



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Ana Filipa Barros Dias

LEAN THINKING E A SUA OPERACIONALIZAÇÃO
UM CASO DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

**Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Gestão orientado
pela Professora Doutora Patrícia Helena Ferreira Lopes de Moura
e Sá e apresentado à Faculdade de Economia.**

Outubro de 2020



FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

LEAN THINKING E A SUA OPERACIONALIZAÇÃO

UM CASO DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Ana Filipa Barros Dias

Relatório de Estágio no âmbito do Mestrado em Gestão orientado pela Professora Doutora Patrícia Helena Ferreira Lopes de Moura e Sá e apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para obtenção do Grau de Mestre.

Outubro de 2020

Agradecimentos

Um agradecimento a toda a equipa da Huf Portuguesa, pela forma como me receberam e pelo bom ambiente que caracteriza esta empresa. Agradeço em especial a todos os colegas do departamento da Qualidade por me fazerem sentir parte desta grande família e pela aprendizagem ao longo do, ainda que curto, período de estágio. São pessoas que levo na minha memória e que deixaram uma marca muito positiva.

À Professora Doutora Patrícia Moura e Sá, o meu obrigada pela sua disponibilidade e toda a ajuda que me deu na escolha do melhor caminho a seguir, para que fosse possível concluir esta etapa com sucesso.

Muito obrigada a todos que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram ao longo de todo o meu percurso e na concretização dos meus sonhos. Aos meus pais e avós maternos. À Cristiana e à Daniela. A todos os que considero a minha família, mesmo sem haver um laço de sangue.

Muito grata aos meus, à Universidade, à sua Faculdade de Economia

e a ti, Coimbra!

“We are what we repeatedly do.
Excellence, then, is not an act but a habit.”

Aristóteles

Resumo

As empresas enfrentam constantes desafios no decorrer da sua atividade, resultantes de fatores como as exigências cada vez maiores por parte do mercado. Estas por sua vez implicam vantagens competitivas sustentáveis, que permitam estar um passo à frente da concorrência. Neste sentido, o foco no cliente e a criação de valor de acordo com a sua perspectiva é fulcral.

O trabalho desenvolvido nas unidades produtivas tem também um papel preponderante na competitividade. A minimização de atividades que não acrescentem valor, a eliminação de desperdícios e a maximização da eficiência são essenciais para garantir uma capacidade de resposta mais rápida e flexível e produtos com uma qualidade superior. O bom desempenho e o sucesso de empresas inseridas na indústria, nomeadamente automóvel, dependem de sistemas de gestão da qualidade, cuja implementação viabilize a prossecução dos seus objetivos e assegure a sua melhoria contínua.

O presente relatório reporta as principais atividades desenvolvidas no âmbito do estágio curricular realizado na Huf Portuguesa e foca-se no *Lean Thinking*. No sentido de ilustrar esta abordagem, é apresentado um caso prático de aplicação a um processo de produção de puxadores de portas, o qual consiste numa célula de produção com um *layout* caracterizado por algumas ineficiências e alguns *muda* relacionados com tempos de espera, deslocações e transporte desnecessários. Foram feitas observações de campo e a respetiva análise dos dados obtidos para a identificação de pontos críticos suscetíveis a alterações com a finalidade de melhorar a eficiência do fluxo produtivo.

As propostas a implementar permitem melhorias consideráveis, primeiramente através da alteração do *layout* e, posteriormente por meio de correções de ineficiências a nível dos equipamentos. Destaca-se em especial a automação da célula de produção, uma vez que aumentaria a capacidade de resposta às necessidades dos clientes.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade; *Lean Thinking*; Sistema de Produção *Lean*; Desempenho Operacional; Melhoria Contínua

Abstract

Companies face constant challenges on their daily activity as a result of the increasing market demands. A sustainable competitive advantage is critical in order to succeed as it allows to be one step ahead comparing to the competition. Therefore, customers' needs and value creation according to their point of view is the starting point of a long journey. As well as the fact that a well-planned and defined strategy is what justifies getting it out of paper.

The operations of the manufacturing plants are highly important when it comes to competitiveness. Non-value-adding activities must be minimized, all the waste eliminated, and the efficiency ameliorated to increase the capacity to respond to customers' demands and to final products with better quality. A good performance and the success of industry companies', as in this case the automotive industry, depend on quality management systems in order to achieve goals and assure continuous improvement.

This report exposes the main activities developed within the scope of the internship carried out at Huf Portuguesa and focuses on Lean Thinking. To illustrate this approach is presented a case of Lean implementation in door handle process production, which consists of cellular manufacturing area with a layout that presents some inefficiencies and some wastes related to waiting times, unnecessary movements and transportation. Observations in field were made and data analysis allowed to identify critical points susceptible to changes in order to improve the effectiveness of the production flow.

The suggestions to be implemented allow considerable improvements, primarily by altering the layout and afterwards by correcting minor inefficiencies at equipment level. Cell automation would be a strong option to consider, as it would increase the responsiveness to costumers' needs.

Keywords: Quality Management; Lean Thinking; Lean Production; Operational Performance; Continuous Improvement

Lista de Abreviaturas

GQT – Gestão da Qualidade Total

JIT – *Just in Time*

MPT – Manutenção Produtiva Total

OEE - Eficiência Global dos Equipamentos

GRH – Gestão dos Recursos Humanos

P.V.F. – Produtos em Vias de Fabrico

P.A. – Produtos Acabados

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Missão e pilares essenciais	5
Tabela 2 - Valores estratégicos	6
Tabela 3 - Funções do departamento da Qualidade	12
Tabela 4 - Sete Desperdícios (adaptado Hines & Rich, 1997).....	23
Tabela 5 - Seis grandes perdas OEE (adaptado Chan et al., 2005).....	29
Tabela 6 - Avaliação do desempenho <i>Lean</i> (adaptado Pakdil & Leonard, 2014).....	35
Tabela 7 – Taxas de eficiência dos equipamentos integrantes de cada posto	45

Lista de Figuras

Figura 1 – Distribuição do volume de negócios por cliente	4
Figura 2 – Integração dos sistemas de gestão	7
Figura 3 - Sistemas de autorização e entrada passiva.....	9
Figura 4 - Sistemas de fechaduras mecânicas	9
Figura 5 - Sistemas de autorização de condução	9
Figura 6 - Sistemas de puxadores	9
Figura 7 - Sistemas de autorização à retaguarda	10
Figura 8 - Organograma da empresa	11
Figura 9 - Perspetivas <i>Lean</i> (adaptado Hines et al., 2004)	20
Figura 10 - Metodologia 5S (adaptado Accept, 2019)	26
Figura 11 - Representação de uma situação de <i>bottleneck</i>	27
Figura 12 - Práticas operacionais <i>Lean</i> (adaptado Shah & Ward, 2007)	31
Figura 13 - Processo de adaptação <i>Lean</i> (adaptado Lewis, 2000)	32
Figura 14 - <i>Layout</i> inicial da célula de produção	38
Figura 15 - Tempos de ciclo totais de cada posto de trabalho.....	40
Figura 16 - Mapeamento do fluxo de valor	41
Figura 17 - Paragens de produção não programadas e respetivas causas.....	42
Figura 18 - Distribuição das causas de paragem não programada	44
Figura 19 – Revisão do <i>layout</i>	47
Figura 20 - Proposta de novo <i>layout</i>	47

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Abreviaturas	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Introdução	1
Parte I: Apresentação da Empresa	3
1.1. Breve Descrição	4
1.2. Visão, Missão e Valores	5
1.3. Política Integrada dos Sistemas de Gestão	7
1.4. Produtos	8
1.5. Estágio Realizado	11
Parte II: <i>Lean Thinking</i> - Enquadramento Teórico	17
2.1. Origem e Evolução	18
2.2. Princípios e Estratégia	20
2.3. <i>Muda</i> e Práticas Operacionais	22
2.4. Indicadores de Avaliação	33
Parte III: Caso Prático de Aplicação <i>Lean</i>	37
3.1. Caracterização	38
3.2. Observações e Análise	39
3.3. Propostas	46
Conclusão	49
Bibliografia	53

Introdução

A história da gestão da qualidade prova que esta tem sido capaz de se adaptar a novas circunstâncias de forma contínua, de modo a integrar novas ideias, métodos e práticas. A sua evolução ao longo dos tempos permite constatar que é um processo dinâmico e capaz de inovar com um vasto leque de abordagens que a tornam um sistema de gestão essencial (Dahlgaard, 1999).

No início da era industrial, o objetivo consistia em produzir grandes volumes de produtos *standard* a baixos custos – a produção em massa. A qualidade era somente aplicada numa perspetiva de controlo e inspeção (Yin, Stecke, & Li, 2018). Mais tarde, Juran (1986) apresenta a trilogia da qualidade que introduziu a abordagem preventiva da qualidade. O planeamento passou a ser o ponto de partida, o qual serve de base para o controlo e consequentes sistemas de melhoria.

A qualidade tornou-se assim uma responsabilidade de todos os níveis hierárquicos e de todos os departamentos que constituem uma organização (Dahlgaard, 1999). Esta é uma premissa na qual se baseia todo o sistema *Lean*, que implica o envolvimento de todos no sentido de aumentar a eficiência e flexibilidade, constituindo uma evolução relativamente à produção em massa (Yin, Stecke, & Li, 2018).

A filosofia *Lean* veio marcar a diferença e dar prioridade às necessidades dos consumidores através da eliminação de todo o tipo de desperdícios, da otimização de processos e da criação de valor com a finalidade de garantir a sua satisfação (Maguad, 2006). Esta é a temática dominante deste relatório, cuja implementação se estendeu da indústria automóvel aos mais diversos setores.

Neste caso específico, será estudada a aplicação no âmbito do setor que lhe deu origem, sendo que a entidade onde decorreu o estágio entre 4 de fevereiro e 12 de março do ano de 2020 é uma fornecedora de componentes automóveis. O presente relatório divide-se em três partes essenciais, que consistem na apresentação da empresa e caracterização do estágio, o enquadramento teórico de alguns conceitos e práticas essenciais do *Lean Thinking* e, por fim, na ilustração da sua aplicação a um caso real.

Numa primeira fase, é descrita a atividade da empresa, especificada a sua componente estratégica e apresentados os respetivos produtos. Uma vez que o estágio se inseriu no departamento da Qualidade, é feita uma descrição das suas principais funções e da sua importância. Por fim, é apresentado o plano de estágio, as tarefas desempenhadas e as circunstâncias que levaram ao seu cancelamento do mesmo.

Com base no período de estágio, o *Lean Thinking* foi definido como a temática a desenvolver ao longo deste relatório. O enquadramento teórico inicia-se com a apresentação do contexto que levou ao seu surgimento e evolução, seguida da caracterização da sua vertente estratégica. A nível operacional são especificados os sete desperdícios que o sistema de produção *Lean* pretende minimizar, recorrendo às várias práticas que são apresentadas e que se inserem no âmbito da gestão da qualidade. Uma vez que a avaliação do desempenho é crucial em qualquer sistema de gestão, são também identificadas várias dimensões e métricas para averiguar o impacto da filosofia *Lean* nas organizações.

Posteriormente, o caso prático apresenta uma caracterização do processo de fabrico de puxadores de portas e da respetiva área de produção onde se insere. O objetivo passa por analisar os desperdícios resultantes da configuração da célula de produção através de observações de campo. A análise destes dados e os cálculos efetuados, como o da eficiência dos equipamentos e da relação entre capacidade produtiva e as necessidades dos clientes, permitem retirar conclusões e sugerir propostas de melhoria à luz do que foi abordado na revisão de literatura.

Por fim, a conclusão sintetiza as considerações finais acerca do decorrer do estágio e de toda a exposição feita ao longo do relatório. As limitações do caso prático exposto são também apontadas, assim como novas abordagens relacionadas com a temática do *Lean Thinking*.

Parte I

Apresentação da Empresa

1.1. Breve Descrição

A Huf Portuguesa, instalada em Tondela desde 1991, é uma das empresas pertencentes ao Grupo Huf. A sua origem remonta a 1908 com sede na Alemanha e atualmente está presente nos continentes europeu, americano e asiático.

A sua principal atividade passa pelo fabrico e comercialização de componentes para a indústria automóvel. A sua carteira de clientes engloba as mais relevantes marcas do setor, nomeadamente a *Geely/Volvo* e a *PSA/Opel*, seguidas da *BMW*, *Ford* e *Volkswagen*, sendo que a *Daimler* e a *Fiat Chrysler Automobiles* representam o menor volume de negócios (cf. Figura 1).

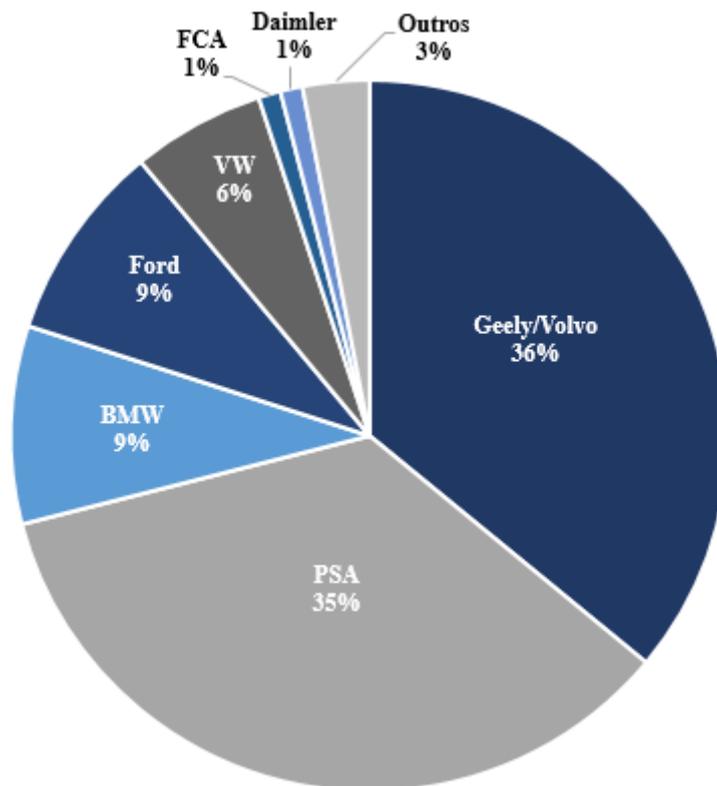


Figura 1 – Distribuição do volume de negócios por cliente

No sentido de atender às necessidades dos seus clientes, a Huf Portuguesa conta com uma força de trabalho de cerca de 450 colaboradores e uma área de produção com cerca de 5900 metros quadrados agrupada por marcas automóveis e tipos de produtos com *layout* celular e métodos de produção contínua, o que permite um processo mais eficaz.

