a recolha de Kanbans livre				
		<u>Fluxo Material Push</u> : Produzido/Transportado antes de ser necessário		<u>Kanban de Transporte</u> : Sinaliza o consumo de uma quantidade de peças de um supermercado				
	Kaizen	<u>Rajada Daily Kaizen</u> : Visualiza os problemas e oportunidades de melhoria		<u>Kanban de Produção</u> : Kanban que emite uma ordem de produção ao processo fornecedor				

Anexo 2 – Normalização de procedimento para os restantes postos

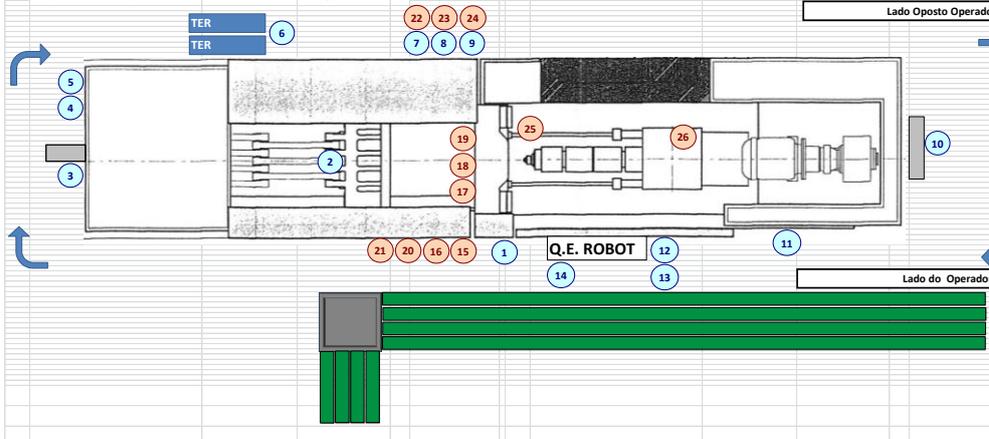
Procedimento de montagem - segundo posto		Média TC	Máximo	Mínimo	Desvio
Nº	Operação	(s)	(s)	(s)	Padrão
1	Pega no tubo ladrão e no Pega no Anel Ligação Tubo	0,53	0,65	0,39	0,08
em simultâneo					
3	Monta o Anel no tubo Ladrão	1,03	1,17	0,96	0,06
4	Pega no Oring	0,48	0,56	0,43	0,04
5	Monta o Oring no Tubo Ladrão	1,05	1,20	0,94	0,08
6	Retira a válvula do equipamento de ensaio	2,08	2,19	1,98	0,07
7	Pega no Gancho	1,05	1,13	0,98	0,04
8	Monta o Gancho na válvula	2,08	2,16	2,02	0,04
9	Pega no Saco plástico / Cartão e prepara-o	4,04	4,17	3,70	0,12
10	Coloca a válvula no interior	2,09	2,16	2,03	0,04
11	Coloca a caixa cartão junto do terceiro posto para o operador realizar a embalagem	1,54	1,68	1,46	0,07

Procedimento de montagem - terceiro posto		Média TC	Máximo	Mínimo	Desvio
Nº	Operação	(s)	(s)	(s)	Padrão
1	Pega no saco plástico com a válvula	0,62	0,72	0,49	0,07
3	Coloca o primeiro acessório - Anilha de esponja	1,08	1,17	0,99	0,06
4	Coloca o segundo acessório - Botão	1,06	1,15	0,97	0,05
5	Coloca o terceiro acessório - saco acessórios	1,07	1,16	0,98	0,05
6	Coloca o quarto acessório - porca	1,06	1,16	0,98	0,05
7	Coloca o quinto acessório - torneira económica	1,07	1,17	0,98	0,06
8	Vira-se e coloca o saco plástico na máquina de colagem	3,10	3,23	2,98	0,08
9	Carrega no pedal para que a máquina cole o saco, fechando-o	4,07	4,23	3,89	0,09
10	Coloca o saco na caixa cartão que se encontra na paleta	4,08	4,30	3,92	0,10
11	Regresso ao local para iniciar a primeira operação	3,07	3,17	2,91	0,07

