



MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICO DE COMPONENTES NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

MANUEL PEDRO MAGALHÃES DA SILVA

novembro de 2018

MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICO DE COMPONENTES NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Manuel Pedro Magalhães da Silva
1130687

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICO DE COMPONENTES NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Manuel Pedro Magalhães da Silva
1130687

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Engenheiro João Augusto de Sousa Bastos.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutor José Brandão
Professor Adjunto, ISEP/IPP

Orientador

João Augusto de Sousa Bastos
Professor Adjunto, ISEP/IPP

Co-orientador

Paulo António da Silva Ávila
Professor Coordenador, ISEP/IPP

Arguente

Doutor João Tavares
Professor Associado, FEUP

AGRADECIMENTOS

Na realização da presente dissertação contei com o apoio e ajuda de várias pessoas, às quais não podia deixar de expressar a minha gratidão. Agradecer primeiramente à entidade FAA Moldados que me permitiu desenvolver o projeto final de mestrado relativo à melhoria de um processo produtivo com recurso a ferramentas *Lean* e *Workshops Hoshin*, bem como a todas as pessoas envolvidas.

Um agradecimento especial ao Eng.º Bruno Fernandes pelo apoio prestado na orientação durante o período de estágio, confiança e conhecimento transmitido.

Agradeço também a toda a equipa da UAP2 pela integração e pela paciência demonstrada durante este período, facilitando desta forma todo o trabalho realizado.

Um obrigado ao orientador no Instituto Superior de Engenharia do Porto, Eng.º João Bastos pela disponibilidade e apoio, tendo sido essencial para o culminar do projeto.

Por último agradecer aos meus pais pelas oportunidades fornecidas, ao meu irmão e Ana Margarida pelo apoio prestado.

A todos vós, o meu muito obrigado.

PALAVRAS CHAVE

Lean, Hoshin, Faurecia Excellence System, Fluxo de material, eficiência produtiva.

RESUMO

Este projeto de dissertação foi desenvolvido no âmbito da Unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio do 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Pautando-se pela utilização da metodologia *Lean*, este estudo foi desenvolvido na Faurecia, um dos maiores fornecedores de componentes na indústria automóvel, na fábrica FAA Moldados em São João da Madeira.

Com a entrada do projeto X74 na FAA Moldados, a fábrica deu início a um conjunto de ações com o objetivo de aumentar a eficiência e consequente capacidade da linha de montagem, antecipando, desta forma, a subida dos volumes.

O objetivo proposto foi a implementação de ações na linha de montagem de mecanismos com recurso a um conjunto de ferramentas entre as quais se encontra a metodologia *Lean* e todas as componentes associadas, *workshops Hoshin*, equilibragem de linha e melhoria do layout. A utilização destas ferramentas foi realizada sem serem descorados princípios do Sistema de Excelência da Faurecia (*FES – Faurecia Excellence System*).

A dificuldade intrínseca a uma fase inicial de um processo, aliada aos rigorosos critérios de qualidade impostos pelo cliente e ingurgitações causadas pelos equipamentos construídos por projeto, tornaram necessária uma análise prévia ao processo de maneira a que as respetivas ações implementadas se revelassem as mais eficazes.

Como resultado dos *workshops* e ferramentas utilizadas foi possível atingir os objetivos traçados inicialmente e estando de acordo com os critérios de qualidade exigidos pelo grupo Faurecia. Estas ações traduziram-se num fluxo de material bastante eficiente, aliadas a um aumento da cadência produtiva e melhoria de eficiência em 25% comparativamente ao estado inicial.

KEYWORDS

Lean, Hoshin, Faurecia Excellence System, Material flow, production efficiency.

ABSTRACT

This dissertation project was developed within the framework of the Dissertation/ Project / Internship Course of the 2nd year of the Master's degree in Mechanical Engineering - Industrial Management branch from the Polytechnic of Porto, School of Engineering. Using the Lean methodology, this study was developed at Faurecia, one of the largest components suppliers in the automotive industry, at the FAA Moldados factory in São João da Madeira.

With the entry of the X74 project at FAA Moldados, the plant initiated a set of actions aimed at increasing the efficiency and consequent capacity of the assembly line, thus anticipating the volume increase.

The proposed goal was the implementation of actions in the assembly line of mechanisms using a set of tools including Lean methodology and all associated components, Hoshin workshops, line balancing and layout improvement. The use of these tools was performed without discolouring principles of the Faurecia Excellence System (FES).

The intrinsic difficulty of an initial phase of a process, coupled with the rigorous quality criteria imposed by the client and problems caused by the equipment built by project, required a prior analysis of the process in such a way that the implemented actions should prove to be the most effective.

As a result of workshops and tools used, it was possible to achieve the objectives outlined initially and in accordance with the quality criteria required by the Faurecia group. These actions translated into a highly optimized material flow by which was achieved an increase in production efficiency around 25%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

APB	Apoio de Braço
APC	Apoio de Cabeça
CLA	<i>Cushion Length Adjustment</i>
FAS	<i>Faurecia Automotive System</i>
FCM	<i>Faurecia Clean Mobility</i>
FES	<i>Faurecia Excellence System</i>
FIFO	<i>First in First Out</i>
FIS	<i>Faurecia Interiors System</i>
GAP	Grupo Autónomo de Produção
HSE	Higiene, Saúde e Segurança
PC&L	<i>Production Control and Logistics</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
UAP	Unidade Autónoma de Produção
WIP	<i>Work in Process</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

FES	<i>Faurecia Excellence System</i> – Sistema de Excelência Faurecia onde são apresentadas diversas ferramentas <i>Lean</i> .
GAP	Grupo Autónomo de Produção – Grupo inserido numa UAP e composto por um GAP líder e restantes colaboradores.
JIT	<i>Just in Time</i> – Palavra de origem Japonesa que traduz o conceito “produzir apenas o necessário e quando necessário”
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> – Estrangeirismo para indicador de <i>performance</i>
OEM	Original Equipment Manufacture – Estrangeirismo para mercado original de componentes.
R&D	<i>Research/Development</i> – Estrangeirismo para investigação e desenvolvimento
UAP	Unidade Autónoma de Produção – Termo utilizado no seio do Grupo Faurecia e que representa um conjunto de GAPs e colaboradores.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – METODOLOGIA UTILIZADA	2
FIGURA 2 - CALENDARIZAÇÃO	3
FIGURA 3 - FAA MOLDADOS	7
FIGURA 4 - ORGANIGRAMA DE UAP	8
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES	11
FIGURA 6 - ACESSÓRIO PRODUZIDOS NA FAA	12
FIGURA 7 - MECANISMO CONTROLO EMISSÕES	12
FIGURA 8 - CLIENTES <i>OEM</i> DA FAURECIA	13
FIGURA 9 - PERCENTAGEM DE VENDAS POR CLIENTE E REGIÃO (2017)	13
FIGURA 10 - <i>BEING</i> FAURECIA	15
FIGURA 11 - DADOS GLOBAIS FAURECIA	16
FIGURA 12 - PRODUTOS FAURECIA	16
FIGURA 13 - PROTÓTIPO "COCKPIT DO FUTURO"	17
FIGURA 14 – RANKING DOS PRINCIPAIS FORNECEDORES DE COMPONENTES AUTOMÓVEIS.	18
FIGURA 15 - SUBSISTEMAS <i>FES</i>	19
FIGURA 16 - MODELO 3M	24
FIGURA 17 - EXEMPLIFICAÇÃO DO FLUXO DE UM KANBAN NUM SISTEMA <i>PULL</i> .	26
FIGURA 18 - IMPLEMENTAÇÃO SIMBÓLICA DA METODOLOGIA 5S.	30
FIGURA 19 - LAYOUT EM LINHA	32
FIGURA 20 - LAYOUT POR PROCESSO	33
FIGURA 21 - LAYOUT POR CÉLULA DE FABRICO	33
FIGURA 22 - LAYOUT POR PROJETO	34
FIGURA 23 - DIAGRAMA PDCA.	35
FIGURA 24 - REPRESENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA <i>HOSHIN</i>	35
FIGURA 25 - TIPOS DE LINHA DE PRODUÇÃO	37
FIGURA 26 - EXEMPLO DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIAS	37
FIGURA 27 - REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE APRENDIZAGEM	42
FIGURA 28 - PRODUTO FINAL APC	46
FIGURA 29 - GAP DE COSTURA.	47
FIGURA 30 - LINHA DE INJEÇÃO	47
FIGURA 31 - ETAPAS DO CONTROLO FINAL	48
FIGURA 32 - MECANISMO APC X74	49
FIGURA 33 - FLUXOGRAMA GERAL DO FLUXO DE MATERIAL NA LINHA DE MECANISMOS.	49
FIGURA 34 - POSTO PRÉ-MONTAGEM	50
FIGURA 35 – POSTO DE LUBRIFICAÇÃO.	51
FIGURA 36 - POSTO DE MONTAGEM	51
FIGURA 37 - POSTO DE VERIFICAÇÃO E APARAFUSAMENTO	52
FIGURA 38 - POSTO DE CONTROLO FINAL DA LINHA DE MONTAGEM	53
FIGURA 39 - ESQUEMA COMPONENTES MECANISMO X74	54

FIGURA 40 - ESQUEMA POSICIONAL INICIAL DOS OPERADORES	56
FIGURA 41 - EXEMPLO DE STOCK DE ABASTECIMENTO INTERMÉDIO.	57
FIGURA 42 - LAYOUT INICIAL PROCESSO X74	58
FIGURA 43 - REPRESENTAÇÃO DA VISÃO (<i>LEAN HOUSE</i>).	59
FIGURA 44 - LAYOUT FINAL DO PROCESSO X74.	60
FIGURA 45 - DEPÓSITO DE RETRABALHO E REJEIÇÃO.	61
FIGURA 46 -EXEMPLO DE ABASTECIMENTO ALOCADO AO POSTO DE TRABALHO.	61
FIGURA 47 - TAPETES DE DESCANSO APLICADOS NA LINHA DE MONTAGEM.	62
FIGURA 48 - DIAGRAMA COMPARATIVO <i>TAKT TIME VS CYCLE TIME</i>	64
FIGURA 50 - FLUXO FINAL DE MOVIMENTAÇÕES DOS OPERADORES.	65
FIGURA 50 - ESQUEMA POSICIONAL FINAL DOS OPERADORES.	65
FIGURA 51 – DIAGRAMA COMPARATIVO FINAL <i>CYCLE TIME VS TAKT TIME</i>	66

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO	29
TABELA 2 - COMPONENTES CONSUMIDOS NAS PREPARATÓRIAS.	50
TABELA 3 - COMPONENTES CONSUMIDOS NO POSTO DE MONTAGEM.	52
TABELA 4 - COMPONENTES CONSUMIDOS NO POSTO DE APARAFUSAMENTO.	53
TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS DO LAYOUT PRODUTIVO.	56
TABELA 6 - DIAGRAMA INICIAL DE DESLOCAÇÕES ENTRE POSTOS.	63
TABELA 7 - CRONOMETRAGEM DAS TAREFAS INDIVIDUAIS.	63
TABELA 8 - CRONOMETRAGEM DAS TAREFAS INDIVIDUAIS E RESPETIVA MÉDIA.	63

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.3	METODOLOGIA	2
1.4	CALENDARIZAÇÃO	3
1.5	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	7
2.1	LOCAL DE ESTÁGIO.....	7
2.2	PROCESSOS.....	9
2.3	PRODUTOS	12
2.4	GRUPO FAURECIA.....	13
2.5	FAURECIA EXCELLENCE SYSTEM.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1	LEAN MANUFACTURING	23
3.1.1	PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA <i>LEAN</i>	23
3.1.2	TIPOS DE DESPERDÍCIO (MODELO 3M)	24
3.1.3	<i>KANBAN PULL SYSTEM</i>	26
3.1.4	<i>KAIZEN</i>	27
3.1.5	<i>STANDARDIZED WORK</i>	27
3.1.6	5S.....	28
3.2	CONCEÇÃO E MELHORIA DE <i>LAYOUTS</i>	31
3.2.1	<i>LAYOUT</i> EM LINHA.....	32
3.2.2	<i>LAYOUT</i> POR PROCESSO	32
3.2.3	<i>LAYOUT</i> POR CÉLULA DE FABRICO.....	33
3.2.4	<i>LAYOUT</i> POR PROJECTO	33
3.3	<i>HOSHIN</i>	34

3.4	MELHORIA DE PROCESSO PRODUTIVOS	36
3.4.1	LINHA PRODUTIVA.....	36
3.4.2	BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO	39
3.4.3	ERGONOMIA.....	40
3.4.4	KPI – KEY PERFORMANCE INDICATOR	41
3.5	CURVAS DE APRENDIZAGEM.....	41
4	CASO DE ESTUDO	45
4.1	DESCRIÇÃO GERAL DO PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO.....	46
4.2	LINHA DE MONTAGEM DE MECANISMOS	49
4.3	REQUISITOS DO CLIENTE	54
4.3.1	REQUISITOS TÉCNICOS	54
4.3.2	REQUISITOS DE QUALIDADE.....	54
4.4	ESTADO INICIAL	55
4.4.1	TIPO DE LAYOUT	55
4.4.2	FONTES DE DESPERDÍCIO	56
4.4.3	DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE E CÁLCULO DO TAKT TIME	58
4.5	VISÃO.....	59
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS	59
4.6.1	ALTERAÇÃO DO LAYOUT PRODUTIVO	60
4.6.2	WORKSHOP HOSHIN.....	60
4.6.2.1	5S	61
4.6.2.2	ERGONOMIA	61
4.6.2.3	BALANCEAMENTO DA LINHA DE MONTAGEM	62
4.6.2.4	ALTERAÇÃO DO FLUXO DE MOVIMENTAÇÕES	64
4.7	RESULTADOS	65
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	69
	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	73

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 CALENDARIZAÇÃO

1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

1 INTRODUÇÃO

Este projeto de dissertação foi desenvolvido no âmbito da Unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio do 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Pautando-se pela utilização da metodologia *Lean*, este estudo foi desenvolvido na Faurecia, um dos maiores fornecedores de componentes na indústria automóvel, na fábrica FAA Moldados em São João da Madeira.

O estudo foi desenvolvido num ambiente industrial com o principal objetivo de melhorar o processo produtivo numa linha de mecanismos destinados à incorporação nos apoios de cabeça.

Neste capítulo vão ser especificados os objetivos propostos para a realização do projeto assim como a metodologia utilizada na abordagem ao problema e a respetiva distribuição temporal das tarefas com recurso ao *software Microsoft Project*.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Analisando os padrões existentes na indústria automóvel, assim como a variedade e diversidade existente nos produtos fornecidos pelos respetivos fornecedores de componentes para automóveis, facilmente se constata uma crescente exigência nos últimos anos, sendo esta notória sobretudo ao nível da qualidade, provocando nos diferentes fabricantes de automóveis uma procura incessante na tentativa de estarem um passo à frente dos diferentes concorrentes. Com esta crescente inovação existiram profundas alterações numa indústria já de si muito competitiva e que de um modo natural se traduziu numa maior dependência a nível tecnológico, estendendo-se também aos fornecedores de componentes automóveis, causando uma alteração à filosofia produtiva existente, dando entrada na Indústria 4.0.