A empresa tem sido reconhecida pelas suas iniciativas de responsabilidade social e pelas melhores práticas de cidadania devido ao seu contributo para o desenvolvimento local e regional. A sua colaboração estende-se a um diverso leque de entidades desde o setor da educação, ao desporto, à cultura, a causas sociais e ambientais.

Em 2013, passou a integrar a iniciativa de responsabilidade corporativa das Nações Unidas (*UN Global Compact*). Nos últimos 15 anos, tem vindo a ser reconhecida como um dos empregadores mais respeitados em Portugal, de acordo com estudos realizados pelo *Great Place to Work Institute*.

1.2. Visão, Missão e Valores

O propósito da Huf Portuguesa prende-se com a seguinte aspiração: “Ser um modelo de excelência no sector com a melhor tecnologia para o melhor produto garantido por uma grande equipa.”¹ Neste sentido, a sua missão foca-se em quatro pilares essenciais: os clientes, os colaboradores, os acionistas e a sociedade. Cada um com as suas respetivas especificidades e características apresentadas na Tabela 1.

Cientes	Satisfação do cliente interno e externo; Viver a nossa cultura de qualidade; Melhoria contínua;
Colaboradores	Motivação e reconhecimento sincero; Comunicação; Formação e aprendizagem contínuas;
Shareholders	Atuar unidos para o bem comum de todos; Rentabilidade;
Responsabilidade Social	Integridade ambiental e de segurança.

Tabela 1 – Missão e pilares essenciais²

¹ Política Integrada dos Sistemas de Gestão (Huf Portuguesa, 2019)

² Relatório de Saúde e Segurança (Huf Portuguesa, 2018)

Como suporte à sua estratégia, a empresa rege-se por valores que sustentam a sua identidade e forma de atuar. Estes valores estão maioritariamente ligados ao bem-estar dos recursos humanos e à ideologia de que a força de trabalho é o seu principal recurso e a chave para a excelência, como é evidenciado na Tabela 2.

Pessoas	Promovemos o respeito, a dignidade e a liberdade humana.
Rigor	Fomentamos a responsabilidade, o esforço e a competência.
Desenvolvimento	Fomentamos a formação, a partilha de conhecimento, a criatividade e a participação. Aprendemos com os erros, procuramos ter sentido crítico e promovemos os melhores colaboradores.
Integridade	Fomentamos a exemplaridade, o sentido de justiça, o diálogo e o espírito de serviço. A ética e a honestidade são a regra básica de atuação de todos.
Entreajuda	Fomentamos um ambiente de trabalho grato e familiar, promovemos o espírito de equipa, a amizade e a colaboração.
Solidariedade	Promovemos a cidadania e a responsabilidade social, contribuindo para o desenvolvimento da sociedade.

Tabela 2 - Valores estratégicos³

³ Relatório de Saúde e Segurança (Huf Portuguesa, 2018)

1.3. Política Integrada dos Sistemas de Gestão

A empresa tem implementada uma política integrada dos sistemas de gestão na qual pretende comunicar os seus princípios gerais de atuação, no quadro de negócio onde se insere. A mesma baseia-se em 3 pilares fundamentais: a saúde e segurança ocupacionais, a proteção ambiental e a segurança da informação (cf. Figura 2). Os sistemas de gestão da empresa associados a estes pilares encontram-se certificados, de acordo com as normas ISO 45001:2018, 14001:2015 e 27001:2013, respetivamente.

Quanto aos princípios básicos desta política, estes consistem na⁴:

1. Satisfação dos clientes;
2. Rentabilidade;
3. Prevenção;
4. Minimização do risco;
5. Melhoria contínua;
6. Integração e desenvolvimento dos colaboradores.

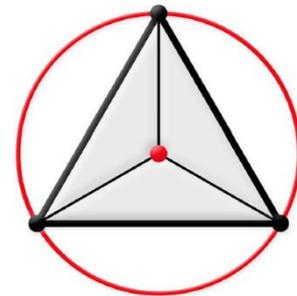


Figura 2 – Integração dos sistemas de gestão

De forma mais pormenorizada e como marca da sua identidade corporativa, a Huf Portuguesa compromete-se a:

- ✓ Com base na sua Missão, Valores, Princípios e Estratégia, incorporar nos seus produtos e serviços, uma proposta de valor com um foco na satisfação, inovação, melhoria contínua e proteção do ambiente, da saúde e segurança dos colaboradores, da informação, da privacidade das pessoas e colaboração com todas as partes interessadas;
- ✓ Privilegiar o diálogo com os seus clientes e colaboradores na constante busca de melhorar os seus produtos e serviços, bem como comunicar a todas as partes interessadas as necessidades e expectativas dos seus clientes;
- ✓ Desenvolver as suas atividades cumprindo os requisitos dos clientes, da organização, de carácter legal e outros aplicáveis;
- ✓ No estrito cumprimento dos requisitos e, tendo em conta os princípios consagrados no *Global Compact* das Nações Unidas, procurar criar as condições de sustentabilidade que assegurem um retorno económico justo e competitivo para os seus clientes, acionistas,

⁴ Política Integrada dos Sistemas de Gestão (Huf Portuguesa, 2019)

colaboradores e para a sociedade, proporcionando condições de trabalho seguras e saudáveis para os seus colaboradores;

- ✓ Promover uma cultura de eliminação de perigos, prevenção de riscos e falhas em todas as áreas incluindo a produção, ambiente, segurança das pessoas, segurança da informação, segurança funcional do produto e privacidade das pessoas. As falhas, sendo uma fonte de ineficiências, diminuem a competitividade dos produtos e serviços, reduzindo a capacidade da empresa para investimento futuro. Por isso, a Huf promove ativamente a adoção de comportamentos que auxiliem a sua eliminação e prevenção;
- ✓ Fomentar, providenciar os recursos, informar, sensibilizar e formar os colaboradores para a identificação, avaliação, prevenção e tratamento dos riscos e oportunidades nas diversas áreas: produção, ambiente, segurança das pessoas, negócio, segurança de informação, segurança funcional do produto e privacidade das pessoas;
- ✓ Ainda através da sua Missão, Valores, Princípios e Estratégia promover o desenvolvimento dos seus colaboradores motivando-os através do desenvolvimento profissional e pessoal, da valorização do seu trabalho e do reconhecimento justo do seu desempenho;
- ✓ De acordo com o quadro de valores, integrar de forma plena os seus colaboradores, criando um ambiente de trabalho que maximize o potencial de cada um, procurando atender às suas aspirações pessoais;
- ✓ Definir, respeitar e promover de forma contínua e consistente o sistema de gestão integrado como fator-chave para alcançar a visão.

Em suma, a Huf Portuguesa defende que o cumprimento dos seus objetivos organizacionais visa maximizar a sua proposta de valor e assegurar a superação das expectativas de todas as partes interessadas.

1.4. Produtos

Os produtos fabricados pela empresa são da categoria *Car Access, Security and Immobilization* (CASIM). A sua competência base focava-se no desenvolvimento de produtos somente mecânicos, porém no sentido de garantir uma vantagem competitiva estendeu as suas competências à área eletrónica, o que lhe valeu a liderança no desenvolvimento de produtos mecatrónicos com soluções completas de *hardware* e *software*.

Desta forma, entre os vários produtos desenvolvidos pela Huf Portuguesa, destacam-se os seguintes⁵:

✓ **Conjuntos de chaves;**



Figura 3 - Sistemas de autorização e entrada passiva

✓ **Fechaduras;**



Figura 4 - Sistemas de fechaduras mecânicas

✓ **Sistemas mecânicos e eletrônicos de bloqueio de direção;**



Figura 5 - Sistemas de autorização de condução

✓ **Puxadores externos para portas;**



Figura 6 - Sistemas de puxadores

⁵ Informação retirada de <https://www.huf-group.com/products> (acedido a 26-04-2020)

- ✓ **Puxadores traseiros da bagageira com logótipo e, adicionalmente com ou sem câmara de visão incorporada.**



Figura 7 - Sistemas de autorização à retaguarda

A empresa aposta fortemente no desenvolvimento contínuo de sistemas antirroubo para garantir uma fiabilidade cada vez maior do seu produto. Uma vez que os sistemas de autorização de entrada nos automóveis são objeto de especificações de alta segurança, a Huf Portuguesa dispõe de um serviço de 24 horas para a substituição de chaves codificadas.

Este serviço pós-venda garante aos clientes que a chave é fabricada, codificada e entregue nas instalações apropriadas dentro desse período. A chave de substituição só pode ser comprada ao fabricante ou marca de revenda, essencialmente no caso das chaves de controlo remoto que detém um código eletrónico individual.

1.5. Estágio Realizado

O estágio na Huf Portuguesa decorreria entre 4 de fevereiro e 9 de junho de 2020, correspondendo a um total de 700 horas de permanência na entidade de acolhimento. Este insere-se na área da Qualidade, cuja supervisão esteve a cargo do diretor do respetivo departamento.

Para uma melhor compreensão das atividades desenvolvidas no âmbito da área da gestão em que o estágio se inseriu, esta secção encontra-se dividida em duas partes. Numa primeira fase são apresentadas as principais funções e as respetivas especificidades, assim como as certificações da Qualidade. Posteriormente, são expostos o plano de estágio e os impactos da situação pandémica no mesmo.

Departamento da Qualidade

Este departamento engloba atividades essenciais na cadeia de valor da empresa a nível operacional e também em termos de funções centrais, visto que o laboratório de testes, protótipos e simulação está sob a alçada da Qualidade (cf. Figura 8).

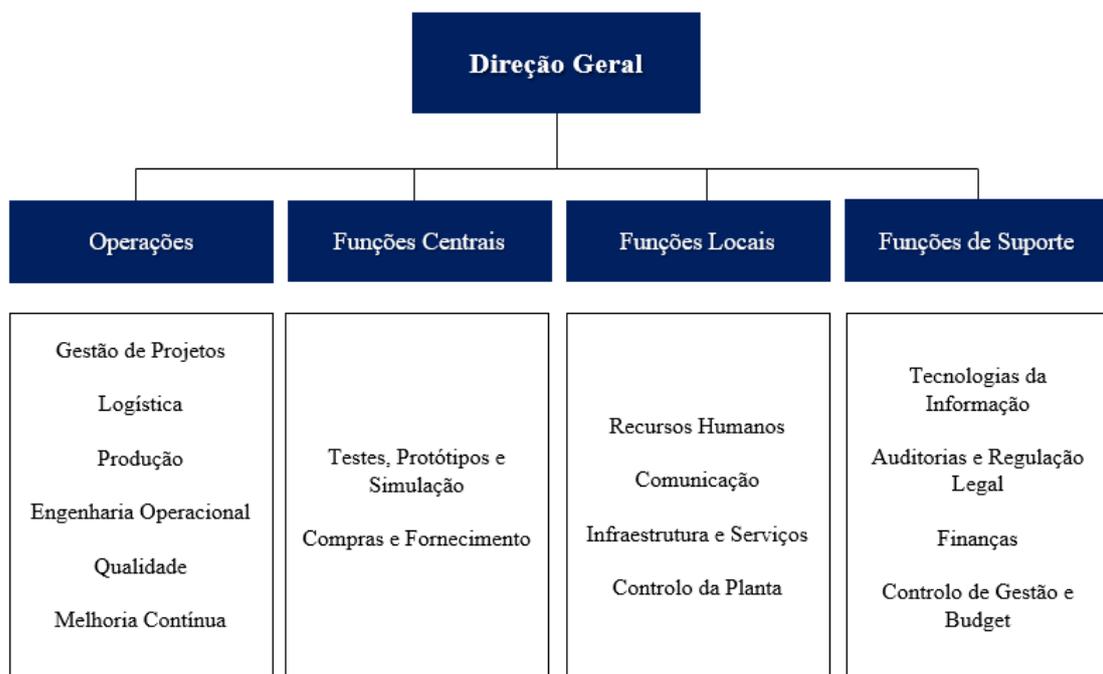


Figura 8 - Organograma da empresa

As funções desempenhadas no âmbito da qualidade são diversas, desde o planeamento à inspeção dos produtos, incluindo ainda a gestão de clientes e fornecedores. A Tabela 3 apresenta e especifica cada uma dessas funções.

<p>Planeamento</p>	<p>Gestão documental dos projetos, em parceria com os clientes: Análise Modal de Falhas e Efeitos, Plano de Controlo e Pautas de Controlo; Coordenação nas validações de equipamentos; Coordenação das atividades de Qualidade no projeto.</p>
<p>Gestão Interna e Fornecedores</p>	<p>Validação de OK 1ª peça de injeção e de processo; Tratamento e resolução de problemas internos; Gestão da rejeição interna; Gestão do volume de peças não conformes expresso em partes por milhão; Aprovação de alterações e homologações internas; Estudos estatísticos; Verificação de material comprado; Reclamação a fornecedores; Seguimento de planos de ação de fornecedores.</p>
<p>Gestão de Laboratório</p>	<p>Ensaio de requalificação de produto; Ensaio de validação de produto; Ensaio de validação de componentes comprados; Metrologia dimensional; Validação e preparação de amostras padrão para equipamentos <i>Poka-Yoke</i>; Estudos para máquinas e equipamentos de medição.</p>
<p>Gestão de Clientes</p>	<p>Gerir as reclamações de clientes; Gerir as devoluções de garantias; Coordenar com as equipas de projeto, as alterações de desenho resultantes de problemas de qualidade.</p>

Tabela 3 - Funções do departamento da Qualidade

Importa contextualizar que o planeamento da qualidade é desenvolvido em estreita parceria com o departamento da gestão de projetos, o qual tem uma função crucial no desenvolvimento de produtos. Numa fase inicial são desenvolvidos desenhos técnicos que detalham as características críticas e específicas de cada produto. Com o apoio de ferramentas de simulação, é possível a criação de *mockups* que demonstram como será o produto, o que permite moldar o seu comportamento desde estágios muito iniciais do seu desenvolvimento. Estes modelos possibilitam a criação de protótipos e amostras de pré-produção, os quais são submetidos a testes no laboratório da Qualidade em condições extremas.

Nesta fase, surgem os planos de controlo das características e todos os aspetos necessários para assegurar para um produto sem defeitos. Aqui surge ainda a Análise Modal de Falhas e Efeitos, uma ferramenta essencial para apurar eventuais falhas que possam surgir durante o processo produtivo e os seus respetivos efeitos causais, de modo a que possam ser prevenidos atempadamente. Após todo o trabalho de planeamento e o “OK 1ª Peça”, a produção em série é iniciada com base em pautas de controlo que descrevem os vários processos necessários em cada posto de produção para assim obter o produto final, alternando entre processos automatizados e mão-de-obra.

