

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

Fernando Miguel de Almeida Carvalho

Relatório de estágio: Implementação da metodologia lean na indústria automóvel

### **Relatório de Estágio**

Mestrado de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Professor António Teixeira de Almeida  
Engenheiro Silvério Gomes



Março de 2016



## RESUMO

Pouco depois da segunda guerra mundial, surge no Japão, uma metodologia inovadora vocacionada para a eliminação do desperdício, melhoria contínua e eficiência produtiva, que ficou conhecido num célebre trabalho, desenvolvido por Womack et al. (1990), como o sistema de produção *lean*. Desde então o termo tem-se globalizado, e hoje em dia as suas técnicas e filosofias são utilizadas em diversas áreas da nossa indústria.

Face aos benefícios, reconhecidos, da implementação da filosofia *lean*, algumas organizações têm procurado adotar esta filosofia, que contribui para a redução do desperdício, melhoria das operações e geração de valor, e têm obtido resultados bastantes positivos.

Tendo em conta esta necessidade e a importância da aplicação da metodologia *lean* na indústria global, foi realizado um estágio, no âmbito da “Implementação da metodologia *lean* na indústria automóvel”, cujo objetivo principal é a aplicação das metodologias *lean*, num contexto real de trabalho.

Nesse sentido, foi realizado um estágio na Sasal, uma empresa do sector automóvel, que pertence ao grupo Faurecia onde, durante o período de estágio, foram abordadas algumas metodologias *lean*, com principal enfoque no sistema de gestão da produção existente. Implementou-se, numa linha modelo, um novo sistema *kanban*, que resultou numa redução de *stock* na produção, de produto acabado, de cerca de 200 capas/dia.

O trabalho realizado também incidiu na redefinição de um novo *layout* para a área da produção e escritórios, com ganhos substanciais na ocupação dos espaços, e no acompanhamento das auditorias 5’S. No que toca à otimização de processos e eliminação de desperdícios, foi realizada uma ação *hoshin*, numa linha de produção, com ganhos na redução do tempo de ciclo, em cerca 152 segundos por capa, e na eficiência produtiva, com um aumento de 7%.

A experiência e o enriquecimento adquirido, o contacto com algumas das ferramentas e filosofias preconizadas pela Faurecia, permitiram concluir que a melhoria é sempre possível, mesmo nas situações em que os resultados já são bons e depende apenas da nossa vontade, aceitar a mudança e procurar as melhores formas para reduzir o desperdício, com o objetivo de criar o maior valor possível para a organização e para o cliente.



## ABSTRACT

Shortly after the World War II, appears in Japan, an innovative methodology dedicated to eliminating waste, continuous improvement and production efficiency, which became known in a famous work, developed by Womack et al. (1990) as lean production system. Since then the term has become globalized, and today their techniques and philosophies are used in many areas of our industry.

Given the benefits, recognized, by the implementation of lean philosophy, some organizations have sought to adopt this philosophy, which helps to reduce waste, improve operations and value creation and have achieved many positive results.

Given this need and importance of applying lean methodology in the global industry, an internship with the context of "Implementation of lean methodology in the automotive industry" was carried out with the main objective of the application of lean methodologies in a real work environment.

In this regard was held an internship at Sasal, an automotive company, belonging to the Faurecia group, where was addressed some lean methodologies, with primary focus on existing production management system. It was implemented, in a line model, a new *kanban* system, resulting in a reduction of stock of finished product of about 200 covers per day.

The work done also focused on redefining a new layout for the area of production and office space, with substantial gains in the occupation of spaces, and the follow-up of 5'S audits. Regarding the optimization process and waste disposal, a *hoshin* action was carried out on a production line, with gains in reducing cycle time, in about 152 seconds per cover, and an increase of 7% of production efficiency.

The experience and the enrichment acquired with the contact of some tools and philosophies advocated by Faurecia, showed that improvement is always possible, even in situations where results are already good and depend only on our willingness to accept change and look for the best ways to reduce waste, in order to create the highest possible value for the organization and the customer.



## **PALAVRAS-CHAVE**

Produção *lean*

JIT

Desperdício

Sistema de produção Toyota

Qualidade

Organização no trabalho



## KEY WORDS

Lean production  
JIT  
Waste  
Toyota production system  
Quality  
Organization at work



## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é o culminar de muito trabalho, dedicação, aprendizagem e amadurecimento, como pessoa, profissional e como estudante.

No entanto, existem algumas pessoas que não posso deixar de fazer referência e deixar o meu profundo agradecimento, pelo seu imprescindível apoio e orientação durante este percurso.

Ao Professor António Teixeira de Almeida, que me ajudou bastante na orientação e supervisão do projeto de estágio e no trabalho final. À grande instituição que é a Sasal e às pessoas que fazem parte dela. Por esta oportunidade de realizar um estágio, pelo apoio, pela confiança que foram demonstrando ao longo deste percurso e que foram bastante importantes para a conclusão deste projeto. Pelo suporte no processo de integração e no trabalho que fui desenvolvendo, certamente que o tornaram mais fácil. Ao Eng.º Silvério Gomes, pelo incansável apoio, orientação, confiança e pelos conhecimentos que me foi transmitindo. Tenho a certeza que todo o conhecimento que foi partilhando comigo fez de mim um melhor profissional e pessoa.



## ÍNDICE GERAL

1.	Introdução.....	25
2.	Estado da Arte .....	27
2.1	Enquadramento Histórico .....	28
2.2	TPS: O Sistema de Produção Toyota.....	29
2.3	Produção <i>Lean</i> .....	31
2.4	Benefícios do Lean .....	33
2.5	Princípios da Produção Lean .....	33
2.6	Os Sete Desperdícios .....	35
2.7	Ferramentas <i>Lean</i> .....	36
2.7.1	Metodologia 5'S .....	37
2.7.2	Gestão Visual – <i>Andon</i> .....	38
2.7.3	Mapeamento do Fluxo de Valor .....	39
2.7.4	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED) .....	41
2.7.5	Sistema <i>Kanban</i> .....	42
2.7.6	<i>Poka-Yoke</i> .....	44
3.	Grupo Faurecia .....	45
3.1	FES – Sistema de Excelência da Faurecia .....	47
3.2	Sasal – Assentos para Automóveis S.A .....	48
4.	Trabalho Desenvolvido.....	51
4.1	Processo de fabrico .....	52
4.2	<i>Hoshin</i> .....	58
4.2.1	Realização de uma ação <i>Hoshin</i> .....	59
4.3	Alteração de <i>layout</i> .....	65
4.3.1	Alteração de <i>layout</i> nos escritórios.....	65
4.3.2	Alteração de <i>layout</i> na produção .....	69
4.4	Implementação de novo sistema <i>Kanban</i> – <i>Pull Mix</i> .....	72
4.4.1	Sistema inicial - <i>Pull</i> .....	73
4.4.2	Sistema atual - <i>Pull mix</i> .....	77



4.5	Análise aos 5'S .....	87
5.	Conclusão .....	91
	Referências bibliográficas .....	93



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura do sistema TPS.....	29
Figura 2-Diagrama representativo de um Sistema Push.....	32
Figura 3- Diagrama representativo de um Sistema Pull.....	32
Figura 3- Diagrama representativo de um Sistema Pull.....	32
Figura 4- Efeitos negativos causados pelo excesso de inventário.....	35
Figura 5 - Exemplos de sinalização <i>Andon</i> . ....	38
Figura 6- Etapas básicas para mapeamento do fluxo de valor.....	39
Figura 7 – Simbologia aplicada ao mapeamento de fluxo de valor.....	40
Figura 8 – Modo de funcionamento do sistema <i>kanban</i> .....	42
Figura 9 - Exemplo de <i>Kanban</i> utilizado pela Toyota. ....	43
Figura 10 – Unidades industriais Faurecia no mundo. ....	45
Figura 11- Diversificação dos principais clientes.....	46
Figura 12 - Pirâmide <i>Being Faurecia</i> . ....	47
Figura 13 – Capas para automóveis, fabricadas na Sasal.....	48
Figura 14 - Organograma da Sasal. ....	49
Figura 15 - Máquina de corte automática de tecidos.....	52
Figura 16- Inspeção de couro. ....	53
Figura 17 - Cortante e Prensa. ....	53
Figura 18 - Máquina de corte de pele automático, Teseo.....	54
Figura 19 - Máquina de Costura. ....	54
Figura 20 - Instrução de Trabalho. ....	55
Figura 21- Esquema das Tarefas Elementares.....	56
Figura 22 - Tabela de Combinação das Tarefas. ....	56
Figura 23 - <i>Layout</i> e Fluxo de Materiais. ....	57
Figura 24 - Diagrama de tempo de ciclo, inicial. ....	63
Figura 25 - Diagrama de tempo de ciclo, atual.....	63
Figura 26 - <i>Layout</i> inicial e atual, respetivamente, do GAP 88.....	64
Figura 27 - <i>Layout</i> do piso 1 e 2, respetivamente.UAP.....	66
Figura 27 - <i>Layout</i> do piso 1 e 2, respetivamente.....	66
Figura 28 - Proposta de alteração de <i>layout</i> do <i>Open Space</i> . ....	67
Figura 29 - <i>Layout</i> da sala de Engenharia, antes e depois, respetivamente.....	67
Figura 30 - <i>Layout</i> da sala da Divisão, antes e depois, respetivamente. ....	68
Figura 31 - <i>Layout</i> da sala de Logística, antes e depois, respetivamente. ....	68
Figura 32 - <i>Layout</i> inicial, da Ala esquerda.....	69
Figura 33 - Disposição inicial, de um GAP.....	70
Figura 34 - Organização Atual, de um GAP. ....	70
Figura 35 - <i>Layout</i> atual, da Ala esquerda.....	71



Figura 36 - <i>Layout</i> atual da Sasal. ....	71
Figura 37 - <i>Leveling Board</i> .....	73
Figura 38 - <i>Shop-stock</i> da costura.....	73
Figura 39 - BBB da produção.....	74
Figura 40 - Carta ordem de corte (frente), listagem dos tecidos a abastecer (verso). ....	75
Figura 41 - Carta ordem de corte gêmea. ....	75
Figura 42 - Fluxo <i>kanban</i> - <i>Pull</i> .Pool B78 .....	76
Figura 42 - Fluxo <i>kanban</i> - <i>Pull</i> . ....	76
Figura 43 - Sistema <i>Pull Mix</i> .Fluxo Informação .....	77
Figura 43 - Sistema <i>Pull Mix</i> .....	77
Figura 44 - Novo sistema <i>Pull Mix</i> .....	78
Figura 45 - Dimensionamento do BBB .....	81
Figura 46 - Carta <i>kanban</i> . ....	82
Figura 47 - <i>Layout</i> inicial <i>Shop-stock</i> corte. ....	83
Figura 48 - <i>Layout</i> atual <i>Shop-stock</i> corte. ....	83
Figura 49- Lançador B78.....	84
Figura 50 – Quadro GAP e exemplo de utilização de <i>zoning</i> . ....	87
Figura 51- Documento de Auditoria 5'S.....	88



## ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1-Principais diferenças entre os dois sistemas produtivos.....	32
Tabela 2 - Resultados da ação <i>Hoshin</i> .....	65
Tabela 3 – Resumo da alteração de <i>layout</i> nos escritorios.....	69
Tabela 4 - Diferença de <i>lead time</i> entre DAV e CAV.....	79
Tabela 5- <i>Lead time</i> total.....	79
Tabela 6 - Dimensionamento do número de <i>kanbans</i> . ....	80
Tabela 7 - FOQ de corte. ....	81
Tabela 8 - Tempo de espera do lançador.....	84
Tabela 9 - Cálculo do <i>stock</i> no lançador.....	85
Tabela 10 - Dimensionamento do <i>Shop-Stock</i> Costura. ....	86
Tabela 11 - Resultados 5'S. ....	89
Tabela 12 - Resultados à aderência 5'S. ....	90



## ABREVIATURAS E SIGLAS

TPS	<i>Toyota production system</i>
JIT	<i>Just in time</i>
SMED	<i>Single minute exchange of die</i>
FES	Faurecia excellence system
UAP	Unidade autónoma de produção
GAP	Grupo autónomo de produção
CAV	<i>Coussin avant</i>
DAV	<i>Dorsale avant</i>
CAR	<i>Coussin avant</i>
DAR	<i>Dorsale avant</i>
TT	<i>Takt time</i>
TC	Tempo de ciclo
DLE	<i>Daily Efficiency</i>
BBB	<i>Batch building box</i>
PIK	<i>Production instruction kanban</i>
WK	<i>Withdrawal kanban</i>
PDP	Plano diretor de produção
PIC	Plano industrial e comercial
OC	Ordem de corte
OCG	Ordem de corte gémea
T STD	Tempo <i>Standard</i>
UC	Unidade de corte
PA	Produto acabado
LT	<i>Lead time</i>
PT	Petit train ( <i>comboio</i> )
QTD	Quantidade
Cxs	Caixas



# 1. Introdução

Nos dias que correm, numa economia cada vez mais global e exposta a uma grande pressão competitiva, é necessário que cada organização tenha capacidade de elevar os seus índices de competitividade, gerindo de forma mais eficiente os seus recursos, por forma a obter o maior “output” com o menor “input”. Nesse sentido tem havido uma forte preocupação em encontrar as soluções mais eficazes e as melhores práticas da indústria de modo a gerar o maior valor possível para a organização e para o cliente.

Pouco depois da segunda guerra mundial, surge no Japão o sistema que revolucionou a produção na indústria automóvel e que acabou por mudar o paradigma da indústria mundial. Este sistema inovador que combina não só uma filosofia vocacionada para a eliminação do desperdício e melhoria contínua, mas também métodos e técnicas inovadoras que permitem a otimização de processos e melhoria da organização do posto de trabalho, ficou notabilizado num célebre trabalho, desenvolvido por Womack et al. (1990), como o sistema de produção *lean*. Desde então o termo tem-se globalizado e hoje em dia as suas técnicas e filosofias são aplicadas em diversas áreas como a saúde, educação, serviços, construção civil, entre outras.

Face aos benefícios, reconhecidos, da implementação da filosofia *lean*, algumas organizações têm procurado adotar esta filosofia, que contribui para a redução do desperdício e melhoria das operações, e têm obtido resultados bastantes positivos.

Na indústria Portuguesa, este termo tem vindo a difundir-se, mas é sobretudo nas grandes indústrias e nas empresas multinacionais que se faz notar a adoção de algumas filosofias e implementação de ferramentas bastante importantes no apoio da melhoria da eficiência produtiva. Apesar dos benefícios reconhecidos e na vantagem competitiva que algumas organizações conseguem alcançar “sendo *lean*”, a perceção da falta de resultados e a visão de que muitos processos já são eficientes, leva ao desinteresse desta filosofia por parte de algumas organizações. O que leva a que muitas empresas, ainda hoje, se encontrem na cauda do desenvolvimento e competitividade.

Com o intuito de adquirir mais conhecimentos sobre este tema e analisar a importância da implementação de algumas ferramentas, surgiu este trabalho. Tem como objetivo principal o estudo das várias técnicas e ferramentas *lean*, análise das principais dificuldades, benefícios e a influência na aplicação de métodos *lean*, num contexto real de trabalho.

Por forma a atingir os objetivos acima traçados, foi realizado um estágio na Sasal, empresa pertencente ao grupo multinacional francês de componentes para automóveis, Faurecia, onde foram desenvolvidas várias ações de melhoria da eficiência, organização, eliminação de desperdícios e continuidade do processo de melhoria contínua, presente na empresa.

Assim, neste trabalho, é apresentada no *Estado da Arte*, de uma forma sucinta, a bibliografia sobre os principais fundamentos da filosofia *lean*, a evolução histórica, os principais conceitos, bem como os principais benefícios e a importância da aplicação de alguns métodos e práticas, que servirá de suporte teórico ao trabalho desenvolvido durante o estágio.

Entretanto, e introduzindo o trabalho desenvolvido durante o estágio é apresentado de uma forma geral o grupo Faurecia, onde se destacada a organização a nível mundial e os principais produtos comercializados, e também é dado a conhecer um pouco da empresa acolhedora do estágio, a Sasal.

Durante o estágio, foram desenvolvidas diversas ações que contribuiram para a eliminação de desperdícios e melhoria continuada da organização produtiva, contudo, devo apenas destacar os principais temas abordados e os que contribuiram de forma mais significativa para a melhoria da eficiência produtiva e organização.

Um dos trabalhos desenvolvidos foi a realização de uma ação *Hoshin*, que consiste na aplicação de soluções simples no posto de trabalho na procura da eliminação de desperdício e melhoria do fluxo de materiais e pessoas. Também foi efetuada uma reorganização da área dos escritórios e produção, com o objetivo de otimizar o espaço atual ocupado e procedeu-se à implementação de um novo sistema *kanban*. O sistema *kanban*, não é mais que um sistema de passagem de informação entre os vários postos de trabalho mas que tem implicações na gestão de produção. A sua má gestão pode trazer algumas consequências, como as que se tinham vindo a observar, que é o excesso de *stock*. Por forma a corrigir esta situação foi analisado o fluxo do sistema *kanban* e foram realizadas alterações que beneficiaram o sistema. O 5'S, que é uma ferramenta de marca na Sasal, também foi objeto de estudo. Foram analisados os resultados e tomadas medidas para melhorar a performance na organização e limpeza do posto de trabalho. Por fim, são tecidas as devidas conclusões sobre o trabalho desenvolvido.

O poder da filosofia *lean*, aliada à capacidade em melhorar vários processos produtivos e a organização da produção, demonstram a importância desta filosofia na indústria atual, nomeadamente na Sasal. Cujas filosofias e leques de ferramentas implementadas, permite que possa ter índices de competitividade superiores a outras empresas do sector.

## 2. Estado da Arte

Numa economia cada vez mais global, exigente e em constante evolução é exigido às organizações que elas próprias sejam competitivas, sendo só assim possível que possam evoluir ou manter-se no mercado por forma a gerar mais-valias.

A competitividade pode ser considerada um fator diferenciador e existe um conjunto de elementos que devem ser tidos em conta para a sua melhoria e que são: os custos, os prazos, a qualidade, a flexibilidade, a inovação e a produtividade.

No sentido de melhorar a sua eficiência, melhorar a qualidade e reduzir os custos surgiu, pouco depois da segunda guerra mundial, uma nova filosofia de produção, que ficaria mais tarde notabilizada como a filosofia *lean* (magra). O conceito principal desta filosofia é a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua, por forma a dar ao cliente um produto de qualidade, no prazo mais curto possível e a um custo reduzido. Desde então esta filosofia tem-se globalizado e aplicada em diversas áreas da economia, tornando-se cada vez mais evidente que a incorporação de alguns dos métodos, técnicas e filosofias são geradores de eficiência e produtividade.

De modo a entendermos melhor esta filosofia é apresentado de uma forma sucinta a evolução histórica da produção *lean*, os principais conceitos e fundamentos da filosofia *lean* bem como as suas técnicas de análise e de melhoria. Também serão discutidos os principais benefícios e a importância da aplicação de alguns métodos.

## 2.1 Enquadramento Histórico

A revolução industrial, iniciada em meados do século XVIII em Inglaterra, foi um marco industrial na civilização moderna que potenciou a evolução tecnológica e o desenvolvimento económico. Esta revolução inclui transformações importantes na sociedade, na ciência, na tecnologia, nas fontes de energia e nas organizações.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias e ferramentas, o trabalhador começou a ser substituído por máquinas e o grande objetivo das organizações era atingir a eficiência máxima, de modo a gerar o maior lucro possível e ser possuidora do máximo conhecimento científico, capaz de se traduzir na conceção de novas máquinas com maior capacidade produtiva.

Esta fixação pelos lucros, negligenciando as condições de trabalho e a gestão das operações motivou a que no final do século XIX surgissem as primeiras abordagens ao estudo do posto de trabalho, das operações e da gestão das organizações, sempre com o objetivo de melhorar a eficiência das operações e a motivação dos trabalhadores.

Apesar das várias tentativas por parte das organizações em alcançar o sucesso produtivo, foi só no início do século XX, que surgiu uma nova revolução na estratégia produtiva. Henry Ford, fundador da Ford Motor Company, estabeleceu um novo sistema produtivo denominado por “Produção em Massa”, através de linhas de montagem, capaz de reduzir o tempo de produção e os custos de produção. O sucesso deste novo sistema inspirou muitas outras indústrias e foi considerado um modelo a seguir (Strategos, Inc., 2009).

Depois da segunda guerra mundial, muitas das indústrias tinham sido destruídas e muitas outras tinham sido convertidas para a produção de material de guerra. A necessidade de reconstrução e modernização motivou um aumento significativo da procura de produtos. No entanto, com os recursos a escassearem e a pouca capacidade de resposta, as empresas viram-se obrigadas a melhorar a sua eficiência, aumentando o tamanho dos lotes e esquecendo a variedade de produtos e os efeitos negativos dos *stocks* (Riezebos, 2009).

Todavia, no Japão, este tipo gestão da produção não era o mais eficiente pois a dimensão do mercado e a escassez de recursos não permitia uma grande acumulação de existências e não conseguia fazer face à procura de produtos variados.

Por forma a contrariar estas dificuldades e com o intuito de produzir um fluxo contínuo que não dependesse de longos ciclos produtivos, nem de elevadas existências de materiais para ser eficiente (Melton, 2005), Taichii Ohno e Shigeo Shingo, engenheiros da Toyota Motor Co., decidiram incorporar alguns dos princípios e métodos utilizados no fluxo produtivo da Ford (produção em massa) bem como outros conceitos relacionados com as práticas de controlo de qualidade iniciadas por Ishikawa, Edwards Deming e Joseph Duran, e criaram, assim, o *Toyota Production System* (TPS) (Strategos, Inc., 2009). A principal filosofia é produzir de acordo com a procura, o mais rápido possível e da forma mais eficiente procurando sempre que possível a eliminação de desperdício.