A Faurecia como fornecedor de componentes e acessórios para automóveis, não ficou excluída deste processo de inovação tecnológica, onde, nos últimos anos, e com os critérios de qualidade cada vez mais rigorosos, houve um investimento por parte do grupo no sentido de serem alcançadas metas de qualidade que satisfaçam os requisitos do fabricante, bem como os do cliente final. Com a chegada de um novo projeto, denominado X74 e destinado a ser incorporado no veículo DS7 Crossback, a fábrica pretendia corrigir e posteriormente melhorar todos os aspetos que uma maneira direta ou indireta estivessem a influenciar de forma negativa o processo produtivo e que estavam, naturalmente, associados a uma fase inicial de projeto.

O escopo do presente trabalho está alinhado com os objectivos da empresa, sendo que para a sua evolução foram utilizadas diversas ferramentas e técnicas associadas à metodologia *Lean*, equilibragem de linha tendo em conta as respetivas curvas de aprendizagem e melhoria de *layouts*.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal a melhoria do processo de fabrico numa linha de montagem de mecanismos para apoios de cabeça, sendo necessário primeiramente identificar situações que comprometam a melhoria da eficiência do processo produtivo e quantificar a sua magnitude de forma a garantir a priorização de ações.

Seguidamente pretendeu-se delinear propostas que ajudassem a combater as situações e problemas identificados e estudar a sua aplicação.

Subsequentemente e como corolário do objetivo principal da dissertação, deu-se início à implementação das ações identificadas com utilização de ferramentas *Lean* e posterior análise quantitativa do valor acrescentado ao processo produtivo.

1.3 METODOLOGIA

Para que os objetivos traçados fossem atingidos foi utilizada uma metodologia de trabalho que pode ser caracterizada pelos seguintes pontos chave representados na Figura 1.

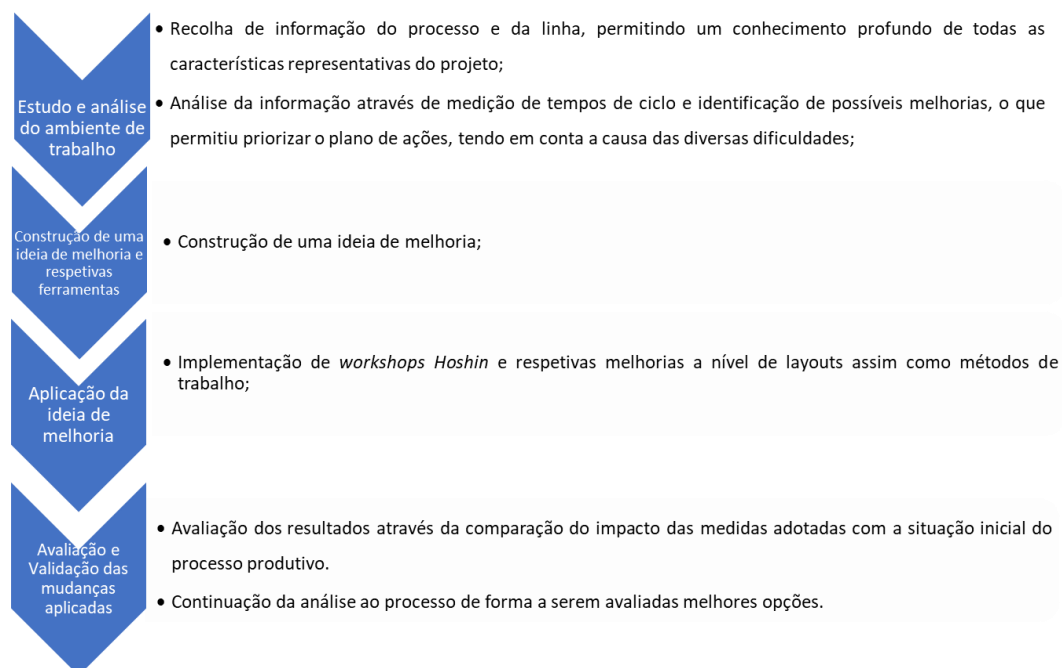


Figura 1 – Metodologia utilizada

1.4 CALENDARIZAÇÃO

Para que o presente projeto fosse alvo de um correto seguimento e atenção, foi criada uma calendarização onde estão definidas as tarefas realizadas bem como os seus prazos de realização.

As tarefas realizadas são enumeradas nos seguintes pontos:

- Inserção no ambiente da Empresa;
- Recolha de dados;
- Pesquisa bibliográfica sobre ferramentas de melhoria;
- Análise de dados;
- Construção da visão e projeto de melhoria;
- Implementação do projeto de melhoria;
- Avaliação dos resultados;
- Redação do relatório final

Em seguida, na Figura 2 é apresentada a calendarização com recurso ao software Microsoft Project 2016.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1		Calendarização	185 days?	Tue 09/01/18	Mon 24/09/18		
2		Inserção no Ambiente da Empresa	16 days?	Tue 09/01/18	Tue 30/01/18		
3		Recolha de Dados	11 days?	Wed 31/01/18	Wed 14/02/18	2	
4		Pesquisa Bibliográfica sobre ferramentas	2 days?	Thu 15/02/18	Fri 16/02/18	3	
5		Análise de Dados	5 days?	Mon 19/02/18	Fri 23/02/18	4	
6		Construção da visão e projeto de melhor	5 days?	Mon 26/02/18	Fri 02/03/18	5	
7		Implementação do projeto de melhoria	16 days?	Mon 05/03/18	Mon 26/03/18	6	
8		Avaliação dos resultados	17 days?	Tue 27/03/18	Wed 18/04/18	7	
9		Redação do relatório Final	113 days?	Thu 19/04/18	Mon 24/09/18	8	

Figura 2 - Calendarização

1.5 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente trabalho é edificado por cinco capítulos, organizados da seguinte forma:

1. Introdução

No primeiro capítulo é realizada com contextualização do projeto e dos objetivos definidos, assim como a metodologia adotada e a respetiva calendarização;

2. Apresentação da Empresa

Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa que acolheu o desenvolvimento do presente estudo e também do grupo e áreas de negócio onde está inserida;

3. Revisão bibliográfica

Neste capítulo são especificadas as ferramentas e metodologias utilizadas no projeto;

4. Caso de Estudo

No quarto capítulo é apresentado o processo produtivo, a análise efetuada, os problemas encontrados e as ações incumbidas à produção;

5. Conclusões e trabalhos futuros

No último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido, assim como algumas ilações retiradas do mesmo e considerações abordando a continuação do presente estudo.

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 LOCAL DE ESTÁGIO

2.2 PROCESSOS

2.3 PRODUTOS

2.4 GRUPO FAURECIA

2.5 FAURECIA EXCELLENCE SYSTEM

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo é realizada uma caracterização do ambiente e contexto do local de execução do trabalho com a respetiva apresentação da empresa.

2.1 LOCAL DE ESTÁGIO

O presente projeto decorreu na FAA Moldados (Faurecia Assentos de Automóvel), fábrica do Grupo Faurecia *Seating* (Faurecia *Automotive Seating*), pertencente à divisão *Confort&Trim Systems* e uma das seis presentes em Portugal. Fica situada em São João da Madeira e dedica-se principalmente à produção de acessórios para interiores bem como espumas para os assentos de automóveis. A FAA Moldados encontra-se representada na Figura 3.



faurecia

Figura 3 - FAA Moldados

A Faurecia Moldados é constituída por quatro Unidades Autónomas de Produção (UAP) – UAP1, UAP2, UAP4 e e UAP5. Dentro de cada UAP, gerida pelo UAP *Manager* e com suporte das funções de *Manufacturing* e Qualidade, existem Grupos Autónomos de Produção (GAP), sendo liderados por um GAP líder que responde diretamente ao Supervisor de produção alocado. O organigrama de uma UAP está representado na Figura 4.

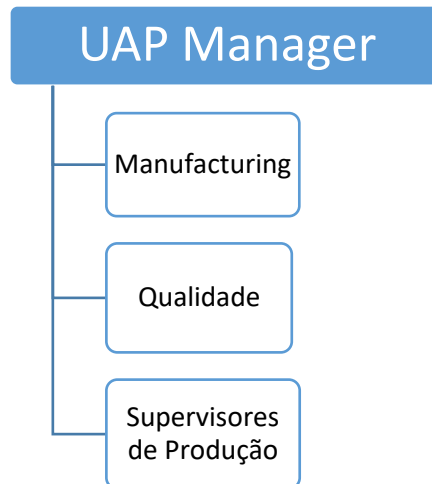


Figura 4 - Organigrama de UAP

A Unidade Autónoma de Produção 1 dedica-se sobretudo à produção de apoios de cabeça (APC) e apoios de braço (APB), tendo como processos principais a costura e injeção.

A UAP2, unidade onde foi realizado o presente estudo, produz maioritariamente APC e mecanismos de APC e APB. Como processos principais esta UAP tem a costura de capas para o APC e respetiva injeção. Dedicar-se também à produção do mecanismo que estão inseridos nos APC assim como mecanismos presentes nos assentos - CLA (*Cushion length adjustment*) e apoios de braço. Esta UAP é constituída por oito GAPs de costura, duas linhas de injeção e duas áreas de mecanismos destinadas a apoios de braço (consumo externo) e apoios de cabeça (consumo interno na montagem pré-injeção).

A UAP4 dedica-se principalmente ao corte de *kits* para posteriormente serem transformados em capas nos GAP de costura. Esta UAP fornece *kits* aos seus GAP, bem como às restantes UAP que possuam GAP de costura.

Na UAP5 são produzidas espumas que vão ser incorporadas nos assentos de automóvel.

A FAA Moldados tem como missão estabilizar-se como fábrica "*Benchmark*" em Corte & Costura de Capas, no que se refere a qualidade, inovação e eficiência, tendo como pilares a segurança, qualidade, entregas, eficiência e digital enterprise. Sendo que os seus valores se estabelecem através da Autonomia, Responsabilidade, Empreendedorismo, Respeito, Exemplo e Energia. Esta surgiu no seguimento da compra da fábrica da Molaflex, empresa de colchões com bastante peso no respetivo ramo em

Portugal, empregando atualmente nas suas seis fábricas, cerca de quatro mil pessoas. Em Portugal a Faurecia encontra-se presente em São João da Madeira, Nelas e Vouzela, destinadas à produção de assentos de automóvel. Em Bragança destina-se às tecnologias de controlo de emissões e em Palmela sistemas de interior.

Datas chave para a Faurecia em Portugal e no Mundo

- 1962 - Início da produção de bancos para automóveis;
- 1964 - Constituição da Flexipol;
- 1973 - Primeiras exportações de componentes para automóveis;
- 1974 - Transformação em Sociedade Anonima;
- 1980/1989 - O grupo Bertrand Faure desenvolve a atividade de bancos de automóvel em 2 associadas da Molaflex;
- 1989 - Mudança da denominação da Molaflex para Bertrand Faure Portugal - Equipamentos para Automóvel S.A.;
- 1993 - Criação da VANPRO - Fornecimento dos bancos completos para a AUTOEUROPA;
- 1995 - Nova designação: BFEPA - Bertrand Faure Equipamentos para automóveis;
- 1996 - Integração da Atividade Moldados na BFEPA;
- 1997 - Aquisição da totalidade do capital por parte do grupo; aquisição da empresa SPAV, filial da DELSEY e conversão para a atividade de produção de capas para bancos de automóveis;
- 1999 - Criação do grupo FAURECIA originado pela fusão do grupo BERTRAND FAURE com o grupo ECIA; mudança da designação da empresa para Faurecia - Assentos de automóvel, Lda;
- 2000 - Aquisição da TECNOX em Vouzela para extensão da atividade de produção de capas para bancos - SASAL;
- criação da EDA- Estofagem de Assentos, S.A.- estofagem de assentos para a Citroen (Mangualde);
- 2001 - Criação da empresa Faurecia - Sistemas de Escape em Bragança;
- 2002 - Aquisição do grupo SOMMER ALIBERT em Palmela.

2.2 PROCESSOS

A Unidade Autónoma de Produção 1 dedica-se sobretudo à produção de apoios de cabeça (APC) e apoios de braço (APB), tendo como processos principais a costura e injeção.

A UAP2, unidade onde foi realizado o presente estudo, produz maioritariamente APC e mecanismos de APC e APB. Como processos principais esta UAP tem a costura de capas para o APC e respetiva injeção. Dedicar-se também à produção do mecanismo que estão inseridos nos APC assim como mecanismos presentes nos assentos - CLA (*Cushion length adjustment*) e apoios de braço. Possui oito GAPs de costura, duas linhas de injeção e duas áreas de mecanismos destinadas a apoios de braço (consumo externo) e apoios de cabeça (consumo interno na montagem pré-injeção).

A UAP4 dedica-se principalmente ao corte de *kits* para posteriormente serem transformados em capas nos GAP de costura. Esta UAP fornece *kits* aos seus GAP, bem como às restantes UAP que possuam GAP de costura.

Na UAP5 são produzidas espumas que vão ser incorporadas nos assentos de automóvel. Esta UAP está também responsável pela sala de formulações, recebendo os componentes químicos Polioli e Isocianato e preparando-os para dar entrada no sistema de injeção da fábrica. Estes produtos ao serem misturados nas linhas de injeção vão reagir com ajuda de um catalisador e ar, dando origem à espuma que vai envolver o mecanismo e restringida pelo formato da capa previamente costurada.

O processo da FAA Moldados inicia-se, na sua generalidade, na receção de material no cais de receção (Logística), passando de seguida para a UAP4 que corta a matéria-prima, definido anteriormente pela Engenharia do Produto. Após o armazenamento nas *racks* de *kits*, cada UAP (UAP1 e UAP2) é responsável pelo levantamento dos respetivos kits e posterior transporte para os GAP onde são costurados e transformados em capas. As linhas de injeção levantam as capas provenientes da costura através de um sistema *pull* e calculado com base nos pedidos dos clientes. Após este processo todos os componentes passam por um controlo final, onde os critérios de qualidade são aplicados, rejeitando a peça no caso do retrabalho não ser eficaz.

Todas as UAP possuem o suporte dos departamentos de Engenharia. A Engenharia do Produto é responsável pela introdução de novos projetos na produção, efetuando para isso diversos testes com unidades e componentes protótipo de maneira a que as dificuldades no *shopfloor* sejam reduzidas. Trabalhando em conjunto com a respetiva UAP responsável pelo projeto, a Engenharia do Produto gere a industrialização dos produtos, dificultada pela crescente diversidade de produtos finais e pelos critérios de qualidade que se demonstram cada vez mais rigorosos. A Engenharia do Processo é responsável pela gestão do edifício, sector de moldes, componentes e manutenção de equipamentos essenciais à produção. A nível de manutenção esta está disponível 24h dia de maneira a serem reduzidos os tempos de avaria dos equipamentos.