A empresa dispõe dos mais recentes recursos tecnológicos que permitem a injeção de plástico em moldes e a produção de componentes elétricos. A montagem de algumas peças é assegurada por sistemas robóticos e a verificação de conformidade é efetuada por sistemas de laser e radiofrequência, bem como por sistemas de teste *End of Line* (EOL).

O controlo final da qualidade é garantido pelos sistemas mencionados e ainda pelos operadores presentes nos diferentes postos de trabalho. A cada intervalo de unidades produzidas são retiradas n amostras a ser testadas em laboratório, de acordo com um intervalo pré-definido por tipo de produto. Desta forma, é determinado o número de peças em situação de não conformidade no processo produtivo das várias linhas de produção, expresso em partes por milhão.

Os testes efetuados compreendem condições extremas de temperatura e utilização, simulação de efeito queda-livre e isolamento (no caso das chaves). As peças são ainda submetidas a testes de metrologia dimensional, de modo a garantir a conformidade das medidas e respetivas tolerâncias definidas pelo cliente.

No âmbito da qualidade, a Huf Portuguesa possui a certificação do seu sistema de gestão da qualidade de acordo com a norma da entidade que procura auxiliar a indústria automóvel no desenvolvimento de produtos do setor correspondente – a *International Automotive Task Force* (IATF).

A norma IATF 16949:2016 é muitas vezes um pré-requisito dos principais fabricantes automóveis mundiais e das respetivas cadeias de distribuição, sendo que esta norma garante a qualidade automóvel e funciona como uma garantia de confiança.

A empresa encontra-se também certificada de acordo com a norma ISO 26262. Esta impõe os requisitos de segurança funcional para a indústria automóvel, aplicada a sistemas elétricos e/ou eletrónicos instalados na produção em série de veículos de passageiros.

Plano de Atividades

Os objetivos definidos para o período de estágio compreendiam a análise de *scrap* e a análise de seleções e recuperações, que se desagrupariam nas seguintes atividades:

1. Análise de rejeição;
2. Seleções e recuperações das linhas de montagem, com a finalidade de determinar o top 5;
3. Coordenação das ações após definição do top 5;
4. Avaliação da eficácia das ações implementadas.

Contudo, a realidade divergiu de todo o planeamento exposto devido à situação epidemiológica causada pelo COVID-19. O estágio decorreu apenas entre o período de 4 de fevereiro a 13 de março de 2020, uma vez que a entidade de acolhimento deu ordem para a suspensão dos estágios a decorrerem no momento.

A continuação do estágio em regime de trabalho não foi possível devido à incompatibilidade com a natureza das funções, visto que as atividades a desenvolver implicariam a presença física na empresa com necessidade de deslocações à zona de produção.

Assim como muitas empresas no país, também a Huf Portuguesa entrou num período de *lay-off*, cuja situação se prolongou durante vários meses. Em junho, após novo contacto com a empresa, a mesma informou que se encontrava a trabalhar em capacidade parcial. Alguns membros das equipas, essencialmente do departamento da Qualidade, estavam ainda nesse

regime, o que ditou a impossibilidade de que o estágio fosse retomado e o cumprimento do plano inicialmente traçado.

Ainda assim, o período de permanência na empresa permitiu a realização de algumas atividades. O estágio iniciou-se com uma contextualização e familiarização com os desenhos técnicos de diversas peças, assim como com a estrutura e disposição das várias linhas de produção e dos vários testes realizados em laboratório.

As tarefas desenvolvidas dividiram-se entre o planeamento da qualidade e a qualidade dos processos produtivos, uma vez que o supervisor do estágio delegou a orientação das funções entre dois dos responsáveis das vertentes da qualidade referidas. Assim, os trabalhos desenvolvidos, de acordo com cada uma das áreas mencionadas foram:

1. Planeamento

- ✓ Análise de desenhos técnicos das peças a produzir e respetivas características específicas (SC) e características críticas (CC);
- ✓ Elaboração de planos de controlo das peças, tendo em atenção as características referidas no ponto anterior;
- ✓ Cruzamento e verificação de dados entre os planos de controlo, os documentos de Análise Modal de Falhas e Efeitos e o *software* interno;
- ✓ Construção de pautas de controlo, nas quais constam os procedimentos a seguir em cada posto de produção para garantir a conformidade das peças;
- ✓ Auxílio nos testes de conformidade de peças, em condições extremas de temperatura.

2. Processos Produtivos

- ✓ Breves estudos de eficiência dos equipamentos (OEE) em algumas linhas de produção com menor desempenho;
- ✓ Observação e recolha de dados de uma das áreas produtivas com maiores desperdícios.

As tarefas no âmbito do planeamento constituíam a base para a prossecução dos objetivos de estágio definidos. Já as tarefas referentes aos processos produtivos não estavam inicialmente planeadas, estas surgiram das necessidades da empresa que estava a dar início ao seu processo de adaptação às práticas associadas ao *Lean Thinking*. Isto representou uma oportunidade de aprendizagem e colaboração na vertente da operacionalização da qualidade, que acabou por dar origem à temática do presente relatório.

Parte II

***Lean Thinking* - Enquadramento Teórico**

2.1. Origem e Evolução

Desde o início do século XXI, o conceito *Lean* tem sido uma fonte de grande interesse e encontra-se na vanguarda da indústria (Pavnaskar, Gershenson & Jambekar, 2003), pelo que a produção *Lean* foi apontada como um dos sistemas de produção que caracteriza este século (Rinehart, Huxley & Robertson, 1997).

A sua origem tem por base o sistema produtivo da *Toyota*, desenvolvido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na *Toyota Motor Corporation* (Pavnaskar et al., 2003). Após a segunda guerra mundial, a abordagem *Lean* surgiu como um modelo alternativo em relação ao sistema de produção em massa. Esta inovação resultou da escassez de recursos e da intensa concorrência sentida no mercado automóvel japonês (Hines, Holwe & Rich, 2004), que levou a um grande conjunto de alterações nos processos produtivos no sentido de minimizar desperdícios em todos os aspetos operacionais (Pavnaskar et al., 2003).

A variedade de modelos automóveis existente na época revelou-se insuficiente para assegurar a satisfação das emergentes necessidades dos consumidores. Assim, a *Toyota* começou a destacar-se ao conseguir satisfazer simultaneamente as necessidades de variedade de produtos e de volumes procurados (Yin, Stecke & Li, 2018).

As discrepâncias que se fizeram sentir entre o desempenho da *Toyota* e dos restantes produtores automóveis foram evidenciadas em 1990 por Womack, Jones e Roos no seu livro “*The Machine That Changed the World*”, o que veio despertar interesse por parte da comunidade ocidental (Hines et al., 2004). Pouco depois, as indústrias europeias e norte-americanas estariam a iniciar o seu processo de adaptação a este novo sistema de produção para manterem a sua capacidade competitiva em relação à indústria japonesa (Pepper & Spedding, 2010).

Womack, Jones & Roos (2007) distinguem a produção *Lean* pela redução substancial no consumo de recursos e pelas suas menores necessidades de inventário *in situ* em comparação com a produção em massa, resultando numa menor taxa de defeitos e numa capacidade produtiva de uma maior variedade de produtos. Este sistema de produção tem por base uma estratégia de eliminação de desperdícios e a consequente criação de um fluxo de processos eficiente (Pakdil & Leonard, 2014).

A implementação *Lean* estaria limitada à produção e às respetivas ferramentas a esta associadas, no entanto a mudança de foco e a introdução de questões relacionadas com a

criação de valor veio tornar a filosofia *Lean* mais abrangente, passando de uma abordagem meramente operacional para um nível mais estratégico (Hines et al., 2004). Do ponto de vista estratégico, esta abordagem baseia-se numa ideologia de melhoria contínua com foco na perfeição, no sentido de criar valor para o consumidor, para a sociedade e para a economia (Wilson, 2010 *cit in* Pakdil & Leonard, 2014).

Neste sentido, o conceito e abordagem *Lean* dividem-se em duas vertentes: a operacional e a estratégica, sendo que a distinção entre ambas é crucial para entender o sistema *Lean* como um todo e aplicar as ferramentas e estratégias adequadas no sentido de criar valor ao longo de toda a cadeia operacional até ao cliente final (Hines et al., 2004).

A filosofia *Lean* é caracterizada por um grande foco no produto e no seu fluxo de valor, assim como na eliminação de todos os tipos de desperdícios nas várias áreas e funções que constituem uma empresa como um todo (Womack et al., 2007). Todos os processos de desenvolvimento do produto, de gestão de fornecedores e de clientes, bem como as políticas aplicáveis a toda a empresa passaram a ser tidas em conta na perspectiva *Lean* (Holweg, 2007).

A competitividade global e os desafios associados deram origem ao conceito “Empresa *Lean*” devido à integração desta abordagem a toda a cadeia de valor, desde os fornecedores até aos clientes (Jastia & Kodali, 2015). A gestão baseada nos princípios *Lean* permite que as empresas atinjam grandes níveis de eficiência e uma vantagem competitiva aos mais reduzidos custos com impactos notórios na produtividade, rapidez de resposta e entrega, níveis mínimos de stock e uma qualidade de produto superior (Cuatrecasas Arbós, 2002).

Para uma melhor compreensão dos aspetos essenciais das duas vertentes que constituem a linha de pensamento *Lean*, as próximas secções irão focar-se em cada uma delas. O esquema apresentado antevê a representação daquilo que será abordado (cf. Figura 9).

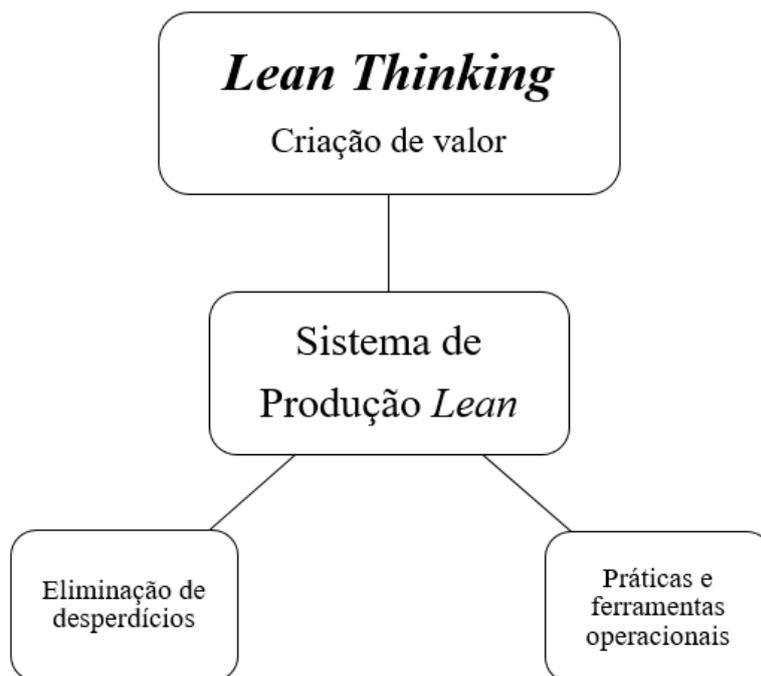


Figura 9 - Perspetivas *Lean* (adaptado Hines et al., 2004)

2.2. Princípios e Estratégia

Como referido anteriormente, a criação de valor passou a ser um ponto fulcral do *Lean Thinking*. O foco deixou de se centrar meramente na redução de desperdícios, estendendo-se às especificações e necessidades dos clientes (Hines et al., 2004).

Os princípios da filosofia *Lean* estão assim associados a questões de valor, o qual é definido como a capacidade que um bem, serviço ou atividade de uma organização tem para satisfazer uma necessidade ou beneficiar uma pessoa ou entidade legal (Haksever, Chaganti, & Cook, 2004).

Segundo Hines et al. (2004), numa primeira fase, o valor é criado se os desperdícios internos forem minimizados, o que se traduz na redução de custos e, conseqüentemente no aumento da proposta de valor para o cliente. Numa segunda fase, a aposta no incremento de características ou serviços valorizados pelo cliente poderá traduzir-se em valor acrescentado.

Neste sentido, Womack & Jones (1996 *cit in* Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012) estabelecem cinco princípios essenciais a serem seguidos pelas empresas, de modo a assegurar a criação de valor, os quais são:

1. Definir o valor dos seus produtos/serviços tendo em conta as necessidades e perceções do cliente;
2. Mapear o fluxo de valor, o qual consiste na representação gráfica da sequenciação de atividades e processos essenciais desde a criação à entrega do produto, que permite identificar as atividades que não acrescentam valor e outros desperdícios, assim como eventuais alterações a efetuar do ponto de vista da eficiência;
3. Garantir a continuidade do fluxo produtivo, eliminando ou minimizando eventuais constrangimentos como a avaria das máquinas, grandes discrepâncias entre os tempos de processo de diferentes postos de trabalho e documentação excessiva;
4. Estabelecer um sistema *pull*, cuja produção é iniciada apenas quando solicitado pelo cliente e nos seus devidos termos;
5. Melhorar continuamente todo o processo para minimizar cada vez mais todas as formas de desperdício com o envolvimento de todos, desde gestores a trabalhadores.

No âmbito da melhoria contínua subjacente à filosofia *Lean*, Shamah (2013) evidencia que este processo depende de um plano bem definido e do desenho de estratégias que sustentem o sistema de produção que lhe está associado, assim como de sistemas de avaliação de desempenho que permitam implementar medidas para o aumento da eficiência.

A implementação dos princípios e práticas *Lean* está amplamente associada à redução de desperdícios e, conseqüentemente à redução de custos (Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012). Porém, Lewis (2000) alerta para os perigos de uma conclusão generalizada relativa ao facto de que a implementação *Lean* impulsiona o desempenho financeiro das organizações, na medida em que esta capacidade depende de fatores internos como a liderança, a gestão, a cultura organizacional, as competências e o *know-how* (Achanga, Shehab, Roy & Nelder, 2006).

Soriano-Meier & Forrester (2002) consideram que o envolvimento por parte da gestão é crucial e, muitas vezes apontado como uma dificuldade. O sucesso da implementação da filosofia abordada depende do quanto os gestores acreditam nos seus benefícios, visto que a motivação, o envolvimento e o comprometimento por parte dos recursos humanos são muito influenciados pelas convicções dos gestores e dos líderes das equipas.

Por outro lado, muitas empresas limitam a implementação *Lean* somente à área produtiva, o que reduz os potenciais benefícios e uma maior vantagem competitiva que poderia ser criada (Marodin, Frank, Tortorella & Netland, 2018). Para tal, a implementação deve estender-se a toda a organização, o que requer que os princípios *Lean* sejam aplicados em todas as funções organizacionais, incluindo a contabilidade, marketing e recursos humanos (Pakdil & Leonard, 2014).