O sucesso não demorou a chegar, mas só depois de alguns anos de aperfeiçoamento é que este sistema rapidamente se tornou tópicos de estudo por parte de muitas organizações e rapidamente passou a ser um sistema globalmente utilizado.

Uma vez que o “Toyota System Production” era um nome que se relacionava com a marca, tentou-se procurar um nome mais aceitável para o conceito. Surgiu uma vasta lista de nomes, tais como "Just-in-Time Production", "World Class Manufacturing", “Continuous Flow Manufacturing”, entre muitos outros. Mas só foi em 1990, com a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, onde são descritos os conceitos e métodos de trabalho aplicados pela TPS, é que apareceu pela primeira vez o termo “Lean Manufacturing”, que traduzido à letra significa “produção magra” (Strategos, Inc., 2009). Este termo foi o que gerou um maior consentimento e desde então têm-se globalizado.

## 2.2 TPS: O Sistema de Produção Toyota

O Sistema de Produção Toyota (*Toyota Production System – TPS*), comumente conhecido como Produção *Lean*, é uma filosofia de produção que procura otimizar a organização por forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo.

A aplicação deste sistema resultou numa vantagem competitiva face à produção em massa, pois permitiu sobretudo a redução substancial de *stock* e o aumento da qualidade final dos seus produtos.

Tal como demonstrado na figura seguinte, a estrutura do sistema TPS, está assente em três principais conceitos, o conceito *Jidoka*, JIT e *Kaizen*.

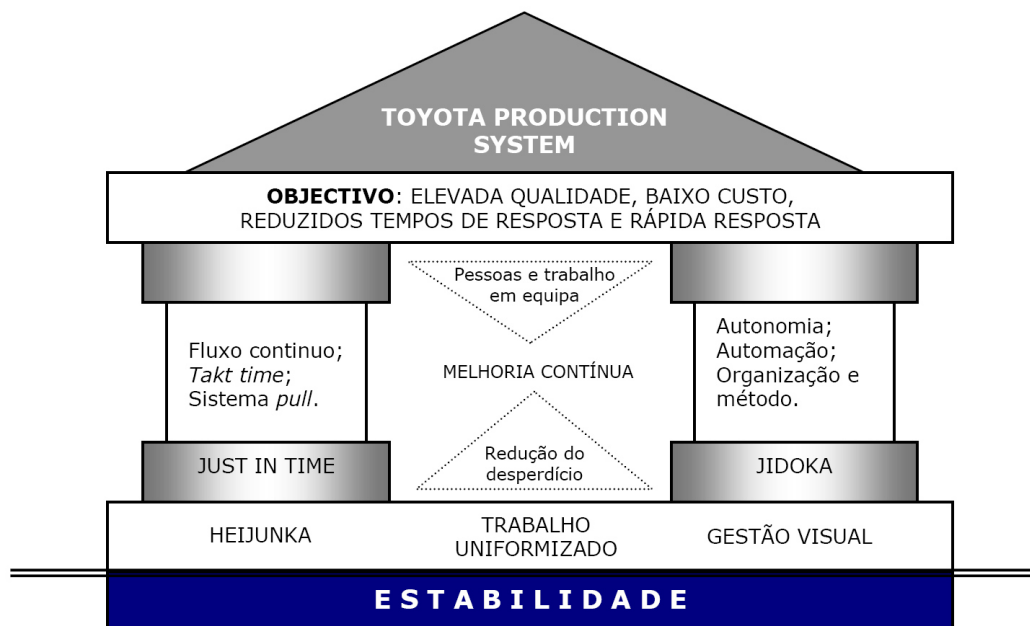


Figura 1- Estrutura do sistema TPS, adaptado (Pinto, 2008, p.6).

Os dois primeiros conceitos são considerados, à luz da estrutura TPS, como os dois principais pilares. O conceito *Jidoka* está assente na necessidade de interromper o processo produtivo sempre que seja encontrada uma falha de qualidade e pode ser entendido como a filosofia para o controlo da qualidade. Seja por via de uma gestão visual capaz de detetar erros, seja por via da comunicação de problemas através das máquinas, sendo que o objetivo do conceito *Jidoka* é atingir a perfeição dos processos, sem erros nem atrasos.

O conceito JIT, abreviatura de *just in time*, foi uma metodologia inovadora desenvolvida para a coordenação do fluxo de peças no sistema de abastecimento e sua principal premissa é a “peça certa, no lugar certo e na quantidade desejada.” Esta filosofia foi definida por forma a evitar os *stocks*, que são vistos como desperdício. A produção em JIT é sustentada pelo sistema *pull* que coordena o fluxo contínuo de materiais e informação, para que a procura do cliente seja satisfeita.

O conceito *Kaizen*, o mais global dos três, pode ser entendido como a procura constante da melhoria contínua, que pode ser estendido às várias áreas de operação de uma organização, desde a produção de uma pequena peça até ao cliente final. A melhoria contínua é impossível de ser atingida sem a eliminação de desperdício ou sem cooperação ou trabalho de equipa (Womack, 1990). Este conceito pode ser resumido pelos dez passos para atingir o “estado de espírito” *Kaizen* (Santo, 2005):

- 1 - Abandonar as ideias fixas, rejeitar o estado atual das coisas;
- 2 - Em vez de explicar o que não se pode fazer, refletir a maneira de o fazer;
- 3 - Realizar de imediato as boas propostas de melhoria;
- 4 - Não procurar a perfeição, ganhar 60% já;
- 5 - Corrigir o erro de imediato, no sítio;
- 6 - Encontrar as ideias nas dificuldades;
- 7 - Procurar a causa real, respeitar os "5 Porquês?" e procurar depois a solução;
- 8 - Use as ideias de 10 pessoas em vez de esperar por uma ideia brilhante;
- 9 - Experimentar e depois validar;
- 10 - A melhoria é infinita.

Da filosofia do sistema de produção Toyota ainda se destaca a filosofia *Heijunka* e a uniformização de processos.

A filosofia *Heijunka* (nivelamento) tem por base a criação de condições para a manutenção de um fluxo contínuo de fabrico, isto é, nivelamento da produção. Tem como objetivo criar uma maior estabilidade no sistema produtivo, consistência nos processos e redução das existências. Por outro lado, a uniformização dos processos permite gerar uma maior estabilidade nos processos de fabrico e controlo da qualidade.

Sem a estabilidade e processos devidamente normalizados nenhum destes conceitos, anteriormente referidos, têm impacto na filosofia TPS. Deste modo, tal como ilustrado na figura 1, a base central de todos estes conceitos é a estabilidade. Sem a estabilidade não é possível eliminar desperdícios nem melhorar processos (Pinto, 2008).

## 2.3 Produção *Lean*

*“A produção é lean por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos de metade dos stocks atuais no local de fabricação, além de resultar em menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos”* (Womack, 1990, p.11).

O que começou por ser um modelo de produção da Toyota, rapidamente se transformou num paradigma da produção industrial. A integração de um conjunto de técnicas e processos, bem como a filosofia intrínseca do pensamento *lean*, possibilitou que várias indústrias conseguissem beneficiar a sua eficiência produtiva, produzindo com menores custos, melhor qualidade e reforçando a sua capacidade competitiva. No essencial, a produção *lean* é produzir mais e melhor com menos.

Uma das melhores formas de começar por introduzir a produção *lean* será estabelecendo um termo de comparação com a produção em massa começando desde logo por definir o termo eficiência e eficácia à luz dos dois conceitos.

Perceba-se que eficiência e eficácia tem significados diferentes. Enquanto, a eficiência traduz-se por retirar o melhor proveito possível dos recursos disponíveis para a realização de um determinado objetivo, a eficácia pode ser entendida como a gestão e estabelecimento de estratégias para atingir determinadas metas. Em linguagem corrente, pode definir-se eficiência como “fazer as coisas bem” e eficácia como “fazer as coisas certas”.

Do ponto de vista da produção em massa, para se atingir a eficiência máxima, pretendia-se a produção de grandes quantidades de produtos semelhantes o mais rápido possível com o auxílio de máquinas especializadas, que deveriam trabalhar o maior tempo possível, sem que a participação do trabalhador fosse tida em conta no processo produtivo. Por seu lado, a eficácia era tida em conta com a capacidade de escoar o produto a um preço reduzido e com uma qualidade que fosse suficiente para os seus clientes (Melton, 2005).

A visão do sistema produtivo Toyota é muito diferente. Para atingir a eficiência máxima devia-se eliminar tudo o que pode ser considerado um desperdício, sendo este definido como tudo o que não gera valor para o cliente (Schroeder, 2008). O sistema de produção era manual mas com o auxílio de sistemas de automatização aptos a produzir produtos variados. Os trabalhadores faziam parte integrante da produção e participavam ativamente na melhoria dos processos e métodos e apenas se produzia de acordo com as necessidades dos clientes (Melton, 2005).

A eficácia destas estratégias têm em conta o reconhecimento e a satisfação do cliente na aquisição de um produto a baixo custo com qualidade.

Na tabela seguinte estão resumidas as principais características que distinguem estes dois principais métodos de produção industrial.

<u>Características</u>	<u>Produção em Massa</u>	<u>Produção Lean</u>
<b>Operadores</b>	Profissionais pouco qualificados	Equipas de operadores multifacetados em todos os níveis da organização
<b>Equipamentos</b>	Dispendioso, com um único propósito	Manual e sistemas de automatização aptos a produzir produtos de grande variedade
<b>Métodos de Produção</b>	Grandes volumes do mesmo produto	Fazer produtos de acordo com a vontade do cliente
<b>Filosofia Organizacional</b>	Gestão toma a responsabilidade	Delegação de responsabilidade na hierarquia da organização
<b>Filosofia</b>	Qualidade suficiente	Atingir a perfeição

Tabela 1-Principais diferenças entre os dois sistemas produtivos, adaptado (Melton, 2005, p.663).

Outra principal diferença entre o método de produção *lean* e produção em massa prende-se com a filosofia do processo, isto é, enquanto a produção *lean* está assente num princípio *pull* (puxar) a produção em massa baseia-se no princípio *push* (empurrar).

O princípio do sistema *push* define-se por uma produção baseada numa previsão de procura final. O funcionamento caracteriza-se por um fluxo de processo em que as peças são “empurras” para o processo seguinte, o que no final poderá originar um *stock* de produto final superior à procura, tal como ilustrado na figura 2.



Figura 2-Diagrama representativo de um Sistema Push, adaptado (Guichard, 2009, p.5).

Ao contrário do princípio *push*, o princípio do sistema *pull* é acionado pelo cliente ou seja, com base nos consumos reais do mercado. O seu funcionamento consiste num fluxo de informação paralelo ao fluxo de materiais, mas no sentido oposto, sendo que as peças só devem passar ao próximo processo quando houver necessidade, tal como ilustrado na figura 3. Este sistema permite combater as ineficiências do sistema anteriormente descrito, sobretudo na acumulação de *stocks* e no fluxo de informação (Guichard, 2009).



Figura 3- Diagrama representativo de um Sistema Pull, adaptado (Guichard, 2009, p.6).

## 2.4 Benefícios do Lean

Hoje em dia, o *lean* é muito mais global do que apenas um conjunto de técnicas e métodos utilizados na indústria. Tal como tinha sido apresentado, por Womack et al. (1998), o pensamento *lean* assume-se como um termo geral que espelha uma filosofia de gestão vocacionada principalmente para a redução de desperdício e que pode ser estendida para outras áreas, tal como os serviços, saúde e até nas nossas casas.

Os maiores benefícios apontados à aplicação do *lean* nas indústrias são, a redução de *stocks*, a redução do tempo de espera por parte dos clientes, o aumento satisfação por parte dos colaboradores, a redução de desperdícios e o aumento da eficiência produtiva.

Existem diversas publicações de estudos, relatórios e obras sobre os benefícios resultantes da aplicação do *lean*. De acordo com o *Lean Institute* nos EUA, a aplicação desta filosofia pode beneficiar, principalmente, o crescimento de um negócio em mais de 30%, aumentar os níveis de produtividade entre 20% a 30%, redução de *stock* superior a 80% e o aumento do nível de serviço entre 80% a 90% (Pinto, 2008).

Apesar dos benefícios e vantagens da aplicação do pensamento *lean*, segundo Melton (2005), a perceção da falta de benefícios tangíveis e a visão de que muitos processos já são eficientes podem ser dois dos grandes problemas na aplicação do *lean*.

Em relação ao primeiro problema, a aplicação de métodos e ferramentas *lean* podem tornar os processos mais céleres e mais eficientes o que pode significar numa poupança financeira para a organização. Por outro lado, a aplicação dessas ferramentas permite rever a eficiência do processo e os possíveis desperdícios e ineficiências (Melton, 2005).

## 2.5 Princípios da Produção Lean

Womack et al. (1996), depois de vários anos de análise e estudo de numerosas implementações de melhoria, influenciadas pelo sistema de produção Toyota, e por forma a definirem uma abordagem inovadora às práticas de gestão, focadas na eliminação de desperdício, como forma de otimização, acabaram por propor, o que ficou conhecido como o pensamento *lean* (*Lean Thinking*). O pensamento *lean* consiste num conjunto de conceitos e princípios com o objetivo de produzir valor enquanto os desperdícios são eliminados. Nesse sentido, é possível identificar cinco fases para implementar os conceitos do pensamento e que são (Pinto, 2008):

**Valor** - Identifica o que os clientes pretendem;

**Cadeia de Valor**- análise da cadeia de valor, desde a conceção de um determinado produto ou serviço até à sua entrega. Permite verificar a eficiência da cadeia de processos;

**Fluxo** - as etapas devem estar interligadas e criar um fluxo contínuo entre si de modo a que se deva produzir produtos ou serviços de acordo com a procura do mercado;

**Puxar** - produzir unicamente o necessário quando for necessário;

**Perfeição** - compromisso de procurar melhorar os processos por forma a eliminar completamente os desperdícios que nada contribuem para o valor final de um produto ou serviço.

Com o objetivo complementar os cinco princípios base do pensamento *lean*, Liker (2003) decide englobar os aspetos técnicos da produção *lean* mas também os aspetos estratégicos do pensamento em larga escala, apresentando 14 princípios a que chama *The Toyota Way* (Liker, 2003):

- I. Fundamentar as decisões de gestão numa filosofia a longo prazo, mesmo sendo à custa de objetivos financeiros de curto prazo.
- II. Criar um fluxo de processo contínuo de forma a trazer os problemas à superfície.
- III. Utilizar sistemas *pull* de forma a evitar a sobreprodução.
- IV. Nivelar a carga de trabalho e eliminar desequilíbrios na calendarização da produção.
- V. Criar uma cultura de paragem para resolução dos problemas, de forma a conseguir a qualidade correta à primeira vez.
- VI. As tarefas padrão são a base para uma melhoria contínua e para a tomada de decisões por parte dos funcionários.
- VII. Utilizar controlo visual para que os problemas não sejam escondidos.
- VIII. Utilizar somente tecnologia fiável, intensamente testada que sirva as pessoas e os processos.
- IX. Desenvolver líderes que compreendam inteiramente o trabalho, vivam a filosofia e que a transmitam aos outros.
- X. Desenvolver pessoas excepcionais e equipas que sigam a filosofia da organização.
- XI. Respeitar a extensa rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorarem.
- XII. Ir e ver o estado do processo, pessoalmente, de forma a compreendê-lo.
- XIII. Tomar decisões de forma progressiva através de consenso, considerando integralmente todas as opções e depois implementando rapidamente essas opções.
- XIV. Tornar a aprendizagem intrínseca à organização através de reflexão persistente e melhoria contínua.

## 2.6 Os Sete Desperdícios

A eliminação de desperdício é um dos principais objetivos da produção *lean*. Ohno, em 1988, identificou sete tipos de desperdícios que devem ser eliminados, uma vez que, consomem recursos, adicionando custos e não geram qualquer valor ao produto. E que são (Pinto, 2008):

Excesso de produção: produção excessiva ou demasiado cedo, resulta num excesso de *stocks*;

Tempos de espera: períodos de paragem dos colaboradores por falta de materiais, avarias, etc;

Transportes: movimentação desnecessário de equipamento, material ou de pessoas;

Processos inadequados: retrabalho devido a defeitos, utilização incorreta de equipamentos e ferramentas;

Excesso de *stocks*: material produzido, matéria-prima acumulada nos locais de armazenamento;

Movimentação desnecessária: desorganização dos locais de trabalho despreocupação com as questões associadas ao estudo do posto de trabalho;

Defeitos: problemas de qualidade nos produtos, baixo desempenho de entrega de serviço ou defeitos apontados pelos clientes.

Em 1996, Womack e Jones, acrescentaram uma oitava fonte de desperdício: “design de produto e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente” (Pinto, 2008).

De vários desperdícios identificados, o excesso de *stock* é o que tem um maior impacto financeiro. O excesso de *stock* é o que ocupa mais espaço entre as linhas produtivas e o armazém, dificulta o fluxo entre sectores e camufla muitos outros problemas existentes numa organização, prejudicando a produtividade da mesma.

Na figura 4, são ilustrados os problemas derivados do excesso de inventário. Quando os níveis de *stocks* são baixos, os problemas de qualidade tornam-se visíveis, enquanto se estiver a um nível elevado é difícil verificar os problemas existentes. Por isso é essencial que cada organização tome medidas por forma eliminar o excesso de existências, tais como, a aplicação do sistema JIT (Chase, et al., 2006).

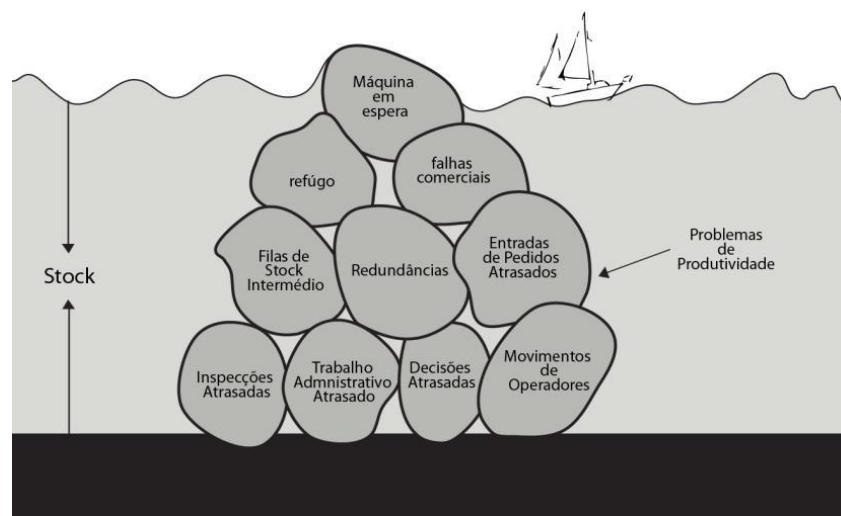


Figura 4- Efeitos negativos causados pelo excesso de inventário, adaptado (Vieira, 2010, p.7).

## 2.7 Ferramentas *Lean*

As principais técnicas e ferramentas que se destacam do sistema *lean* têm como principal objetivo detectar possíveis desperdícios, melhorias, falhas de qualidade e possíveis falhas na organização e segurança de um local de trabalho. Apesar de se conhecerem inúmeras vantagens na aplicação de algumas destas técnicas é necessário, antes disso, implementar os conceitos associados à filosofia *lean*, o que exige uma alteração de cultura da organização vocacionada para a mudança e melhoria contínua. Esta mudança de cultura tem que envolver todos os intervenientes de uma organização, começando desde os cargos de topo até ao posto mais baixo. Só assim será capaz de implementar, de forma eficaz, os valores que constituem a filosofia *lean*.

Citando Pinto (2008, p.9), “*dois dos paradigmas essenciais à sustentação do TPS/JIT são: a necessidade de interação contínua entre o planeamento e a execução e o desenvolvimento de uma mentalidade de trabalho em equipa*”. A ideia de que se deve separar o planeamento e a execução está cada vez mais ultrapassada, sendo que os colaboradores deverão ter mais autonomia para desenvolverem as suas competências e experiências, gerando um maior envolvimento entre quem planeia e quem executa. O conhecimento de cada colaborador é uma mais-valia para qualquer organização, sobretudo na resolução de problemas e na criação de novas soluções e melhorias. É por isso bastante importante que haja, na organização, uma cultura propícia ao trabalho de equipa, à mudança e ao querer melhorar, pois só assim a implementação e a utilização das ferramentas *lean* terão o efeito desejado.

Das várias ferramentas e métodos existentes, destacam-se, a Metodologia 5’S, conjunto de técnicas com o objetivos de melhorar a organização e a manutenção do local de trabalho; a Gestão Visual – *Andon*, um sistema de supervisão e gestão visual; o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que ajuda avaliar e a melhorar o fluxo do processo de uma organização; o *Single Minute Exchange of Die* (SMED), conjunto de métodos de redução dos tempos de mudança de ferramenta; o Sistema *Kanban* uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação; *Poka-Yoke*, sistema que previne a ocorrência de erros e defeitos. Todas estas ferramentas e métodos são apresentados a seguir.