Para que as variações no processo, como desgaste das máquinas e alterações da temperatura não tenham consequências negativas nos produtos finais e com isso reprovação nos critérios do cliente, o departamento de Qualidade central está responsável por garantir com o apoio do laboratório os critérios de qualidade

acordados. Para esta gestão entre entrada e saída de produtos é importante garantir a qualidade da matéria-prima se mantenha ideal ao longo de todo o processo. Assim a qualidade fornecedor, cliente e central, trabalha em conjunto de forma a serem garantidos todos os aspetos essenciais quer internos, quer externos.

A interligação entre os departamentos é realizada através da unidade de Planeamento, Controlo e Logística (*PC&L*), responsável pelo transporte dos materiais entre as diversas UAP e pela gestão de material utilizado na produção (caixas, componentes, etc).

Na Figura 5 podemos encontrar o fluxograma geral de operações e processos da FAA Moldados.

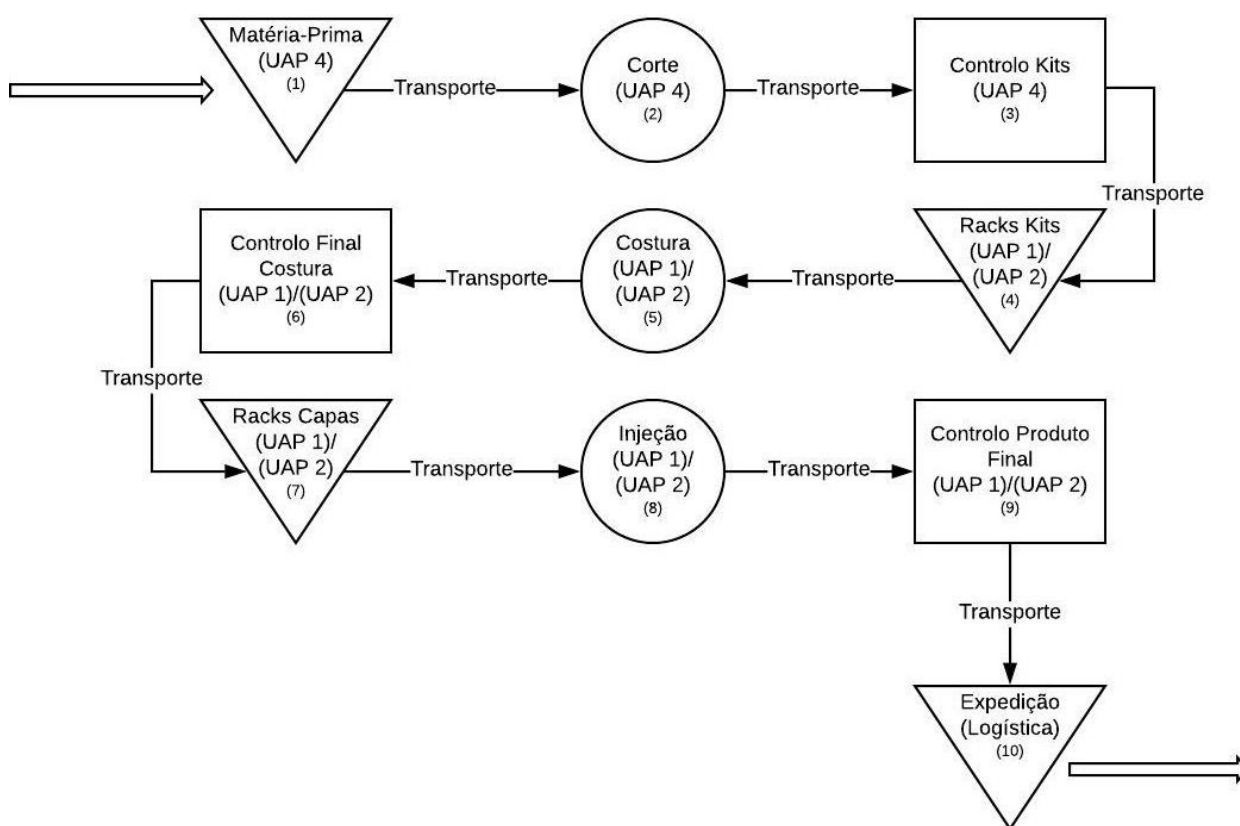


Figura 5 - Fluxograma de Operações

2.3 PRODUTOS

A faturação da FAA Moldados concentra-se sobretudo na venda de acessórios para automóvel - apoios de cabeça e de braço, espumas e também na crescente produção de mecanismos para apoio de braço e extensões de banco (Figura 6).



Figura 6 - Acessório produzidos na FAA

(fonte: Faurecia, 2018)

A Faurecia a nível global produz ainda componentes de controlo de emissões e escape, sendo que a unidade fabril em Portugal responsável por este sector está situada em Bragança – Figura 7. A unidade fabril de Palmela representa o grupo *Faurecia Interior Systems*, produzindo componentes para interiores, tais como: painéis de instrumentos, consolas centrais, tabliers, produtos e módulos acústicos, sendo que estes podem ser acabados em diversos materiais, contribuindo assim para uma maior margem a nível de escolhas do cliente final.

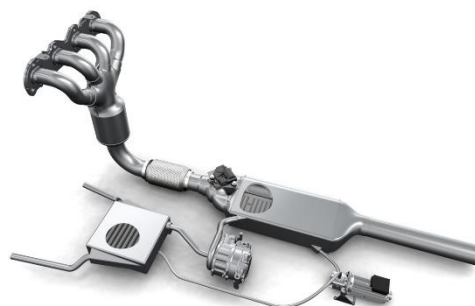


Figura 7 - Mecanismo controlo Emissões

fonte:(Faurecia, 2018)

2.4 GRUPO FAURECIA

O Grupo Faurecia, fundado em 1997 após a associação do grupo Bertrand Faure com o grupo ECIA, cresceu para se tornar num dos mais. Atualmente o grupo tem como objetivo ser líder no mercado de componentes automóveis, tornando-se no caminho uma referência *OEM (Original equipment Marketplace)*.

Durante o seu processo de crescimento internacional e aquisições chave, a Faurecia está agora empenhada em desenvolver os seus processos, abrir novas fábricas, centros R&D e o lançamento de novos projetos em parceria com os fabricantes automóveis.

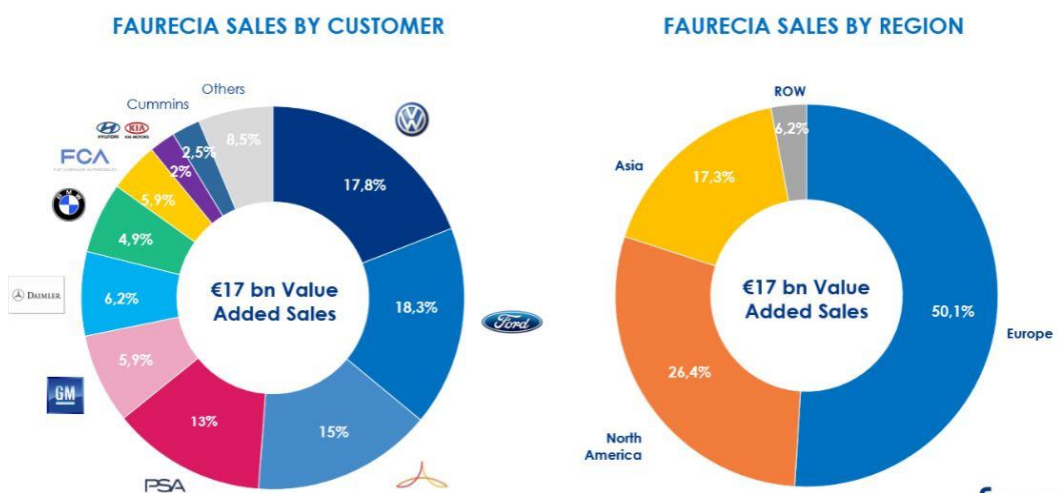
A Faurecia tem como principais áreas de negócio a produção de assentos para automóvel, tecnologias de controlo de emissões e sistemas de interiores. Possui no seu portefólio de clientes diversos fabricantes de veículos, concentrando o seu volume de negócios na Europa, representados na Figura 8.



Figura 8 - Clientes *OEM* da Faurecia

(fonte: Faurecia, 2018)

A percentagem de vendas por cliente e região está representada na Figura 9.



fonte:(Faurecia, 2018)

Missão: Criar e fornecer produtos, soluções técnicas e serviços inovadores e de alta qualidade, que promovam a competitividade dos clientes e representem um valor acrescentado para os colaboradores e acionistas. As prioridades da Faurecia são a preservação ambiental e a responsabilidade social.

“Create and deliver high-quality and innovative products, technical solutions and services that contribute to our customers' competitiveness and create value for our employees and shareholders. We are committed to environmental preservation and social responsibility.”

Visão: Ser o líder global em toda a linha de produtos. Atingindo isto através da atenção ao cliente, satisfação, transformando-se numa referência *OEM* e fornecendo as grandes marcas de automóveis. Com a ambição de um crescimento rápido, gerando um lucro sustentável. A Faurecia procura a perfeição técnica e é guiada pela paixão automóvel.

“Be the global leader in each of our product lines. We will do this by focusing on customer satisfaction, becoming the reference in the original equipment marketplace and serving all major car manufacturers. We aim to grow faster than the market and to generate sustainable profitability. We strive for technical perfection and we are driven by automotive passion.”

Em março de 2014, a Faurecia iniciou uma mudança em termos culturais, com a introdução de uma nova campanha *“Being Faurecia”*. Esta iniciativa destinava-se a adaptar a cultura da organização a um futuro crescimento da mesma. A nova mensagem concentra-se em promover uma cultura de criação de valor e eficácia ao mesmo tempo que desenvolve as capacidades dos seus colaboradores, ajudando-os a atingir o seu potencial máximo

Através do termo recém-criado *“Being Faurecia”* a empresa transmite a sua visão em relação à criação de valor. Esta é baseada numa redefinição do modelo cultural, incluindo um novo conjunto de valores e uma missão atualizada. Esta cultura tem como principais pilares os princípios organizacionais descentralizados, sistemas operacionais pragmáticos e desenvolvimento de pessoas baseando-se numa cultura partilhada. A imagem *“Being Faurecia”* está ilustrada na Figura 10.

Being Faurecia

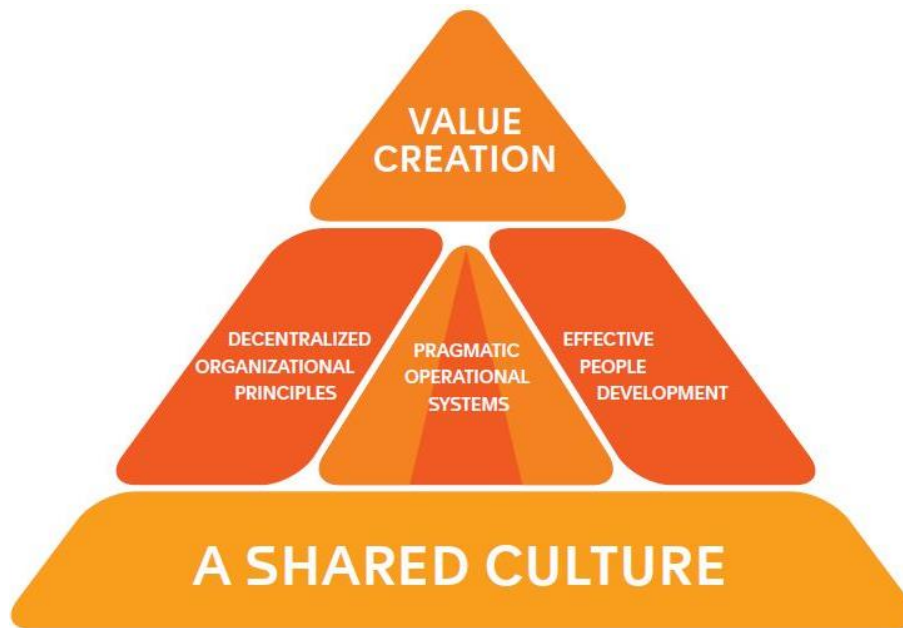


Figura 10 - Being Faurecia

fonte:(Faurecia, 2018)

A Faurecia é um fornecedor líder na indústria automóvel, dividindo a sua área de negócio em três grupos: *Faurecia Automotive Seating (FAS)*, *Faurecia Interiors Systems (FIS)* e *Faurecia Clean Mobility (FCM)*. A empresa presente em 35 países com 300 unidades fabris e centros R&D (*Research and Development*), empregando cerca de 100 000 colaboradores, sendo que um em cada três veículos possui tecnologia proveniente da Faurecia (Figura 11).

A FAA Moldados está inserida no grupo *FAS*. Este grupo dedica-se á produção de estruturas para bancos, espumas, acessórios (apoios de cabeça e braço) e capas para assentos



Figura 11 - Dados Globais Faurecia

fonte: (Faurecia, 2018)

O Grupo *Seating* caracteriza-se também por produzir internamente assentos completos, destinados à parte frontal e traseira do veículo (Figura 12 - Produtos Faurecia) e tendo a capacidade de os entregar de uma forma “*Just-in-Time*” ao seu cliente. Os seus produtos ganharam reconhecimento por parte dos fabricantes, promovendo o desenvolvimento de soluções no que respeita à segurança, conforto personalizável e qualidade.

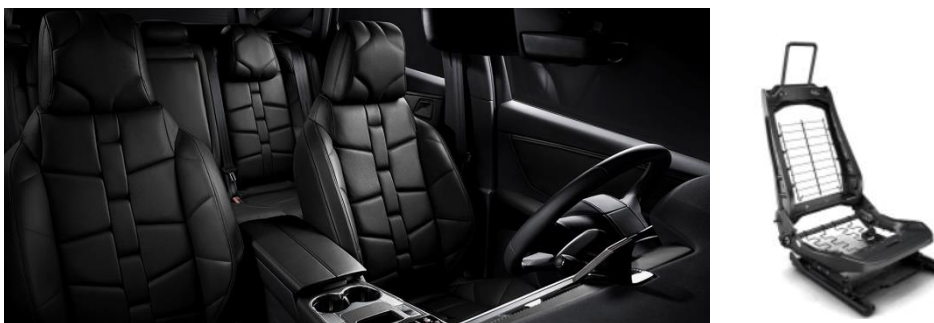


Figura 12 - Produtos Faurecia

fonte: (Faurecia, 2018)

Este desenvolvimento traduziu-se na produção de assentos para veículos premium, tais como: Audi A8 e Q7, Mercedes GL Class, Nissan Teana, Mini e Cadillac CT6.

A Faurecia tem vindo a apostar na inovação e são várias as patentes registadas. Uma delas, a *Active Wellness™*, é um protótipo do primeiro assento que deteta o estado emocional e físico do ocupante, tomando medidas para aliviar as respetivas condições. Este possui sensores que medem o ritmo cardíaco e respiração do condutor e dos ocupantes, realizando massagens e ventilando através de um sistema inserido no próprio assento (Figura 13).



Figura 13 - Protótipo "Cockpit do Futuro"

fonte: (Faurecia, 2018)

Atualmente o grupo PSA detém cerca de 57,4% do grupo Faurecia, onde quase na totalidade dos carros do grupo são equipados pela empresa, carros como por exemplo Peugeot, Citroen e a recém-criada DS.