2.3. Muda e Práticas Operacionais

De acordo com os princípios e toda a estratégia *Lean*, constata-se que a criação de valor e a eliminação de desperdícios são cruciais. Neste âmbito, o sistema de produção da *Toyota*, no qual se baseia a filosofia *Lean*, identifica três classes de desperdícios (Shamah, 2013):

- ✓ *Muri* – sobrecarga dos equipamentos e/ou recursos humanos;
- ✓ *Mura* – variações e distribuição desigual entre processos;
- ✓ *Muda* – atividades que não acrescentam valor.

A abordagem *Lean* prioriza essencialmente a eliminação dos *muda*, sendo que os desperdícios a esta associados se definem como tudo o que supera a quantidade mínima e indispensável, seja quanto ao uso de equipamentos, materiais, espaço e tempo, que são absolutamente essenciais na criação de valor de um produto (Russell & Taylor, 2000 *cit in* Pepper & Spedding, 2010). No sentido de distinguir as atividades que o permitem e as que devem ser eliminadas, Hines & Rich (1997) especificam três tipos de operações:

- ✓ atividades que efetivamente acrescentam valor – representam a transformação das matérias-primas ou produtos em vias de fabrico em produtos finais;
- ✓ atividades necessárias embora não acrescentem valor – representam alguns desperdícios, mas sem estas não é possível dar continuidade aos processos;
- ✓ atividades que não acrescentam qualquer valor – representam meramente desperdício e deve proceder-se à sua eliminação (*muda*).

Segundo Gupta e Jain (2013), a percentagem de tempo das operações que permite a criação de valor acrescentado é mínima, uma vez que grande parte do tempo consiste em atividades que não acrescentam qualquer valor ao processo produtivo. A implementação *Lean* vem assim dar resposta a este problema, tendo por base os sete principais tipos de desperdício

apresentados e especificados na Tabela 4. Estes foram identificados pelos impulsionadores do sistema de produção da *Toyota* – Shingo e Ohno.

Excesso de produção	Elevadas quantidades de produtos em vias de fabrico; Condicionamentos no fluxo produtivo; Impactos negativos na produtividade e na qualidade; Elevados períodos e custos de armazenamento;
Excesso de inventário	Custos desnecessários de armazenamento; Atrasos nos tempos de entrega; Dificuldades na identificação de eventuais problemas;
Tempos de espera	Uso ineficiente do tempo operacional disponível; Interrupções no fluxo produtivo devido à avaria de máquinas ou falta de materiais necessários;
Transporte desnecessário	Movimentações excessivas dos materiais podem levar à sua danificação; Má qualidade dos mesmos, implica a eventual necessidade de novos reabastecimentos;
Movimentação desnecessária	Ergonomia dos postos de trabalho que implica determinados movimentos cansativos para os trabalhadores; Deslocações devido a faltas de material, ferramentas ou mão-de-obra escassa em certas linhas de produção;
Processamento inapropriado	Uso de equipamentos altamente complexos em detrimento de maquinaria mais simplificada e flexível; Reduzida eficiência causada pelo <i>layout</i> dos processos; Ausência de mecanismos preventivos de erros, tal como o <i>Poke-Yoke</i> ; Retrabalho de produtos não conformes;
Defeitos	Produtos não conformes que representam custos diretos de desperdício; Os defeitos são vistos como oportunidades de aprendizagem para uma melhoria contínua.

Tabela 4 - Sete Desperdícios (adaptado Hines & Rich, 1997)

Todos os tipos de desperdícios mencionados têm um impacto direto no desempenho produtivo, na qualidade e respetivos custos suportados pelas empresas (Gupta & Jain, 2013). O sistema de produção *Lean* é assim uma abordagem multidimensional que tem como objetivo reduzir esses desperdícios, garantir a qualidade superior dos produtos e permitir a redução de custos associados (Shah & Ward, 2003).

De forma genérica, a produção é caracterizada pela uniformização dos processos com interdependências entre si, cujo desempenho resulta de um fluxo contínuo com ciclos de tempo curtos e do trabalho em equipa (De Treville & Antonakis, 2006). E, no sentido de atingir determinados objetivos de produção, os gestores e trabalhadores utilizam várias abordagens com esse mesmo propósito – as práticas operacionais (Flynn, Sakakibara & Schroeder, 1995).

No caso da produção *Lean*, a mesma pode englobar uma grande variedade de práticas num sistema integrado, desde que estas sejam compatíveis com os princípios *Lean*. As práticas escolhidas devem operar em sinergia, na medida em que apesar de diferentes entre si, se devem complementar e interrelacionar numa produção ditada pela procura dos clientes, resultando numa melhoria do desempenho (Shah & Ward, 2003).

Este sistema sociotécnico tem como objetivo maximizar a capacidade de utilização dos equipamentos e minimizar os inventários de uma determinada cadeia de operações, minimizando a variabilidade do sistema produtivo, dos fornecedores e dos clientes (De Treville & Antonakis, 2006; Shah & Ward, 2007).

Apesar das dificuldades encontradas no que respeita à identificação das práticas associadas à produção *Lean* devido à grande variedade de possibilidades, vários autores apontam que ao longo do tempo têm vindo a ser desenvolvidos estudos focados na revisão das mesmas (Shah & Ward, 2007). As suas conclusões demonstram que as práticas mais relevantes estão associadas à Gestão da Qualidade Total, ao *Just In Time*, à Manutenção Produtiva Total e à Gestão dos Recursos Humanos (Camacho-Minano et al., 2013; G. A. Marodin & Saurin, 2013; Jastin & Kodali, 2015).

Cada uma das abordagens mencionadas é independente da filosofia *Lean* em si, sendo que as práticas subjacentes às mesmas são implementadas com a finalidade de garantir um melhor desempenho e a melhoria contínua do sistema de produção *Lean*. De seguida, são apresentadas cada uma das abordagens e as respetivas especificidades que, uma vez implementadas, podem auxiliar na prossecução desses objetivos.

Gestão da Qualidade Total

A Gestão da Qualidade Total (GQT) tem uma visão focada na melhoria contínua de todos os processos e orientada para a satisfação dos clientes com vista no sucesso organizacional a longo prazo, através do envolvimento de todos os departamentos (Maguad, 2006). Esta é uma das abordagens de gestão mais significativas e implementadas no âmbito da qualidade ao longo do tempo (Dahlgaard-Park, 2011). Desta forma, muitas das empresas que pretendam implementar um sistema de produção *Lean*, podem beneficiar das vantagens já adquiridas através da GQT, o que facilita em parte a sua implementação (Furlan, Vinelli, & Pont, 2011).

Os programas de gestão da qualidade são essenciais para identificar e minimizar todas as formas de desperdício respeitantes a máquinas, fluxo de trabalho e métodos de produção. Os seus benefícios passam pela minimização de rejeições e produtos sujeitos a retrabalho, uma vez que integram medidas do desempenho a nível da qualidade, como por exemplo, a quantidade de produtos defeituosos em partes por milhão e a percentagem de unidades reprocessadas (Flynn et al., 1995; Gupta & Jain, 2013).

Entre as práticas associadas à GQT, tem-se também a gestão sistemática dos processos e da qualidade dos fornecedores com o envolvimento dos trabalhadores e uma comunicação aberta. A colaboração no design de novos produtos ou existentes sujeitos a alterações é também uma prática recorrente, dada a necessidade da realização de testes pré-produção (Cua, Mckone & Schroeder, 2001).

No sentido de avaliar a variabilidade dos processos produtivos são utilizados processos de controlo estatístico que permitem obter os dados necessários para averiguar eventuais desvios, proceder à identificação das suas causas e encontrar soluções. A redução da variabilidade é conseguida através da uniformização e documentação dos processos, a qual tem de ser cumprida pelos trabalhadores (De Treville & Antonakis, 2006).

Ainda neste âmbito, a metodologia japonesa 5S (cf. Figura 10) também tem revelado um papel preponderante nas questões da variabilidade, uma vez que manter os postos de trabalho e linhas de produção limpas e organizadas é uma mais-valia em termos de segurança e eficiência produtiva (De Treville & Antonakis, 2006; Gupta & Jain, 2013).

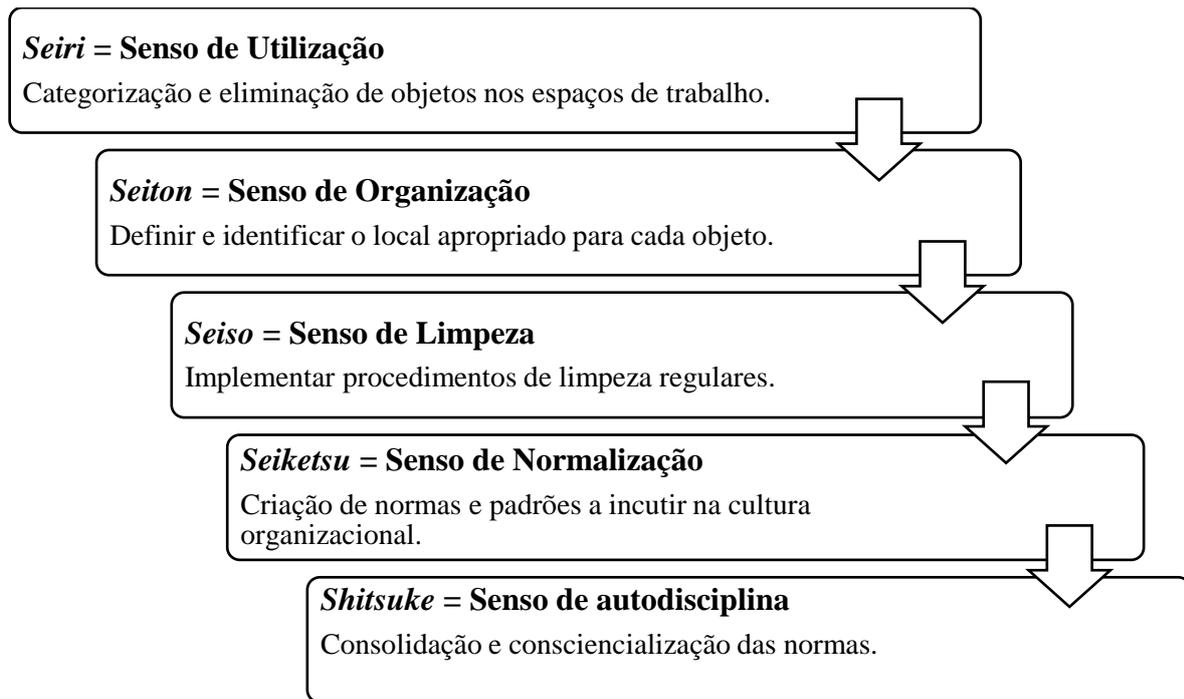


Figura 10 - Metodologia 5S (adaptado [Accept](#), 2019)

Just In Time

Inicialmente, a produção *Lean* era confundida com conceitos associados ao *Just In Time* (JIT), visto que ambas as abordagens estão associadas à eliminação de desperdícios e à melhoria contínua para aumentar a eficiência (Fullerton, McWatters, & Fawson, 2003).

O JIT é caracterizado pelas dimensões de volume, tempo e espaço, na medida em que requer entregas de materiais nas quantidades certas, nos tempos certos e no lugar certo (Gupta & Jain, 2013). Esta abordagem aplica-se tanto a fornecedores como às infraestruturas das unidades produtivas, uma vez que é necessária a deslocação dos materiais desde a zona de armazenamento até às zonas de produção. Neste sentido, surge o processo Kanban que garante a reposição de material sempre que é solicitado pela linha de produção, evitando o armazenamento de partes na área produtiva (Gupta & Jain, 2013).

As práticas JIT têm como objetivo impulsionar um fluxo de produção contínuo pelo que a redução do tamanho dos lotes e dos tempos de ciclo dos processos permitem minimizar o inventário de produtos em vias de fabrico, assim como a redução dos tempos de *set-up* dos equipamentos, a implementação de um *layout* celular e remoção de restrições possibilitam uma maior rapidez do processamento (Cua et al., 2001; Gupta & Jain, 2013; Shah & Ward, 2003).

Como a produção é ditada pela procura dos clientes de acordo com um sistema *pull*, é necessária uma sincronização entre ambas. O *takt time* vem permitir o cálculo da frequência com que uma unidade deve ser produzida para satisfazer as necessidades da procura, tendo em conta a disponibilidade laboral e as unidades requeridas (Deif & Elmaraghy, 2014).

Cada unidade de produto é constituída por diferentes componentes, pelo que está sujeita às dependências existentes entre os vários equipamentos pelos quais é processada, sendo que os tempos de ciclo de cada processo poderão ser diferentes entre si. O tempo de ciclo corresponde ao tempo médio entre a produção de sucessivas unidades de *output* com base no tempo de ciclo máximo de cada processo individual (Turpin, 2018). As discrepâncias entre esses tempos dão origem a *bottlenecks* (restrições) no fluxo produtivo e consequentes tempos de espera (De Treville & Antonakis, 2006).

Por exemplo, no caso representado (cf. Figura 11), o posto B revela-se como um *bottleneck* devido aos diferentes tempos de ciclo entre A e B. A capacidade produtiva de A é superior à de B, resultando em tempos de espera e inventário em vias de fabrico.

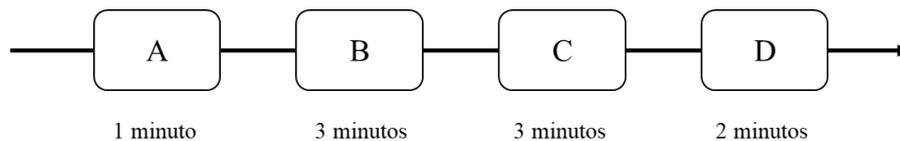


Figura 11 - Representação de uma situação de *bottleneck*

Desta forma, é crucial ter em atenção a capacidade produtiva dos equipamentos, proceder ao balanceamento e sincronização de todos os processos produtivos para que seja possível suprir as necessidades da procura de forma flexível (Deif & Elmaraghy, 2014).

A criação de células de produção é também uma forma de facilitar o fluxo produtivo através de um *layout* celular, muitas vezes em forma de U, que agrupa diferentes equipamentos de acordo com as necessidades de processamento de um determinado tipo de produto. Por conseguinte, os componentes circulam de máquina em máquina na sua devida sequência de processamento, resultando num fluxo eficiente (Yin et al., 2018). Por exemplo, em comparação com o *layout* configurado por tipo de processos/máquinas, verifica-se uma notória redução do inventário de produtos em vias de fabrico e a sua movimentação intercelular é eliminada (Salum, 2000).

Manutenção Produtiva Total

A manutenção produtiva total (MPT) tem como objetivo a maximização da eficiência de todos equipamentos, visto que os sistemas produtivos dependem cada vez mais dos mesmos devido aos progressos da automação (Chan, Lau, Ip, Chan & Kong, 2005). Qualquer equipamento que não esteja a funcionar devidamente causa paragens e atrasos desnecessários no fluxo produtivo (Pakdil & Leonard, 2014).