### 2.7.1 Metodologia 5'S

A metodologia designada por 5'S refere-se a um conjunto de práticas de bom senso e senso comum com o objetivo de melhorar a organização, a manutenção do local de trabalho, a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos. A implementação dos 5'S começa na fábrica (*shop floor*) estendendo-se por toda a organização e proporciona uma organização de trabalho que visa a manutenção de um ambiente limpo, organizado, com os materiais e as informações disponíveis e visíveis, com os procedimentos operacionais normalizados onde se possa identificar um erro ou defeito prontamente, por estar fora do padrão. O desenvolvimento destes novos hábitos e regras de trabalho reduzem significativamente as perdas de tempo, os acidentes e avarias (Vieira, 2010).

Este método foi originalmente criado no Japão e traduz o início de cinco palavras japonesas (Pinto, 2008):

Seiri (organização) – é o “senso da utilização”. Ter no posto de trabalho apenas o necessário, tudo o resto deve ser removido;

Seiton (arrumação) – é o “senso de tudo no seu lugar”. Cada coisa deve ter o seu lugar para que, quando necessária, possa ser encontrada facilmente;

Seiso (limpeza) – é o “senso de que a limpeza é fundamental para a melhoria”. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que se procura trabalhar com qualidade;

Seiketsu (uniformização) – é o “senso da conservação”. Definição de uma norma geral de limpeza para o posto de trabalho e aplicação de melhorias conseguidas por forma a uniformizar o posto de trabalho;

Shitsuke (disciplina) – é o “senso da responsabilidade”. Respeitar e cumprir as normas estabelecidas.

Atualmente aplicam-se os 6'S, que se deveu à entrada de mais uma palavra, o “S” de Segurança, que tem como principal função identificar e corrigir perigos existentes com objetivo de melhorar a segurança no trabalho e evitar acidentes (Citeve, 2012).

Esta metodologia vai muito mais além do que apenas limpar e organizar os locais de trabalho, sendo que o objetivo fundamental é análise e melhoria de processos visando a eliminação de desperdícios e melhoria dos processos já existentes. Este conjunto de práticas pode ser aplicado a qualquer tipo de organização, desde às nossas casas a empresas de diferentes atividades.

## 2.7.2 Gestão Visual – *Andon*

O sistema de gestão visual, também conhecido por sistema *Andon*, é um sistema de supervisão e gestão visual assente em princípios simples, cujo principal objetivo é facilitar a comunicação entre os vários intervenientes numa organização, tais como operadores, engenheiros e administradores.

O controlo visual requer que todo o local de trabalho disponha de sinais (sonoros ou visuais) que informem as pessoas do que fazer, quando fazer, o que está a correr mal, quem precisa de ajuda. Deste modo, o controlo visual deve (Pinto, 2008):

- Mostrar como o trabalho deve ser executado;
- Mostrar como as ferramentas e outros materiais devem ser guardados;
- Mostrar como materiais ou ferramentas devem ser usados;
- Mostrar estado da produção;
- Indicar quando é necessário assistência;
- Identificar áreas perigosas.

O sistema *Andon* é uma ferramenta muito importante pois permite o estabelecimento de uma cultura de trabalho dinâmica e virada para a melhoria contínua. As principais vantagens deste sistema são a eliminação de interrupções no fluxo de informações, facilidade na monitorização e gestão de processos, evitando erros e desperdícios de tempo.

Para que a gestão visual seja eficiente, a informação contida nestes painéis informativos deve ser clara, de fácil interpretação e visível. Alguns dos exemplos de sinalização *Andon* mais utilizados na indústria são os semáforos e os painéis informativos, ilustrados na figura 5.



Figura 5 - Exemplos de sinalização *Andon*, adaptado (Citissystems, 2012).

### 2.7.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento de fluxo do valor é um método que ajuda a avaliar e a melhorar o fluxo do processo de uma organização e representa o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção da matéria-prima até à entrega ao cliente final de um produto ou serviço. Permite, de uma forma rápida e eficaz, obter uma perspectiva geral da cadeia de valor permitindo a detecção de desperdícios e oportunidades de melhoria.

O mapeamento tem em consideração não só o fluxo de materiais mas também o fluxo de informações e ajuda bastante no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura. Foca-se, sobretudo, nas questões relativas à redução dos tempos de espera (*lead time*) dos processos e nos custos dos processos fornecendo, assim, uma ferramenta importante para análise e tomada de decisão.

O mapeamento do fluxo de valor pressupõe algumas etapas básicas, tal como ilustrado na figura 6. Inicia-se com a seleção de um produto específico ou uma família de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e posterior desenho do mapa do fluxo de valor atual, utilizando simbologia técnica que permita transpor para o papel as informações úteis e necessárias. Após a análise e identificação dos desperdícios, procede-se ao desenho do mapa futuro e definição dos objetivos que se pretendem atingir. Tendo em conta os objetivos traçados define-se, no plano de trabalhos, as ações a tomar para atingir o estado pretendido. Entretanto, e depois de atingido o estado futuro deverá ser realizado um novo mapeamento, gerando assim um ciclo de melhoria contínua.

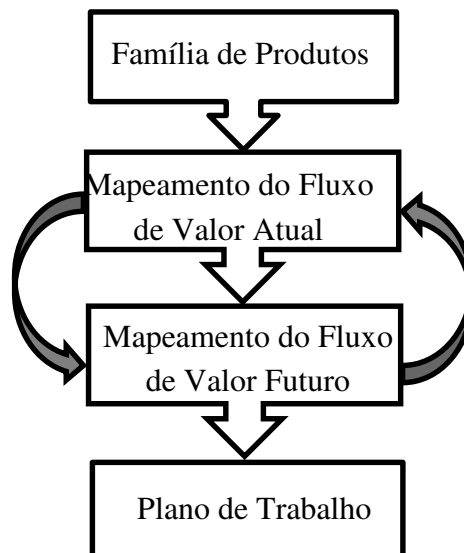


Figura 6- Etapas básicas para mapeamento do fluxo de valor, adaptado (Rother, et al., 1999, p.17).

Por forma a garantir uma linguagem comum para os vários intervenientes de uma organização, de modo a que, em conjunto seja possível identificar os problemas e desperdícios, é necessária a utilização de uma simbologia normalizada e intuitiva com o objetivo de fornecer informação clara e simples que ajude a definir estratégias para a melhoria dos processos. Os símbolos mais comuns na criação de um mapa de fluxo de valor são ilustrados na figura 7.

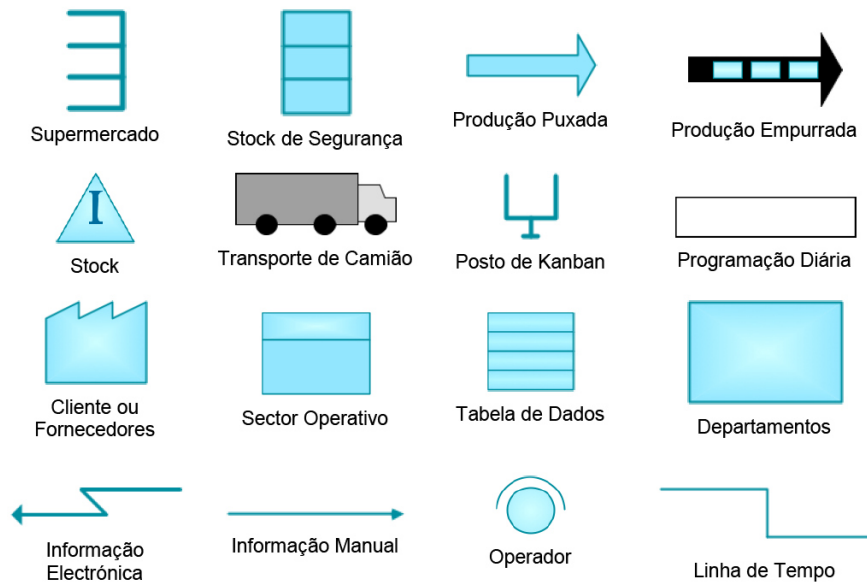


Figura 7 – Simbologia aplicada ao mapeamento de fluxo de valor, adaptado (Vieira, 2010, p.15).

Em suma, esta ferramenta ajuda a simplificar a complexidade de um sistema produtivo expondo de forma clara e de fácil interpretação, informações importantes na análise de possíveis melhorias. A implementação desta ferramenta deverá ser sistemática, pois só assim se alcança a melhoria continua e a eliminação dos desperdícios.

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

O *setup* ou *changeover* são expressões normalmente utilizadas para designar a mudança de ferramenta, preparação de máquinas ou a parametrizações de equipamentos. São atividades que não produzem qualquer mais-valia, aumentando o tempo e o custo de uma determinada operação. Assim, o tempo de *setup* é considerado um desperdício que deve ser eliminado, pois quanto maior é o tempo de *setup* maiores são os lotes de produção, maior é o investimento e o *stock*. Deste modo é importante reduzir o tempo de *setup* para que se possam produzir lotes menores e diminuir, assim, as existências.

Por forma a tornar este processo mais simples e rápido, Shigeo Shingo desenvolveu, nos anos 60, um método inovador de redução do tempo de *setup* com o objetivo de maximizar a utilização das máquinas e flexibilizar os processos de produção. Esta nova ferramenta *lean* ficou conhecida por *Single Minute Exchange of Die* ou SMED, também designado por *quick change over* (mudança rápida de ferramenta).

O método SMED contribui para a flexibilização da produção, eliminação de desperdícios, aumento da capacidade produtiva, melhoria da qualidade, redução de inventário, redução dos custos de produção e recorre a seis tarefas elementares para atingir a redução do tempo de *setup* (Pinto, 2008):

1. Identificar e dividir as operações que compõem a troca de ferramenta em duas categorias: operações internas e externas. As operações internas são aquelas que implicam a paragem da máquina, implicando uma quebra de produção, enquanto as operações externas podem ser efetuadas com a máquina em produção;
2. Sempre que possível converter as atividades de *setup* internas em externas, de modo a minimizar o tempo de paragem;
3. Eliminar a necessidade de ajustes através da uniformização de processos e procedimentos;
4. Envolver as pessoas no processo, através de formação, treino e incentivo de sugestão de ideias, por forma a melhorar os processos de mudança de ferramentas;
5. Melhorar o equipamento através de alterações estruturais ou reconfigurações;
6. Definir os objetivos a atingir e acompanhar o processo de melhoria.

### 2.7.5 Sistema *Kanban*

Tal como outras ferramentas *lean*, o *kanban*, que traduzido significa cartão ou bilhete, teve origem no Japão. Este sistema, é uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais e informação que associado ao sistema *pull* garante o funcionamento do JIT. Isto é, o sistema *kanban* garante que nenhum material é expedido sem que este seja necessário.

De um modo simples, esta ferramenta possibilita que a produção de uma nova peça num determinado posto de trabalho, seja determinada somente quando este recebe informação, através de um cartão *kanban*, de um setor a jusante de forma a que este seja fornecido, e assim sequentemente até chegar ao cliente final. Na figura 8, é exemplificado de uma forma simples o funcionamento do *kanban*.



Figura 8 – Modo de funcionamento do sistema *kanban*, adaptado (Pinto, 2008, p.18).

O *kanban* é um sistema de produção que se caracteriza pela produção em pequenos lotes, armazenados em contentores uniformizados que contêm um número definido de peças. Para cada um desses contentores deverá existir um cartão *kanban* correspondente que acompanha as peças durante o processo de fabrico.

De acordo com Pinto (2008), existem dois tipos de *kanban*. O *kanban* de produção, que autoriza a operação de fabrico. E o *kanban* de transporte, que autoriza a movimentação, quando deve ser efetuada e para onde.

Na indústria, o *kanban* pode passar pela utilização de simples cartões ao uso de contentores, aparelhos digitais, entre outros, utilizados para dar informação à produção, com indicação do que produzir, quanto e quando. Permitindo ao operador um maior conhecimento sobre o trabalho que deve realizar.

Na figura 9, é ilustrado um exemplo de uma carta *kanban* utilizada pela Toyota, que entre várias informações, é indicada a identificação da peça, a capacidade da caixa, a localização do local de montagem e a hora de entrega.

Hora da Entrega <b>10:30</b>	Área de Estocagem <b>A</b> <b>1 - 1</b>		Fábrica Central da Toyota Motors
	Número do Item <b>53018-60011</b>	Identificação	
 Fundação Ohashi	Nome do Item <b>Linha de pressão do radiador</b>	Usado em FJ Carro tipo (I)	<b>50</b>
	<b>21</b>	Tipo de caixa <b>Especial</b>	
Prateleira nº <b>1 - Embaixo</b>			<b>Kanban de pedido de peças</b>

Figura 9 - Exemplo de *Kanban* utilizado pela Toyota, adaptado (Onho, 1997, p.46).

A utilização desta ferramenta *lean* permite de uma forma simples o controlo do fluxo de materiais e de informação e se usado de forma correta, o *kanban* impede o desenvolvimento de elevados *stocks* intermédios, pois os materiais só entram na linha produtiva quando apenas são necessários e dada informação para tal.

Outras vantagens associadas à utilização desta ferramenta é a rápida movimentação da informação entre postos de trabalho, redução de movimentação desnecessária entre postos de trabalho, melhor serviço aos clientes, traduzido num menor tempo de prazo de entrega.

### 2.7.6 Poka-Yoke

O método *Poka-Yoke* representa um conjunto de abordagens para evitar e facilitar a detecção de erros ou defeitos. Foi desenvolvido, inicialmente, por Shigeo Shingo no Japão e desde então tem sido bastante utilizado e difundido pelas várias indústrias. A origem da palavra *Poka-Yoke* é japonesa e significa “à prova de erros”, separadamente, *poka* traduz-se em “erros inadvertidos” e *Yoke* significa “prevenir” ou “evitar”.

Segundo Pinto (2008), um sistema à prova de erro é qualquer mecanismo, aparelho ou processo que evita a ocorrência de erros ou defeitos, ou que torna os erros ou defeitos evidentes. Esta definição do autor representa de uma forma muito simples o que pode ser um sistema *Poka-Yoke*, cujo principal objetivo é, acima de tudo, evitar que os erros possam ocorrer, sejam eles humanos ou por falhas produtivas, facilitar a detecção desses mesmo erros, evitar acidentes e outros problemas de modo simples e económico.

Por forma a minimizar a ocorrência de erros através de simples ações, o método *Poka-Yoke* pode ser implementado de várias formas (Vieira, 2010):

- Identificação do erro antes que este se torne um defeito;
- Prevenção do erro ou defeito, por forma a evitar que este ocorra;
- Substituição de processos ou sistemas por outros mais consistentes.
- Eliminação da possibilidade de ocorrência de erros pelo projeto de mecanismos de modo a evitar a produção de defeitos e erros.

Este método simples e eficaz não deve ser considerado um método de inspeção, que deteta defeitos depois de eles ocorrerem, mas um método de detecção e prevenção de erros ou defeitos que previne que possam acontecer. Na indústria, os sistemas *Poka-Yoke* variam muito, dependendo da sua utilização e objetivo, podem ser sistemas de inspeção ótica, pinos de guia, interruptores automáticos de segurança, procedimentos visuais, entre muitos outros.



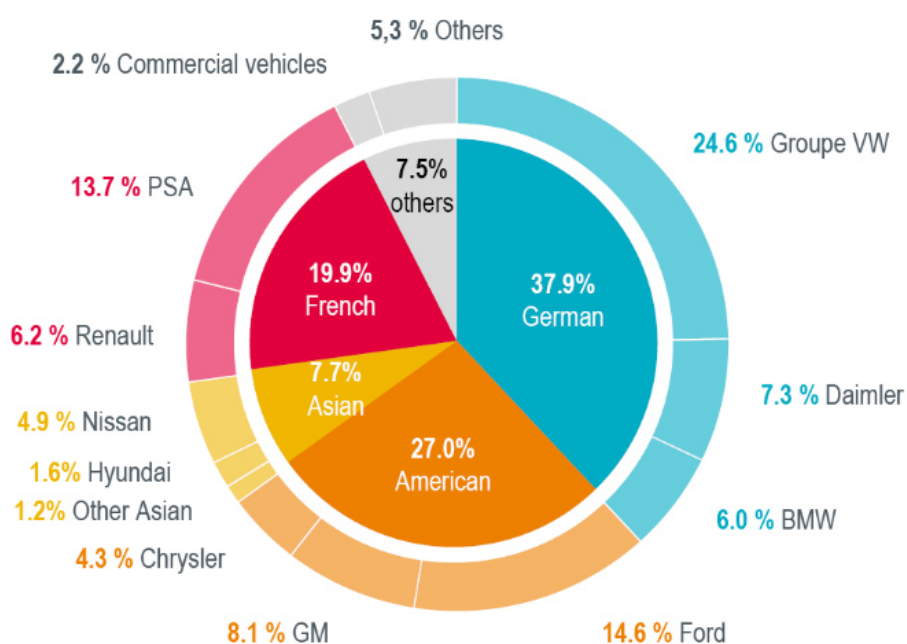


Figura 11- Diversificação dos principais clientes, adaptado (Faurecia, 2014, p.4).

A estreita relação que tem com os seus clientes aliada à inovação e qualidade presente nos produtos, tem permitido à Faurecia aumentar o seu volume de negócios, sendo esperado atingir no ano de 2016 um volume de negócios acima dos 21 mil milhões de euros. Pretende-se ainda que sejam investidos, anualmente, cerca de 100 milhões de euros em inovação e tecnologia, e um crescimento do seu volume de negócios no mercado asiático.

Com o objetivo de assegurar a todos os seus clientes o mesmo padrão de excelência em todo o mundo, a Faurecia tem-se centrado no desenvolvimento dos seus processos operacionais. Deste modo, o início de 2014 ficou marcado pela introdução de uma nova cultura corporativa que foi apelidada por "*Being Faurecia*". A iniciativa visa adaptar a organização e a cultura da Faurecia a todas as áreas de negócios, existindo dois principais pilares desta nova cultura, promover uma cultura de desempenho e criação de valor. Esta nova cultura tem como objetivo criar valor a longo prazo para todas as partes interessadas, incluindo clientes, fornecedores e colaboradores, desenvolver as competências dos colaboradores por forma ajudá-los a atingir o seu potencial e fomentar o empreendedorismo, autonomia e responsabilidade. Esta nova cultura está expressa na pirâmide *Being Faurecia*, figura 12.

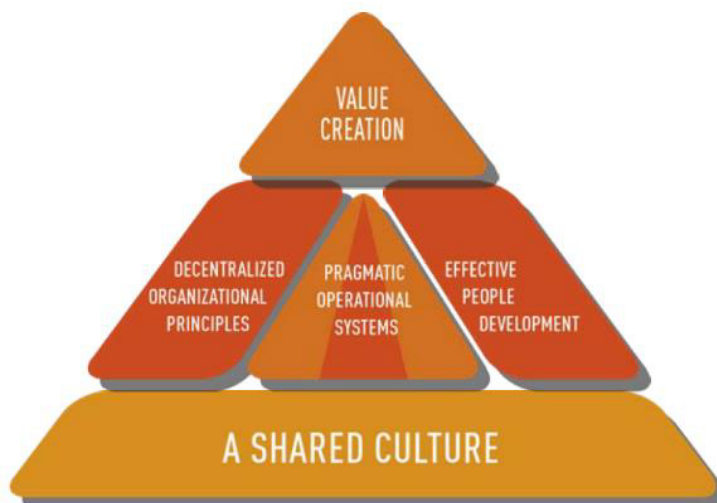


Figura 12 - Pirâmide *Being Faurecia*, adaptado (Faurecia, 2014, p.14).

### 3.1 FES – Sistema de Excelência da Faurecia

De acordo com a cultura *Being Faurecia*, os sistemas operacionais estão no centro do modelo de gestão implementado pela Faurecia, pois garantem a excelência e consistência na forma como a Faurecia opera nas várias fábricas e nas várias áreas de negócio, onde cada vez mais a exigência dos clientes pela qualidade e excelência são maiores.

Por forma a garantir que a visão, técnicas e processos estivessem presentes em todas as unidades fabris, independentemente da área de negócio, a Faurecia desenvolveu um sistema destinado a garantir a melhoria contínua. Integrando as melhores práticas, técnicas e ferramentas dentro e fora do grupo, tanto no desenvolvimento e produção, sempre com base numa abordagem *standard* e estruturada no aperfeiçoamento contínuo dos processos para garantir que a Faurecia está no topo na indústria automóvel global. Esse sistema é conhecido por FES- Sistema de Excelência Faurecia e está implementado em todas as unidades de produção espalhadas por todo o mundo.

Este sistema tem como principais objetivos proporcionar uma visão abrangente da forma como a Faurecia deve funcionar, na sequência da implementação e do aperfeiçoamento contínuo dos seus processos essenciais, integrar ferramentas e técnicas que permitam estar sempre entre os melhores e favorecer a iniciativa individual.

Por forma a atingir estes objetivos o FES está assente em quatro pilares fundamentais:

- Pessoas (EE): baseia-se no trabalho de equipa, medição de performance, melhoria contínua e melhoria dos fluxos de comunicação;
- Qualidade (QSE): garantir a qualidade dos produtos, autocontrolo, garantir que nenhuma peça não OK chegue ao cliente;
- Produção (ESP): que se baseia na organização e eficiência da produção, melhoria dos processos e métodos, diminuição de desperdícios;

-Segurança (HSE): cumprimento das normas de higiene e segurança, melhoria da ergonomia e preocupação com o bem-estar físico dos colaboradores.

A implementação do FES tem como principais benefícios o controlo mais eficaz da produção, a implementação de novas ideias e práticas que permitam à empresa uma maior criação de valor em cada produto vendido ao cliente, uma maior interação entre os colaboradores. Este sistema permite que todas as fábricas da Faurecia estejam sempre a par das melhores práticas do mercado, o que permite ao grupo registar, ano após ano, progressos significativos.