Em 2016 a Faurecia fixava-se como o décimo maior fornecedor de componentes a nível mundial para a indústria automóvel (Figura 14).

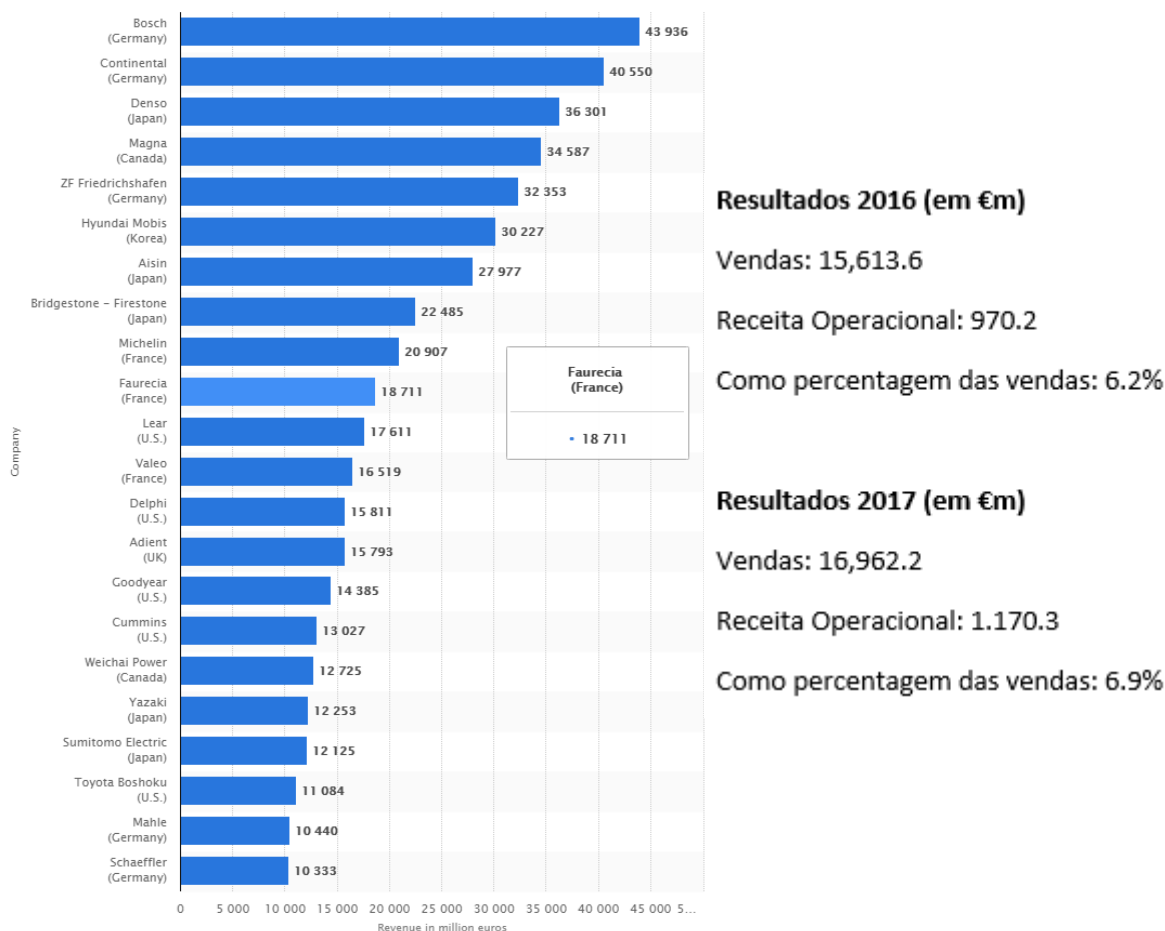


Figura 14 – Ranking dos principais fornecedores de componentes automóveis.

2.5 FAURECIA EXCELLENCE SYSTEM

O setor automóvel tem sofrido sucessivas alterações e evoluções a nível global. Conscientes que as restrições ambientais promovidas pelas alterações climáticas aliadas à rigorosidade dos critérios de qualidade e a inovação tecnológica, levou a que os fabricantes exigissem aos seus fornecedores os mesmos níveis nos seus produtos e como consequência nos seus processos.

Em 2002, foi criado o Sistema Global de Excelência da Faurecia “*Faurecia Excellence System*” (FES). Este traduz-se numa ferramenta interna de melhoria contínua, permitindo que a mesma metodologia e a cultura possa ser partilhada por todos os colaboradores. Assim, a metodologia pode ser utilizada por todas as funções desde *R&D*, *Manufacturing* e funções de suporte.

O FES traduz as melhores práticas identificadas dentro e fora do grupo Faurecia, sendo continuamente revisionado e implementado em todos os modelos de negócio, garantindo a continuidade do grupo no topo das suas áreas de negócio. Com esta

ferramenta é possível definir a forma como uma equipa deve trabalhar e métodos para atingir uma melhor eficiência.

Este sistema de excelência mede, através de indicadores operacionais, a competitividade das diferentes fábricas, ajudando e permitindo que as mesmas possam melhorar, produzindo apenas o necessário e utilizando os recursos adequados.

A missão do *FES* centra-se na criação de valor a longo prazo, desempenho e compromisso na responsabilidade ambiental, promovendo assim:

- Parcerias com todos os clientes;
- Antecipação das necessidades dos fabricantes automóveis;
- Inovação e criação de valor;
- Garantir a gestão das equipas e o seu desenvolvimento;
- Metodologias e Sistemas sólidos;
- Excelência na engenharia, gestão, e produção.;
- Extrema atenção à qualidade e custos;
- Ambiente de trabalho seguro e saudável;
- Envolvimento com a comunidade local;
- Transparência interna e externa.

Para atingir a excelência, o Sistema de Excelência da Faurecia rege-se através da atenção aos seis diferentes subsistemas representados na Figura 15– Liderança, Desenvolvimento, Produção, Cliente, Fornecedor e Envolvimento



Figura 15 - Subsistemas *FES*

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 LEAN MANUFACTURING

3.2 CONCEÇÃO E MELHORIA DE *LAYOUTS*

3.3 *HOSHIN*

3.4 MELHORIA DE PROCESSO PRODUTIVOS

3.5 CURVAS DE APRENDIZAGEM

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo é apresentada a pesquisa bibliográfica que sustenta a execução do trabalho. Assim, ao longo das páginas seguintes irão ser revistas vários aspetos teóricos essenciais para o desenvolvimento e culminar de um caso de estudo.

3.1 LEAN MANUFACTURING

A metodologia Lean rege-se por um conjunto de princípios, ferramentas e práticas concebidas com o intuito de antecipar e combater todos os fatores que influenciem de forma negativa a *performance* num sistema produtivo. Caracteriza-se por ser uma sistematização com o objetivo de reduzir as perdas de uma entidade, melhorando assim a cadeia de valor através da eliminação de tudo o que não acrescenta valor, conseguindo ganhos a nível de produtividade que se traduzem numa maior eficiência e qualidade do produto final.

Esta filosofia foca-se na melhoria do sistema produtivo global e não apenas em sistemas isolados. Com isto é possível um melhor planeamento e gestão dos produtos incorporados na cadeia de valor, estando intrinsecamente relacionada com o *TPS* (*Toyota Production System*), conceito criado após a Segunda Guerra Mundial, onde as grandes empresas do sector automóvel japonesas se viram obrigadas a combater a decadência e recessão onde estavam mergulhadas (Womack & Jones, 1996).

3.1.1 PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA *LEAN*

A metodologia *Lean* é composta por 5 princípios (Feld, 2001):

- Valor

Este é considerado o princípio básico da metodologia *Lean*, pois é a partir deste momento que se dá a definição de valor no seio de uma organização. Este princípio deve ser encarado a partir de uma perspetiva do cliente final, permitindo identificar o valor presente no produto, aliando, no entanto, a uma ótica interna que permite a perceção de possíveis investimentos e evoluções de forma a manter o respetivo valor.

- Cadeia de Valor

Identificação dos aspetos que geram valor e eliminar todos aqueles que geram desperdício. Só após este passo é possível a aplicação da metodologia *Lean*, assim como todas as suas ferramentas.

- Melhoria do Fluxo

Após a identificação e caracterização do valor é necessário criar um fluxo do mesmo, interrupto, e tirando o máximo partido dos recursos disponíveis. Com esta melhoria, irá ser possível garantir a procura dos clientes com um menor tempo de processamento possível.

- Sistema Pull

Este sistema representa o método produtivo implementado na organização, caracterizando-se pela redução máximo do *stock* existente. Aqui, irá ser produzido apenas o necessário, tendo em conta a procura do cliente.

- Melhoria Contínua

A melhoria contínua deverá fazer parte das tarefas diárias de uma organização, isto é, tentando sempre encontrar soluções que acrescentem valor ao produto entregue ao cliente, aumentando assim a sua satisfação.

3.1.2 TIPOS DE DESPERDÍCIO (MODELO 3M)

Nas organizações existem diversos tipos de desperdício associados aos seus processos produtivos que podem ser representados por três termos japoneses: *Muda*, *Mura* e *Muri* (Figura 16) (Imai, 2005).

- Muda – Representa o desperdício, isto é, tudo o que não acrescenta valor e que deve ser eliminado;
- Mura – Representa as variabilidades e irregularidades que podem ser eliminadas através do sistema *Just in Time (JIT)*, produzindo apenas o necessário;
- Muri – Refere-se à irracionalidade dos processos e pode ser representada pelos excessos ou insuficiências. Para evitar este aspeto deve-se proceder à uniformização e normalização do processo produtivo, melhorando a produtividade e redução dos custos através do conhecimento do produto e processo.



Figura 16 - Modelo 3M

Fonte:(www.slidegeeks.com, 2018)

Num processo produtivo é possível observar diversas fontes de prejuízo, causadas pelo desperdício (*Muda*) que não acrescentam valor (Womack & Jones, 1996). Atualmente são considerados 7 tipos de desperdício (Ohno, 1988):

- 1. Excesso de produção:** Produzir em excesso, fazendo o que não é necessário e indo contra a filosofia *Lean* que promove a produção de acordo com a procura, quer em quantidades, quer em tempo. Este excesso vai ser traduzido em prejuízos de armazenamento (*stock*) elevado e ocupação de uma área que poderia ser aproveitada para outro fim. Por outro lado, a nível de qualidade do produto, esta pode ser influenciada pelo tempo em que o produto se encontra armazenado.
- 2. Transporte:** O ato de deslocação representa um fator importante no seio produtivo pois não acrescenta valor ao produto e está diretamente relacionado com o tempo das tarefas. Assim, a deslocação de MOD, material e informação desse ser alvo de uma especial atenção de forma a que este tempo seja reduzido através de uma análise ao *layout* produtivo e todos os entraves que estejam latentes no fluxo.
- 3. Tempos de Espera:** Pode afetar negativamente o processo através do tempo em excesso em que os operadores e equipamentos se encontram à espera para entrar em trabalho e provocando fluxos não regulares e tempos de entrega (*lead times*) elevados. É assim recomendado que o fluxo se encontre o mais nivelado possível, levando à redução dos respetivos tempos e melhorando o fluxo dos materiais.
- 4. Movimentação:** Este desperdício é causado especialmente por mau planeamento de layouts produtivos que possuem obstáculos à movimentação ou o seu excesso, como por exemplo o excesso de movimento para executar uma certa tarefa.
- 5. Stock:** O armazenamento de materiais é inevitável num contexto produtivo, sendo necessário a retenção dos mesmos num espaço físico e temporal sendo diversos os fatores que podem levar a este ponto negativo, tais como: o layout inadequado, a mudança ineficaz das ferramentas de trabalho e fluxo não otimizado. Uma das técnicas utilizadas para contrariar este excesso é a produção puxada (*Pull System*) e nivelamento da produção através de um fluxo estável e contínuo de material.
- 6. Trabalho desnecessário:** É comum existirem processos que consomem recursos desnecessariamente, podendo ser consequência de diversos fatores: incorreto layout, incorreta formação dos colaboradores que causam inconformidades no processo e respetivos desperdícios.
- 7. Defeitos:** Este tipo de desperdício é o mais fácil de ser identificado num processo produtivo. Pode ser consequência de diversos fatores ou falhas no respetivo fluxo de material. Os produtos não conformes normalmente tem dois destinos: o retrabalho ou é possível a anulação dos defeitos verificados ou a rejeição total do material envolvido, traduzindo-se em custos avultados para a organização.

3.1.3 KANBAN PULL SYSTEM

O *pull system* (produção puxada) é uma técnica da metodologia *Lean* que permite reduzir ao máximo o desperdício num processo produtivo através da necessidade de produzir apenas o necessário e quando necessário, através da respetiva necessidade do cliente. Esta aplicação vai ter como consequência uma redução de armazenamento (*stock*) intermédio e uma possível programação do plano produtivo a médio/longo prazo.

Com esta técnica a empresa vai conseguir concentrar-se nas atividades que não gerem valor e eliminando-as de forma a otimizar o processo e entregando o produto final de uma forma *Just in Time (JIT)*.

Ao contrário de um sistema *push* que se baseia em previsões e por isso está submetido a possíveis erros a nível de procura real, o sistema *pull* permite que os colaboradores se concentrem numa e só uma tarefa de cada vez, como consequência do planeamento produtivo. Através do uso de um sistema *pull* é possível:

- Adaptação rápida às mudanças que possam existir no processo;
- Movimentação de ferramentas e respetiva disponibilidade muito mais rápida;
- Aumento da produtividade;
- Melhorias a nível de fluxo produtivo.

Para que o controlo deste tipo de fluxo produtivo tenha efeito, utiliza-se um processo visual com recurso a *Kanbans* – **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** que permitem a limitação da quantidade de material em curso, garantindo um fluxo contínuo de material e não sobrecarregando as diferentes atividades do processo, conseguindo facilmente identificar as atividades problemáticas. O *kanban* consiste num cartão identificativo da quantidade de material envolvido num determinado processo e do ponto específico do processo onde o material se encontra.

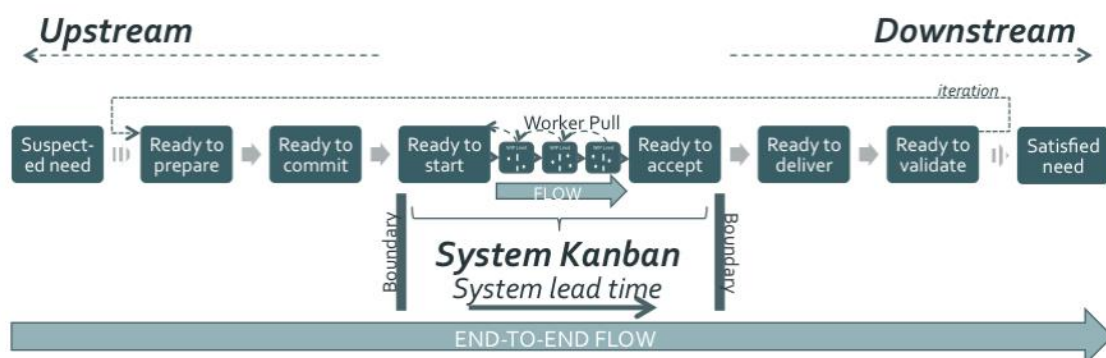


Figura 17 - Exemplificação do fluxo de um Kanban num sistema *pull*.