A eficiência dos equipamentos é assegurada por uma manutenção essencialmente preventiva realizada regularmente pelos técnicos e tendo em conta o *feedback* dos operadores (Cua et al., 2001). Este tipo de manutenção é desenhada para prevenir a ocorrência de perdas resultantes das paragens no fluxo produtivo e da diminuição da velocidade devido a falhas e necessidades de ajuste dos equipamentos, bem como para prevenir os defeitos nos processos que podem originar produtos não conformes (Chan et al., 2005). A manutenção preventiva é assim extremamente importante, sendo que caso as máquinas apenas fossem sujeitas a uma manutenção corretiva, seria de esperar uma elevada taxa de problemas de eficiência (Thun, Drüke & Grubner, 2010).

A MPT é definida em termos de eficiência global dos equipamentos (OEE), tendo por base as seis grandes perdas dos equipamentos, as quais se encontram divididas em três categorias essenciais: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade (Nakajima, 1988 *cit in* Agustiadny & Cudney, 2018; Andersson & Bellgran, 2015). As especificidades das perdas pertencentes a cada categoria são apresentadas na Tabela 5.

Disponibilidade	Avarias	<p>Tempos de paragem não planeada, que se traduzem em perdas de tempo e de volumes de produção;</p> <p>Este é um ponto crítico de melhoria de eficiência;</p>
	Set-up e ajustes	<p>Perdas de tempo relacionadas com o ajuste inicial dos processos associados a um novo produto até que a sua produção seja completamente satisfatória;</p>
Desempenho	Paragens curtas/ocasionais	<p>Falhas dos equipamentos, não superiores a 5 minutos e geralmente solucionadas pelos operadores sem recurso à manutenção;</p> <p>Geralmente resultantes de erros nos sensores e sobrecarga;</p>
	Perda de velocidade	<p>Desempenho reduzido dos equipamentos devido à sua má configuração ou utilização e ainda eventual desgaste;</p>
Qualidade	Defeitos e retrabalho da produção	<p>Perdas no volume de produção devido a unidades não conformes;</p> <p>Perdas de tempo resultantes do seu retrabalho;</p>
	Defeitos de set-up	<p>Perdas relacionadas com períodos de paragem programados, ou seja, de manutenção e de pausas dos trabalhadores;</p> <p>Podem surgir peças não conformes até que o equipamento atinja um desempenho adequado.</p>

Tabela 5 - Seis grandes perdas OEE (adaptado Chan et al., 2005)

No sentido de minimizar as perdas evidenciadas e melhorar continuamente a eficiência, as práticas associadas à MPT passam por um planeamento calculado e preventivo da manutenção dos equipamentos através do agendamento de intervenções periódicas, assim

como pelo uso de técnicas de otimização dos mesmos. Os programas de melhoria da segurança e o estudo de investimento em novos equipamentos e tecnologias são também inseridos no âmbito da manutenção (Shah & Ward, 2003).

Gestão dos Recursos Humanos

O respeito pelos trabalhadores por parte da gestão é uma grande força motivacional, sem a qual não é possível atingir os objetivos a que qualquer organização se proponha. Desta forma, o reconhecimento das suas capacidades, o voto de confiança ao delegar responsabilidades e a aposta na sua formação contínua são cruciais para que todas as práticas mencionadas anteriormente possam ter impactos positivos (De Treville & Antonakis, 2006).

A formação contínua dos recursos humanos passa por inculcar a necessidade de eliminar desperdícios e trabalhar no sentido de garantir uma maior eficiência, de acordo com os princípios *Lean*. O trabalho em equipa está amplamente difundido neste sistema de produção, visto que é fundamental para influenciar o envolvimento e dedicação de cada membro através da troca de conhecimentos e resolução conjunta de eventuais problemas que possam surgir no decorrer das suas funções (Mefford, 2009).

Cada equipa encontra-se organizada e é responsável pelas respetivas linhas ou células de produção, sendo que os trabalhadores que as constituem têm a formação necessária para realizar as tarefas de cada membro da sua equipa, assegurando assim a multifuncionalidade (Ahlström, 1998). Este tipo de políticas procuram estimular o desempenho de cada membro, assim como a melhoria das suas competências (Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz, 2012).

No sistema de produção *Lean*, os níveis hierárquicos são reduzidos e as equipas desempenham tarefas de maior responsabilidade, pelo que é nomeado um líder de equipa que presta apoio aos restantes membros e assegura a supervisão. Os sistemas de informação vertical são também mais simples, permitindo um *feedback* e ações corretivas mais rápidos (Ahlström, 1998).

Shah & Ward (2003) evidenciam que o *empowerment* das equipas de trabalho impulsiona a produtividade das organizações, não só pela carga motivacional como pela sua maior capacidade de dar resposta a eventuais problemas de qualidade e de eficiência e, assim contribuir para a melhoria do fluxo de trabalho.

As práticas apresentadas e associadas à GQT, JIT e MPT formam um conjunto consistente direcionado para uma melhoria contínua do desempenho *Lean*, o qual necessita das práticas da componente estratégica e humana para a prossecução dos seus fins (Cua et al., 2001).

De forma mais abrangente, os autores Shah & Ward (2007) desenvolveram um estudo que resultou no mapeamento conceptual e empírico dos construtos associados à produção *Lean* (cf. Figura 12).

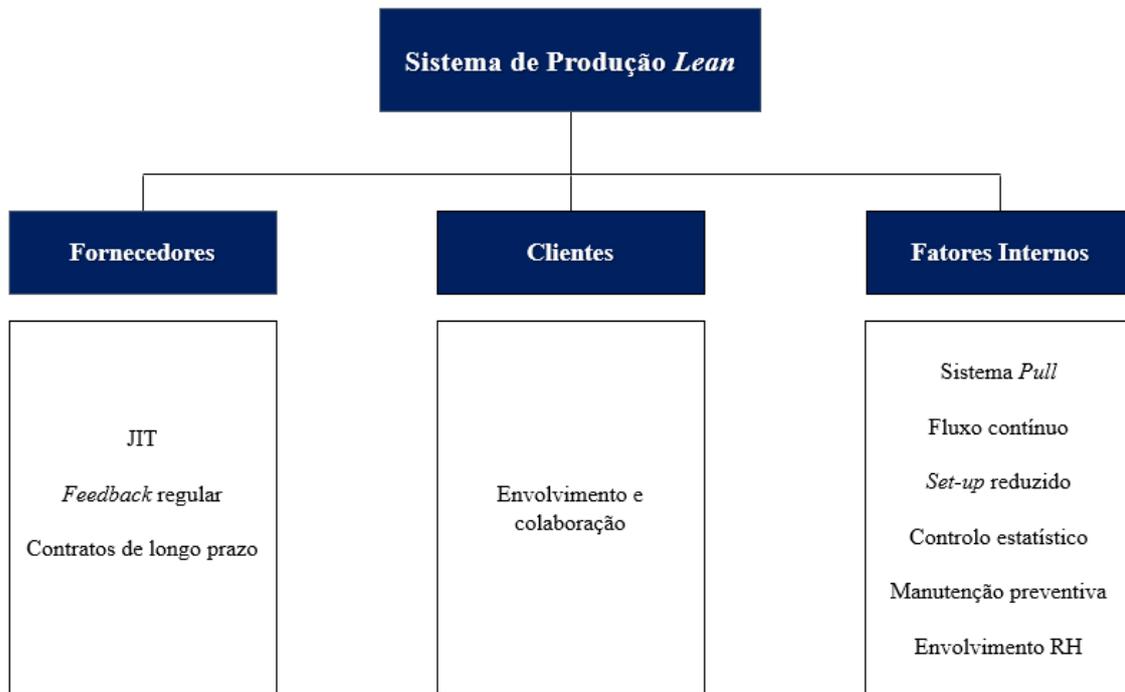


Figura 12 - Práticas operacionais *Lean* (adaptado Shah & Ward, 2007)

Este mapeamento define as dez práticas operacionais mais comuns, já elucidadas anteriormente, que sustentam este sistema de produção. Os autores sugerem que a sua combinação permite minimizar, de forma coerente e sustentada, a variabilidade relacionada com os fornecedores, a procura e os respetivos processos internos.

Shah e Ward (2007) apontam que para evitar interrupções no fluxo contínuo, os produtos são agrupados tendo em conta as respetivas famílias e os equipamentos são dispostos de forma a facilitar a sequência produtiva, os quais são submetidos a uma manutenção preventiva regular. A disposição das máquinas permite uma resposta rápida por parte das equipas multifuncionais aos eventuais problemas que possam surgir.

O sistema de produção *Lean* depende de um sistema *pull*, o qual disponibiliza o tipo de *inputs* necessários nas quantidades necessárias e atempadamente, assegurado pelos

fornecedores numa base JIT. Uma relação próxima e de estrita confiança com fornecedores é essencial para garantir a qualidade dos materiais e um bom desempenho quanto à rapidez de entrega. Por sua vez, o envolvimento ativo e a colaboração dos clientes facilitam uma previsão mais precisa da sua procura, que através dos reduzidos tempos de *set-up* e tempos de ciclo dos equipamentos a par com o controlo de estatístico permitem uma maior satisfação dos mesmos (Shah & Ward, 2007).

Por fim, para sumarizar todo o processo de adaptação e implementação *Lean*, é pertinente apresentar a esquematização desenvolvida por Lewis (2000) (cf. Figura 13).

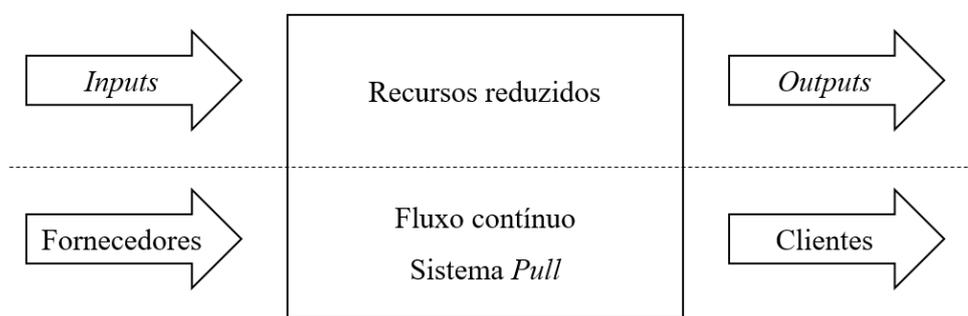


Figura 13 - Processo de adaptação *Lean* (adaptado Lewis, 2000)

O autor divide este processo de transformação em duas vertentes: o sistema *Lean* como um resultado e o sistema *Lean* como um processo. A primeira está relacionada com minimização de inventários, tanto a nível de matérias-primas como de produtos em vias de fabrico, sendo que este constitui um dos maiores desperdícios. Os recursos utilizados nesta transformação de *input* em *output* passam não só pelos materiais necessários, mas também pela mão-de-obra, processos e tecnologias, os quais representam custos a serem reduzidos.

A segunda vertente apoia o mapeamento anteriormente apresentado (cf. Figura 12), na medida em que representa as possíveis trajetórias a serem seguidas pelas diferentes empresas a fim de implementar o sistema de produção *Lean*, que se caracteriza por um fluxo contínuo desde os fornecedores até ao cliente final, o qual dita a procura através do sistema *pull*. Este processo compreende um vasto leque de práticas operacionais que podem ser escolhidas de acordo com necessidades de cada empresa e alavancar uma vantagem competitiva no mercado.

Ambas as vertentes, como tem vindo a ser evidenciado ao longo do enquadramento teórico, focam-se na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua para garantir uma eficiência cada vez maior.

2.4. Indicadores de Avaliação

Qualquer organização necessita medir o seu desempenho através de métricas e indicadores, que possibilitem analisar o sucesso com que os seus objetivos estão a ser atingidos e implementar medidas corretivas numa perspetiva de melhoria contínua (Pakdil e Leonard, 2014).

Cada uma das métricas utilizadas contribui de modo parcial para a avaliação global e integrada de um sistema como o *Lean*, pelo que o desenvolvimento de um sistema de avaliação implica a constituição de um grupo de métricas que deverão ser capazes de abranger os aspetos críticos associados ao desempenho, tendo em conta o setor no qual a empresa se insere (Wan & Frank Chen, 2008).

Os sistemas de gestão por norma têm um grau de dificuldade inerente no que respeita à escolha de métodos eficazes que permitam a sua avaliação. No caso da gestão *Lean*, esta tarefa torna-se ainda mais difícil, na medida que o seu sistema de produção faz uso de um conjunto de práticas operacionais associadas a diferentes abordagens como é o caso da GQT, JIT, MPT e GRH, que possuem métodos próprios para medir o seu desempenho (Camacho-Minano et al., 2013).

As medidas de avaliação do desempenho mais comuns são operacionais, financeiras, relacionadas com os recursos humanos, a posição no mercado e aspetos ambientais. No entanto, na literatura existente relativa ao *Lean Thinking*, há um grande ênfase essencialmente nas medidas operacionais, resultante do foco no sistema de produção associado a esta abordagem (G. A. Marodin & Saurin, 2013).

Os sistemas de avaliação devem contemplar não só os aspetos operacionais que se refletem a nível financeiro, mas também aspetos da cultura organizacional e a sua relação com as estratégias e práticas implementadas (Camacho-Minano et al., 2013). Desta forma, a análise do desempenho deve ter em conta diferentes dimensões organizacionais através de indicadores apropriados que visem uma sustentabilidade a longo prazo (G. A. Marodin & Saurin, 2013).

No sentido de avaliar o impacto da filosofia *Lean*, os autores Pakdil & Leonard (2014) desenvolveram a *Lean Assessment Tool*. Este sistema de avaliação tem por base oito dimensões relacionadas com diferentes formas de *muda* existentes. A Tabela 6 expõe assim as métricas associadas a cada dimensão consoante o tipo de desperdício e, que permitem o cálculo de vários indicadores através da sua relação com as vendas, produção e força de trabalho.

Embora a implementação *Lean* tenha uma forte componente quantitativa, as perceções globais dos gestores e das equipas de trabalho são também uma fonte de informação muito importante. A avaliação qualitativa é realizada através dessas perceções que se baseiam em observações de campo nas áreas de produção e em questionários com afirmações pontuadas segundo a escala de *Likert* para obter o *feedback* necessário por parte dos trabalhadores. Este trabalho é desenvolvido pelos responsáveis do sistema de avaliação e incide sobre as dimensões dos recursos humanos, dos processos, da qualidade, dos clientes e da entrega por parte dos fornecedores (Pakdil & Leonard, 2014).