Anexo 3 – Folha de Manutenção Autónoma criada para os operadores da linha

Manutenção Autónoma - MSA0045											
Tarefas Externas - Antes de parar a máquina											
Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação	Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação
1	Verificar a existência de fugas de água nas ligações dos colectores das águas/molde.			E	Semanal	8	Verificar a existência de fugas de água nas ligações dos colectores das águas/molde.			E	Semanal
2	Verificar a existência de fugas de óleo no cilindro de extração.			E	Semanal	9	Verificar a existência de fugas de ar na Pistola.			E	Semanal
3	Verificar a existência de fugas de óleo no cilindro do prato móvel.			E	Semanal	10	Verificar filtro(s) do(s) motor(es). Se necessário proceder à troca.			E	Semanal
4	Verificar bidon do dreno do óleo.			E	Diário	11	Verificar a existência de fuga(s) na tubagem de aspiração da Matéria Prima.			E	Semanal
5	Verificar nível de óleo no depósito de lubrificação.			E	Diário	12	Verificar se quadro eléctrico do robot está desobstruído.			E	Semanal
6	Verificar a existência de fugas de água nas ligações dos termostatores.			E	Semanal	13	Verificar sujidade dos filtros dos ventiladores do quadro eléctrico (Amarelo)			E	Semanal
7	Verificar a existência de fugas de óleo nos colectores.			E	Semanal	14	Limpar e arrumar a periferia da máquina			E	Diário
Tarefas Internas - Máquina parada (***)											
Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação	Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação
15	Verificar nível de limpeza, oxidação e lubrificação das guias e patins no lado do operador			I	Semanal	21	Limpar vidros no lado do operador			I	Semanal
16	Limpar e desobstruir calhas de recolha de óleo do lado do operador (junto dos patins)			I	Semanal	22	Limpar e desobstruir calhas de recolha de óleo do lado oposto ao operador (junto dos patins)			I	Semanal
17	Limpar molde e lubrificar extractores no plano móvel		 Técnico Injeção	I	Semanal	23	Verificar nível de limpeza, oxidação e lubrificação das guias e patins no lado oposto ao operador			I	Semanal
18	Limpar molde e lubrificar guias no plano fixo		 Técnico Injeção	I	Semanal	24	Limpar vidros no lado oposto ao operador			I	Semanal
19	Verificar existência de escorridos e/ou fugas de água e/ou óleo no molde.			I	Semanal	25	Verificar se bico da máquina está a babar			I	Semanal
20	Limpar excesso de massa nas 4 colunas			I	Semanal	26	Verificar filtro da tremonha.			I	Semanal
Tarefas Externas - Depois da máquina arrancar											
Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação	Nº	Operação	Foto	Ação	I/E	Verificação
1	Arrumar carro de limpeza			E		2				E	
Tempo Total Execução=											

(***) - Parar máquina com molde aberto, extracção actuado e braço do robot numa posição alcançável pelo operador



Anexo 4 - Cálculos realizados para a troca de placas cromadas

Atualmente - Caixa 60477										
Placas	Consumos 2013	Placas por caixa	Total Caixas	Total Caixas/Paleta	Total Paletes	Custo Unitário Caixa	Total Separadores	Custo Separador	Custo Paleta (120x100)	Custo total
Code 3	3654	32	115	45	3	0,65 €	9	0,050 €	123,0 €	495,50 €
Code 6	4565		143		4					649,30 €
Eclipse	5383		169		4					677,90 €
Total	13602		427		11	277,55 €	3.843	192,15 €	1.353,0 €	1.822,70 €

Caixa 21075										
Placas	Consumos 2013	Placas por caixa	Total Caixas	Total Caixas/Paleta	Total Paletes	Custo Unitário de cada Caixa	Total Separadores	Custo Separador	Custo Unitário Paleta (120x100)	Custo total
Code 3	3654	25	147	84	2	0,26 €	6	0,063 €	123,0 €	339,79 €
Code 6	4565		183		3					485,75 €
Eclipse	5383		216		3					506,81 €
Total	13602		546		8	141,96 €	3.276	206,39 €	984,0 €	1.332,35 €

Caixa Amostra										
Placas	Consumos 2013	Placas por caixa	Total Caixas	Total Caixas/Paleta	Total Paletes	Custo Unitário Caixa	Total Separadores	Custo Separador	Custo Paleta (120x100)	Custo total
Code 3	3654	55	67	42	2	0,69 €	12	0,063 €	123,0 €	342,88 €
Code 6	4565		83		2					366,02 €
Eclipse	5383		98		3					510,71 €
Total	13602		248		7	171,12 €	2.976	187,49 €	861,0 €	1.219,61 €