(Fonte: Patrick Steyaert, *Customer Kanban*, 2018)

3.1.4 KAIZEN

Todas as ações relacionadas com a filosofia *Lean* assim com as ferramentas utilizadas, devem ser acompanhadas por uma melhoria contínua, isto é, à medida que se vai identificando os desperdícios e motivos de perda deve ser automaticamente considerado uma avaliação dos recursos disponíveis. O termo *Kaizen* (*kai* – mudança e *zen* – bom), promove um sentido de análise e dinamismo face à melhoria contínua, incentivando o sentido crítico de cada colaborador responsável por um certo processo. Atualmente esta prática é considerada um pilar na missão estratégica das grandes organizações, tendo sido introduzida na Europa através de Masaaki Imai e possuindo os seguintes princípios (Imai, 1986):

- Boas práticas têm como consequência bons resultados;
- Trabalhar em equipa;
- Conter problemas e atacar causas raiz;
- Todos devem ser envolvidos.

O *Kaizen* encoraja a que o máximo de informação seja passada para os colaboradores de forma a que numa análise individual seja contemplada uma visão mais global da organização, permitindo a cada um perceber as implicações de certas ações. Só assim e com alguma formação vai ser possível aos colaboradores saberem o que fazer e que caminho seguir.

É necessário ter em conta que *Kaizen* é um processo demorado e que os resultados não são visíveis, normalmente, de forma rápida pois, este é uma mentalidade e não uma mudança física. A própria chefia deve receber formação neste sentido, tendo em mente que para uma correta aplicação do *Kaizen* algum tempo terá de ser alocado para promoção de melhorias que resultarão em bons resultados a médio/longo prazo para a organização.

3.1.5 STANDARDIZED WORK

Um dos aspetos fundamentais do *Lean Thinking* e atualmente uma base em qualquer tipo de indústria é o *standardized work* (SW), que corresponde à uniformização ou normalização dos trabalhos e tarefas desempenhadas num processo produtivo através de um documento. Os *standards* correspondem a um auxílio e representam uma sequência de operações pela qual todos os colaboradores se devem guiar para realizar uma tarefa específica. Ao optarem por um método *standard* as empresas vão conseguir maximizar os recursos e ao mesmo tempo reduzir o desperdício, sendo que este pode ser obtido com a conjugação de diversos pontos (Suzaki, 2010), tais como:

- **Análise do tempo de Ciclo** – Indica o tempo que um produto demora a ser produzido;
- **Operações de Qualidade** – Representam, de uma forma geral, todas as operações industriais que garantam a conformidade dos produtos, mantendo desta forma o valor. Podem ser aplicadas através da manutenção e controlo dos

equipamentos produtivos assim como todas as operações que envolvam a produção do produto.;

- **Balanceamento da Linha produtiva** – Garante que todas as tarefas se encontram bem distribuídas numa linha, contribuindo para um fluxo contínuo e sem interrupções.

O *standardized work* corresponde a um método que pode e deve estar em constante alteração, com base nas análises realizadas na área de trabalho pelo supervisor de produção e pelos operadores que devem desempenhar um papel crítico e interventivo na realização deste documento. Todas as ações que garantam ser benéficas devem, rapidamente, ser aplicadas e referidas no documento de instrução de operações, atualizando a respetiva versão.

As principais vantagens deste método são notórias em termos práticos, como por exemplo no caso de substituição, adição ou retirada de um operador e consultando a tabela de tempos de tarefas, facilmente se consegue alocar recursos mantendo dentro dos limites a capacidade produtiva.

Normalmente as dificuldades na aplicação deste método concentram-se nas sucessivas alterações no *gemba* que dificultam a interpretação, aplicação de métodos e atualização de toda a informação que está incluída, assim como: tempos de operações, deslocações, instruções de operações e tudo o que a organização conseguir considerar como *standard*.

3.1.6 5S

Os 5S funcionam como uma ferramenta da metodologia *Lean* e auxiliam na gestão do ambiente de trabalho (*Gemba*). A sua utilização promove a manutenção do espaço de trabalho, mantendo-o limpo, organizado e confortável para todos os colaboradores. Para que estes aspetos sejam conseguidos são utilizadas diversas técnicas que facilitam a sua aplicação e promovem através da normalização, organização e limpeza a eficiência e produtividade da respetiva linha produtiva (Al-Aomar, 2011).

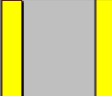


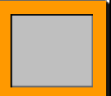
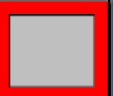




Esta ferramenta constitui a base das condições necessárias para a aplicação de uma metodologia de melhoria contínua, e é considerada pelas organizações a mais básica e fácil de aplicar dentro da filosofia *Lean*, tendo a vantagem de acarretar baixos custos no que à sua aplicação diz respeito. O nome “5S” é proveniente de cinco palavras japonesas utilizadas para exemplificar o ciclo que se pretende com este tipo de gestão: *Seiri* (Triar), *Seiton* (Arrumar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Normalizar) e *Shitsuke* (Manutenção).

O método dos 5S tem também, à sua disposição, diversas ferramentas para controlo do mesmo, como a marcação e identificação dos diversos espaços produtivos (Tabela 1), tais como:

- Limitação do espaço para corredores;

- Identificação do espaço de peças em processamento;
- Identificação das peças finais;
- Identificação do espaço para peças de retrabalho;
- Identificação de peças rejeitadas;
- Identificação do espaço para ferramentas, moldes e outros dispositivos;
- Limitação do espaço dedicado ao lixo;
- Identificação de áreas perigosas;
- Identificação de áreas com extintores de incêndio.

Tabela 1 - Identificação de Áreas de Produção

Role	Delineates the walkways	Delineates the storage areas of the processing parts	Delineates the storage areas of finished parts	Delineates the storage areas of rework parts	Delineates the storage areas of rejected parts	Delineates the storage areas of trolleys, carriages, boxes, devices, molds	Delineates the storage areas of waste products	Delineates the dangerous areas	Delineates the fire extinguishers areas
Marking colors									

Esta ferramenta implica, no entanto, que todos os colaboradores possuam a responsabilidade de certas tarefas e diariamente efetuem o controlo do espaço de trabalho de forma a que este não esteja sujeito a variações que perturbem o processo produtivo. Assim é necessário promover os seguintes aspetos:

- **Seiri (Triar)**

Neste passo suposto verificar toda a área de trabalho, incluindo a área inacessíveis (topo das máquinas, parte traseira, mesas e parte inferior e de seguida separar as ferramentas e componentes desnecessários ao processo produtivo daquilo que é realmente necessário. Após este passo é possível especificar quais os componentes e ferramentas realmente essenciais ao processo produtivo.

- **Seiton (Arrumar)**

Após a identificação do que é realmente necessário, deve-se proceder à priorização das ferramentas, isto é, de acordo com a sua utilização constatar quais são usadas mais frequentemente e qual a sua importância no processo, sendo que as mais importantes deverão ser colocadas o mais perto possível do operador para facilitar o seu manuseamento. As ferramentas usadas ocasionalmente deverão ser colocadas no

gemba, mas a alguma distância que não permita que influencie o trabalho. Neste ponto é importante seguir as regras do espaço de trabalho representadas na Tabela 1.

- **Seiso (Limpar)**

Este ponto deve ser alocado a todos os colaboradores, especialmente aos operadores responsáveis pelo seu posto de trabalho, promovendo a limpeza do mesmo sempre que utilizado. Através do *seiso* é possível que o respetivo posto se encontre constantemente limpo e confortável e não influenciando desta forma o rendimento do operador.

Ao aplicar o *seiso* vai ser possível identificar anomalias através de uma inspeção visual que poderiam estar escondidas na sujidade, tais como: fugas de óleo, peças que é necessário substituir e assim promovendo também uma manutenção de primeiro nível no espaço de trabalho.

- **Seiketsu (Normalizar)**

Através da folha da identificação de áreas representada na Tabela 1, é possível uma normalização do espaço de trabalho, tendo como vantagem uma fácil identificação de outros aspetos produtivos, tais como: identificação visual do nível dos *stocks* (expostos na respetiva área), identificação rápida das ferramentas de trabalho e todos os componentes relacionados com a produção. Outro aspeto que deverá ser normalizado é a documentação, como instruções de trabalho e procedimentos, facilitando a integração de novos operadores e a sua formação.

- **Shitsuke (Manutenção)**

Este último ponto corresponde também ao mais difícil a ser aplicado pois é necessário criar rotinas de verificação e controlo para uma fácil e constante manutenção de todos os aspetos do 5S. Estas rotinas podem ser representadas por auditorias e reuniões (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), sendo que aqui a chefia representa um papel fundamental na persistência e manutenção do espaço de trabalho (Patel &



Figura 18 - Implementação Simbólica da Metodologia 5S.

Dr.Thakkar, 2014)

(Fonte: Kate Hickey “5s Your Life”, 2018)

3.2 CONCEÇÃO E MELHORIA DE *LAYOUTS*

O *layout* produtivo ou implantação de um processo deve representar a estrutura organizacional do espaço de trabalho onde a capacidade e eficiência se encontra no seu auge, permitindo, desta forma, a redução dos tempos não produtivos e uma extração máxima das capacidades dos recursos disponíveis (técnicos e humanos). O aparecimento deste local apareceu de uma forma espontânea e sem grande interesse no desenvolvimento do mesmo até meados do século XX onde, as exigências de qualidade e volumes de produção começaram a aumentar, provocando uma maior investigação e conseqüente desenvolvimento desta área (Neumann & Scalice, 2015). Assim, os *layouts* começaram a ser alvo de estudos onde é possível visualizar diversos conceitos e técnicas que influenciam diretamente o rendimento do processo (Muther, 1978).

É importante que para uma correta estruturação do *layout* de fabrico no chão de fábrica seja contemplado um estudo prévio e uma análise detalhada ao espaço disponível, tendo em consideração os diversos elementos de segurança (extintores e corredores), bem como aos recursos existentes pois, caso existam parâmetros mal definidos, estes podem resultar em perdas monetárias avultadas para a organização. Estas perdas podem ser encontradas em diversas situações:

- Constante mudança do respetivo *layout*, levando à alocação de recursos humanos e sucessivas paragens das atividades;
- Má estruturação do *layout*, tendo como conseqüência o excesso de movimento, mistura de fluxos, *lead times* elevados e grandes tempos de espera;
- Um *layout* defeituoso pode levar ao engano e sucessivo investimento em recursos desnecessários.

A correto desenho de um *layout* produtivo deve obedecer a diversos princípios, tais como:

- Minimização das deslocações, quer dos operadores quer das ferramentas;
- Garantir um correto fluxo de operações, permitindo que a produção se faça sem entraves de qualidade e trocas, obrigando a sucessivas paragens da mesma;
- Garantir o máximo aproveitamento do espaço disponível.

É necessário ter em conta que não existe uma implantação ideal. Existe sim, uma implantação que permite a melhoria do processo produtivo, que varia consoante a fase em que o projeto se encontra e os recursos disponíveis. No entanto, todas estas deverão

ter como características a flexibilidade (facilmente alterável e com o mínimo de perturbações), o mínimo de entropia e o mínimo de espaço ocupado (Russel, 2002).

3.2.1 LAYOUT EM LINHA

A escolha por este tipo de implantação é realizada sobretudo quando se pretende uma grande capacidade de produção em que a variedade dos produtos é bastante pequena ou nula. Para a correta alteração deste *layout* é necessário efetuar o balanceamento das linhas de produção e distribuir as atividades dos operadores e máquinas de uma forma sequencial. Com esta implantação o material move-se através dos diferentes postos, fixando fixos os operadores e recursos técnicos (Figura 19).

Com este tipo de *layout* é possível obter ganhos financeiros no investimento dos recursos humanos disponíveis bem como nos postos de trabalho. Para a sua melhoria é necessário retirar tempos e distribuir as atividades pelos postos, verificando o tempo de ciclo máximo entre as operações de forma a distribuí-lo pela linha de produção e como consequência observar o aumento do número de peças produzidas na mesma unidade de tempo

Vantagens: Inexistência de stock entre postos, promovendo uma melhor organização na linha produtiva e facilitando a supervisão da mesma onde o fluxo de materiais se verifica constante.

Desvantagens: Custos de instalação da linha podem-se revelar altos em caso de paragem de um dos recursos obrigará à paragem da linha completa

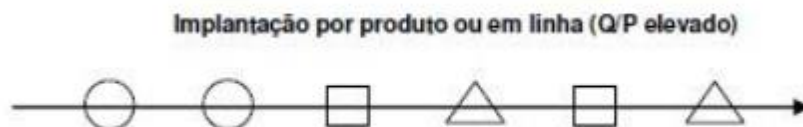


Figura 19 - Layout em Linha

3.2.2 LAYOUT POR PROCESSO

Este tipo de implantação é usado quando a quantidade a produzir é deveras pequena e onde, pelo contrário, a variedade é bastante notória, sendo as gamas operatórias distintas entre si. Aqui, as máquinas são dispostas de acordo com o processo que executam, onde o fluxo de material se realiza através de postos especializados enquanto as máquinas permanecem fixas (Figura 20).

Vantagens: A mudança na disposição das máquinas é facilitada, podendo permitir a não interrupção de produção em caso de avaria de um equipamento.

Desvantagens: Espaço necessário torna-se por vezes elevado; maiores tempos de entrega (*Lead Times*), provocados essencialmente pela grande movimentação dos materiais.

Implantação por processo ou oficina de fabrico (Q/P baixo)

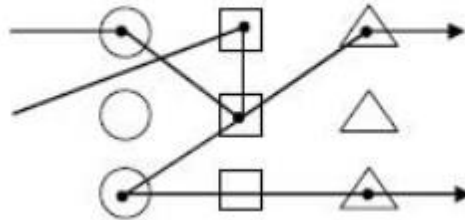


Figura 20 - Layout por Processo

3.2.3 LAYOUT POR CÉLULA DE FABRICO

Com a utilização deste tipo de layout, a quantidade de artigos produzidos bem como a sua variedade vai-se verificar média, sendo que as gamas operatórias irão ser bastante semelhantes. (Russel et al, 1998). Este tipo de *layout* caracteriza-se por ser bastante flexível, podendo facilmente ser alterado e disposto de acordo com as exigências atuais sendo que normalmente é orientado em forma de “U” (Neumann & Scalice, 2015). (Figura 21)

Vantagens: promove a polivalência dos operadores; Fluxo de material mais organizado, facilitando os deferentes tipos de controlo existentes, a nível de qualidade e capacidade produtiva.

Desvantagens: É exigida uma maior capacidade à célula produtiva, causando um aparente aumento na carga de trabalho dos operadores e consequente exigência física por parte dos mesmos.