Tipos de desperdício	Dimensões	Métricas
Tempos de espera	Tempo	<i>Set-up</i> dos equipamentos; Tempos de ciclo; <i>Takt time</i> ; Paragens não planeadas;
Excesso de produção e inventário	Inventário	Número de fornecedores; Rotação dos <i>stocks</i> ; Matérias-Primas, produtos em vias de fabrico e produtos acabados;
Processamento inapropriado	Processos	OEE; Capacidade utilizada dos equipamentos;
Defeitos	Qualidade	Defeitos; Retrabalho; <i>Scrap</i> ; Dispositivos <i>Poka-Yoke</i> ; Força de trabalho dedicada ao controlo de qualidade;
Transporte desnecessário	Entrega	Transporte interno de matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos acabados; Rapidez e atrasos de entrega ao cliente;
Movimentação desnecessária	Recursos Humanos	Rotatividade; Absentismo; Níveis Hierárquicos; Formação; Envolvimento nas práticas <i>Lean</i> ; Multifuncionalidade das equipas; Facilidade na resolução de problemas;
	Custos	Qualidade; Garantias; Inventário; Unidades de produto; Manutenção;
	Cientes	Satisfação do cliente; Quota de mercado; Reclamações; Devoluções; Fidelização.

Tabela 6 - Avaliação do desempenho *Lean* (adaptado Pakdil & Leonard, 2014)

Parte III

Caso Prático de Aplicação *Lean*

3.1. Caracterização

Nesta secção, é apresentado um caso prático que pretende exemplificar o que foi exposto ao longo de toda a revisão da literatura, o qual consiste na produção de puxadores de portas. Este caso foi desenvolvido com base em dados obtidos na entidade de acolhimento, sendo que retrata uma situação real.

A esquematização apresentada mostra a atual disposição da zona de produção dos puxadores, a qual está configurada de forma celular (cf. Figura 14). Os postos de trabalho encontram-se organizados de acordo com a sequência de processamento necessária para o fabrico do produto, embora os equipamentos que os integram não estão ligados de forma automatizada.

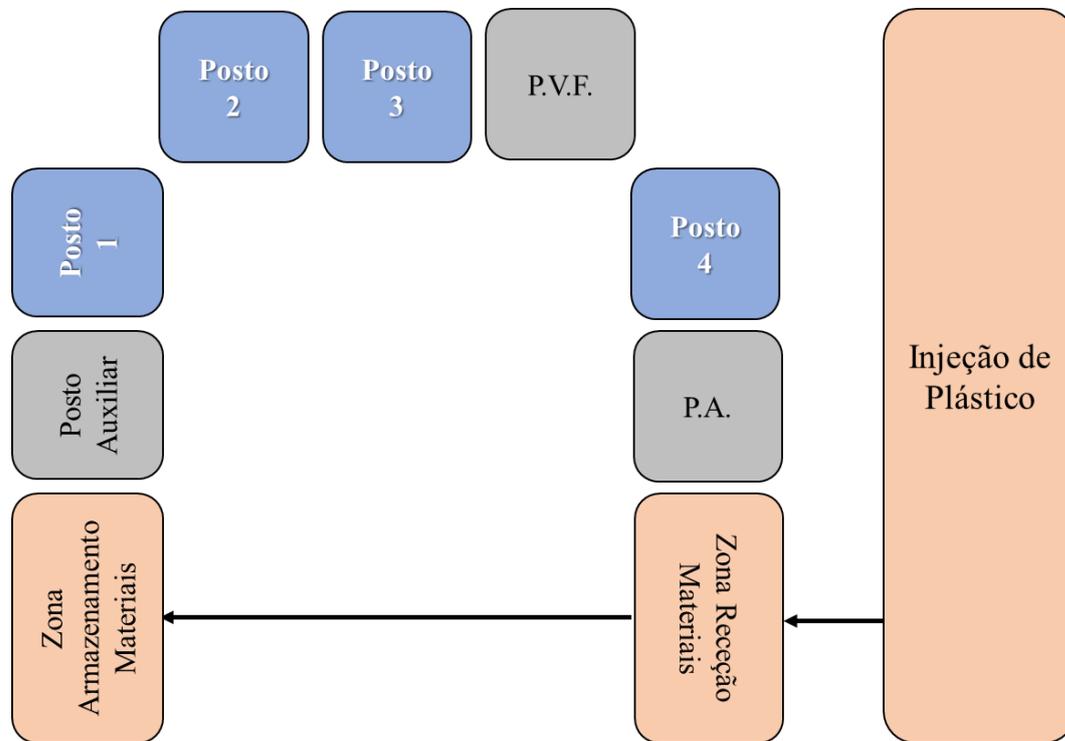


Figura 14 - *Layout* inicial da célula de produção

Os materiais necessários para iniciar a produção provêm da zona de injeção de plástico e, primeiramente são colocados na zona de recepção de materiais pelos trabalhadores responsáveis dessa zona. Posteriormente, os materiais são transportados pelos trabalhadores da célula de produção em questão para a zona de armazenamento, onde é efetuada a verificação da conformidade dos materiais.

Os postos 1, 2, 3 e 4 constituem a sequência produtiva desta zona de produção com sistemas *Poka-Yoke*⁶, prevenindo os desperdícios associados ao processamento indevido dos materiais. Os postos 1 e 4 estão cada um a cargo de um só trabalhador, cujas funções são a soldura e a montagem, respetivamente. Os postos 2 e 3 possuem apenas um trabalhador destacado para o conjunto, cujas funções atribuídas passam pelo aparafusamento em ambos.

O posto auxiliar tem um uso descontínuo, na medida em que é utilizado para a montagem de determinadas quantidades de componentes necessários ao processo produtivo, nomeadamente nos postos de aparafusamento. Desta forma, as montagens são efetuadas de acordo com as faltas verificadas.

O inventário de produtos em vias de fabrico deve-se às diferenças dos tempos de ciclo entre o posto 3 e 4, como será posteriormente evidenciado. Em relação aos produtos acabados, estes são prontamente direcionados para o armazém de saída da área fabril, logo que possível.

3.2. Observações e Análise

A célula de produção em estudo foi sujeita a observações de trinta minutos (correspondente ao tempo de produção planeado) para cronometrar os tempos de ciclo de cada posto, averiguar os desperdícios resultantes das paragens do fluxo produtivo e calcular a eficiência global dos equipamentos (OEE).

Com base nos dados obtidos e numa primeira fase, são apresentados os tempos de ciclo de cada posto constituinte da célula de produção (cf. Figura 15).

⁶ Mecanismo de deteção preventiva de erros com a finalidade de evitar produção defeituosa.

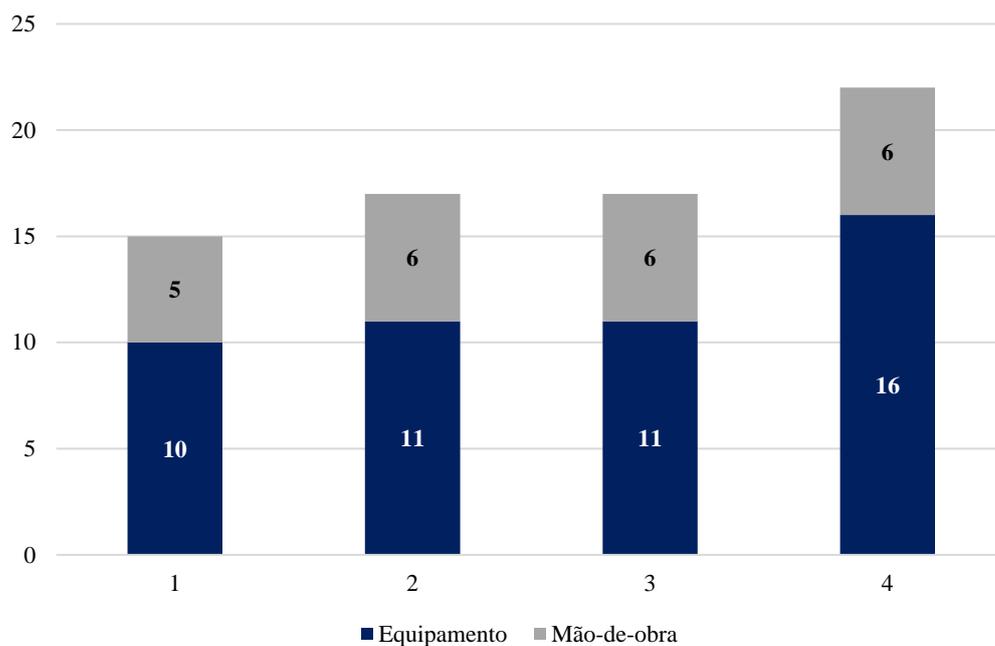


Figura 15 - Tempos de ciclo totais de cada posto de trabalho

Os quatro postos de trabalho conjugam uma componente de mão-de-obra e outra automatizada, ou seja, processada pelos equipamentos. A mão-de-obra desempenha as funções de colocar e retirar os produtos em vias de fabrico dos respetivos equipamentos, visto que esta célula de produção não se encontra ligada por circuitos automatizados que poderiam suprir este tipo de tarefas. O posto com maior tempo de ciclo é o posto 4 que constitui um *bottleneck*, embora o seu impacto seja reduzido pelo facto de ser o último processo de produção.

Tendo em conta os tempos de ciclo apresentados, procedeu-se à elaboração do mapeamento simplificado do fluxo de valor apresentado (cf. Figura 16). Esta ferramenta tem como objetivo a análise da sequenciação das atividades e processos para a identificação dos diferentes tipos de desperdícios e, assim permitir melhorias de eficiência facilitadoras do fluxo produtivo (Rohani e Zahraee, 2015).

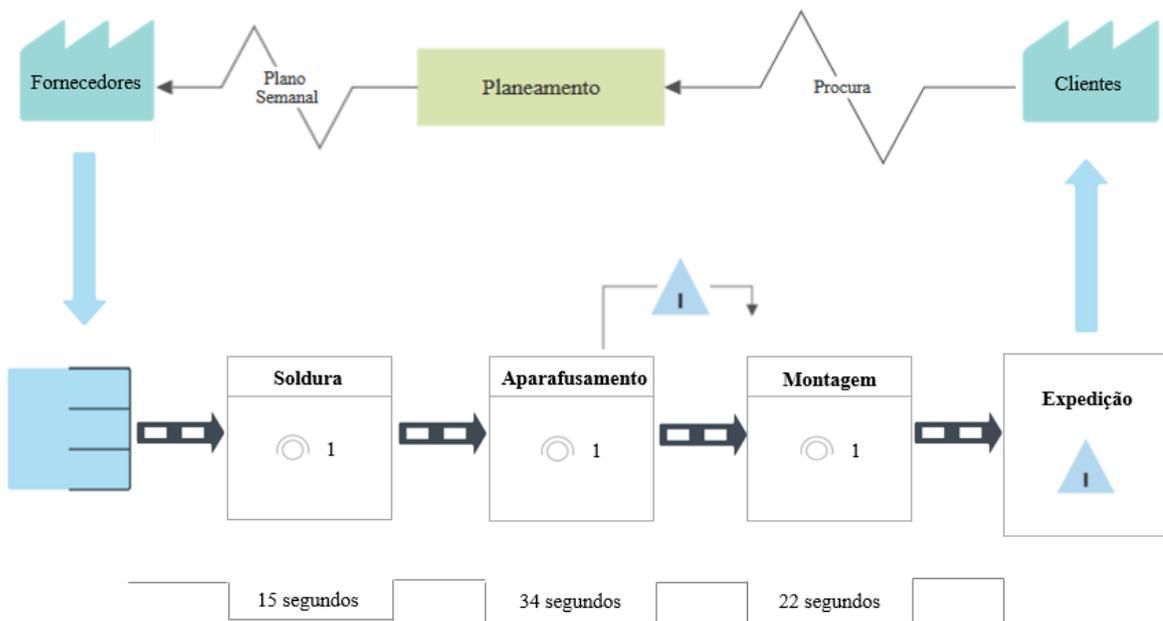


Figura 16 - Mapeamento do fluxo de valor

O processo produtivo depende dos materiais provenientes dos fornecedores (injeção de plástico) que são armazenados para posteriormente serem submetidos à soldura (posto 1) com um tempo de ciclo de 15 segundos. De seguida, são processados pelos postos 2 e 3 que se encontram agregados no processo “aparafusamento”. A sua agregação deve-se ao facto de estarem a cargo de um único trabalhador e terem tempos de ciclo idênticos, totalizando um tempo de ciclo de 34 segundos. Após o aparafusamento, os produtos em vias de fabrico são submetidos à montagem com um tempo de ciclo de 22 segundos. Desta forma, conclui-se que o tempo de ciclo total desta célula de produção é cerca de 71 segundos.

O tempo total de processamento de cada unidade de produto deve procurar satisfazer as necessidades dos clientes, as quais são tidas em conta na elaboração dos planos de produção tendo por base um sistema *pull*. Neste caso, a procura semanal dos puxadores corresponde a cerca de 1950 unidades, segundo a qual é realizado um plano semanal onde constam as quantidades a serem produzidas diariamente com base no tempo de produção planeado. A célula de produção em questão opera num único turno de 8 horas e 5 dias úteis por semana, pelo que teoricamente a produção diária deverá corresponder a 390 unidades.

No sentido de perceber qual o tempo de ciclo total que permite satisfazer a procura, recorre-se ao *takt time*, cuja fórmula de cálculo é a seguinte (Deif & Elmaraghy, 2014):

$$Takt\ time = \frac{\text{tempo de produção planeado}}{\text{unidades requeridas}}$$

Na situação apresentada, de acordo com os cálculos matemáticos, obtém-se um *takt time* de aproximadamente 74 segundos. Desta forma, conclui-se que o tempo de ciclo total relativo à produção dos puxadores é inferior e, portanto verifica-se uma ligeira vantagem que permitiria produzir um excedente de aproximadamente 78 unidades, caso fosse necessário.

Contudo, o tempo de produção planeado nem sempre corresponde ao tempo efetivamente operacional, uma vez que poderão ocorrer paragens não programadas. Desta forma, elaborou-se um gráfico que ilustra a percentagem de paragens de cada um dos postos da célula em relação ao tempo de produção planeado (cf. Figura 17).