### 3.2 Sasal – Assentos para Automóveis S.A

O grupo Faurecia tem uma presença importante em Portugal contando com 6 unidades fabris, que empregam perto de 3 mil colaboradores e geram um volume de negócios que ultrapassa os 600 milhões de euros.

Em Vouzela, o grupo francês está presente desde o ano 2000, que com a aquisição da Tecnox passou a designar-se Sasal, que se destina à produção de capas para automóveis e insere-se na área de negócios de assentos para automóveis da Faurecia.

Atualmente, conta com mais de 600 colaboradores divididos entre MOI (mão de obra indireta) e MOD (mão de obra direta) e um volume de negócios perto dos 30 milhões de euros, atingidos em 2014. Os principais clientes são o grupo PSA, Renault e Mercedes e os principais produtos equipam modelos como o Citroen C4 Picasso, Renault Mégane, Scénic e Espace, Citroen C5, Mercedes Classe V, entre outros.



Figura 13 – Capas para automóveis, fabricadas na Sasal.  
(Mercedes V, Citroen C4 Picasso, Peugeot 208 GTI)

Em termos de organização a Sasal segue a seguinte estrutura organizacional (figura 14):

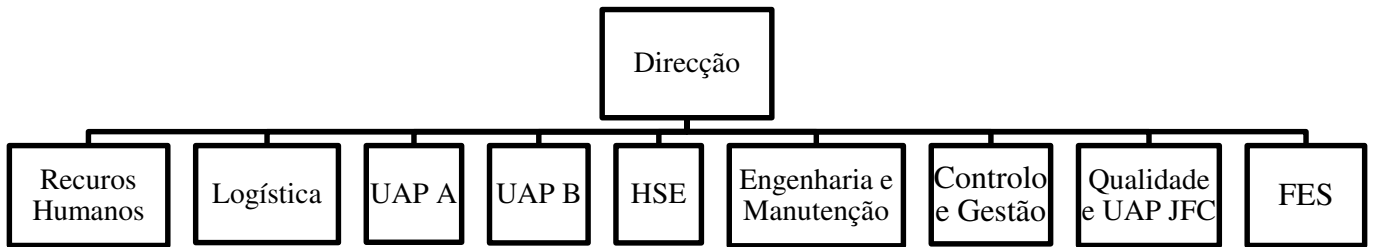


Figura 14 - Organograma da Sasal.

A fábrica trabalha 5 dias por semana, 24 horas por dia, repartido por 3 turnos e produz diariamente cerca de 12 mil capas que são expedidas para os vários clientes localizados em Portugal, Espanha e França. Divide-se em quatro unidades autónomas de produção (UAP): a UAP A, a UAP B, a UAP JFC e ainda a UAP Logística. Cada UAP é constituída por um gestor de UAP e por supervisores que são responsáveis pela gestão dos vários grupos autónomos de produção (GAP). Cada GAP tem no máximo 7 pessoas e um GAP Líder, que tem como principais tarefas a coordenação do trabalho no GAP, motivar e impulsionar o grupo por forma a dar resposta aos objetivos propostos. O GAP Líder não é uma posição hierárquica, tem apenas outras responsabilidades e deve despender no mínimo 30% do seu tempo a trabalhar no GAP e 70% noutras tarefas fora do posto de trabalho.

Ainda sob a chefia do gestor de UAP, existem cargos de suporte à produção, tal como, o Engenheiro de Produção (“Manufacturing Engineer”) e o Engenheiro de Qualidade (“Quality Engineer”).

No plano da gestão destacam-se ainda o departamento de HSE, responsável pela higiene e segurança no trabalho, o departamento de Engenharia e Manutenção, o departamento de Controlo e Gestão, os Recursos Humanos e ainda o departamento FES, responsável pela melhoria continua. A coordenar todos estes departamentos encontra-se o Diretor de Fábrica.

Fora do organograma da Sasal, mas com presença na empresa destaca-se o departamento VAVE (melhoria do produto) e a Divisão. Estes dois departamentos fazem parte da divisão de assentos para automóveis e não têm influência ativa no funcionamento dos vários departamentos.



## 4. Trabalho Desenvolvido

O projeto de estágio desenvolvido na Sasal foi integrado no departamento FES e orientado pelo responsável do mesmo, o Eng.º Silvério Gomes. Tem como principal objetivo a aplicação de algumas metodologias *lean*, num contexto real de trabalho, e análise dos resultados obtidos. Este trabalho incidiu sobre 4 principais temas:

- A melhoria contínua e eliminação de desperdício, com a aplicação do método *Hoshin* numa linha de produção;
- Análise e alteração do *layout* de escritórios e das linhas de produção, com o objetivo principal de melhorar as condições de trabalho e aumentar o número de linhas de produção;
- Implementação de um novo sistema *kanban*, num projeto modelo;
- Análise aos 5'S, acompanhamento e análise dos resultados obtidos.

Antes de passar à descrição do trabalho realizado é necessário fazer um breve enquadramento do processo produtivo por forma a dar a conhecer as principais tecnologias e o processo para o fabrico de uma capa de automóvel.

## 4.1 Processo de fabrico

A produção de uma simples capa de automóvel envolve várias etapas, dezenas de peças e componentes, e divide-se em duas fases distintas: corte e costura.

A operação de costura funciona em dois turnos, o turno de manhã (turno 2) e o turno da tarde (turno 3). Enquanto a operação do corte funciona em três turnos, incluindo o turno 1, o da noite. O corte é a primeira fase do processo e pode ser dividido em corte de tecido têxtil e corte de couro, dependendo da característica da capa.

No caso do corte de têxtil, o tecido é fornecido em rolo que depois de estendido, é cortado num determinado comprimento, sobreposto sobre várias camadas de tecido e fixo através de uma mesa de sucção. Após esta preparação inicial, e definido o programa de corte, as peças podem ser cortadas utilizando uma máquina de corte automático assistido por tecnologia CAD/CAM (fig. 15). No final do processo, encontra-se um operador que recolhe as várias peças cortadas, que constituem um “kit de costura”, e que as coloca na devida embalagem, para seguir para a próxima etapa, a costura.

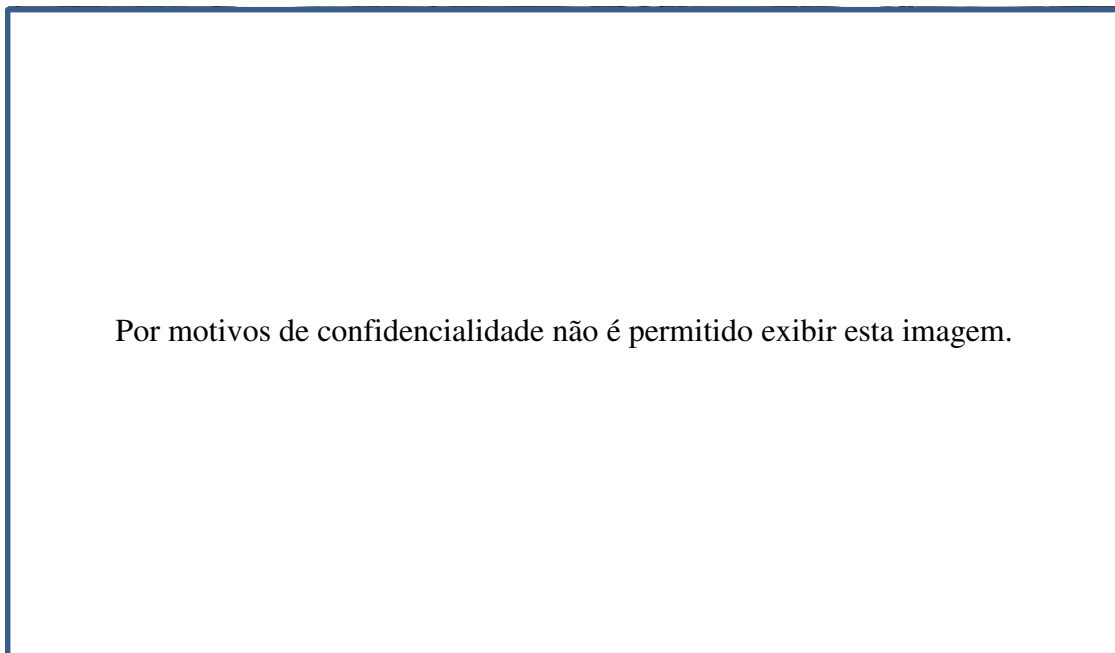


Figura 15 - Máquina de corte automática de tecidos.

O processo de corte couro difere do corte de têxtil. Enquanto o tecido têxtil é um produto sintético, onde é possível controlar a espessura e a qualidade do tecido, no caso do couro isso já não é possível, pois trata-se de um produto de origem animal, onde quer a espessura e a qualidade da pele variam de amostra para amostra.

O processo de corte couro começa pela inspeção da pele por parte de um operador (figura 16), que com o auxílio de um giz, identifica as diversas não conformidades na pele e que por isso devem ser rejeitas na etapa posterior.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 16- Inspeção de couro.

Na etapa seguinte a pele é cortada por intermédio de uma prensa ou recorrendo a uma máquina de corte automático.

No corte por prensa, a pele é estendida sobre a mesa da prensa e sobre a pele são colocados os moldes de aço, designados por “cortantes” (figura 17). Depois de devidamente colocados, a mesa desliza por baixo da prensa e o contacto entre os pratos da prensa com os cortantes provoca o corte da pele. No final deste processo, o operador retira as diferentes peças cortadas e coloca na devida embalagem.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 17 - Cortante e Prensa.

Nos casos em que a pele tem grandes dimensões, o corte é realizado com o auxílio de uma máquina de corte automático, a Teseo (figura 18). A pele é estendida na mesa da máquina que automaticamente deteta as não conformidades identificadas na fase anterior e tendo em conta o plano de corte definido, corta a pele por forma a tirar o melhor proveito desta.

Tal como nos outros processos, no final, o operador retira as peças cortadas e coloca-as na devida embalagem para seguir para a costura.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 18 - Máquina de corte de pele automático, Teseo.

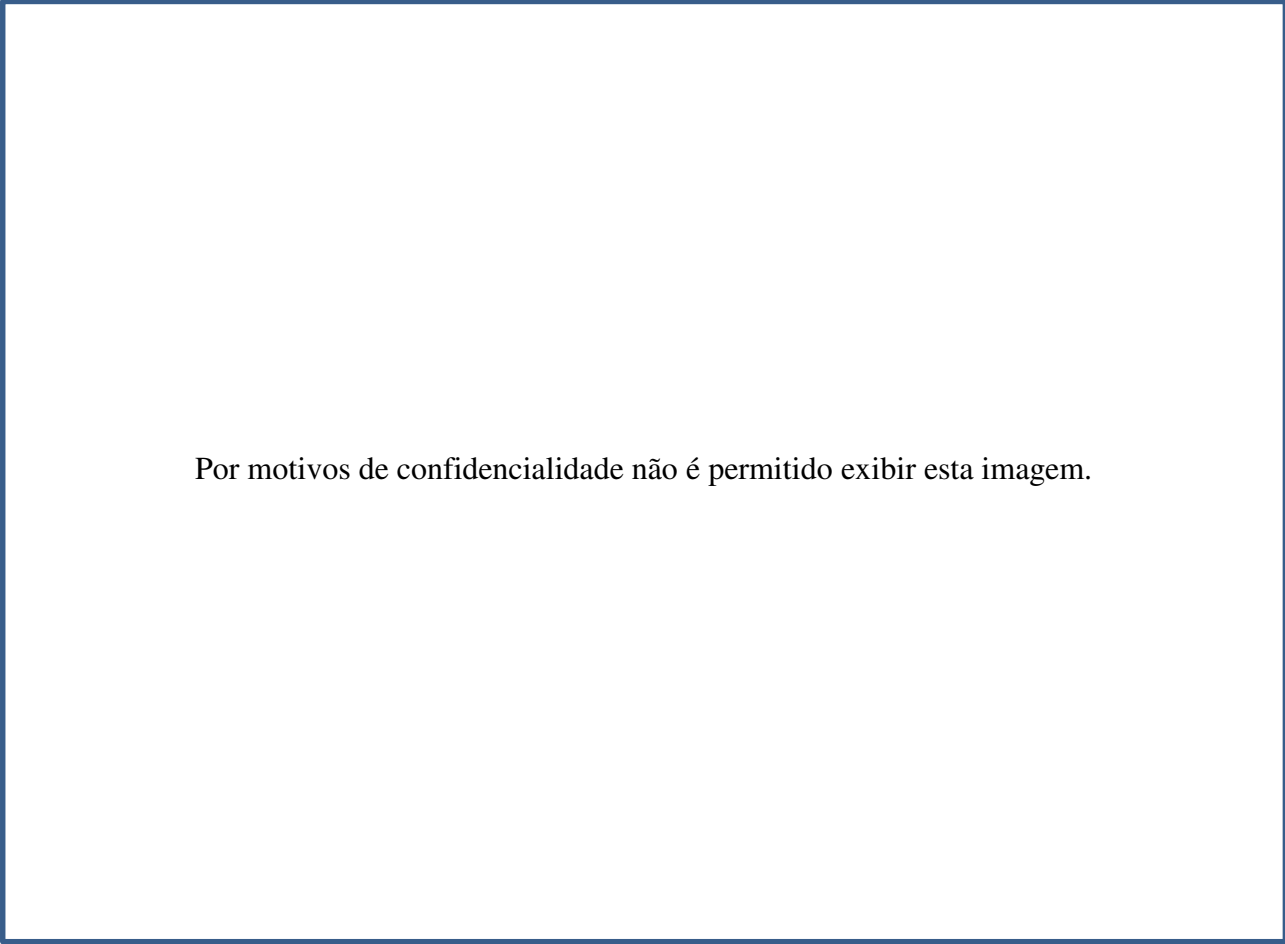
Na costura, as peças cortadas passarão por várias etapas até se obter uma capa completa. Uma capa de automóvel é constituída por duas partes principais, a do assento (*coussin*) e a do encosto (*dorsale*), designados pela letra “C” e “D”, respetivamente. Se a capa pertencer a um banco da frente, é designado por “AV” (*avant*), enquanto se o banco for da parte de trás, é designado por “AR” (*arrière*). Sendo assim, existem 4 tipos de capa: CAV, DAV, CAR e DAR.

O processo de costura começa quando o GAP Líder distribui as diversas peças, que constituem o “kit de costura”, pelas várias máquinas do GAP (figura 19), cada uma com uma função específica, adequadas a cada posto e a cada tipo de capa.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 19 - Máquina de Costura.

Em cada posto de trabalho, o operador tem acesso a informações, devidamente documentadas, da descrição passo a passo de o que fazer e como fazer uma determinada operação. Esta informação é designada por “Instrução de Trabalho” (figura 20).



Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 20 - Instrução de Trabalho.

Outro documento presente no GAP é o *Standardized Work* (trabalho *standard*), neste documento está presente o “Esquema Elementar de Tarefas” (figura 21), que inclui as tarefas básicas a realizar e as movimentações existentes, e a “Tabela de Combinação de Tarefas” (figura 22), onde é identificado o tempo de ciclo de cada posto de trabalho, as operações e a sequência de trabalho em cada posto de trabalho e o tempo máximo de cada operação.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 21- Esquema das Tarefas Elementares.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 22 - Tabela de Combinação das Tarefas.

No processo de costura, as peças são costuradas do avesso e existem vários tipos de costura. Pode ser utilizado o ponto normal, o pesponto simples ou duplo, sendo que o pesponto é por norma utilizado para fins estéticos, enquanto o ponto normal é usado para garantir uma maior coesão entre as diversas peças e os perfis utilizados.

Por forma a auxiliar o operador nas operações de costura, existem nas peças cortadas pequenos cortes, designados por “picas”, que funcionam como marcas ou pontos de referência para o operador conseguir ligar as peças e permitir orientar o trabalho.

Tipicamente um GAP é constituído por 8 máquinas, dispostas em linha, e as peças deslocam-se de máquina para máquina seguindo uma filosofia *pull*. Nos postos finais de cada GAP ocorre a junção das várias peças por forma a constituir uma parte da capa. E no último posto do GAP, designado por controlo final, é realizada a última operação de inspeção antes do produto ser enviado para o cliente.

Na figura 23, é ilustrado de uma forma geral o fluxo de materiais (a verde o fluxo de saída capas e a vermelho o fluxo de entrada de matéria prima), bem como o *layout* da fábrica.

Em termos de fluxo de materiais, a matéria-prima proveniente de vários fornecedores chega e é armazenada no armazém até chegar ao corte, caso seja tecido, ou à produção, caso sejam perfis ou outros materiais. De seguida o produto cortado vai para as linhas de produção, onde é costurado e depois de pronto volta novamente à logística para ser expedido.



Figura 23- Layout e Fluxo de Materiais.

## 4.2 *Hoshin*

*Hoshin Kanri*, ou simplesmente *Hoshin*, é um método de origem Japonesa, que consiste na aplicação de soluções simples no posto de trabalho na procura da eliminação de desperdício e melhoria do fluxo de materiais e pessoas. Trata-se sobretudo de uma profunda análise e reavaliação da organização da produção e que procura atingir (Colin, 2010):

- Uma melhor qualidade, pelo aperfeiçoamento de processos;
- Um redimensionamento da linha e recursos por forma a adaptar à procura do cliente;
- Redução da variabilidade, um processo é mais eficiente quanto menos variabilidade tiver.

O método está assente sobretudo na observação e medição no terreno, na identificação de soluções nos problemas. As ações *Hoshin* iniciam-se por uma rápida mudança, e sendo um método assente na filosofia *kaizen*, procura a melhoria contínua. Visa sobretudo, melhorar a qualidade de um processo, atingir os melhores índices de produção, melhorar a eficiência de um determinado posto de trabalho e conseqüentemente da linha de produção.

Para a realização de uma ação *Hoshin* há alguns conceitos básicos que merecem ser destacados, antes de discutirmos o trabalho realizado, e que são:

- *Takt Time*;
- *Work Content*;
- Número de operadores numa linha de trabalho;
- *Layout*.

### *Takt Time*

Sabendo o tempo de produção e a encomenda do cliente por dia, podemos conhecer a frequência mínima com que devemos ter uma peça a sair da linha, por forma a cumprir o pedido do cliente. O *Takt Time*, representa o número de peças que o cliente espera que possamos entregar em unidade de tempo:

$$Takt\ time=TT=\frac{\text{Tempo de Produção/dia}}{\text{Número de peças encomendadas/dia}}$$

O objetivo de uma linha de produção é de igualar o ritmo de produção ao ritmo de consumo do cliente, mas na realidade o tempo de ciclo deve ser menor que o *Takt Time* por forma a precaver eventuais anomalias que ocorram na linha de produção.

### ***Work Content***

O *Work Content*, pode ser definido como a quantidade total de trabalho despendido em cada posto de trabalho por forma a obter uma peça completa. É medido através da cronometração do tempo de ciclo de cada operador e deve ter uma amostragem entre dez a vinte ciclos consecutivos. Neste tempo deve ser incluído qualquer perda de tempo exceto o tempo gasto no abastecimento da linha e em retrabalho.

Através da obtenção destes dados em cada posto de trabalho, é possível construir um diagrama de tempo de ciclo onde se pode analisar as variações em cada ciclo, o balanceamento de trabalho na linha, o mínimo e máximo tempo observado, bem como se o tempo de ciclo está a cima ou abaixo do *Takt Time*.

### **Número de operadores numa linha de trabalho**

A quantidade de operadores necessários em cada linha de produção para satisfazer os pedidos do cliente, pode ser obtida através do rácio entre a quantidade de trabalho (*work content*) e o *takt time*. Este conceito é muito importante para a gestão de uma linha de produção, pois é possível saber se temos uma linha subdimensionada ou sobredimensionada.

### ***Layout***

*Layout* não é mais do que o desenho e organização de uma linha de produção, que é concebido com o propósito de dar o máximo de flexibilidade possível, sem que isso comprometa o fluxo de materiais e pessoas. Isto significa que o movimento entre postos de trabalho deve ser o mínimo possível, pois o que por vezes pode representar uma deslocação de um metro, no final de um turno representa uma enorme quantidade de tempo desperdiçado.

#### **4.2.1 Realização de uma ação *Hoshin***

Num dos GAPs do turno 3 do novo projeto JFC, onde se produzem as capas DAR do modelo E1 e E2, para o novo modelo Renault Espace, foi notada uma falta de produtividade que comprometia os objetivos traçados de produção. Face a este problema, de falta de capacidade de produção, foi criada uma equipa, com o objetivo principal de otimizar o processo de costura, sendo que para isso era necessário aumentar a eficiência da linha de produção, eliminar desperdícios, otimizar movimentos, reduzir o número de peças por posto por forma a dar mais liberdade de tempo à GAP Líder, que no caso particular, despendia demasiado tempo dentro do GAP a costurar e não nas funções de suporte ao GAP. Nesse sentido procedeu-se à realização de uma ação *Hoshin* e que consistiu em três diferentes fases.

Na primeira fase da realização do *Hoshin*, analisaram-se apenas os fluxos de materiais, as interações entre os diversos operadores e identificaram-se as diversas tarefas realizadas no posto de trabalho.

Posteriormente, na segunda fase mediram-se os tempos de produção e verificou-se se os métodos utilizados estavam de acordo com a instrução de trabalho para cada posto.