Implantação em célula de fabrico (Q/P médio)

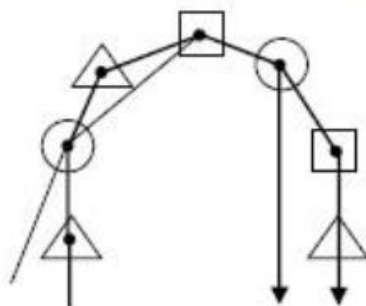


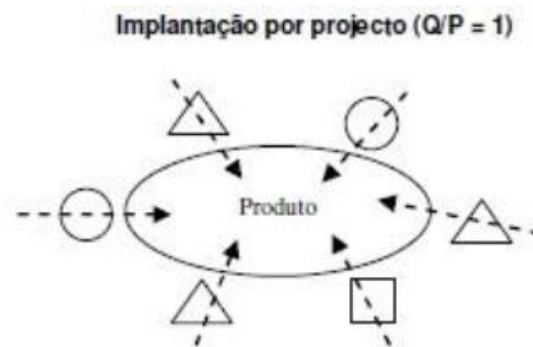
Figura 21 - Layout por Célula de Fabrico

3.2.4 LAYOUT POR PROJECTO

Este tipo de implantação produtiva distancia-se bastante dos restantes pois aqui, a quantidade produtiva, é unitária e a gama operatória é o produto em si. Normalmente nesta situação o produto fica estático e as ferramentas e recursos movimentam-se em redor do mesmo. (Figura 22)

Vantagens: Movimentação do material bastante reduzida; Possibilidade de orientação do produto de forma a facilitar a sua produção/alteração.

Desvantagens: Transporte do produto dificultado; Investimento em ferramentas elevado



3.3 HOSHIN

O correto planeamento de todas as atividades de um sistema produtivo constitui uma mais valia para as entidades, sendo esta uma das maiores fontes de poupança através da adoção de diferentes estratégias económicas a curto, médio e longo prazo. Assim, com a utilização do método *Hoshin*, “*Ho*” – método e “*shin*” – Bússola, transmitindo a essência deste método que se pode considerar como uma definição de estratégia de planeamento, promovendo a melhoria contínua e alinhando-se aos objetivos, missão e visão da organização.

Este método tem vindo a ser usado por grandes empresas Japonesas e norte americanas desde os anos 60, fazendo-se notar um interesse crescente na utilização desta metodologia. O ciclo de *Deming* (PDCA) teve uma enorme influência nas características desta metodologia que atualmente segue as práticas e princípios *Lean*. Este promove a procura e aplicação imediata de soluções no espaço de trabalho de maneira a eliminar o desperdício e melhorar o fluxo, aumentando a qualidade dos produtos através do domínio do processo (Faurecia, 2010)

Hoshin encara o sistema organizacional de forma global, incluindo o maior número de aspetos do mesmo, como processos e recursos humanos e técnicos, criando desta forma um processo dinâmico e traduzindo da melhor forma o ambiente de negócio. Através

da utilização do método *Hoshin* é possível por em prática o modelo *PDCA* (*plan, do, check and act*) (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), garantindo que a organização consegue enfrentar as exigências contemporâneas do mercado ao ir de encontro às expectativas do cliente, não descorando, no entanto, a definição da estratégia a ser aplicada no futuro com a alocação dos recursos disponíveis consoante a priorização efetuada, garantindo a máxima eficácia e eficiência (Diez, Ordieres-Mere, & Nuber, 2015)

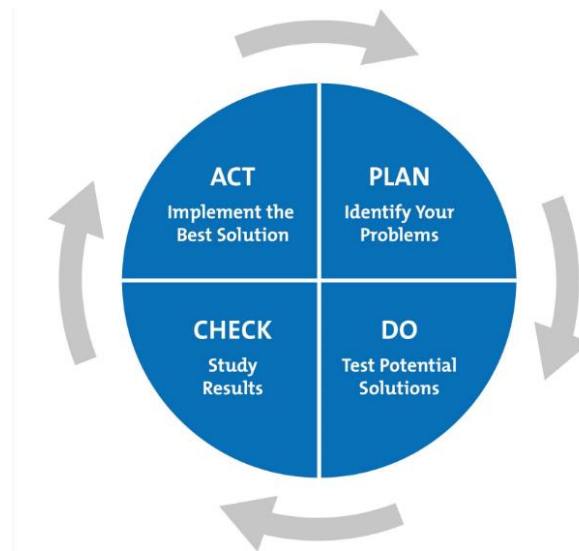


Figura 23 - Diagrama PDCA.

(Fonte: “*Continually Improving, in a Methodical Way*”, Mind Tools, 2018)

Para a correta aplicação deste método é necessário ter um conhecimento profundo da filosofia empresarial existente e que os objetivos estabelecidos sejam factíveis e estejam de acordo com os recursos disponíveis – Figura 24.

Este método de trabalho tem como prioridades a eficiência do posto ou linha de trabalho, através da melhoria de qualidade do mesmo, promovendo para isso ações de melhoria com total envolvimento dos operadores. Baseando-se principalmente em medições e observações de maus desempenhos e indicadores do *shopfloor*, *Hoshin* persegue, incisamente, através de diversas ferramentas *Lean*, a implementação de diversas alterações intermináveis, seguindo uma filosofia *Kaizen* (melhoria contínua).

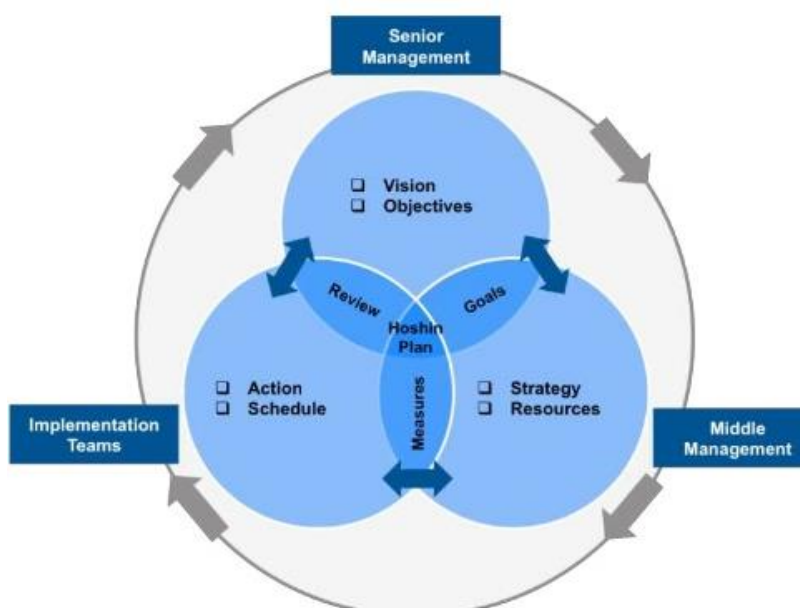


Figura 24 - Representação da Estratégia Hoshin

(Fonte: Operational Excellence Consulting, 2018)

Tendo em conta a filosofia *Kaizen* e as ferramentas disponíveis para uma correta prática *Lean* na organização já referidas, irão ser especificados nos capítulos seguintes diferentes conceitos que permitem a implementação deste método, começando pelos seus pressupostos e definição de diferentes parâmetros que servem de base para correta análise num processo produtivo, como por exemplo o balanceamento de linhas produtivas e os termos associados: *Takt Time*, *Bottleneck*, passando pela ergonomia e princípios de qualidade.

3.4 MELHORIA DE PROCESSO PRODUTIVOS

Um processo produtivo carece, na maioria dos casos, de uma análise profunda no sentido de se ver aumentada a sua eficiência e assim permitir extrair o máximo da capacidade com os recursos existente.

3.4.1 LINHA PRODUTIVA

Uma linha de produção é composta por vários postos de trabalho onde, através de um fluxo há movimentação de material, normalmente e idealmente distribuído igualmente pelos diferentes postos de forma a que o respetivo fluxo se dê forma contínua e sem interrupções até ao último posto, promovendo deste modo a inexistência de *stocks* intermédios que prejudicam o sistema global (Becker & Scholl, 2006). Esta premissa para uma melhoria de uma linha produtiva não era tida em conta no passado onde, normalmente, se produziam grandes quantidades com pouca ou nenhuma variedade na mesma linha, promovendo um conhecimento e domínio de todas as características técnicas por parte dos operadores e diminuindo os problemas de qualidade.

Atualmente são consideradas diversas classificações consoante a diversidade de produtos e respetivo funcionamento numa linha. A primeira, quando existe a produção de produtos idênticos e não sendo necessária a troca de *setup* dos equipamentos é classificada como linha uni-modelo (*single-model line*). No entanto e caso se dê a produção de diferentes produtos na mesma linha a classificação divide-se em dois termos – linhas multimodelo (*multi-model line*) e linha mista (*mixed model line*). O primeiro termo é usado quando existem diferenças acentuadas no processo produtivo dos produtos, obrigando a mudanças de *setup* constantes de acordo com o produto necessário produzir. Nesta situação o *stock* existente mostra-se normalmente elevado, contrariando uma filosofia *JIT (Just-in-Time)*, de forma contrariar sucessivas paragens para troca de *setup*. O segundo termo (*mixed model line*) é aplicado quando há semelhanças nos processos produtivos, carecendo de paragens para troca de *setup* e de existência de elevadas quantidades em *stock*, permitindo uma produção *JIT* de acordo com a procura (Figura 25). (Becker & Scholl, 2006).

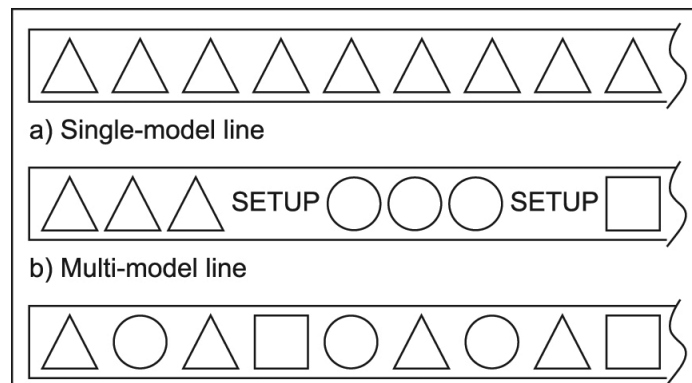


Figura 25 - Tipos de Linha de Produção

Fonte: (Reginato, Anzanello, & Kahmann, 2016)

Existem diversos aspetos em ter em atenção na composição de uma linha de produção, começando pelos operadores e os seus movimentos que se devem revelar o mais baixos possível assim como a interação com os utensílios e ferramentas que devem estar colocados em acessos facilitados, promovendo a rapidez na utilização das mesmas - *SMED (single minute exchange of die)*.

Para que seja possível uma correta melhoria de uma linha produtiva, é importante a definição e cálculo de diferentes parâmetros de forma a que a análise e posterior ação de melhoria seja o mais eficaz possível. Entre estes parâmetros podemos encontrar os seguintes:

- Número de postos de trabalho;
- Definição do tempo de ciclo;
- Cálculo Takt Time;
- Identificação do Bottleneck.

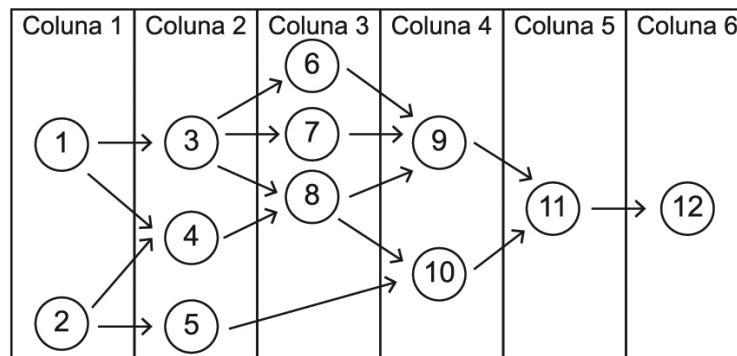


Figura 26 - Exemplo diagrama de precedências

Fonte:(Reginato et al., 2016)

Takt Time

O *Takt time* é usado na aplicação da metodologia Lean e permite sincronizar o a cadência produtiva com a procura exigida pelos clientes (Meyers & Stewart, 2011). O seu cálculo é realizado através da divisão do tempo útil produtivo pela quantidade a produzir, representando este o tempo máximo que uma peça pode demorar a ser produzida sem pôr em causa a entrega dos pedidos, isto é, o ritmo produtivo imposto pelas encomendas do cliente (Equação 1). Um *takt time* deverá ser sempre superior ao tempo de ciclo e é representado pela seguinte equação e considerando o período p como um dia de trabalho:

Equação 1 – Takt Time

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo de produção (p)}}{\text{Quantidade pedida (p)}}$$

Para o cálculo do tempo de produção não são contabilizadas as paragens programadas assim como os tempos de mudança de *setup*, sendo a quantidade pedida dada pelo PDP construído pela logística e nivelado pela semana.

Diagramas Tempo de Ciclo

Um diagrama de tempos de ciclo representa, de uma forma simples, a afetação da carga de trabalho por unidade de tempo a um posto produtivo. Nesta afetação está incluída a soma de todas as tarefas efetuadas em todos os postos que garantem a obtenção do produto final. A medição é realizada através da contabilização com base na média da cronometragem de 20 ciclos consecutivos, sem qualquer exclusão à exceção dos tempos de abastecimento da linha e retrabalhos (Faurecia, 2018).

Capacidade Produtiva

Através da identificação dos aspetos supracitados, é possível proceder ao correto balanceamento da respetiva linha, tendo em mente que apenas isto não é suficiente para garantir um desempenho aceitável da mesma pois, variações como a diversidade do produto, volumes, falta de material, deficiência nas ferramentas e não conformidades influenciam de forma negativa a produção. Assim, para calcular a capacidade produtiva temos na Equação 2:

$$\text{Equação 2 - Capacidade Produtiva}$$
$$\text{Capacidade de Produção} = \frac{\text{Tempo disponível (p)}}{\text{Tempo Bottleneck(p)}}$$

3.4.2 BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO

Com esta atividade é possível um aproveitamento ideal dos recursos disponíveis, ao mesmo tempo que se diminuem os custos associados através da alocação de tarefas e atendendo às restrições de precedência – Figura 26 (Rekiek, Dolgui, Delchambre, & Bratcu, 2002). O balanceamento é deveras importante num processo recém-criado, mas também quando existem alterações num processo já estabelecido, assim como mudanças nos tempos de produção através de melhorias técnicas ou até mesmo considerando curvas de aprendizagem.

A identificação das respetivas precedências numa linha produtiva permite definir a ordem de execução das tarefas, representadas no diagrama por números rodeados por círculos, sendo que as setas caracterizam o fluxo de material, sendo dada a identificação da relação entre atividades individuais. Seguindo o exemplo da figura 26., todas as atividades inseridas numa determinada coluna têm como precedentes as atividades que se ligam a esta por meio de uma seta e estão localizadas na coluna anterior. Para proceder ao balanceamento numa linha, é comum utilizar-se a medição de tempos das tarefas por posto de trabalho, somando-se o tempo das atividades aí alocadas como forma de obtenção do tempo total (Boysen et al., 2006).