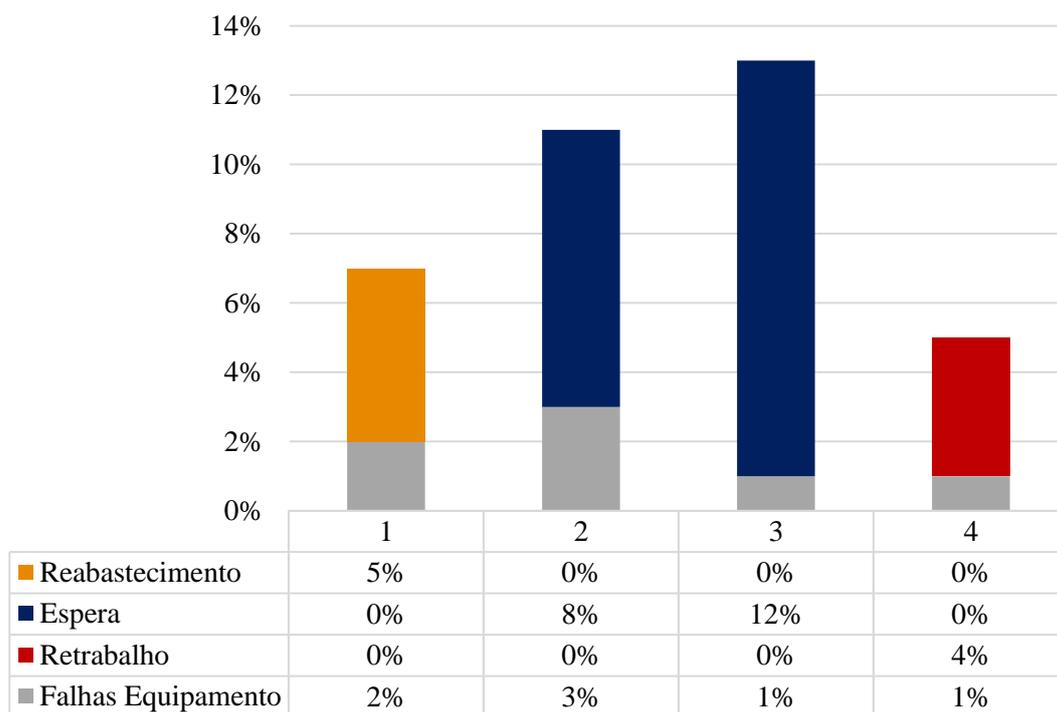


Figura 17 - Paragens de produção não programadas e respetivas causas

As conclusões que se podem retirar da análise do gráfico apresentado são que aproximadamente 5% a 13% do tempo de produção planeado é desperdiçado em paragens no fluxo produtivo. No posto 1, o reabastecimento de materiais é o desperdício que mais se destaca devido à deslocação necessária à zona de armazenamento, verificando-se ainda algumas falhas nos equipamentos.

Os postos seguintes apresentam as maiores perdas de tempo, compreendidas entre cerca de 8% e 12%, cujo tempo se deveu ao período de reabastecimento no posto 1 e subsequente tempo de paragem nos postos em questão. Nos mesmos são ainda evidenciadas mínimas falhas nos equipamentos.

No posto 4, as perdas de tempo correspondem a um total de aproximadamente 5% do tempo de produção planeado, as quais se devem a pequenas falhas nos equipamentos e a unidades não conformes, cujo retrabalho representa perdas de sensivelmente 4% desse tempo.

No sentido de sistematizar as causas que resultam nas paragens de produção, elaborou-se um diagrama de Pareto⁷ que representa a frequência da ocorrência de cada uma destas, sendo que a sua pertinência se prende com a informação que possibilita obter (cf. Figura 18).

A sua análise permite concluir que as falhas dos equipamentos são a causa mais recorrente. Contudo, como evidenciado anteriormente, o seu impacto nas perdas de tempo planeado é diminuto, visto que a duração destas ocorrências é muito reduzida.

Por outro lado, o retrabalho de produtos não conformes, o reabastecimento e os consequentes tempos de espera nos postos seguintes ocorrem com menos frequência, no entanto são estas situações que representam os maiores desperdícios em termos de tempos de espera e com consequentes perdas no tempo efetivamente operacional.

⁷ É uma das sete ferramentas básicas da qualidade, que permite priorizar os problemas de acordo com a urgência de implementação de ações corretivas.

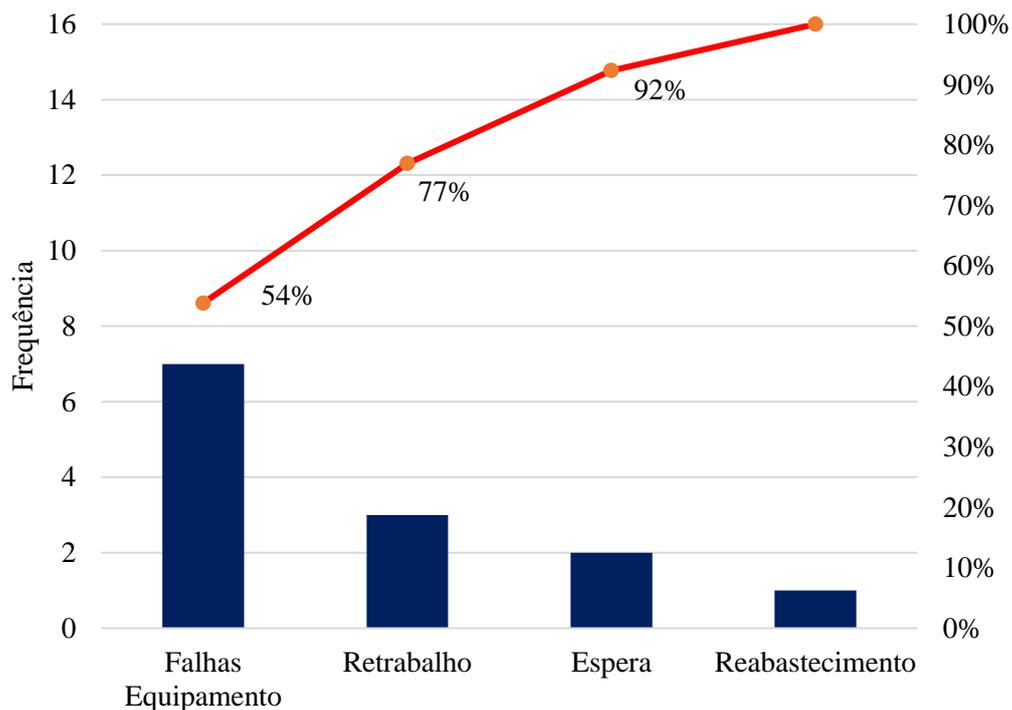


Figura 18 - Distribuição das causas de paragem não programada

Numa segunda fase, uma vez que se verificam falhas nos equipamentos, é pertinente proceder aos cálculos OEE. Desta forma, para proceder aos cálculos OEE são utilizadas as fórmulas apresentadas por Chan et al. (2005). O tempo de ciclo incluído nestes cálculos é referente apenas à parte correspondente ao tempo de processamento dos equipamentos, não incluindo a mão-de-obra.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{tempo planeado} - \text{paragens não programadas}}{\text{tempo planeado}} = \frac{\text{tempo operacional}}{\text{tempo planeado}}$$

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{unidades produzidas} \times \text{tempo de ciclo}}{\text{tempo planeado}}$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{unidades produzidas} - \text{unidades não conformes}}{\text{unidades produzidas}}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

A Tabela 7 apresenta todos os dados necessários para que seja possível calcular os três componentes integrantes da OEE, culminando no respectivo resultado que permite averiguar o grau de eficiência dos equipamentos.

Dados	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4
Duração da observação (segundos)	1800	1800	1800	1800
Tempo Operacional (segundos)	1689	1603	1561	1714
Ciclo de tempo (segundos)	10	11	11	16
<i>Output</i> Total (unidades)	113	100	98	78
<i>Output</i> NOK (unidades)	0	0	0	3
Disponibilidade	94%	89%	87%	95%
Desempenho	67%	69%	69%	73%
Qualidade	100%	100%	100%	96%
OEE	63%	61%	60%	67%

Tabela 7 – Taxas de eficiência dos equipamentos integrantes de cada posto

A taxa de eficiência dos equipamentos mais comum respeitante a unidades de produção fabril é cerca de 60%, sendo que a taxa de excelência ronda os 85% ⁸. Neste caso, todos os equipamentos integrantes dos postos da célula de produção apresentam uma taxa igual ou superior à média, sendo que o posto 4 é o que apresenta uma maior taxa de eficiência.

A análise dos dados permite também constatar que o desempenho constitui a componente mais crítica em todos os postos, pelo que a diminuição dos tempos de ciclo de cada um permitiria melhorias neste campo. Quanto à disponibilidade, verifica-se que os postos 2 e 3 são os que apresentam as menores taxas, o que se deve às paragens do fluxo de produção, evidenciadas anteriormente, as quais são um fator de peso nesta componente que relaciona o tempo de produção planeado e o tempo operacional.

⁸ Informação retirada de <https://www.oe.com/world-class-oe.html> (acedido a 17-10-2020).

O posto 4 apresenta as melhores taxas de disponibilidade e desempenho, no entanto verificam-se problemas a nível da não conformidade dos produtos ao contrário dos restantes postos. A sua taxa de qualidade é cerca de 96%, quando a taxa desta componente deverá ser superior a 99%.

3.3. Propostas

As principais conclusões a retirar e os desperdícios a apontar podem dividir-se em duas vertentes, as quais estão relacionadas com os equipamentos integrantes dos postos de trabalho e com o *layout* da célula de produção.

1. Equipamentos

- ✓ Perdas de tempo e esperas relacionadas com as falhas nos equipamentos, que embora sejam resultantes de erros breves rapidamente solucionados por si ou pela equipa de trabalho, devem ser apresentadas aos técnicos da manutenção para que possam ser averiguadas e solucionadas;
- ✓ Processamento indevido do equipamento no posto 4, que resulta em produtos não conformes sujeitos a retrabalho e subsequentes perdas de tempo, cuja solução passa por manutenção corretiva numa primeira instância e, posteriormente preventiva para evitar a sua recorrência.

2. *Layout*

- ✓ Transporte desnecessário, devido ao facto de os materiais provenientes da zona de injeção de plástico não serem armazenadas imediatamente junto ao posto 1, onde é iniciado o fluxo de produção;
- ✓ Novo transporte desnecessário verifica-se devido ao posicionamento do posto auxiliar, que impossibilita o acesso direto à zona de armazenamento por parte do trabalhador do posto 1;
- ✓ Perdas de tempo e movimentação desnecessária dos trabalhadores, à zona de receção e de armazenamento, o que implica paragens no fluxo produtivo e tempos de espera.

No sentido de solucionar as questões relacionadas com o *layout*, é exposta a esquematização dos problemas verificados (cf. Figura 19) e propõe-se uma nova disposição dos postos de trabalho e respetivos equipamentos, assim como das zonas de inventário para aumentar a eficiência desta célula de produção (cf. Figura 20).

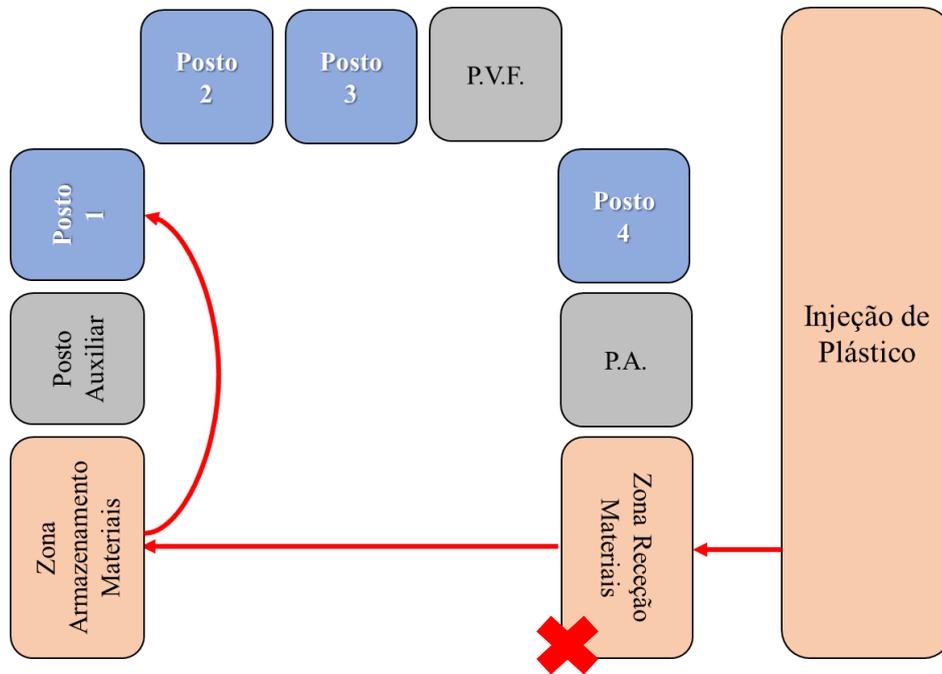


Figura 19 – Revisão do *layout*

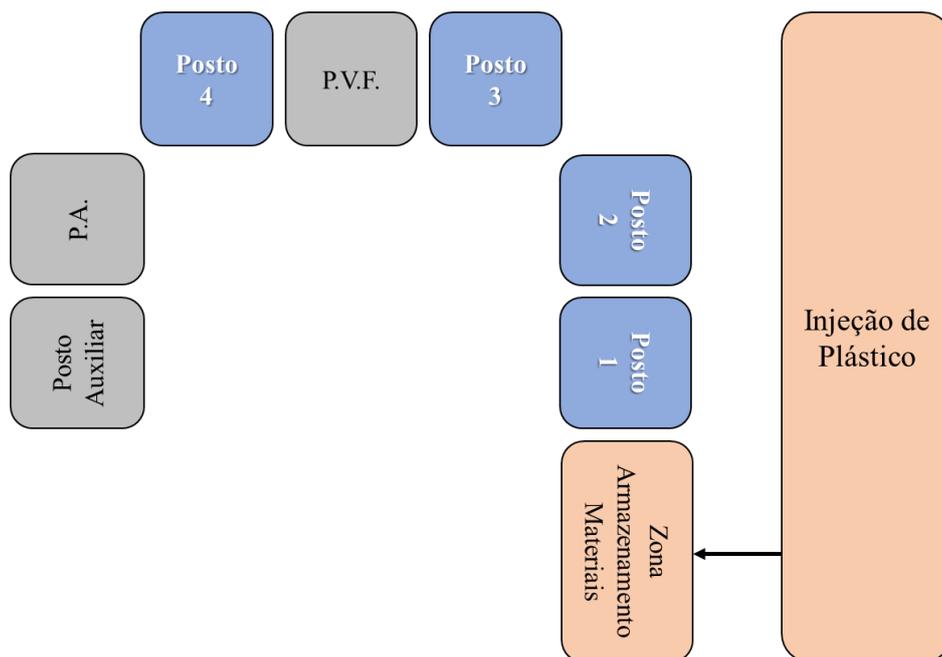


Figura 20 - Proposta de novo *layout*

De modo a evitar o transporte desnecessário entre a zona de receção dos materiais da injeção de plástico e a zona de armazenamento, a primeira melhoria proposta é a exclusão da primeira para que possa ser substituída pela segunda. Espera-se assim que sejam eliminadas as redundâncias existentes e as respetivas movimentações desnecessárias, que presentemente resultam em perdas de tempo e esforços acrescidos por parte dos trabalhadores.