As medições foram realizadas com o auxílio de um cronómetro e de uma folha de métodos e tempos *standard* da Faurecia. Para cada operação foram retirados dez tempos, sendo que para cada uma das operações é necessário definir o ponto de contagem, isto é, deve-se definir um ponto referência em que devemos iniciar a contagem do tempo. Por exemplo, é usual ser considerado como ponto de medição o instante em que o operador pega no componente que vai costurar. A definição do ponto de medição é bastante importante pois se um colega quiser voltar a medir a mesma tarefa, saberá a partir de que ponto foi medido o tempo anterior.

No final das medições tiradas, a equipa reuniu-se para esmiuçar as várias análises realizadas e os resultados obtidos, pelo que apresentamos as principais alterações:

- Houve um processo de produção que foi alterado. O operador passou a costurar a peça 1,2 e 3 numa só etapa enquanto antes costurava a peça 1 a uma peça 2, e depois o conjunto 1 e 2 a uma peça 3. Esta melhoria resultou na poupança média de 8 segundos por peça;

- Foi notado que na máquina de costura a linha estava constantemente a sair, o que fazia com que o operador tivesse que voltar a colocar a linha na máquina, um processo que demorava em média 16 segundos. Este problema não foi de fácil resolução pois foram propostas algumas soluções que não se mostraram eficazes, desde a colocação de um guia para a linha, para que esta não prendesse em nenhum lado, ou até avisando a operadora de que esta não devia iniciar a costura fora da peça. Mas só com a ajuda da equipa de manutenção é que foi possível detetar o erro. A operadora no início do turno ajustava, sem que tenha permissão e formação para isso, a tensão de linha da máquina, o que fazia que em algumas situações a linha partisse por causa da tensão elevada a que estava a ser sujeita.

Com o auxílio do método *Hoshin* também foi possível tirar mais algumas conclusões:

### **Cálculo de *Takt Time***

$$\frac{\text{Tempo de Produção/dia}}{\text{Número de peças encomendadas/dia}}$$

Tendo em conta que um operador está presente 8 horas por dia, o que equivale a 480 minutos, e que o tempo de paragens programadas equivalem a 60 minutos, o tempo de produção pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo de Produção} = \text{Tempo de turno} - \text{Paragens programadas}$$

$$\text{Tempo de Produção} = (8 \times 60) - (60) = 420 \text{ minutos}$$

O número de peças encomendadas pelo cliente situa-se nas 300 peças por dia, sendo que 60 são do modelo DAR E1 e 240 do modelo E2.

$$\text{Takt time} = \text{TT} = \frac{420 \times 60}{300} = 84 \text{ segundos}$$

A cada 84 segundos o cliente pede por uma peça. No caso particular da produção deste modelo, um GAP não consegue fazer face às necessidades do cliente, deste modo foi definido um tempo de TT de 280 segundos. Este tempo corresponde à capacidade instalada, para a produção destas capas, para fazer face às encomendas.

Capa	Qtd. (un.)	TT (segundos)
DAR E1	60	420
DAR E2	240	105
GAP	300	84

### **Cálculo do *Work Content***

Capa	WC. (médio)
DAR E1	20,83 min.
DAR E2	23,62 min.

Os valores do *Work Content* são inicialmente previstos pela Engenharia, isto é, tendo em conta as tarefas a realizar foram definidos tempos *standards* para as diversas operações, para o modelo DAR E1 e E2.

## Número de operadores numa linha de trabalho

$$\frac{\text{Work Content*60}}{\text{Takt Time}}$$

Capa	N. Op.
DAR E1	2,98
DAR E2	13,50
GAP	16,47

Face ao pedido elevado do cliente, a necessidade de operadores supera as que fazem parte do GAP em estudo. Neste caso em particular, há mais dois GAPs a produzir as mesmas capas para fazer face a este pedido. De notar que esta situação é provisória, sendo que é expectável que se volte a produzir este tipo de capas em apenas dois GAPs.

## Diagrama de Tempo de Ciclo

A construção do diagrama de tempo de ciclo é bastante importante pois permite efetuar uma análise à carga de trabalho de cada operador e aferir se estão a cumprir com tempo estabelecido para a produção de uma capa. Os diagramas de tempo de ciclo obtidos antes de efetuar a ação *Hoshin* e depois das alterações implementadas, estão ilustrados nas figuras 24 e 25, respetivamente. Da análise feita ao diagrama inicial, foi possível identificar que o operador 1 era o que estava mais sobrecarregado de trabalho e do lado oposto o operador 3 era o que tinha menos trabalho, e isso prejudicava o funcionamento do GAP. Com o balanceamento executado foi possível distribuir a força trabalho de uma forma mais justa entre os vários operadores, e assim ter uma produção mais fluída em que não houvesse nenhum *bottleneck* a limitar a capacidade de produção.

Uma importante alteração realizada consistiu na mudança de tarefas do novo operador 2 que passou a costurar em duas máquinas, a máquina 2 e 3, como ilustrado na figura 26.

Com esta solução, e outras já referidas, foi possível ter um GAP melhor balanceado e assim reduzir o tempo de ciclo de 443,42 segundos para 291,8 segundos, uma redução de 151,62 segundos. O GAP ficou com mais capacidade de fazer face ao pedido do cliente, mas ainda assim o TC (tempo de ciclo) do GAP é ligeiramente superior ao tempo TT.

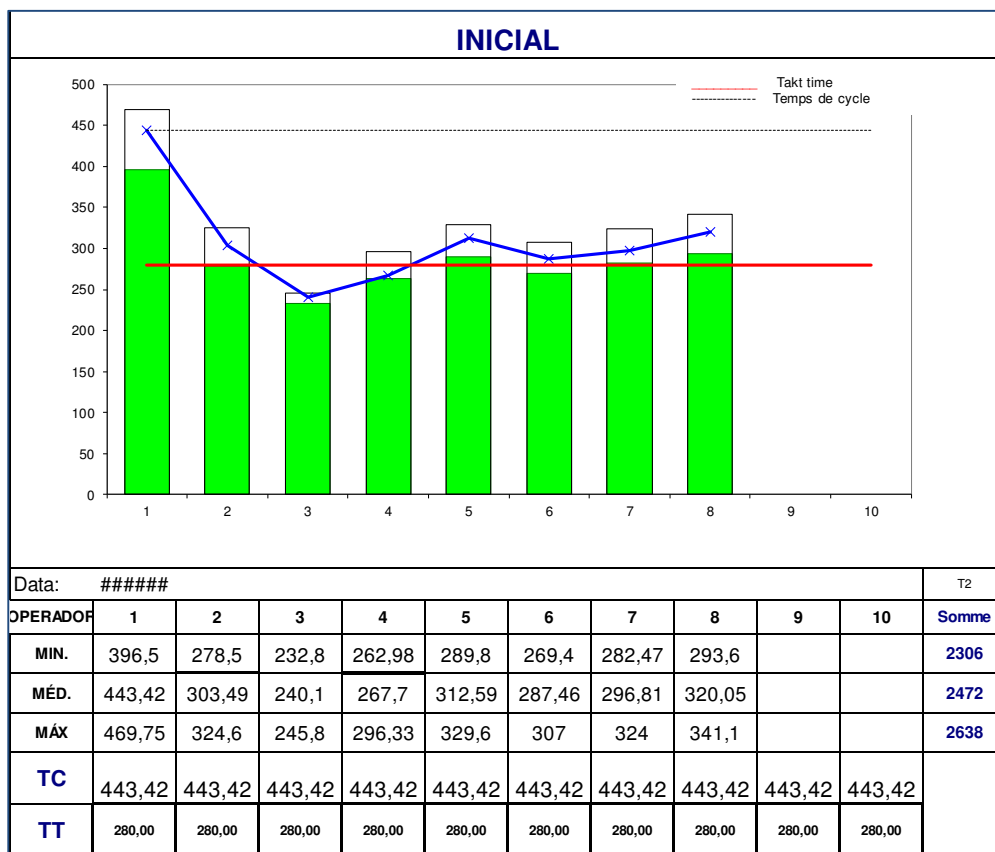


Figura 24 - Diagrama de tempo de ciclo, inicial.

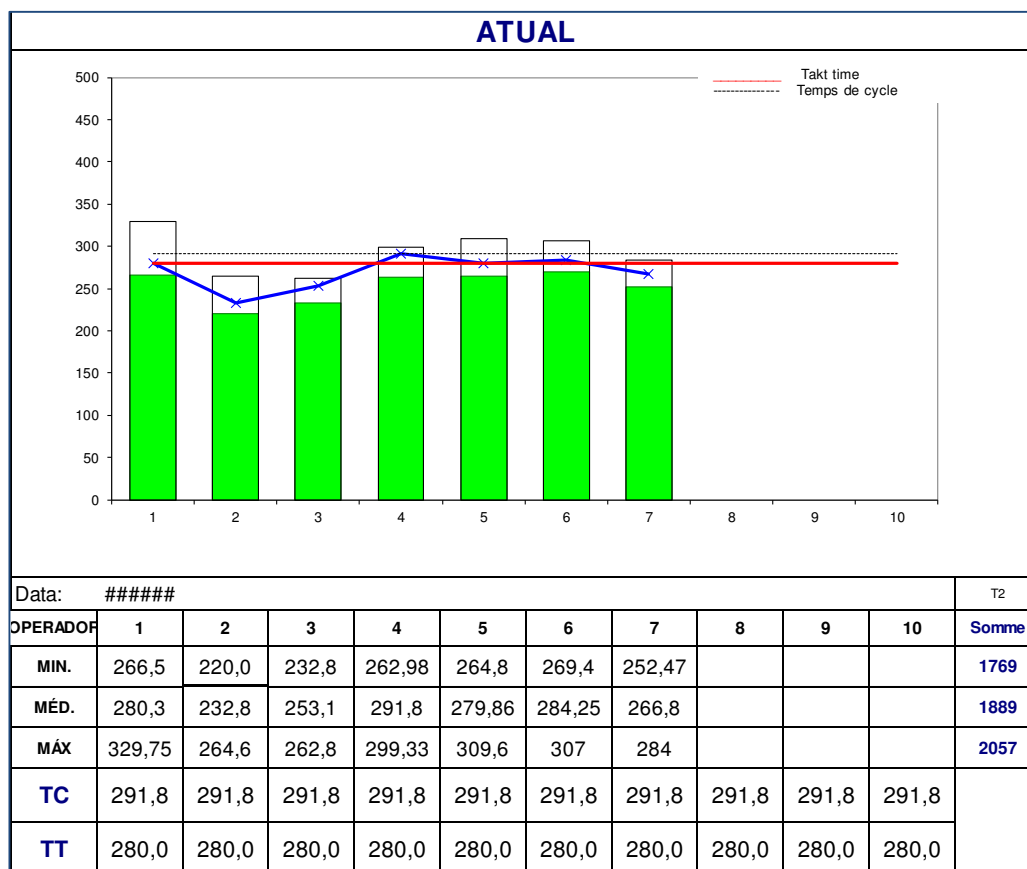


Figura 25 - Diagrama de tempo de ciclo, atual.

## Layout

Em relação à disposição do *layout*, houve alterações no posicionamento de máquinas e de alguns operadores, por forma a reduzir o fluxo de materiais e de pessoas. Nesta mudança teve que se ter em conta o facto de no turno da manhã produzirem uma outra capa, sendo que qualquer alteração de *layout* devia ter em conta as movimentações do turno 2.

A principal alteração de *layout* efetuada foi a passagem da máquina 1 para a posição da máquina 6, evitando assim que houvesse um deslocamento do operador 7 para a máquina 1, em vez disso o operador 6 (situação atual) passou a realizar a operação de costura na máquina 8 e 6. Sendo assim, a máquina que inicialmente era a número 2, passou a ser a número 1 e assim sucessivamente para o resto do GAP.

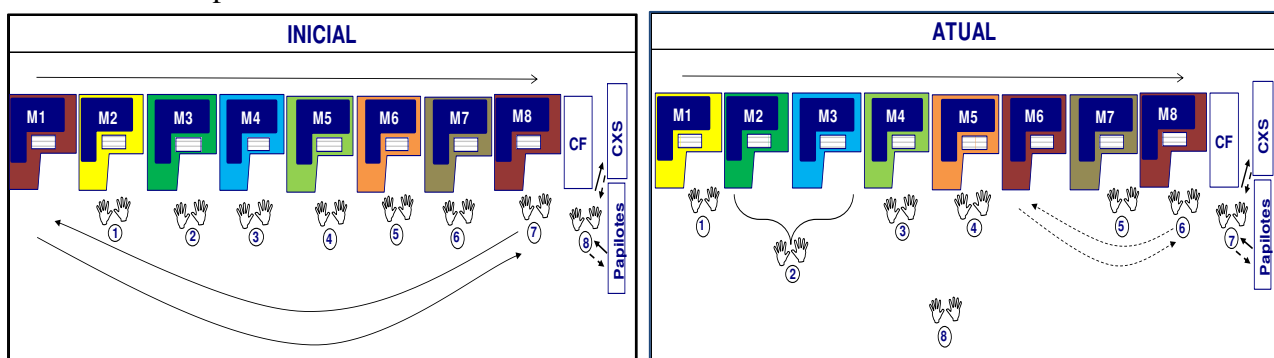


Figura 26 - *Layout* inicial e atual, respetivamente, do GAP 88.

## Resultados

Tendo em conta os objetivos propostos para esta ação *Hoshin*, é possível afirmar que os mesmos foram atingidos. Analisando os dados presentes na tabela 2, é possível constatar que foi possível libertar a GAP Líder para outras funções, sem que isso prejudicasse a produção do GAP. Foi possível diminuir o número de peças por operador e assim alcançar um fluxo de materiais mais fluído e organizado. Devido ao balanceamento das tarefas foi possível reduzir o tempo de ciclo e aumentar o DLE em sete pontos. O DLE é um rácio de eficiência diário, entre o número de capas produzidas e o tempo disponível de mão-de-obra.

Esta ação *Hoshin* serviu sobretudo para ter contacto com este método e a aplicação no terreno foi bastante importante, pois foi possível observar “in loco” alguns dos problemas do GAP e posteriormente, o efeito das medidas tomadas. De salientar que a mudança não foi instantânea e os resultados só foram alcançados depois de duas semanas de acompanhamento e suporte, que foram bastante importantes para os operadores do GAP. Sentiram que havia uma equipa atrás a ajudar e a solucionar eventuais problemas ou dúvidas que houvessem.

Como referido anteriormente, a ação *Hoshin* não acaba, e por isso mesmo deve-se trabalhar para aumentar a eficiência deste GAP que ainda continua a ter um tempo de ciclo muito próximo do *Takt Time*, e tem muitas dificuldades em acompanhar o ritmo de encomendas do cliente.

	Inicial	Atual	Ganho
Mão-de-obra (MOD)	8	8	0
Disponibilidade GAP Líder (horas)	0	8	8
N.º Máquinas	8	8	0
Espaço Fabril (m <sup>2</sup> )	16	16	0
Peças/operador	5	3	2
Tempo de ciclo (seg.)	443	291	152,0
DLE % (w14> w19)	20,3	27,3	7

Tabela 2 - Resultados da ação *Hoshin*.

### 4.3 Alteração de *layout*

Na indústria, a alteração de *layout* pode apenas consistir no arranjo de várias máquinas, equipamentos ou mesas até se obter a disposição mais conveniente, mas também pode significar a construção de novas unidades de produção, de escritórios ou de armazéns. Na alteração de um *layout* é preciso ter em conta, não só o efeito na produtividade mas também na motivação das pessoas, sendo que um bom *layout* pode representar uma redução de custos e perda de tempo (menos desperdícios). Por esse motivo, numa alteração de *layout* é necessário ponderar os efeitos positivos e negativos que podem advir dessa alteração por forma a encontrar a melhor solução para os colaboradores e para a organização.

Da necessidade de aumentar o espaço de produção e melhorar a organização dos escritórios foram realizadas várias ações que visaram encontrar as melhores soluções para cada espaço, tendo em conta o fluxo de materiais, pessoas e informação, sem que a empresa fosse obrigada a fazer grandes investimentos.

#### 4.3.1 Alteração de *layout* nos escritórios

Face à entrada de novos colaboradores e ao espaço limitado dos escritórios, era necessário encontrar soluções que permitissem aumentar a capacidade disponível dos escritórios sem que isso implicasse um investimento por parte da empresa.

De modo a procurar as melhores soluções, numa primeira fase foi feita a análise de cada área, que consistiu na medição do espaço, dos armários, mesas e número de colaboradores por escritório. Para com o auxílio do programa Microsoft Visio, poder encontrar as melhores alternativas em termos de ocupação de espaço, organização e fluxo de pessoas.

Na fábrica existem duas áreas principais de escritórios (figura 27), no primeiro piso localiza-se o escritório da UAP e o *Open Space* (espaço amplo), onde estão vários departamentos, o FES, HSE e Qualidade e ainda os escritórios dos Recursos Humanos, Controlo de Gestão, VAVE e Direção. No segundo piso encontra-se o escritório da Engenharia, Logística e Divisão. No total, o primeiro piso tem cerca de 28 colaboradores numa área de 245 m<sup>2</sup> enquanto no piso superior estão cerca de 17 colaboradores numa área de 105 m<sup>2</sup>.

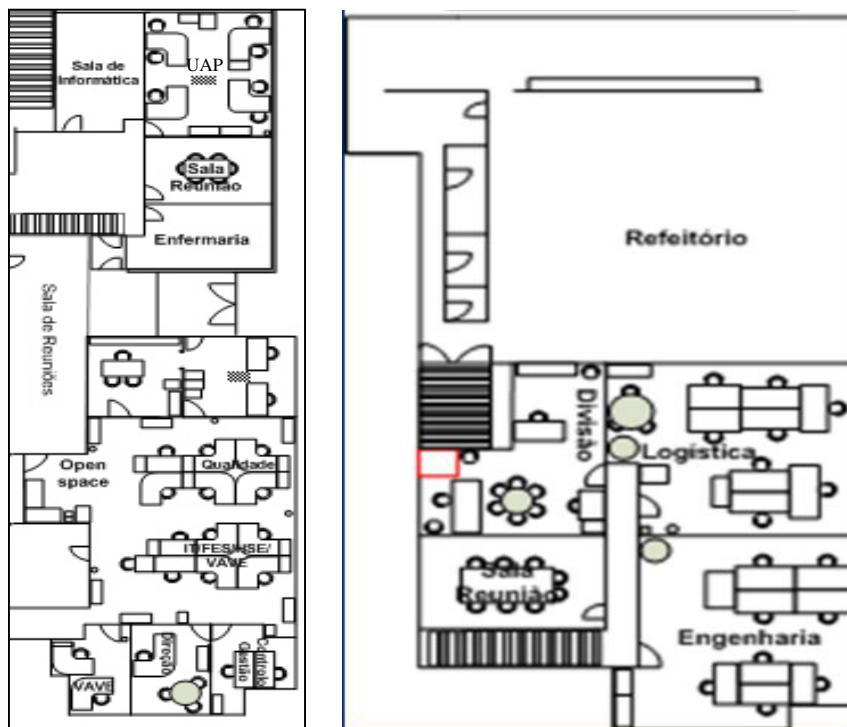


Figura 27 - *Layout* do piso 1 e 2, respetivamente.

Na segunda fase deste processo foram apresentadas propostas de alteração de *layout* para algumas áreas de escritório e que são apresentadas a seguir:

- No primeiro piso:

As principais alterações sugeridas para a área do *Open Space*, foram a alteração da disposição das mesas. Dadas as mesas terem grandes dimensões, é possível ter dois colaboradores por mesa, de preferência do mesmo departamento. Com estas alterações foi possível passar de uma capacidade de 13 colaboradores para 17, um ganho de 4 lugares face à situação anterior. Esta mudança também veio contribuir para a redução do fluxo de informações, pois possibilita a que os colaboradores do mesmo departamento possam estar mais próximos. As alterações sugeridas estão ilustradas na seguinte figura 28.

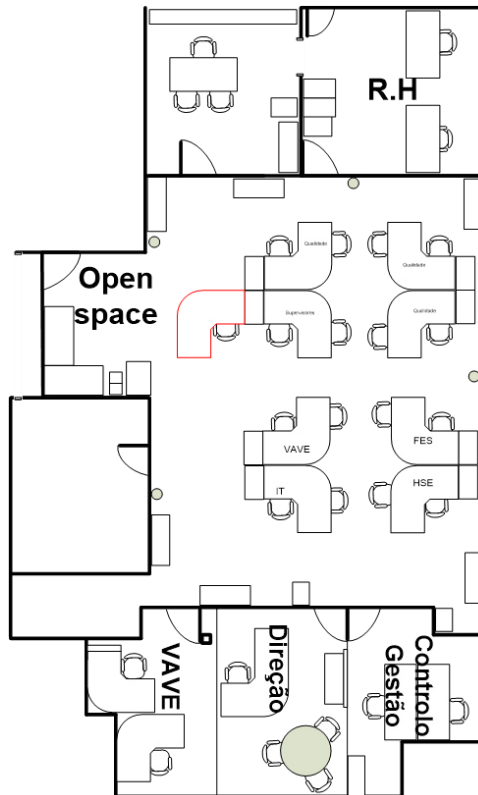


Figura 28 - Proposta de alteração de *layout* do *Open Space*.

- No segundo piso:

Na sala do departamento de Engenharia, com a entrada de um novo colaborador, foi proposta a colocação de uma mesa no topo, como ilustrado na figura 29. O ganho foi de um lugar sem prejudicar as movimentações de pessoas.