Atualmente, o balanceamento de linhas produtivas é bastante utilizado na indústria, desde linhas simples às mais complexas, derivado principalmente a não ser necessário grandes recursos para pôr em prática esta ação e com grandes resultados na prática:

- Garante um fluxo de produção contínuo e inexistência de *stocks* intermédios quando possível. Com isto é possível nivelar os tempos de trabalho dos operadores e respetivos postos, diminuído o *stock* e promovendo o balanceamento da linha;
- Com o correto balanceamento facilmente é determinado o *bottleneck* real do processo. Este termo refere-se ao posto ou pessoa que tem possui o maior tempo de produção, ditando por isso a cadência produtiva. Para este posto são

necessárias ações de melhoria e verificação de maneira a serem nivelados os tempos ao longo da linha e com isso diminuir o tempo de ciclo;

- Um dos aspetos mais importantes num processo centra-se no transporte de material ao longo do mesmo, sendo que com um balanceamento vai ser possível uma estabilização da velocidade produtiva, contribuindo desta forma para a fluidez do processo;
- O número de postos de trabalho terá de ser adequado à procura do cliente, sendo facilmente alterável em caso de mudanças;
- Após o balanceamento de uma linha produtiva é possível calcular os custos associados à produção em termos de mão de obra e disponibilidade dos equipamentos, conseguindo-se assim proceder ao controlo dos custos totais;
- Um correto balanceamento permite também uma distribuição equitativa das cargas de trabalho pelos operadores, não motivando perdas de rendimento e falta de motivação (Meyers & Stewart, 2011).

Esta atividade é normalmente utilizada em linhas produtivas onde a diversidade de produtos é bastante reduzida, mas com volumes elevados, sendo os tempos de ciclo por posto também reduzidos. O balanceamento é uma ferramenta deveras importante no seio industrial, permitindo através de uma ação *low cost* identificar vários pontos a melhorar, sendo que a maior incidência se deva concentrar no *bottleneck* do processo pois é este quem define a quantidade de produto por unidade de tempo a sair da linha de produção. No entanto, é extremamente importante que se aposte na flexibilidade da linha.

3.4.3 ERGONOMIA

Com o crescente ritmo e cadência produtiva é importante não cair no esquecimento que apesar do aumento da automatização, grande parte do trabalho produtivo é realizado por recursos humanos. Esta sobrecarga física está bastante representada na classe operativa, onde os colaboradores necessitam de alguma apetência física para desempenhar o seu trabalho. Com isto, é importante que as empresas tenham em consideração este aspeto e promovam ações de melhoria de maneira a não serem afetadas pela perda de eficiência e posterior qualidade do produto (Fernandez, 1995).

A melhoria da ergonomia no espaço de trabalho pode ser conseguida através da adaptação do mesmo às características físicas do operador que está a desempenhar a função. Com a minimização dos movimentos e cargas (massa) impostas ao operador, assim como a melhoria da sua postura, eliminação da presença de obstáculos no seu espaço de deslocação e controlo de barulhos, é possível observar diversos ganhos diretos na produção:

1. **Redução de Custos:** Com a redução do risco de baixas devido a lesão no trabalho e respetivas compensações, é possível a redução dos custos através da atenção atribuída ao posto e adaptação ao colaborador;

2. **Melhoria de produtividade:** A diminuição dos movimentos traduz-se em ganhos a nível de tempos e conseqüentemente a um maior número de peças produzidas. Este aspeto pode ser conseguido com a adaptação da altura das *racks*, tipos de layouts e tudo o que tenha influência direta num deslocamento ou movimento;
3. **Melhoria da Qualidade:** Com o acumular do cansaço e fadiga no trabalho, leva a uma perda de concentração e posteriores resultados negativos no produto final;
4. **Motivação dos Colaboradores:** Com a melhoria das condições de trabalho, os operadores estarão mais à vontade e agradados com o seu local de trabalho, levando a uma crescente motivação e conseqüente redução do absentismo;
5. **Melhoria das Condições de Segurança:** Agregando os benefícios anteriores é possível afirmar o empenho da organização em questões de saúde e segurança com a promoção de melhorias no espaço de trabalho, levando a um aumento da performance produtiva por parte dos colaboradores (Middlesworth, 2018).

3.4.4 KPI – KEY PERFORMANCE INDICATOR

Para ser possível a correta análise do estado atual de uma linha produtiva é necessário obter um indicador que pode variar consoante o que o supervisor pretende avaliar. Os *KPI (Key Performance Indicators)* correspondem a indicadores de desempenho que facilitam a visão e análise do estado da linha produtiva, permitindo verificar se os objetivos da mesma estão a ser atingidos e atuar de acordo com o exigido.

Existem inúmeros indicadores que são utilizados para representar o estado contemporâneo de um processo de fabrico. Esta análise permite que analisar as perdas e priorizar as ações no sentido de representarem um impacto maior nos resultados. Os *5S* e *DLE (Direct Labor Efficiency)* são alguns exemplos de indicadores que podem ser seguidos de uma forma instantânea e, como consequência, medir corretamente o desempenho da linha.

Assim, dependendo do processo e maiores perdas existentes a empresa pode escolher analisar um indicador adequado ao caso de estudo.

3.5 CURVAS DE APRENDIZAGEM

Todos os processos que possuam repetições vão sofrer alterações nos tempos de processamento, sobretudo ao nível da experiência e aprendizagem adquirida, tendo como resultados a melhoria da produtividade. Assim, analisando de uma forma geral um processo produtivo e todas as peças aí produzidas podemos constatar que com a redução dos tempos de ciclo com o aumento da produção acumulada e conseqüente manutenção do preço do produto final, o custo por unidade produzida vai ser conseqüentemente menor.

Os estudos que envolvem curvas de aprendizagem têm origem na Psicologia e tem como pioneiro Hermann Ebbinghaus em 1885 onde conseguiu descrever a respetiva curva que foi adaptada à Economia. Só em 1936, Theodore Whright relacionou a experiência acumulada na produção e o respetivo padrão de aprendizagem ao longo do tempo, observando no processo de montagem dos aviões da Primeira Guerra Mundial e a redução dos custos a este associado de forma progressiva.

A curva de aprendizagem, representada na Figura 27 é considerada uma ferramenta com a capacidade de controlar e medir o desempenho dos colaboradores que se encontram a desempenhar tarefas repetitivas. Através desta ferramenta é também possível alocar as tarefas a operadores específicos de acordo com o trabalho demonstrado e experiência prévia do operador, permitindo um planeamento interno de utilização de recursos e conseguindo assim aumentar a eficiência da linha. (Jaber, 2016).



Figura 27 - Representação da Curva de Aprendizagem

De notar que o autor deixou de parte algumas metodologias e ferramentas por não se verificar necessário a sua referência na presente revisão bibliográfica como consequência da não utilização e aplicação das mesmas no capítulo do caso de estudo.

CASO DE ESTUDO

4.1 DESCRIÇÃO GERAL DO PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO

4.2 LINHA DE MONTAGEM DE MECANISMOS

4.3 REQUISITOS DO CLIENTE

4.4 ESTADO INICIAL

4.5 VISÃO

4.6 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

4.7 RESULTADOS

4 CASO DE ESTUDO

O presente trabalho aborda todos os aspetos e características de uma linha de montagem de mecanismos onde o processo é pautado pela influência de mão de obra direta (MOD) aliada à presença de etapas automatizadas e, como consequência intrínseca possui alguns pontos que carecem de melhoria. Assim, neste estudo vão ser estudadas e aplicadas diversas metodologias e ferramentas associadas que irão permitir a melhoria dos resultados da respetiva linha de montagem de mecanismos de apoio de cabeça.

O processo produtivo do mecanismo X74 começou em outubro de 2017, trazendo com ele diversas dificuldades inerentes a uma fase inicial do projeto e aliadas à crescente diversidade e variedade do respetivo produto final. Assim, seria necessário que a intervenção abrangesse principalmente a linha montagem, mas também organização da área produtiva e logística. O presente projeto de dissertação procura incidir os seus estudos na linha de montagem de mecanismos para o apoio de cabeça X74. Este desempenha um papel fundamental no processo produtivo e necessita de acompanhar a cadência produtiva delineada pelos clientes (*takt time*), possuindo, no entanto, a desvantagem da sua recente criação, altos volumes produtivos exigidos e apertados critérios de qualidade.

Primeiramente foi necessário analisar processos já implementados que se caracterizassem por apresentar semelhanças ao presente projeto e, desta forma, estudar as melhores opções a nível de implementação, tendo em conta os volumes e espaço disponível na fábrica (*layout*). Após a primeira análise e respetiva implementação do processo foi necessário analisar a capacidade produtiva regente e comparar as quantidades com os pedidos, forçando a tomada de medidas e ações que provocassem um aumento da capacidade produtiva sem descorar a qualidade do produto e, desta forma, gerar o maior valor para a empresa com a satisfação do cliente.

Neste capítulo vai ser descrito o processo produtivo, passando pela análise da situação inicial, dando-se início a um conjunto de atividades com o objetivo comum de aumentar a produtividade do processo e também a qualidade do produto final. Estas atividades basearam-se na utilização de metodologias *Lean*, assim como a promoção de diversos *workshops Hoshin*. (Hanover, 2006)

4.1 DESCRIÇÃO GERAL DO PRODUTO E PROCESSO PRODUTIVO

O arranque deste projeto na UAP2 foi considerada um desafio para o departamento de qualidade, pautando-se pelo início de produção de um apoio de cabeça “premium” que trazia consigo uma série de desafios nunca expostos nem analisados, consequência da complexidade do mecanismo nele incorporado, assim como a diversidade do produto final (pós injeção).

Este mecanismo possui dois destinos totalmente distintos. O primeiro dá-se através do consumo interno na linha de injeção onde é montado na capa e posteriormente alvo do processo de injeção (Figura 28) e enviado para a PSA. O segundo corresponde a um cliente também Faurecia situado na China com especificações e normas diferentes. Este último processo recebe o mecanismo X74 sem passagem pelo processo de injeção.



Figura 28 - Produto Final APC

Através do departamento logístico é possível a interligação entre as diferentes etapas com recurso a um controlo pormenorizado e prévio de todas as necessidades existentes a nível de material bem como os tempos de abastecimento. Como auxílio ao transporte de componentes é utilizado um *petit train*, aumentando desta forma o *output* de transporte.

A produção do apoio de cabeça X74 engloba quatro etapas principais: montagem de mecanismos, costura, injeção e controlo final do produto seguido de embalagem.

Costura

O processo de costura de capas para apoios de cabeça caracteriza-se por apresentar uma grande complexidade, especialmente nos apoios de cabeça frontais X74. Este projeto apresenta uma grande diversidade de produtos finais, tendo o cliente final inúmeras opções de customização do seu automóvel. O processo de costura inicia-se com a retirada dos kits das respetivas *racks* e posterior união dos mesmos na célula de costura até culminar numa capa completa para apoio de cabeça (Figura 29).



Figura 29 - GAP de Costura.

Injeção

Após a produção dos mecanismos e capas nos respetivas GAP, a logística garante o transporte dos mesmos até à linha de injeção de *in situ* onde o mecanismo é inserido dentro da capa no posto de montagem. Após este posto o operador insere o APC por injetar no tapete transportador, reduzindo as movimentações e conseqüentes perdas de tempo. Na moldagem dá-se a colocação da peça no molde e posterior injeção automática por parte da máquina de injeção (Figura 30).



Figura 30 - Linha de Injeção

No posto intermédio de uma linha de injeção encontra-se a zona de retrabalho, onde os operadores aplicam um controlo visual sobre a peça, retrabalhando-a caso encontrem alguma não conformidade e rejeitando caso o retrabalho não seja possível. Estes mesmos operadores são também responsáveis por colocar a peça já injetada num tapete de cura, permitindo assim o arrefecimento gradual do APC para o posto de controlo final onde as peças são controladas com um maior detalhe e de seguida embaladas de acordo com uma gama de embalagem previamente definida.

Controlo Final

Na Figura 31 estão representadas todas as tarefas que os operadores presentes no posto de controlo final necessitam de efetuar. Começando pela retirada das peças da *rack* de cura, permitindo que a espuma recém-injetada arrefeça e seja mais difícil de provocar algum defeito durante o controlo.

De seguida o operador do controlo final verifica as peças tendo como auxílio um software de ajudas visuais que permite a correta identificação das peças e pontos a verificar.

Por último e após declararem o *kanban*, a peça é embalada de acordo como uma gama de embalagem acordada com o cliente e posteriormente levantada pela logística que se encarrega de entregar no armazém.



Figura 31 - Etapas do controlo final

4.2 LINHA DE MONTAGEM DE MECANISMOS

Uma das etapas iniciais do processo de fabrico é a montagem de mecanismos, sendo esta uma estrutura constituída por diversos componentes que se encontram no interior do produto final, permitindo, neste caso, movimentos em dois eixos. No total, são quinze os componentes diferentes e em diferentes quantidades que constituem um mecanismo X74 (Figura 32).

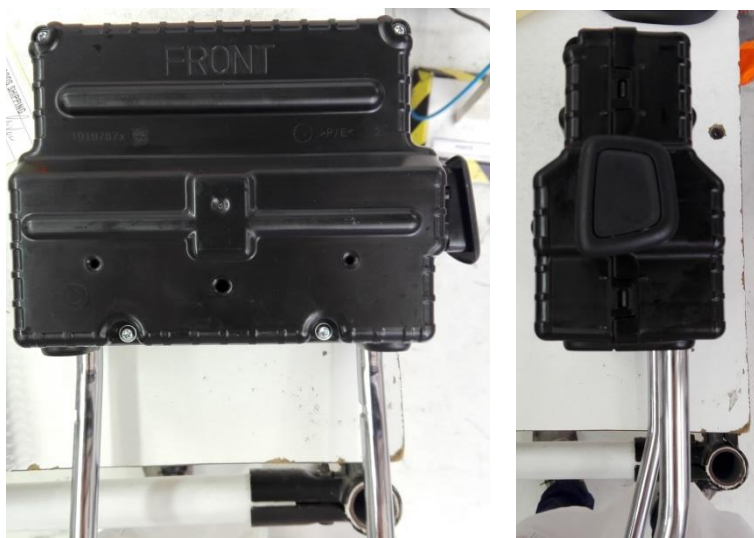


Figura 32 - Mecanismo APC X74

Na Figura 33 está representado o fluxograma geral do fluxo de material presente na linha de montagem de mecanismos. É possível observar o movimento dos componentes entre os diferentes postos de trabalho bem como o abastecimento dos mesmos.