O principal tipo de materiais necessários à produção dos puxadores são fabricados na zona de injeção de plástico que se localiza à direita, pelo que é uma questão de coerência que o fluxo produtivo se processe num sentido da direita para a esquerda. Portanto, propõe-se a realocação do posto 1 que irá possibilitar um acesso mais rápido e direto à zona de armazenamento, diminuindo o tempo gasto no reabastecimento e o seu impacto nos processos dos postos seguintes. Além disso, sugere-se que o posto auxiliar seja posicionado na zona à esquerda e no final do circuito de produção. Embora tenha a sua importância a nível de fornecimento de componentes necessários, trata-se de um posto de trabalho secundário, visto que a sua utilização é descontínua.

Adicionalmente, a ligação automatizada dos postos seria também uma forte opção a considerar, na medida em que contribuiria para a redução dos tempos de ciclo e para um fluxo de produção contínuo e mais eficiente, que constitui um dos princípios *Lean*. Se o produto em vias de fabrico circulasse continuamente no circuito da célula de produção, não seria necessário colocá-lo e retirá-lo em cada um dos postos. Desta forma, os tempos de espera resultantes de tarefas como a verificação dos materiais provenientes da injeção seriam também minimizados, sendo que os trabalhadores teriam mais tempo disponível para tal.

As propostas sugeridas ao longo desta secção foram apresentadas à Huf Portuguesa que reconheceu os eventuais benefícios destas alterações. A automatização não é uma opção viável neste momento, uma vez que a margem unitária do produto em questão e a sua procura não permitem esse investimento. Contudo, no que concerne à revisão do *layout* da célula de produção, a proposta sugerida foi submetida ao estudo da engenharia de processos e encontra-se em discussão para que seja considerada como uma das melhorias a efetuar no próximo ano. A nível global, o grupo Huf está a desenvolver estudos de otimização de processos para aumentar a sua eficiência, pelo que esta proposta poderá contribuir em novos projetos de implementação de células para a produção de puxadores em outras unidades fabris pertencentes ao mesmo.

Conclusão

Embora que breve, a minha experiência em contexto empresarial foi muito positiva, uma vez que me possibilitou perceber de perto como opera uma grande unidade produtiva da indústria automóvel e como funciona uma das áreas pertencentes à Gestão. Desde todo o trabalho de planeamento e desenvolvimento de produtos feito em colaboração e contacto próximo com os clientes, à forma como a fábrica se estrutura e organiza para garantir uma produção eficiente. Não descurando o rigoroso controlo de qualidade efetuado tanto nas linhas de produção como por parte do laboratório, onde os produtos são submetidos a vários testes que asseguram a sua conformidade e a satisfação do cliente.

O reduzido período de estágio deixou antever que poderia ter desenvolvido um trabalho de bastante interesse para a Huf Portuguesa. Tanto a nível das atividades relacionadas com a seleção de *scrap* e o desenvolvimento de estratégias para a sua minimização, como a nível da oportunidade de desenvolver estudos mais aprofundados acerca da temática *Lean* e contribuir para a melhoria contínua da empresa. Infelizmente, a situação pandémica inviabilizou a realização destes planos e toda a aprendizagem que estaria por vir.

Ainda assim, o desempenho das atividades desenvolvidas possibilitou um contacto mais próximo e real com algumas ferramentas e metodologias da qualidade, o que permitiu ligar definições conceptuais a um contexto empírico. Numa situação futura, estas bases poderão ter a sua utilidade e ser uma mais-valia.

De acordo com as minhas observações ao longo da experiência, a área da Qualidade é incontornável e fundamental ao longo de todo o processo produtivo desde o planeamento, à operacionalização e respetivo controlo. Um planeamento bem delineado e estruturado é um grande passo para um produto conforme e que respeite as necessidades do cliente. Posteriormente, cabe ao controlo da qualidade garantir que as especificações são cumpridas ou que eventuais falhas sejam analisadas e se possível, eliminadas.

Desta forma, foi gratificante dar o meu contributo através das tarefas desempenhas, nomeadamente na elaboração de documentação essencial para a prossecução de projetos de novas peças e de outras sujeitas a alterações, a par com as observações e breves estudos relacionados com sete desperdícios associados à produção *Lean* que permitiram a proposta de um novo *layout* de uma das células de produção.

Uma vez que a temática *Lean Thinking* despertou o meu interesse e o facto das tarefas com esta relacionadas terem sido interrompidas, fez sentido continuar o seu estudo e desenvolver um caso prático de aplicação dos novos conhecimentos.

Esta abordagem surgiu da necessidade de adaptação às circunstâncias económicas que sucederam a segunda guerra mundial. As mudanças impulsionadas marcaram a diferença em relação à lógica de produção em massa, que inviabilizava o fabrico duma maior variedade de produtos (Holweg, 2007).

Os princípios pelos quais se rege pretendem eliminar os desperdícios através da identificação de atividades que não acrescentam valor e da criação de um fluxo produtivo contínuo focado na criação de valor para o cliente, num constante processo de melhoria (Seth, Seth & Dhariwal, 2017). Do ponto de vista estratégico requer um grande comprometimento por parte da gestão num planeamento cuidadoso, forte sentido de liderança e um *know-how* adequado com a dedicação total de todos os intervenientes (Pavnaskar et al., 2003).

A implementação do sistema *Lean* pode ser vista como um processo que aplica princípios e práticas operacionais através da exploração das sinergias existentes e da adaptação às particularidades de cada empresa (G. A. Marodin & Saurin, 2013). Tanto a nível estratégico como operacional, poderá ser feita uma integração com outras abordagens de gestão, desde que estas estejam em linha com os princípios e objetivos *Lean* (Hines et al., 2004).

As práticas subjacentes a essas abordagens (como a GQT, JIT, MPT e HRM) por si só já estão associadas a um melhor desempenho, pelo que a implementação de um conjunto consistente de práticas pode criar uma vantagem competitiva sustentável. Esta resulta da dificuldade de conjugar os vários aspetos de forma simultânea, sendo que é algo difícil de atingir e, por isso difícil de imitar por outros (Shah & Ward, 2007).

A gestão baseada nos princípios *Lean* tem permitido que as empresas atinjam grandes níveis de eficiência, competitividade e flexibilidade no seu sistema de produção (Cuatrecasas Arbós, 2002). As empresas passam a ter a capacidade de dar resposta às variadas necessidades dos clientes com qualidade, reduzidos custos e menores tempos de ciclo (Seth, Seth & Dhariwal, 2017).

A eliminação dos vários desperdícios, a minimização dos níveis de inventário, a redução das unidades sujeitas a retrabalho e os menores tempos de espera para o cliente são dos principais benefícios a apontar com impactos a nível financeiro (Gupta & Jain, 2013).

O sistema de produção *Lean* tem ainda efeitos indiretos que se revelam também eles importantes, tais como as melhorias a nível da segurança no espaço de trabalho e um aumento do controlo visual das linhas de produção devido à metodologia 5S. Assim como mudanças na cultura organizacional resultantes da melhoria da comunicação entre as equipas e do maior sentido de responsabilidade de cada trabalhador, a par com a redução da fadiga e do stress devido à eliminação de desperdícios relacionados com movimentação desnecessária (Gupta & Jain, 2013).

A melhoria contínua de qualquer abordagem ou processo depende de um sistema de medida, cuja análise permite implementar eventuais ações corretivas (Chan et al., 2005). Como resultado da implementação *Lean*, além dos tradicionais indicadores operacionais e financeiros, as empresas passaram a incluir métricas relacionadas com as condições de trabalho e da gestão recursos humanos nas suas avaliações (G. A. Marodin & Saurin, 2013).

Neste sentido, também o caso prático de aplicação *Lean* apresentado permitiu identificar medidas e ações passíveis de contribuírem para o ciclo de melhoria da célula de produção exposta. A situação apresentada caracteriza-se por alguns desperdícios e ineficiências, que levam a perdas a nível de tempo operacional e, conseqüentemente, de produtividade.

O desenvolvimento deste caso permitiu concluir que a implementação das propostas sugeridas possibilitaria um aumento significativo da eficiência devido à alteração do *layout* da célula de produção e ações corretivas a nível dos equipamentos. A automatização da produção teria como objetivo a redução dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho, aumentando a capacidade de resposta às necessidades dos clientes.

Contudo, podem apontar-se algumas limitações no que concerne à reduzida duração das observações e à inexistência de observações que comprovem a eficácia das melhorias propostas, sendo que não foi possível perceber o impacto da sua implementação.

Para finalizar, no âmbito de tópicos futuros, o *Lean Six Sigma* e o *Lean 4.0* são duas das temáticas a apontar. A primeira consiste na integração entre o sistema *Lean* e a metodologia *Six Sigma*, a qual se baseia em técnicas estatísticas numa abordagem estruturada e sistemática para a melhoria dos processos com o objetivo de reduzir ao mínimo as taxas de defeito a cada milhão de oportunidades (Pepper & Spedding, 2010). Ambas têm como foco a melhoria contínua e a sua integração permite que se potenciem mutuamente (Drohomeretski et al., 2014).

No que respeita à temática *Lean 4.0*, esta prende-se com o início da quarta revolução industrial caracterizada pela multiplicidade de tecnologias, nomeadamente de automação, robótica, inteligência artificial e IoT. Tanto a indústria 4.0 como o sistema *Lean* requerem eficiência e flexibilidade, pelo que os princípios *Lean* servem como linhas orientadoras para a integração de ambas e contribuem para a implementação do novo paradigma industrial no sentido de obter benefícios produtivos ótimos (Sony, 2018).

Bibliografía

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (2006). Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 460–471. <https://doi.org/10.1108/17410380610662889>
- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2018). Total productive maintenance. *Total Quality Management and Business Excellence*, 0(0), 1–8. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1438843>
- Åhlström, P. (1998). Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, 16(3), 327–334. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(98\)00009-7](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00009-7)
- Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.12.003>
- Camacho-Minano, M. D. M., Moyano-Fuentes, J., & Sacristán-Dáz, M. (2013). What can we learn from the evolution of research on lean management assessment? *International Journal of Production Research*, 51(4), 1098–1116. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.677550>
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675–694. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3)
- Cuatrecasas Arbós, L. (2002). Design of a rapid response and high efficiency service by lean production principles: Methodology and evaluation of variability of performance. *International Journal of Production Economics*, 80(2), 169–183. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00316-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00316-X)

- Dahlgaard-Park, S. M. (2011). The quality movement: Where are you going? *Total Quality Management and Business Excellence*, 22(5), 493–516.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2011.578481>
- Dahlgaard, S. M. P. (1999). The evolution patterns of quality management: Some reflections on the quality movement. *Total Quality Management*, 10(4–5), 473–480.
<https://doi.org/10.1080/0954412997424>
- De Treville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels of analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24(2), 99–123. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.04.001>
- Deif, A. M., & Elmaraghy, H. (2014). Cost performance dynamics in lean production leveling. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(4), 613–623.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.05.010>
- Drohomeretski, E., Gouvea Da Costa, S. E., Pinheiro De Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R. (2014). Lean, six sigma and lean six sigma: An analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804–824.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>
- Flynn, B. B., Sakakibara, S., & Schroeder, R. G. (1995). Relationship between JIT and TQM: Practices and Performance. *Academy of Management Journal*, 38(5), 1325–1360.
- Fullerton, R. R., McWatters, C. S., & Fawson, C. (2003). An examination of the relationships between JIT and financial performance. *Journal of Operations Management*, 21(4), 383–404. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(03\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(03)00002-0)
- Furlan, A., Vinelli, A., & Pont, G. D. (2011). Complementarity and lean manufacturing bundles: An empirical analysis. *International Journal of Operations and Production Management*, 31(8), 835–850. <https://doi.org/10.1108/01443571111153067>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249.
<https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Haksever, C., Chaganti, R., & Cook, R. G. (2004). A model of corporate value creation: strategic view. *Journal of Business Ethics*, 49(3), 291–305.

- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Jastia, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- Juran, J. M. (1986). The Quality Trilogy. *Quality Progress*.
- Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations and Production Management*, 20(8), 959–978. <https://doi.org/10.1108/01443570010332971>
- Maguad, B. (2006). The modern quality movement: Origins, development and trends. *Total Quality Management and Business Excellence*, 17(2), 179–203. <https://doi.org/10.1080/14783360500450608>
- Marodin, G. A., & Saurin, T. A. (2013). Implementing lean production systems: Research areas and opportunities for future studies. *International Journal of Production Research*, 51(22), 6663–6680. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.826831>
- Marodin, G., Frank, A. G., Tortorella, G. L., & Netland, T. (2018). Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*, 203(March), 301–310. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.009>
- Mefford, R. N. (2009). Increasing productivity in global firms: The CEO challenge. *Journal of International Management*, 15(3), 262–272. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2008.12.004>
- Moyano-Fuentes, J., & Sacristán-Díaz, M. (2012). Learning on lean: A review of thinking and research. *International Journal of Operations and Production Management*, 32(5), 551–582. <https://doi.org/10.1108/01443571211226498>

- Pakdil, F., & Leonard, K. M. (2014). Criteria for a lean organisation: Development of a lean assessment tool. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4587–4607. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.879614>
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>
- Salum, L. (2000). The cellular manufacturing layout problem. *International Journal of Production Research*, 38(5), 1053–1069. <https://doi.org/10.1080/002075400189013>
- Seth, D., Seth, N., & Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. *Production Planning and Control*, 28(5), 398–419. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1300352>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shamah, R. A. M. (2013). Measuring and building lean thinking for value creation in supply chains. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(1), 17–35. <https://doi.org/10.1108/20401461311310490>
- Sony, M. (2018). Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 416–432. <https://doi.org/10.1080/21693277.2018.1540949>

- Soriano-Meier, H., & Forrester, P. L. (2002). A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104–109. <https://doi.org/10.1108/09576060210415437>
- Thun, J. H., Driike, M., & Grubner, A. (2010). Empowering Kanban through TPS-principles - An empirical analysis of the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 48(23), 7089–7106. <https://doi.org/10.1080/00207540903436695>
- Turpin, L. (2018). A note on understanding cycle time. *International Journal of Production Economics*, 205(August), 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.09.004>
- Wan, H. Da, & Frank Chen, F. (2008). A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, 46(23), 6567–6584. <https://doi.org/10.1080/00207540802230058>
- Womack, J. P., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine that changed the world: How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars*. London: Simon & Schuster.
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 848–861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>