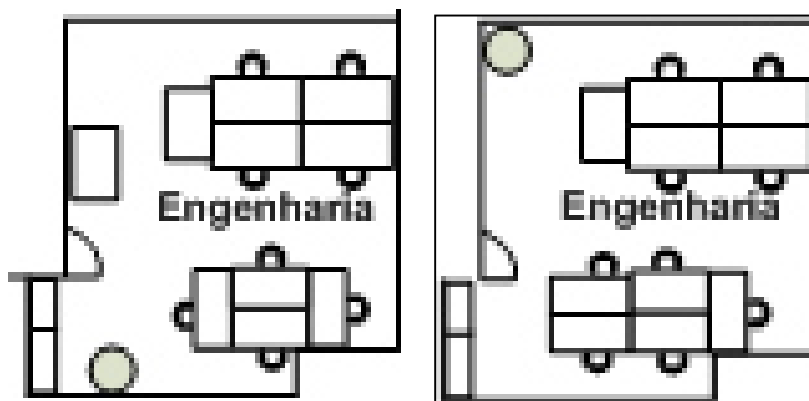


Figura 29 - *Layout* da sala de Engenharia, antes e depois, respetivamente.

Por sua vez na sala da Divisão propôs-se a inclusão de mesas, já existentes na fábrica, por forma a aumentar a capacidade da sala em mais 4 lugares e assim dar melhores condições aos colaboradores da Divisão que frequentemente se deslocam à Sasal.

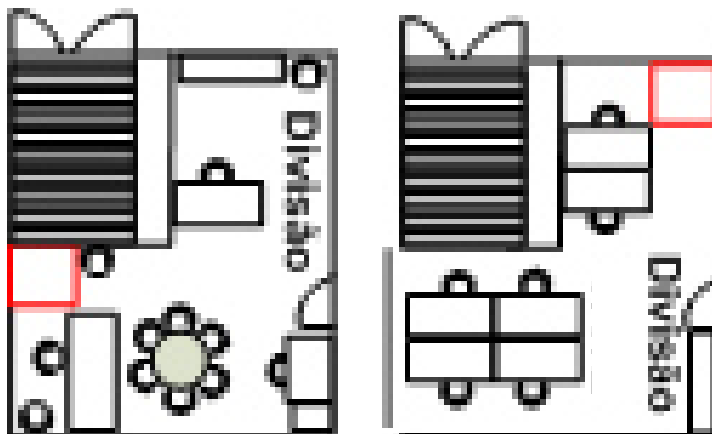


Figura 30 - Layout da sala da Divisão, antes e depois, respetivamente.

Na sala do departamento de Logística, com a entrada de um outro novo colaborador, foi proposto a introdução de uma nova mesa, colocação de mesas em paralelo, colocação de um armário junto à parede e a deslocação do depósito de água para a sala do departamento de Engenharia. Com esta alteração foi possível aumentar a capacidade da sala em 1 lugar e assim proporcionar melhores condições de trabalho ao novo colaborador.

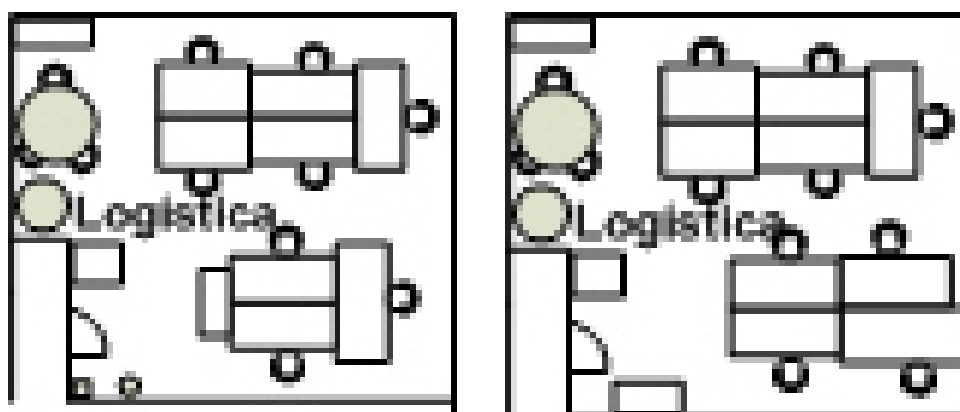


Figura 31 - Layout da sala de Logística, antes e depois, respetivamente.

Resumidamente, as alterações propostas visaram sobretudo aumentar a eficiência da utilização de espaço, sem que implicasse um elevado investimento para a empresa, aumentando a capacidade dos escritórios em 10 lugares, melhorando as condições de trabalho dos colaboradores e reduzindo o fluxo de informação.

De realçar que houve um ganho considerável na ocupação de  $m^2$ /Pessoa em várias salas, reduzindo assim algumas dissimetrias existentes, salas lotadas e outras quase vazias. O gabinete dos Recursos Humanos e Direção de Fábrica são as que apresentam uma menor lotação pela necessidade de receber frequentemente visitas, candidatos para entrevista, entre outros.

Sala	Situação Atual		Proposta		Ganho	
	Capacidade	Ocupação (m <sup>2</sup> /Pessoa)	Capacidade	Ocupação (m <sup>2</sup> /Pessoa)	Capacidade	Ocupação (m <sup>2</sup> /Pessoa)
<i>Open Space</i>	13	7,92	17	6,05	4	1,87
Direção Fábrica	1	13,95	1	13,95	0	0,00
Controlo Gestão	2	5,64	2	5,64	0	0,00
VAVE	2	5,45	2	5,45	0	0,00
RH	3	10,53	3	10,53	0	0,00
UAP	7	4,16	7	4,16	0	0,00
Engenharia	8	4,83	9	4,29	1	0,54
Logística	8	4,70	9	4,18	1	0,52
Divisão	2	20,96	6	3,49	4	17,47
Total	45	78,1	55	57,74	10	20,36

Tabela 3 – Resumo da alteração de *layout* nos escritórios.

### 4.3.2 Alteração de *layout* na produção

Com um espaço de produção cada vez mais limitado e a necessidade de adicionar mais máquinas para novos projetos, era preciso encontrar soluções que permitissem reduzir o espaço já ocupado e assim libertar área para novas linhas de produção, na ala esquerda da fábrica ou UAP B.

Desta forma foi feito um levantamento do tamanho das linhas de produção, da distância entre GAPs e máquinas, da largura de corredores, para com o auxílio do *software* informático, Microsoft Visio, verificar quais os layouts mais favoráveis e dessa forma rentabilizar da melhor forma o espaço ocupado.

Inicialmente a ala esquerda da fábrica (figura 32) contava com 16 GAPs, uns organizados em I (em linha), outros em U e todos separados por corredores, como ilustrado na figura 33.

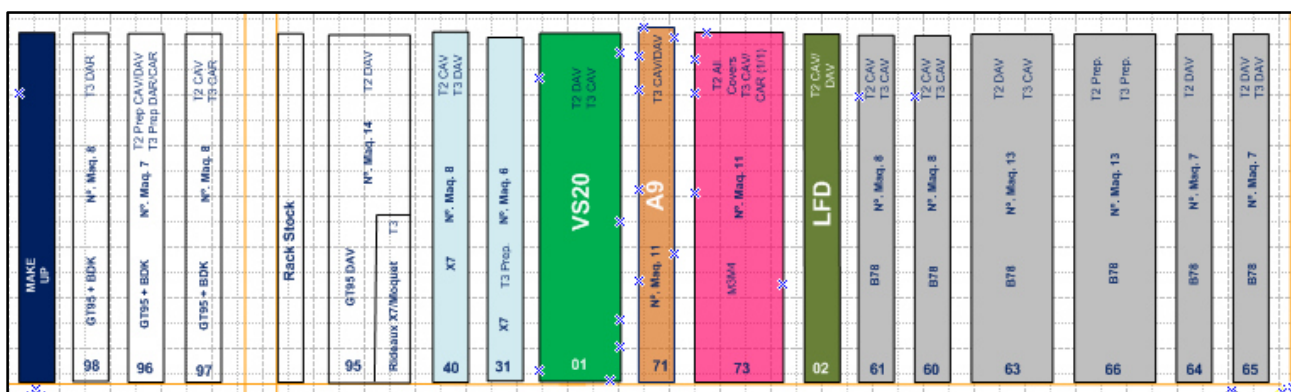


Figura 32 - *Layout* inicial, da Ala esquerda.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 33 - Disposição inicial, de um GAP.

As principais propostas apresentadas para a alteração do *layout*, incluíram a eliminação de corredores entre GAPs e a organização das linhas de produção em linha, como ilustrado nas imagens da figura 34.

Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 34 - Organização Atual, de um GAP.

Esta alteração de *layout* contribui para uma melhor organização da UAP, em termos produtivos e de abastecimentos, salientado que desta forma foi possível obter um ganho global de 5 GAPs, que equivale a 130 m<sup>2</sup> (figura 35).

Também, por forma a eliminar fluxo de materiais foi proposta a alteração de *layout* do GAP 40 e 31, do projeto X7 e o GAP 2, do projeto LFD foi colocado junto a outro GAP do mesmo projeto, mas na ala direita da fábrica.

Com estas alterações aprovadas junto dos gestores e supervisores da UAP B, foi feita alteração física, envolvendo vários departamentos, Manutenção, UAP B e FES.



#### 4.4 Implementação de novo sistema *Kanban – Pull Mix*

O sistema de gestão da produção em *kanban* permite o controlo do fluxo de materiais e informação que associado ao sistema *pull*, garante que nenhum material é produzido sem que este seja necessário. Assim sendo, o sucesso na produção de uma capa e respetiva entrega no tempo, qualidade e quantidade exigidas pelo cliente, depende de um bom funcionamento do sistema *kanban*.

Na Sasal, o sistema *kanban* é comandado por cartões, onde o que determina a produção de um novo lote é o consumo das peças verificado no sector subsequente, uma vez que se trata de um método de puxar as necessidades de produtos acabados (sistema *pull*), o oposto ao sistema tradicional (sistema *push*).

Neste sistema *kanban*, existem dois tipos de carta, a que determina a recolha de produtos do processo precedente, designada de *Withdrawal Kanban*, WK, e a carta de produção da quantidade que foi recolhida, designada de *Production Instruction Kanban*, PIK.

A utilização deste sistema tem como principais vantagens o controlo de *stock*, o sincronismo das operações, a ausência de conhecimento por parte dos operadores do programa de produção e permite uma comunicação simples e eficaz entre as diferentes áreas de produção.

Apesar das várias vantagens reconhecidas do sistema *kanban* existente, este não estava a funcionar da melhor forma, pois não eram preenchidas as condições adequadas para isso, e como tal, originavam-se *stocks* excessivos.

Um dos motivos para a reflexão da continuação da utilização deste sistema de gestão da produção, foi a constatação do excesso de *stock* que se formava no final de uma linha de produção, uma vez que eram produzidas capas que não eram necessárias.

Posto este problema foi criada uma equipa de trabalho, que contou com a ajuda de colegas de outras fábricas da Faurecia, com vasta experiência no dimensionamento de um sistema *kanban*, e que nos apoiaram na definição de um novo sistema e na sua implementação, ficando este novo sistema conhecido por *Pull Mix*, isto porque integra a filosofia do sistema *Push* na filosofia do sistema *Pull*. O objetivo traçado era simples, desenvolver um novo sistema *kanban* menos complexo, capaz de absorver as variações de produção inerentes ao processo produtivo, e eliminar o excesso de *stock* de produto acabado.

A análise ao sistema de produção focou-se essencialmente no sistema geral da produção e no fluxo de informação e de materiais entre as diversas áreas produtivas, que culminou com a implementação de um sistema *kanban* modelo, no projeto B78, que serviu de base para este estudo. Neste projeto, relativamente recente, são produzidas cerca de 2000 capas diárias para equipar o veículo Citroën C4 Picasso.

Antes de dar conta das alterações introduzidas é explicado o funcionamento do sistema inicial *kanban*, que se baseia num sistema *Pull*. Para posteriormente, abordar as alterações ao sistema *kanban*, a sua implementação e dimensionamento, baseado num sistema *Pull Mix* (*Pull e Push*).

#### 4.4.1 Sistema inicial - *Pull*

O início da cadeia do sistema *Pull* começa com a elaboração de um plano diretor de produção (PDP), de base semanal, que tem em conta os pedidos do cliente, o nível do *stock* e o plano industrial e comercial do mês (PIC). Esta análise permite alisar a produção ao longo da semana e definir um plano de produção diário que é concretizado no preenchimento do sequenciador ou também designado de *Leveling Board* (quadro de nivelamento), ver figura 37.

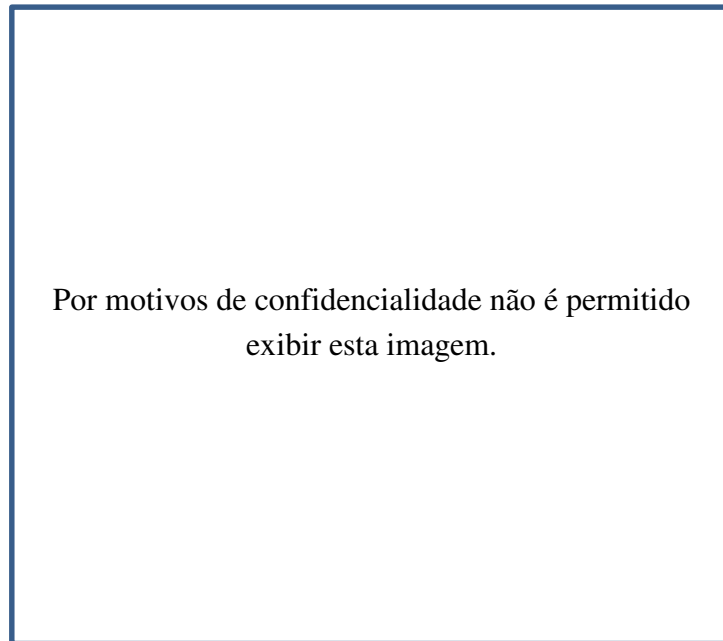


Figura 37 - *Leveling Board*.

O preenchimento, por parte da Logística, com cartas WK permite indicar, o momento em o operador deve recolher as caixas com produto acabado, que se encontram no *shop-stock* da costura, assim designado o espaço físico onde se encontra o *stock* de produto acabado, como ilustrado na figura 38. Este quadro tem uma escala horária dividida de 15 em 15 minutos, que corresponde ao tempo de ciclo do operador responsável pela recolha do produto acabado.

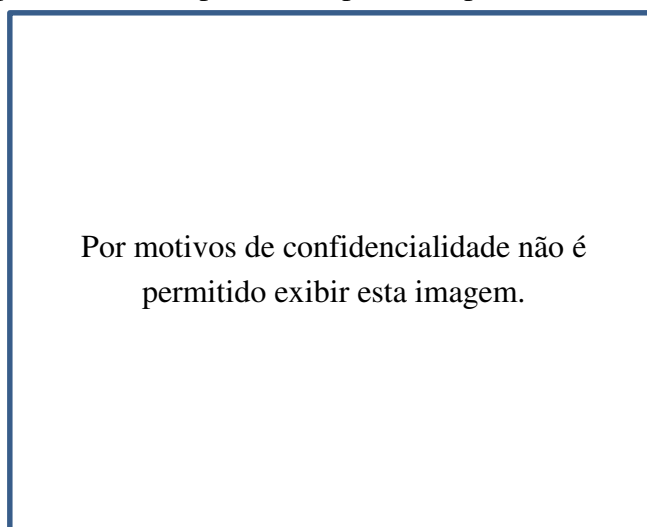


Figura 38 - *Shop-stock* da costura.

Assim, de uma forma genérica, o operador retira a carta WK do sequenciador, e substituiu esta pela carta PIK, que se encontra na respetiva caixa de produto acabado. A carta PIK é então colocada no *batch building box* (caixa para a organização de criação de lotes), BBB, que se encontra na produção e ilustrado na figura 39.

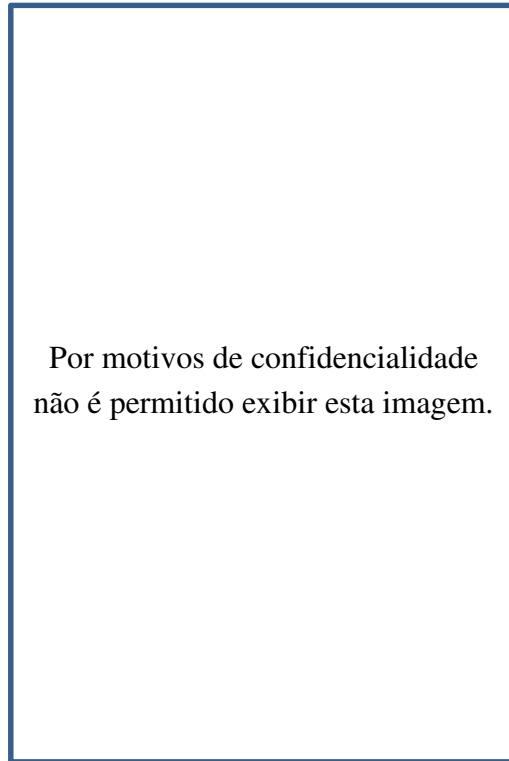


Figura 39 - BBB da produção.

A criação de um determinado lote de costura, é definido através da acumulação de cartas PIK, que no caso em particular, foi definido como sendo de duas cartas, o que equivale a duas caixas. O lote de cartas, depois de acumulado, é colocado no lançador da costura e simultaneamente é dada ordem de abastecimento de peças cortadas, através de uma carta WK, no lançador localizado na zona do *shop-stock* do corte, área física onde se encontra o *stock* de peças cortadas. Desta forma, é dada a ordem de produção de uma determinada referência de produto acabado e ao mesmo tempo é dada ordem para o abastecimento das peças de matéria-prima à costura.

Assim que chega a ordem de abastecimento, o operador responsável deve verificar se a referência está disponível no *shop-stock* do corte. Se estiver disponível, deve retirar a carta *PIK*, presente na caixa e colocá-la no BBB que se encontra no corte. Só quando o lote definido de cartas PIK estiver completo, é que deve ser dada ordem de corte, através da utilização de uma carta de ordem de corte.

A ordem de corte é dada através de duas cartas, uma designada por ordem corte (OC) e outra por ordem corte gémea (OCG), ilustradas nas figuras 40 e 41, respetivamente.



Na figura 42, é exemplificado o ciclo do sistema *kanban* inicial, bem como o fluxo de materiais (linha contínua) e de informação (linha tracejada), entre as diversas áreas de produção.

O funcionamento do sistema *kanban* é cíclico. Está assente sobretudo na reposição de peças consumidas e no fluxo de informação existente entre as várias áreas do ciclo produtivo. Apesar de ser um sistema, no papel, perfeito, não é o ideal, pois não se adequa da melhor forma ao sistema de produção da Sasal.

O facto de ter várias estações de produção, que têm que repor as peças consumidas a jusante, de trabalhar com dezenas de diferentes produtos e do cliente nem sempre balancear os seus pedidos, provoca a acumulação de *stock* em alguns pontos do processo, gerando desperdícios.

Ao mesmo tempo, a troca de informação entre as várias áreas, com a existência de várias cartas *kanban* e de diversos pontos de acumulação de informação provoca, por vezes, a falha ou troca de informação. Dessa forma o ciclo não funciona de forma sincronizada, gerando entropias ao longo da cadeia produtiva.

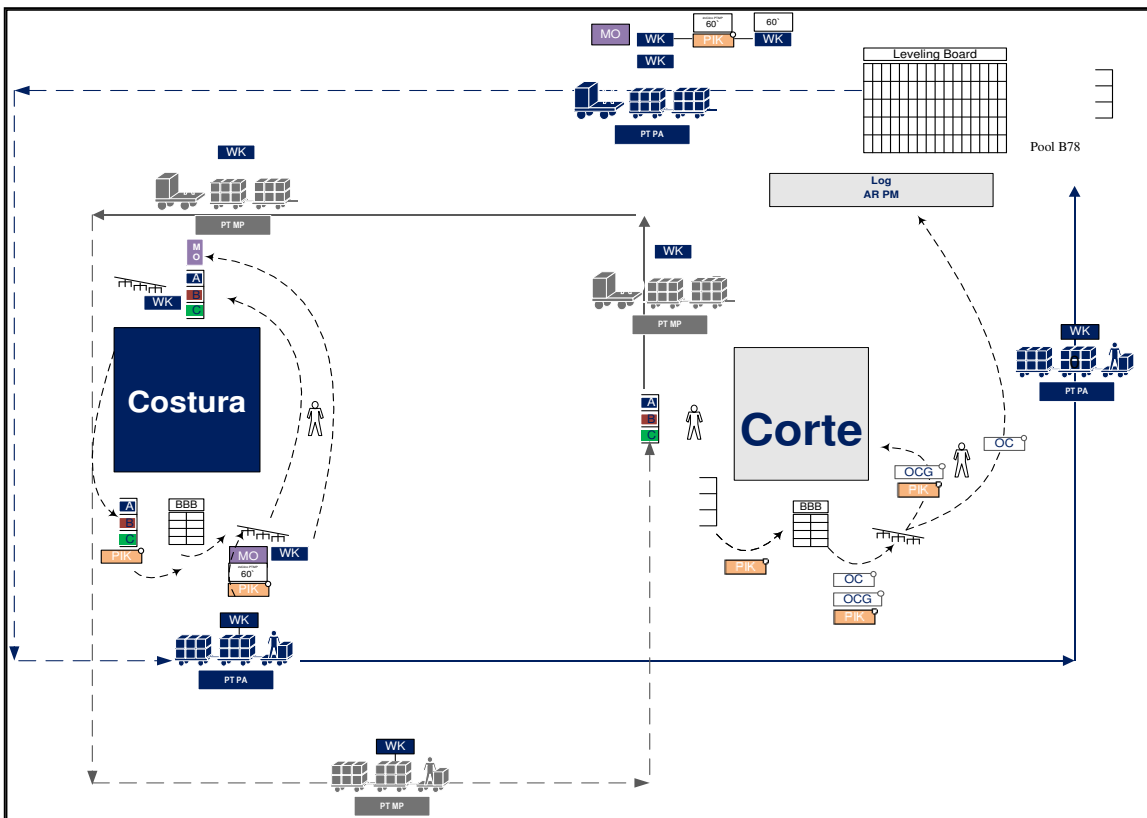


Figura 42 - Fluxo *kanban* - Pull.

#### 4.4.2 Sistema atual - *Pull mix*

Tendo em conta os problemas registados no fluxo de materiais e de informação, bem como o elevado *stock*, e uma vez que o sistema *kanban* não reage bem a diferenças de produção, era necessário encontrar uma solução viável para resolver estes problemas e que pudesse flexibilizar a produção.

Depois de analisado o sistema *Pull*, desde o início até ao final da cadeia, e por forma a eliminar muitas falhas de comunicação entre o corte e costura, uma vez que não havia um sincronismo perfeito entre estas duas áreas, sugeriu-se eliminar a ligação de informação existente entre a costura e o corte, bem como a não diferenciação entre referências *low runner* e *high runner*, para evitar algumas variações que causavam ao sistema.

Desta forma criou-se um sistema que conjuga o melhor do sistema *Pull*, onde quem dá início à produção de uma capa é o cliente, com o sistema *Push*, em que é “empurrado” para a costura o material que esta deve costurar.

Assim, a logística recolhe somente o que o cliente pediu. Na figura 43, é ilustrado de uma forma simplificada o funcionamento do novo sistema *Pull Mix*.

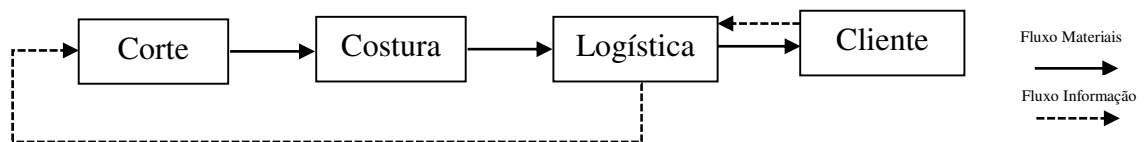


Figura 43 - Sistema *Pull Mix*.

Em relação ao sistema *Pull*, deixa de haver fluxo de cartas *kanban* entre a costura e a logística, sendo que o pedido é feito diretamente ao corte, tendo em conta a informação existente no *leveling board*, disponibilizado pela logística.

Sendo assim, a logística envia o pedido para o abastecimento do corte, via informática, e o operador do corte prepara a caixa e coloca na carruagem do comboio de abastecimento de matéria-prima. A carta *kanban*, que se encontra na caixa, é colocada no BBB do corte, sendo que só é dada ordem de corte de novas peças, assim que um lote for preenchido. De seguida, o comboio abastecedor coloca as caixas no lançador da costura. Este lançador servirá de sequenciador da produção, sendo que a primeira caixa no lançador é a primeira a costurar. Este lançador, tendo em conta a organização das várias famílias de produtos, está dividido por *CAV Textil/Mix*, *CAV Couro*, *DAV Textil/Mix* e *DAV Couro*.

A partir do momento que a logística dá ordem de abastecimento ao corte de uma determinada referência, esta deve estar pronta a ser recolhida ao fim de 4 horas. Depois desse tempo, o operador responsável pela recolha do produto acabado, retira a carta do *leveling board* e vai levantar a caixa de produto acabado e leva a caixa para a TPA / *Pool*, que é o espaço físico onde se encontra o produto acabado antes de ser carregado no camião. O esquema do funcionamento do novo sistema *kanban* é ilustrado na figura 44.

A implementação deste novo sistema permitiu a redução substancial de *stock* da produção, deixando praticamente de existir *stock* no final da linha de produção. Esta redução também teve impacto no *stock* em armazém, com a redução de 1,5 para 0,9 dias de *stock*, o que equivale a menos 1000 capas por dia. E no *stock* da costura houve uma diminuição de 0,1 dias de *stock*, equivalente a 200 capas por dia. Permitiu um aumento do DLE do projeto, em cerca de 10%. Isto só foi possível uma vez que foram reduzidos os fluxos de informação entre a área do corte e costura, e assim os operadores deixaram de se deslocar à zona de *stock* de matéria-prima.

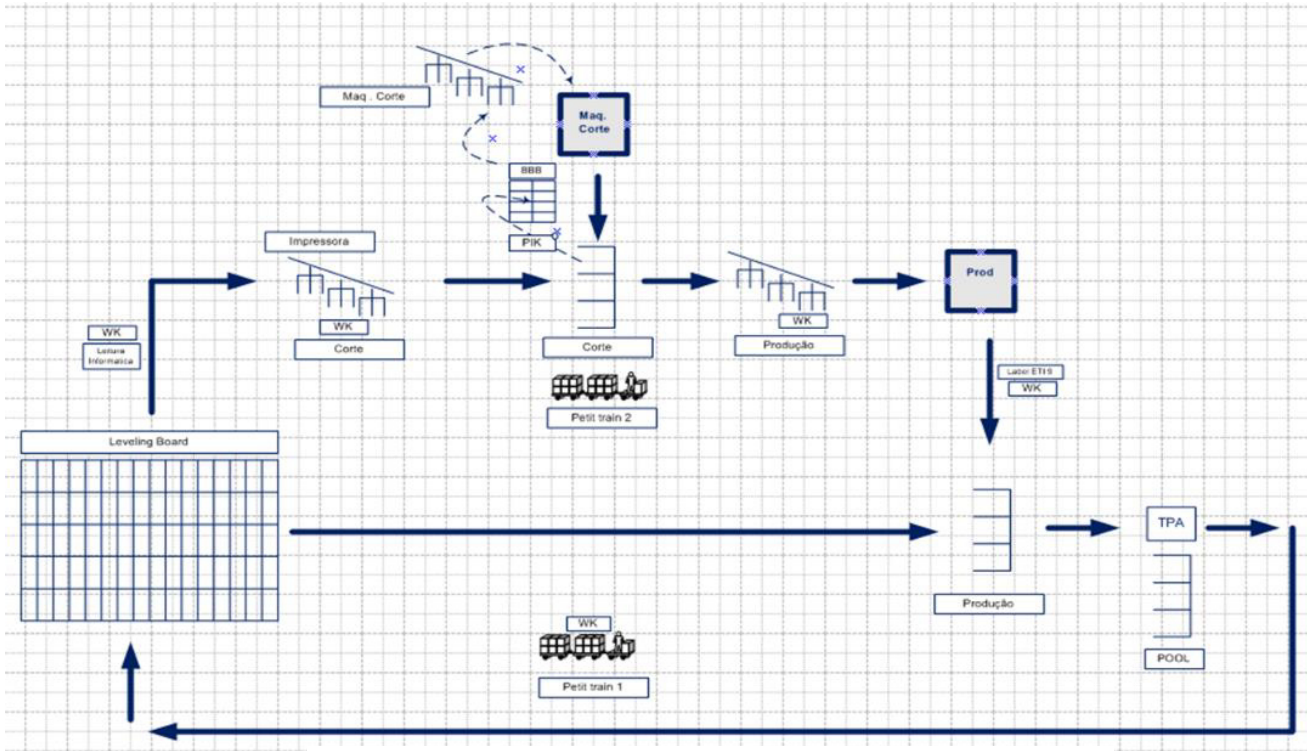


Figura 44 - Novo sistema *Pull Mix*.

Como em qualquer sistema de produção, este sistema *kanban* só funciona corretamente se tudo funcionar de forma alisada e constante, pois qualquer alteração súbita gera entropia no sistema e isso não é positivo.

Posta esta importante alteração e definido com todas as partes integrantes do sistema o novo fluxo, foi preciso dimensionar um novo BBB do corte, uma nova organização do *shop-stock* de corte, a criação de novas cartas *kanban*, o dimensionamento de um lançador, que servirá para sequenciar a produção da costura e o dimensionamento de novas *racks* (estruturas metálicas com várias prateleiras) para o *shop-stock* da costura.

## Dimensionamento do número de *kanbans*

Por forma, a que o sistema implementado possa funcionar e atingir os objetivos pretendidos é necessário dimensionar o número de cartas *kanban* que devem estar em circulação. Esse dimensionamento deverá refletir o pedido do cliente, tempos de espera no lançador e de acumulação do BBB. Desta forma, a quantidade dimensionada deverá ser a suficiente por forma a garantir a reposição de peças sem que isso coloque em causa o funcionamento do ciclo.

Esse dimensionamento é feito tendo por base alguns parâmetros relacionados com o sistema produtivo. Um desses parâmetros tem por base a capacidade de produção e o pedido do cliente (PDP). A capacidade produtiva instalada é de cerca de 2000 capas/dia e está dividida da seguinte forma: no turno 2 a produção de DAV's corresponde a 65% das capas produzidas, enquanto a produção de CAV's, corresponde a 35%. No turno 3 há uma inversão, a produção de CAV's corresponde a 65% enquanto a produção de DAV's a 35%.

Se no anterior sistema esta particularidade não era tida em conta, desta vez, com o balanceamento de produção entre as capas DAV's e CAV's, o sistema consegue adaptar-se a ambas as situações. Na tabela 4, é apresentado o tempo de espera de acumulação do BBB, para o modelo da capa com mais consumo, *BC Delice*, no turno 2 e 3.

	<b>Lead-time BBB Turno 2</b>	<b>Lead-time BBB Turno 3</b>
<b>CAV</b>	288 (min.)	167 (min.)
<b>DAV</b>	172 (min.)	306 (min.)

Tabela 4 - Diferença de *lead time* entre DAV e CAV.

Tendo em conta os resultados apresentados, foi tido como referência, para o cálculo do número de *kanbans* deste modelo de capa, o tempo máximo de *lead time*, 306 minutos.

Em relação ao tempo de espera no lançador do corte, foi definido um tempo de *standard* de 360 minutos para todos os modelos. Este valor foi obtido através de várias cronometragens realizadas ao longo de vários dias e dessa forma foi possível avaliar que o tempo médio de espera no lançador corresponde a cerca de 6 horas.

No caso do modelo *BC Delice*, o FOQ de corte definido foi de 144 capas. Este valor é definido tendo em conta a eficiência de corte e o pedido do cliente. Para esse FOQ de corte, o tempo de espera é de aproximadamente 4 horas. No total, o tempo de espera para a reposição de peças cortadas corresponde a 906 minutos.

<b>Lead time BBB</b>	<b>Lead time lançador corte</b>	<b>Lead-time de corte</b>	<b>Lead-Time Total</b>
306 (min.)	360 (min.)	240 (min.)	906 (min.)

Tabela 5- *Lead time* total.

Calculados os tempos de espera e definidos os lotes de produto acabado, 8 capas por caixa no caso dos CAV's e 6 no caso dos DAV's e de que lote económico estabelecido de peças cortadas corresponde a 2 caixas de produto acabado, ou seja, 16 para os CAV's e 12 para os DAV's, foi calculado o número de caixas necessárias, que corresponde ao número de *kanbans*. Sendo assim, o cálculo de *kanbans* pode ser definido a partir:

$$N^{\circ} \text{ Kanbans} = \frac{\text{Lead time total} \times \text{Procura}}{\text{Tempo produção}}$$

Considerando que o cliente pede cerca de 265 capas por dia, do modelo *BC Delice*, e que a embalagem de produto acabado é de 8 capas, a procura corresponde a cerca de 34 caixas por dia. Sendo assim, o número de *kanbans* para o caso particular de um CAV é de 34 cartas.

$$N^{\circ} \text{ Kanbans} = \frac{906 \times 34}{900}$$

$$N^{\circ} \text{ Kanbans} \cong 34 \text{ cartas}$$

Na tabela 6 é apresentado o resultado para as restantes capas. Este novo dimensionamento corresponde a um *stock* equivalente a dois dias de produção. O que é um valor razoável, uma vez que o tempo de espera para a reposição de um novo lote de corte, corresponde a aproximadamente 15 horas.

Modelo	Capa	Procura (capas/dia)	Embalagem produto acabado	Embalagem peças cortadas	FOQ de corte	Nº Cartas Kanban
<i>BC Delice</i>	CAVG	265	8	16	144	34
	CAVD	265	8	16	144	34
	DAVG	265	6	12	144	45
	DAVD	265	6	12	144	45

Tabela 6 - Dimensionamento do número de *kanbans*.

Para os restantes modelos de capas foi, também, definido o número de cartas em circulação. No total, o dimensionamento do novo sistema *kanban* resultou na necessidade de ter ao todo cerca de 518 cartas em fluxo. Em relação ao sistema anterior, há um acréscimo de cartas no ciclo, uma vez que as referências *low runner* entram no circuito normal e, que tendo em conta o balanceamento da produção, há necessidade de aumentar o *stock* de peças cortadas.

### Dimensionamento do BBB do corte

Tendo em conta os resultados obtidos no dimensionamento do *kanban*, foi necessário dimensionar o BBB do corte. Para tal, e tendo em consideração o número de cartas que constituem um lote (FOQ), foi definido o número de espaços necessários para cada referência no BBB, que corresponde ao FOQ-1. No caso do modelo *BC Delice* (CAV), o FOQ corresponde a cerca de 9 cartas, então o BBB tem que ter espaço para 8 cartas, que acumula à nona. Na figura 45, é ilustrado o dimensionamento do BBB para todos os modelos do projeto B78, em que a cada modelo de capa corresponde uma cor.

Modelo	Capa	FOQ de corte (capas)	Embalagem peças cortadas (capas)	FOQ de corte (caixas)
<i>BC Delice</i>	CAVG	144	16	9
	CAVD	144	16	9
	DAVG	144	12	12
	DAVD	144	12	12

Tabela 7 - FOQ de corte.

Figura 45 - Dimensionamento do BBB

## Cartas *kanban*

Para o novo sistema *kanban*, foi definido que apenas se manteria o fluxo de cartas na zona do corte, e tendo em conta o novo dimensionamento era necessário criar cartas mais atualizadas e com mais informação. Nesse sentido foi definida uma nova carta *kanban*, que além da referência do produto inclui, também, a informação do número de cartas existentes no fluxo, e da quantidade de peças que cada caixa deve ter. Um exemplo de carta definida é ilustrado na figura 46. Esta carta deve estar presente em todas as caixas que têm material cortado e que são colocadas no *shop-stock* do corte.

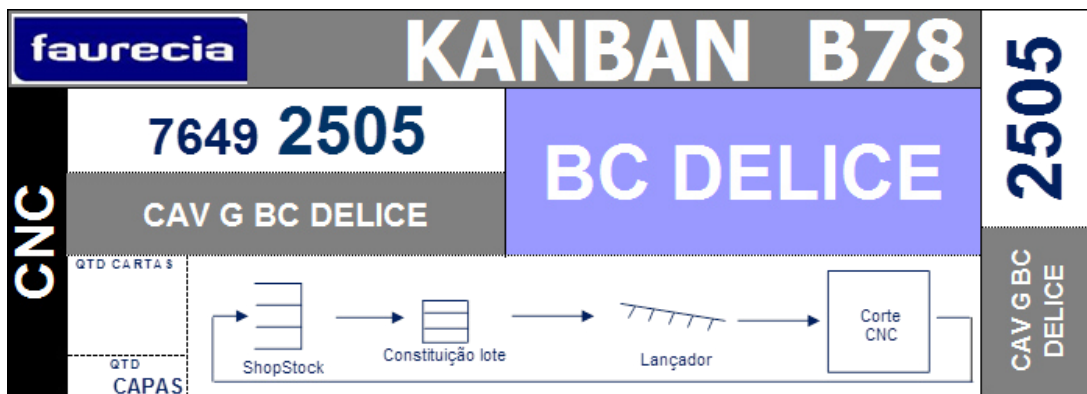


Figura 46 - Carta *kanban*.

## Dimensionamento do *Shop-Stock* do corte

A área do *shop-stock* de corte, tal como referido anteriormente, é uma zona física onde está localizado o *stock* de caixas com peças cortadas. Uma das alterações face ao anterior modelo de gestão prende-se pelo facto de agora todas as referências de capas terem um espaço físico no *shop-stock*, o que anteriormente não acontecia. Tendo em consideração este facto e também o cálculo de *kanbans*, que também corresponde ao dimensionamento do número máximo de caixas que se pode ter no *shop-stock*, teve-se que dimensionar a organização desta área.

O dimensionamento consistiu, numa fase inicial, tirar uma “fotografia” da situação inicial (figura 47) com o desenho do tipo de *racks* existentes, da capacidade de cada uma e das referências que estavam alocadas. Numa segunda fase, foi desenvolvido um novo *layout* (figura 48) que permite que todas as referências do mesmo projeto estejam próximas, o que permite reduzir o fluxo de materiais.

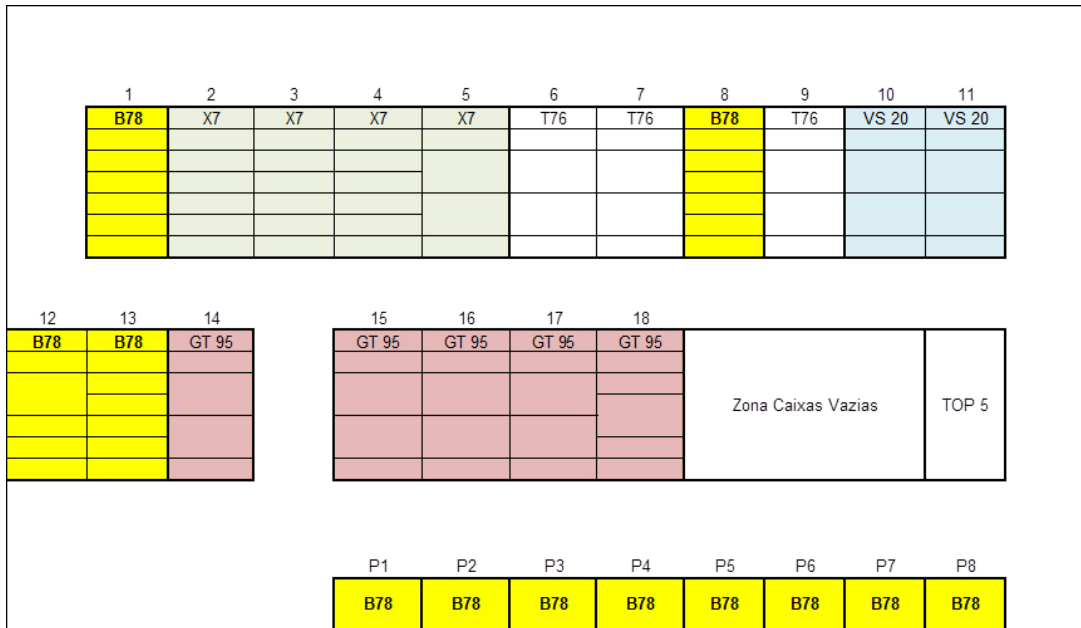


Figura 47 - *Layout* inicial Shop-stock corte.

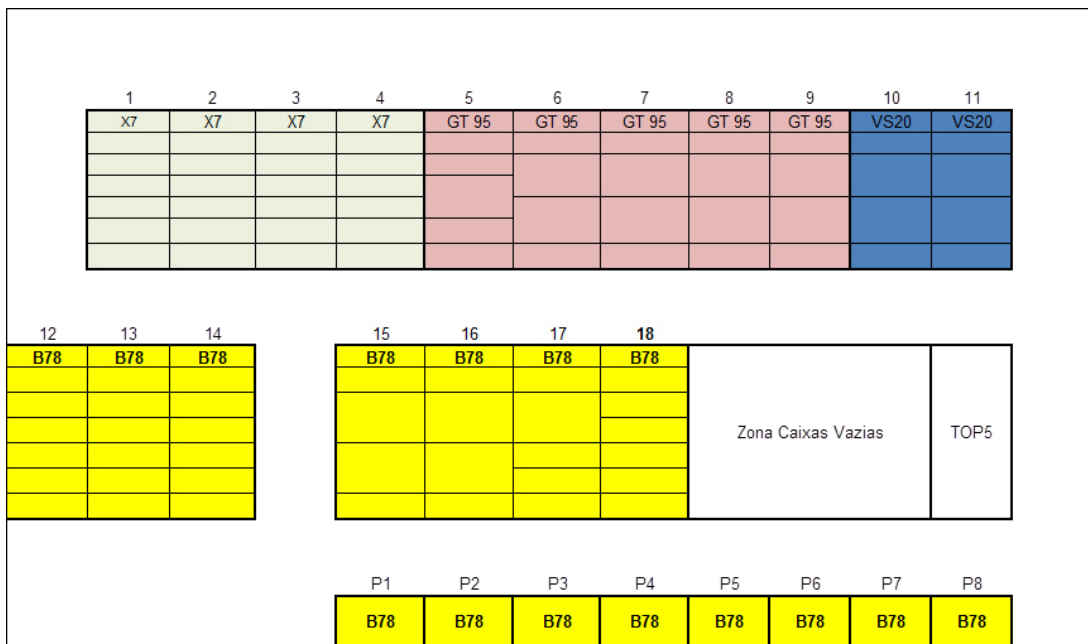


Figura 48 - *Layout* atual Shop-stock corte.

## Dimensionamento do lançador

O lançador na produção é um dos elementos diferenciadores do *Pull Mix*, pois é através deste que se vai sequenciar a produção no projeto B78. O lançador, ilustrado na figura 49, consiste numa *rack* com um determinado declive, que deve ser alimentado, no início, com caixas com peças cortadas, para no final, o operador da costura recolher a caixa para costurar as peças.

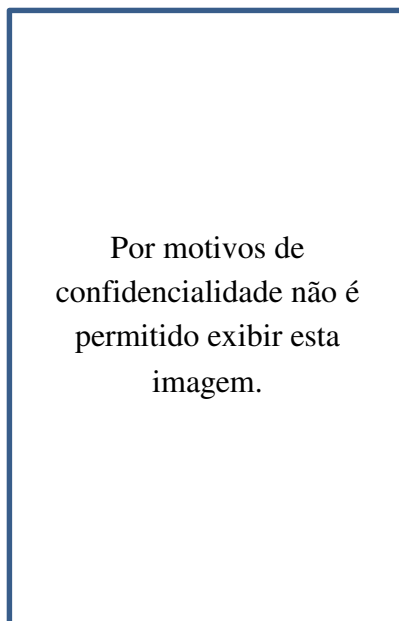


Figura 49- Lançador B78.

Para o dimensionamento da *rack* teve-se em consideração a capacidade de produção das diferentes linhas de produção, nos diferentes turnos, e da especificação de cada uma. No total, os GAPS do projeto B78 dividem-se em:

- CAV Têxtil/Mix;
- CAV Couro;
- DAV Têxtil/Mix;
- DAV Couro.

Posto isto, e tendo em conta o volume de capas produzidas em cada turno, foi estabelecido que o tempo mínimo de espera (*lead time*) no lançador equivale à soma de dois ciclos do comboio (PT) de abastecimento e do tempo de produção de uma caixa (ver tabela 8). Este tempo de espera serve de referência para o *stock* mínimo que deve estar no lançador.

	LT PT (min.)	LT produção (min.)	LT TOTAL (min.)	LT TOTAL (h)
CAV Têxtil/Mix	30	14,7	74,7	1,24
CAV Couro	30	23,7	83,7	1,39
DAV Têxtil/Mix	30	9,6	69,6	1,16
DAV Couro	30	15,7	75,7	1,26

Tabela 8 - Tempo de espera do lançador.

Tendo em conta esse valor, calculou-se o número de caixas com peças cortadas, que deveria estar no lançador, sabendo que o tempo de espera real teria que ser superior ao teórico calculado, ver tabela 9. O cálculo teve em consideração a quantidade máxima de capas que se produzem em cada turno, de cada tipo de capa, e a unidade de embalagem de uma caixa.

O número de caixas necessárias no lançador foi calculado da seguinte forma, em que o tempo de produção de turno considerado foi de 450 minutos:

$$\text{Caixas} = \frac{\frac{\text{Qtd Capas}}{\text{UC}} \times \text{T STD}}{\text{Tempo de Produção Turno (min.)}}$$

No total, o lançador de cada família de capas tem que ter uma capacidade para um máximo de 8 caixas.

Volume Turno	Lançador Teórico							Lançador Real		
	T2 (capas)	T3 (capas)	Sequenciador	UC	QTD Capas	T STD (min.)	Cxs	Cxs arred	Capas	T real (min.)
	384	490	1 CAV Têxtil/Mix	16	490	74,7	5,1	<b>6,0</b>	96,0	88,2
		190	2 CAV Couro DAV	10	190	83,7	3,5	<b>4,0</b>	40,0	94,7
	564	270	3 Têxtil/Mix DAV	12	564	69,6	7,3	<b>8,0</b>	96,0	76,6
	230		4 DAV Couro	8	230	75,7	4,8	<b>5,0</b>	40,0	78,3

Tabela 9 - Cálculo do *stock* no lançador.

### Dimensionamento do *shop-stock* da costura

No *shop-stock* da costura, as capas já estão prontas a ser recolhidas para serem enviadas para o cliente. Nesta última etapa havia bastante acumulação de *stock* de produto acabado, e com a implementação do novo sistema de gestão da produção, isso deixou-se de verificar sendo necessário redimensionar a capacidade de *stock* do *shop-stock* da costura.

Tal como sucedeu com o lançador, as racks, onde se colocam as caixas de produto acabado, também são divididas em 4 famílias, isto para facilitar o trabalho do operador que recolhe as caixas.

Para o cálculo da necessidade de espaço (ver tabela 10) foi tido em conta a capacidade diária de produção de cada GAP (PDP), no turno 2 e 3, a unidade de embalagem de produto acabado (PA) e teve-se em consideração um *stock* máximo de uma hora de produção. Isto porque, o tempo de ciclo do comboio de recolha de produto acabado é de 15 minutos, mas para fazer face a situações de pausa do comboio, sobretudo para lanche e descanso, é necessário ter uma margem adicional de segurança de 45 minutos.

<b>GAP</b>	<b>PDP</b>	<b>PA</b>		<b>Stock</b>
GAP 2B60	168	8	CAV Tex e Mix	3
GAP 2B61	216	8	CAV Tex e Mix	4
GAP 3B60	250	8	CAV Tex e Mix	5
GAP 3B61	240	8	CAV Tex e Mix	4
GAP 3B63	190	8	CAV Couro	4
<b>Total CAV</b>	<b>1064</b>			<b>20</b>
GAP 2B63	230	6	DAV Couro	6
GAP 2B64	282	6	DAV Tex e Mix	7
GAP 2B65	282	6	DAV Tex e Mix	7
GAP 3B65	270	6	DAV Tex e Mix	6
<b>Total DAV</b>	<b>1064</b>			<b>26</b>

Tabela 10 - Dimensionamento do *Shop-Stock* Costura.

A capacidade de armazenagem foi calculada a partir da seguinte fórmula, em que o tempo de produção útil considerado foi de sete horas e meia.

$$\text{Stock} = \frac{\text{PDP}}{\frac{\text{Tempo Produção do turno (h)}}{\text{PA}}}$$

Basicamente o que se obtém é o número de caixas de produto acabado que sai da produção a cada hora que passa. No total, a necessidade foi de cerca de 46 caixas, o que equivale a menos de metade do espaço disponível.

Tendo em conta o agrupamento por família e a necessidade de espaço em cada turno, é necessária ter uma *rack* para CAV Textil/Mix com pelo menos 9 espaços, uma *rack* para CAV Couro com 4 espaços, uma *rack* para DAV Textil/Mix com 14 espaços e outra para DAV Couro com 6 espaços.

Com o novo sistema *Pull mix* foi possível reduzir a área disponível de *stock* de produto acabado, uma vez que passou a haver menos 200 capas no *shop-stock* de costura.

## 4.5 Análise aos 5'S

Os 5'S é uma metodologia *lean* bastante difundida pelas diversas indústrias e que assume particular importância na Sasal, que pretende tornar-se num exemplo no que toca à organização, arrumação, limpeza, uniformização e disciplina, que são os grandes chavões da metodologia 5'S.

O destaque dado a esta ferramenta começa desde logo a partir dos cargos de chefia, que sempre que possível dão o exemplo e reforçam a ideia de que a implementação desta metodologia contribuiu para um melhor bem-estar das pessoas, evitando possíveis acidentes, criando um bom ambiente de trabalho, ajudam a identificar e eliminar desperdícios e muito importante, reforça a imagem de organização e qualidade perante os clientes, cujas visitas são frequentes. Por forma a dar continuidade aos objetivos traçados, existem implementados na empresa, ferramentas que visam incentivar o cumprimento das normas 5'S, desde logo a começar pelo *zoning*. O *zoning* é das aplicações mais facilmente visíveis na fábrica, por forma a melhorar a organização, arrumação e a segurança, que consiste na delimitação de espaços, objetos, zonas de trabalho, corredores de peões ou máquinas, através do uso de fita adesiva colorida. Das principais vantagens do uso do *zoning* destacam-se a delimitação de determinados objetos móveis (caixotes de resíduos, mesas de suporte, máquinas), limitação das zonas para material rejeitado (identificadas a vermelho), zonas de retrabalho (identificadas a amarelo), a clarificação dos fluxos de peças, componentes, pessoas e máquinas. Na figura 50, é possível verificar um exemplo de utilização do *zoning* na delimitação de um GAP, da zona de material rejeitado e do quadro GAP (quadro onde são disponibilizadas várias informações sobre o GAP).

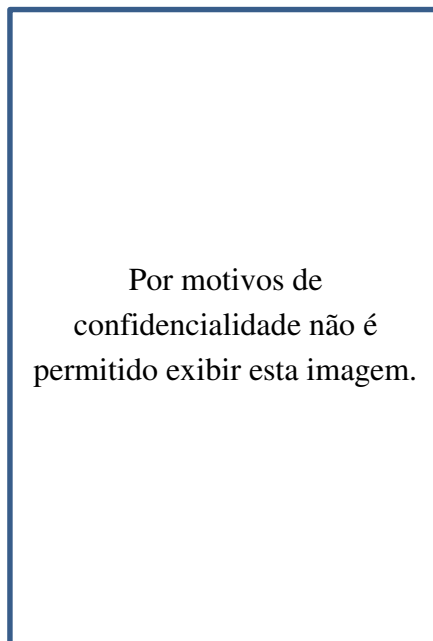



Figura 50 – Quadro GAP e exemplo de utilização de *zoning*.

Uma das ferramentas mais importantes utilizadas por forma a medir o seguimento das normas 5'S e a sua implementação são as auditorias aos 5'S.

As auditorias aos 5'S são uma prática implementada em todas as áreas da fábrica, cujo principal objetivo é garantir que as áreas estejam de acordo com os *standards* de organização, limpeza e manutenção estabelecidos.

Nas áreas de produção, as auditorias são realizadas semanalmente às linhas de produção por parte do GAP Líder e os resultados são publicados no quadro GAP (figura 51). No que respeita às áreas não produtivas, existe um plano mensal onde todos os colaboradores das funções de suporte (MOI) são convocados a realizar auditorias a várias áreas de trabalho da fábrica, nas quais se incluem os escritórios, salas de reuniões, casas de banho, cantina e exterior.

Para cada área existe uma folha de auditoria 5'S (figura 51) e um responsável da área, cujas principais responsabilidades são garantir a manutenção das normas 5'S.



Por motivos de confidencialidade não é permitido exibir esta imagem.

Figura 51- Documento de Auditoria 5'S.

Na folha das auditorias 5'S deve constar o nome e número da área, as fotos "OK" e "NOK", o gráfico atualizado das auditorias realizadas mensalmente e o plano de limpeza da área.

Na parte de trás estão identificados os vários pontos que devem ser auditados, respeitantes às 5 principais normas dos 5'S, segundo a Faurecia: "Eliminar, Organizar, Limpar, Normalizar e Respeitar". O auditor classifica com 1 se o ponto está "OK" ou com 0 se "NOK". Para qualquer ponto classificado com 0, deverá fazer um breve comentário do constatado, para que o responsável pela área tome conhecimento e sugira uma ação a tomar para resolver o problema e definindo uma data para a resolução do mesmo. No final da folha o auditor obtém o resultado, que é positivo se estiver acima dos 85%, e publica o mesmo no quadro "Planeamento 5'S", onde está publicado quem e quando deve realizar a auditoria.

No final de cada mês é feito o balanço das auditorias realizadas e dos resultados obtidos por forma a poder analisar o estado 5'S geral da fábrica, identificar as áreas mais críticas e procurar soluções para melhorar os resultados obtidos.

No período em que decorreu o estágio os resultados obtidos foram muito constantes (ver tabela 11). Ainda assim, e porque não podemos estar satisfeitos com estes resultados, foram analisadas as áreas com piores resultados e tendo em conta os principais problemas encontrados (falta de identificações, material degradado, falta de *zoning*) foi definido, com o responsável de cada área, um plano de ações para melhorar os resultados. Com esta ação pretendia-se um aumento do resultado geral da fábrica para cerca de 92%, no mês de Junho. No final, as medidas traduziram-se num aumento de 3%, acabando o mês de Junho, com um resultado ligeiramente inferior ao pretendido, cerca de 91%.

Mês	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Resultados 5'S	90%	90%	89%	89%	91%

Tabela 11 - Resultados 5'S.

Um dos problemas que foi notado durante o acompanhamento e análise dos resultados 5'S foi o facto de alguns auditores não realizarem as suas respetivas auditorias. Por vezes a realização de auditorias 5'S fica para segundo plano, pois há colaboradores que por sobrecarga de trabalho ou por não acreditarem no sucesso dos 5'S, não realizam as auditorias. Por forma a incentivar uma melhor aderência, implementou-se um sistema de classificação da aderência que se baseou no seguinte: por cada semana em atraso o auditor era classificado com menos 25%, sendo que máximo era 100% e o mínimo 0%. No final de cada mês os resultados eram divulgados.

Para a realização das auditorias haviam 2 equipas compostas por cerca de 20 auditores cada, e que intercalavam, mês sim mês não, na realização das auditorias. A implementação do seguimento à aderência 5'S mostrou-se bastante eficaz pois os resultados melhoraram consideravelmente, ver tabela 12.

Mês	Abril (Equipa 1)	Maior (Equipa 2)	Junho (Equipa 1)
Resultados	71%	79%	86%

Tabela 12 - Resultados à aderência 5'S.

Depois de iniciado o processo de adesão aos 5'S, no primeiro mês o resultado obtido foi de 71%, sendo que o aumento registado nos meses seguintes comprovaram a eficácia da medida.

Das principais vantagens observadas da implementação da metodologia 5'S destacam-se:

- A organização e limpeza dos espaços da produção;
- Arrumação do material de trabalho, existe um local definido e identificado para cada coisa e cada coisa está no seu lugar;
- Incentiva ao zelo pelo espaço e manutenção do bom estado geral dos materiais por parte de todos os colaboradores;
- A limpeza e a organização têm contribuído para a prevenção de acidentes.

Os 5'S revelam-se uma ferramenta muito importante e indispensável a qualquer indústria ou área de trabalho, mas a sua implementação só depende da vontade das pessoas em contribuírem para um ambiente mais seguro, organizado e limpo.

## 5. Conclusão

Pouco depois da segunda guerra mundial, a Toyota foi capaz de se reinventar e criou aquele que ficou conhecido como o Sistema de Produção Toyota. Este novo sistema, que aliado a novas ferramentas e técnicas de gestão e sustentado numa diferente forma de pensar, foi capaz de tornar obsoleta parte da indústria mundial, passando a Toyota a ser um caso de estudo.

Nos dias que correm, as mesmas filosofias e técnicas preconizadas pela Toyota começam a ser difundidas pelas diferentes indústrias, sobretudo devido à necessidade que as organizações têm de fazer face à enorme pressão competitiva a que estão sujeitas.

Com a elaboração do presente trabalho, pretendeu-se demonstrar a influência da filosofia *lean*, dos seus princípios e das suas ferramentas, num contexto real de trabalho. Ao longo deste período de estágio foi possível contactar com algumas ferramentas *lean* e absorver os principais princípios e filosofias defendidos pela empresa. Nesse sentido, foram realizadas várias ações de melhoria contínua, sempre com o objetivo de eliminar desperdícios. Foi assim com a realização de uma ação *Hoshin*, que possibilitou a redução de 152 segundos no tempo de ciclo e do conseqüente aumento da eficiência produtiva em 7%, na produção de uma capa. Com redimensionamento de *layout* de alguns escritórios, foi possível melhorar o fluxo de informação, melhorar as condições de trabalho e aumentar a capacidade em 10 novos postos de trabalho.

No redimensionamento do *layout* da produção obteve-se um ganho de 130 m<sup>2</sup> na área produtiva, possibilitando desta forma a criação de 5 novas linhas de produção.

A implementação de um novo sistema *kanban* provocou melhorias significativas na organização da produção. Esta alteração veio facilitar a comunicação entre diferentes áreas de produção e contribuiu para a redução significativa de inventário, em cerca de 200 capas no *stock* da costura e perto de 1000 capas no armazém, por dia.

A análise realizada para compreender o fluxo *kanban* foi essencial para detetar as principais dificuldades e assim criar soluções alternativas. A alteração do fluxo de informação das cartas *kanban*, que antes funcionava numa lógica *Pull*, passou a funcionar utilizando o melhor da lógica *Pull* e *Push*. Ainda assim, há que consolidar este processo junto dos colaboradores, pois possíveis falhas, que existam no fluxo das cartas, contribuem para a desorganização da produção.

Uma das ferramentas *lean* mais divulgadas e conhecidas são os 5'S. A facilidade com que pode ser implementada e os rápidos resultados que são facilmente observados são um dos fatores responsáveis pela sua utilização. Na Sasal, o sistema de auditorias 5'S já está implementado e os resultados são visíveis, apresentando um elevado desempenho no que toca à organização, limpeza e arrumação. Apesar disso, é necessário fomentar junto dos colaboradores, a necessidade de zelar pela organização, limpeza, arrumação e manutenção das várias zonas da fábrica, através do seguimento da aderência às auditorias e da análise dos resultados dessas mesmas auditorias. Através da dissecação dos resultados das auditorias, foi possível identificar as áreas com piores desempenhos e identificar os principais problemas.

No final conseguiram-se resultados positivos, com o aumento da aderência aos 5'S e dos resultados 5'S da fábrica.

A melhoria é um processo contínuo, e apesar dos ganhos obtidos representarem uma mais-valia para a empresa, ainda há um longo caminho a percorrer na cimentação de alguns processos e adaptação ao *being lean*. Um dos problemas identificados na implementação de algumas ações de melhoria contínua é a desconfiança em relação à mudança e a crença de que tudo está otimizado. A falta de cultura de mudança, de visão futura e de que nada precisa de ser melhorado, são das principais entropias na consolidação de novos processos. Deve continuar-se a reforçar a ideia, junto dos colaboradores, de que nem tudo está mal, mas que há espaço para melhorias e que eles são peças importantes em qualquer mudança. As pessoas são o ativo mais importante de cada organização e a valorização da sua experiência e conhecimento devem ser devidamente utilizados em prol dos interesses da empresa.

O estágio foi bastante desafiante e extremamente enriquecedor, quer a nível pessoal quer a nível profissional. Tive a oportunidade de trabalhar numa empresa cujos principais princípios se baseiam na filosofia iniciada pela Toyota, na melhoria contínua e eliminação de desperdício. Num futuro trabalho, seria interessante quantificar, em dinheiro, o ganho obtido através das ações de melhoria realizados em relação aos recursos despendidos na sua implementação, para assim poder quantificar a mais-valia do *being lean*.

Mais do que as ferramentas que estiveram ao meu dispor, o mais importante foram os ensinamentos que me foram incutidos e que foram importantes para alcançar um trabalho bem feito. As pessoas são parte da mudança e cabe a nós saber fazer parte dela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chase, Richard B., Jacobs, F. Robert e Aquilano, Nicholas J. (2006).** *Administração da Produção e Operações para Vantagens Competitivas*. São Paulo : McGraw-Hill, 2006. ISBN 85-86804-69-X.
- Citeve. (2012).** *Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean*.
- Citisystems. (2012).** *Cristiano Silveira*. [Online] 22 de Novembro de 2012. [Citação: 17 de Abril de 2015.] <http://www.citisystems.com.br/andon/>.
- Colin, JM. (2010).** *Hoshin Methods Guide*. s.l. : Faurecia, 2010. Vols. FAU-S-PSG-5001/EN.
- Faurecia. (2014).** *A global player in the automotive industry*.
- Faurecia. (2015).** About us. *Faurecia*. [Online] 2015. [Citação: 31 de 05 de 2015.] <http://www.faurecia.com/en/le-groupe/faurecia-worldwide>.
- Guichard, João. (2009).** *"Sistema de Produção Pull" realizado na Bosch Car Multimedia Portugal*. Porto : s.n.
- Liker, J. (2003).** *Toyota Way: 14 Management Principles From The World'S Greatest Manufacturer*. s.l. : McGraw Hill.
- Melton, T. (2005).** The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, pp. 662-673.
- Onho, T. (1997).** O Sistema Toyota de Produção. [autor do livro] T. Ohno. *O Sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre : Bookman.
- Pinto, João Paulo. (2008).** *Pensamento Lean*. Lisboa : Lidel.
- Riezebos, J. Klingenberg, W., Hicks, C. (2009).** Lean Production and information technology: Connection or contradiction? *Computers in Industry*, pp. 237-247.
- Rother, M. e Shook, J. (1999).** *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Brookline, Massachusetts : The Lean Enterprise Institute.
- Santo, Maria Sofia de Moura e Roxo Espírito. (2005).** *Eficiência do Sistema de Produção – Linha Modelo” na Faurecia*. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Schroeder, Roger. (2008).** *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*. New York : McGraw-Hill.
- Strategos, Inc. (2009).** A Brief History of Lean, Just-In-Time, Toyota Production System & Lean Manufacturing. [Online] 2009. [Citação: 26 de 01 de 2015.] [http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.htm](http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm).
- Vieira, Luís Féteira Silva. (2010).** *Aplicação de Lean Manufacturing na Linha Produtiva da Fedima Tyres*. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa.
- Wikipédia.(2015)** Shigeo Shingo. *Wikipédia*. [Online] [Citação: 8 de Maio de 2015.] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Shigeo\\_Shingo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Shigeo_Shingo).
- Womack, J.P., Jones, D.T., Ross, D. (1990).** *The machine that changed the world*. New York : Macmillan Publishing Company.