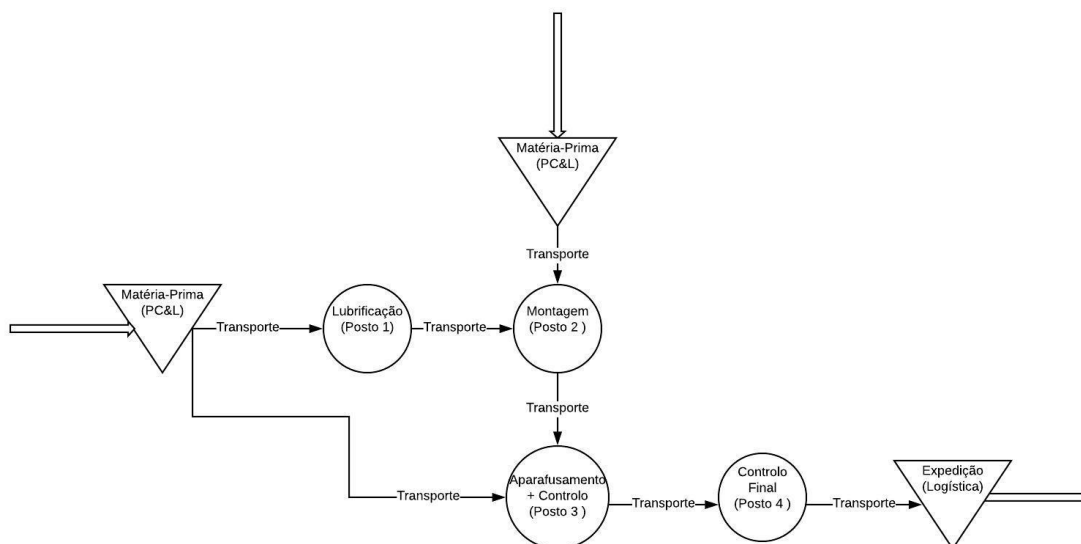


Figura 33 - Fluxograma geral do fluxo de material na linha de mecanismos.

PRÉ-MONTAGEM DE COMPONENTES

Apesar da automatização do processo de montagem dos mecanismos X74, existem, no entanto, alguns elementos manuais do processo como é o caso da inserção dos grampos e *guiding disk* no *mobile slider*. Optou-se por este posto representado na Figura 34, caracterizando-se pela sua componente manual pois, não haveria retorno financeiro em automatizar esta parte do processo.

Os componentes consumidos neste posto podem ser consultados na Tabela 2.

Tabela 2 - Componentes consumidos nas preparatórias.

Identificação	Componente
1	<i>Paper Clip</i>
2	<i>Guiding Disk</i>
3	<i>Z Wire</i>
4	<i>Button</i>
5	<i>Futrine</i>



Figura 34 - Posto Pré-Montagem

LUBRIFICAÇÃO

No primeiro posto, com recurso a um robot KUKA e bases de suporte, são lubrificados diversos pontos pré-definidos e calculados pelo *R&D* do grupo Faurecia (Figura 35) que permitem que a utilização pelo consumidor final se dê sem serem ultrapassados os limites de esforços permitidos, garantindo uma continuidade funcional ao longo do ciclo de vida do respetivo produto.

Esta continuidade a nível de esforços é possível através da utilização, para o movimento horizontal, de uma massa de lubrificação biocompatível, específica para diminuir o atrito entre plásticos. Em relação ao movimento vertical, onde o contacto se dá entre uma peça metálica (inserto) e um plástico, o elemento de lubrificação é, no entanto, um *ultra*

sol. Esta lubrificação é realizada diretamente no inserto através de uma cavidade externa ao posto.

Neste posto não é consumido propriamente nenhum componente, dando-se apenas a lubrificação dos mesmos e consequente preparação para os restantes postos.



Figura 35 – Posto de Lubrificação.

MONTAGEM

Neste posto, representado na Figura 36, é possível verificar a grande parte da montagem do mecanismo, tendo em conta a quantidade de componentes aqui envolvidos. Aqui, o *X Actuator*, *Z Atuator*, *Z Locker*, *Z locking Wire* e *compression Spring* são montados manualmente no *Mobile Slider* onde este último é inserido posteriormente e automaticamente na *Rear Shell*. De seguida a máquina dá ordem para a inserção do inserto no *Mobile Slider*.



Figura 36 - Posto de Montagem

Este consumo está especificado na Tabela 3.

Tabela 3 - Componentes consumidos no posto de montagem.

Identificação	Componentes
6	<i>Mobile Slider</i>
7	<i>Rear Shell</i>
8	<i>X Locker</i>
9	<i>X Actuator</i>
10	<i>Z Actuator</i>
11	<i>Compression Spring</i>
12	<i>Synchronizer Wheel</i>
13	<i>Insert</i>

VERIFICAÇÃO E APARAFUSAMENTO

No terceiro posto (Figura 37) e após a colocação do componente montado no posto anterior bem como a *Front Shell*, é realizada através de visão artificial, a verificação da presença de todos os componentes com recurso a uma câmara de alta definição.



Figura 37 - Posto de Verificação e Aparafusamento

Após a correta verificação da presença de todos os componentes, dá-se a junção automática da *Rear Shell* com a *Front Shell*. De seguida o operador com recurso a uma aparafusadora insere quatro parafusos com uma e só uma sequência de aparafusamento pré-definida em formato de "X". Neste posto, antes da ordem de retirada do mecanismo montado, é realizado com um punção, uma marca que garante a correta passagem por este posto.

O consumo de componentes no presente posto está representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Componentes Consumidos no Posto de Aparafusamento.

Identificação	Componente
14	<i>Front Shell</i>
15	<i>Screws</i>

CONTROLO

No último posto (Figura 38), são realizadas várias rodagens ao mecanismo, isto é, sucessivos movimentos em todos os eixos, permitindo uma correta lubrificação em todos os seus componentes. Após este passo são controlados os esforços nos eixos vertical (Z) e horizontal (X) com recurso a células de carga previamente parametrizadas de acordo com as características do desenho do produto. Também neste posto é feito o controlo do bloqueio no eixo X e Z sem pressionar o botão, garantindo assim a correta montagem e funcionamento do mecanismo X74.

Neste posto apenas é inserida uma etiqueta de rastreabilidade de forma a ser possível um seguimento posterior no caso de existirem problemas de qualidade e necessitem de fazer triagens ao *stock* existente, quer interno ou mesmo no cliente. Para garantir que o mecanismo foi submetido ao controlo final, este é marcado também com um punção numa zona pré-determinada.



Figura 38 - Posto de Controlo Final da Linha de Montagem

4.3 REQUISITOS DO CLIENTE

Numa fase inicial do processo de contratualização do projeto por parte do grupo Faurecia, é importante definir detalhadamente os requisitos por parte do cliente pois, só assim é possível planear e projetar sistemas de qualidade que vão ao encontro da definição de valor para o mesmo.

4.3.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Os requisitos do cliente foram previamente estabelecidos, previamente à contratualização do projeto, em fase de concurso por parte da Faurecia. Assim, o cliente pretendia que o seu novo apoio de cabeça *premium*, incorporasse um novo mecanismo com os componentes especificados na Figura 39.

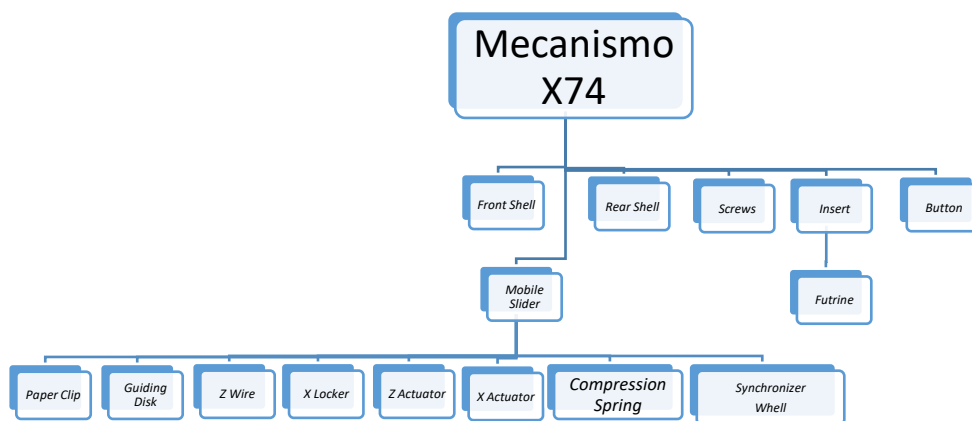


Figura 39 - Esquema componentes Mecanismo X74

4.3.2 REQUISITOS DE QUALIDADE

A qualidade imposta no processo de fabrico do mecanismo X74 é deveras elevada, considerando que o produto final iria ser um componente funcional e visível num veículo de gama *premium* do grupo PSA. Este mecanismo responsável pelo movimento do apoio de cabeça, estando sujeito a diversos esforços no quotidiano, sobretudo quando aplicadas cargas que não se destinam ao seu movimento e também em caso de acidente, onde o próprio mecanismo tem de estar preparado para permanecer imóvel caso o botão de desbloqueio de movimento não seja acionado.

A nível de funcionamento e respetiva interação, o mecanismo terá de obedecer aos desenhos técnicos exigidos pelo R&D do grupo, estando aí especificadas as tolerâncias e todos os aspetos a considerar aquando do controlo do mecanismo.

Todos os pontos anteriores vão ser verificados quando o mecanismo for colocado no último posto, o posto de controlo, sendo exigido por parte do cliente uma etiqueta de rastreabilidade que permite a fácil triagem e ações de contenção na produção e armazenamento de forma a não serem enviadas, mas sim retrabalhadas. Caso se encontre um defeito no cliente, todas as peças de um período específico podem ser triadas e analisadas, sendo posteriormente os custos apresentados à fábrica.

4.4 ESTADO INICIAL

Numa primeira análise foi possível analisar as principais características que se evidenciaram de forma positiva com a escolha deste tipo de layout produtivo, tais como:

- O controlo do fluxo de material e informação era realizado de forma bastante simples e facilmente controlável
- Curva de aprendizagem bastante acentuada por parte dos operadores, tendo em conta em conta a diversidade dos produtos a linha e o tipo de equipamento envolvido.

No entanto, foi também notória a existência de fatores que contribuía sucessivamente e de forma negativa para os resultados a nível produtivo, tais como:

- Alto investimento em equipamentos por parte do Grupo Faurecia;
- Problemas de qualidade bastante recorrentes na fase inicial revelaram-se bastante prejudiciais, parando de forma recorrente a linha de montagem e anulando a cadência produtiva que poderia e deveria existir;
- Avarias recorrentes nos equipamentos revelaram-se um desafio para a equipa envolvida e operadores, apresentando-se mesmo em fases produtivas alguma monotonia e stress.

Para que a implementação se procedesse de uma forma fluída e com o mínimo de entropia possível, foi planeado com recurso a um sistema CAD, o layout produtivo tendo como base as dimensões dos equipamentos estabelecidas pelo fornecedor. Através deste sistema foi possível determinar todas as restrições que envolviam o espaço disponível e, desta forma, planear sem qualquer custo associado todas as ligações fulcrais para alimentar os equipamentos aí alocados.

4.4.1 TIPO DE LAYOUT

A linha de mecanismos, implementada inicialmente num espaço destinado a esse fim, foi organizada e delineada de forma a ser obtido um fluxo considerando um layout em linha, como consequência das características do projeto e evidenciadas na Tabela 5. Com esta configuração torna-se assim possível a produção contínua e repetitiva, indo de encontro às características pretendidas no projeto.

Tabela 5 - Características do layout produtivo.

Características Projeto	Layout Escolhido
<ul style="list-style-type: none"> - Grandes Volumes; - Sem Diversidade - Tarefas Especializadas 	Linha (Produto)

Foi assim possível que a movimentação de material e pessoas se obtivesse de forma simples e eficaz, possuindo como restrição principal o espaço disponível. Devido às características de uma outra linha paralela destinada a outro projeto e dimensões dos equipamentos, a linha de montagem acabou por tomar, de uma forma natural, um arranjo em forma de “L” – Figura 40.

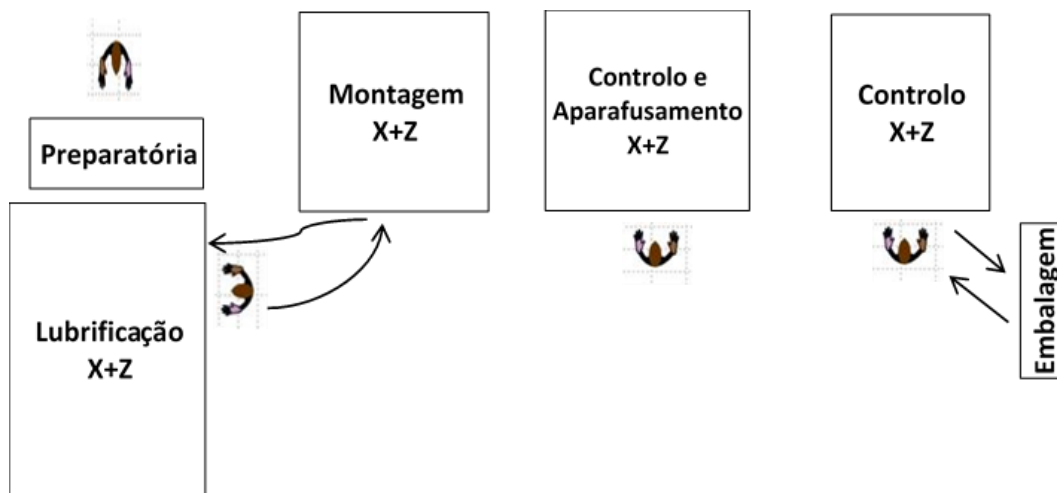


Figura 40 - Esquema Posicional Inicial dos Operadores

4.4.2 FONTES DE DESPERDÍCIO

Ao analisarem-se diversos pontos do processo e realizando comparações com os objetivos delineados, constatou-se facilmente que o projeto e respetiva linha de montagem de mecanismos recém-criada apresentava grandes défices de eficiência produtiva que influenciavam diretamente as entregas do respetivo mecanismo aos clientes (China e linha interna de injeção), carecendo assim de um processo de melhoria que envolvia a aplicação de diversas ferramentas *Lean* e alteração da filosofia produtiva existente.

5S

Um dos pontos que se identificou facilmente através de uma análise visual à linha foi a desorganização presente das ferramentas de produção e presença de material não necessário à mesma, implicando a presença de obstáculos nos movimentos realizados por operadores e sucessivas perdas de tempo produtivo.

Ergonomia

O movimento dos operadores sofreu também uma análise e foi constatado que movimentos considerados “simples” eram na realidade movimentos demorados para tarefas e ações de curta duração. Foi verificado que o abastecimento das máquinas através da colocação de componentes era realizado de uma maneira prejudicial e que poderia ter consequências nocivas a médio e longo prazo através do bem-estar dos operadores (Figura 41). Após esta observação foi necessário realizar uma revisão ao *standard* de alturas de mecanismos de armazenamento, de maneira a ficarem reunidas as condições necessárias ao conforto dos operadores presentes na linha de montagem.



Figura 41 - Exemplo de stock de abastecimento intermédio.

Espaço e Layout

No primeiro mês de produção foi bastante evidente a entropia existente no fluxo produtivo do processo de montagem de mecanismos X74. Este ponto negativo devia-se sobretudo aos processos envolventes, isto é, fora da área assinalada a azul na Figura 42, estão representados os equipamentos e processos que se destinam à conceção de mecanismos de apoios de braço. Assim, neste espaço eram constantes os erros de abastecimento e o risco de troca de peças a enviar aumentava substancialmente.

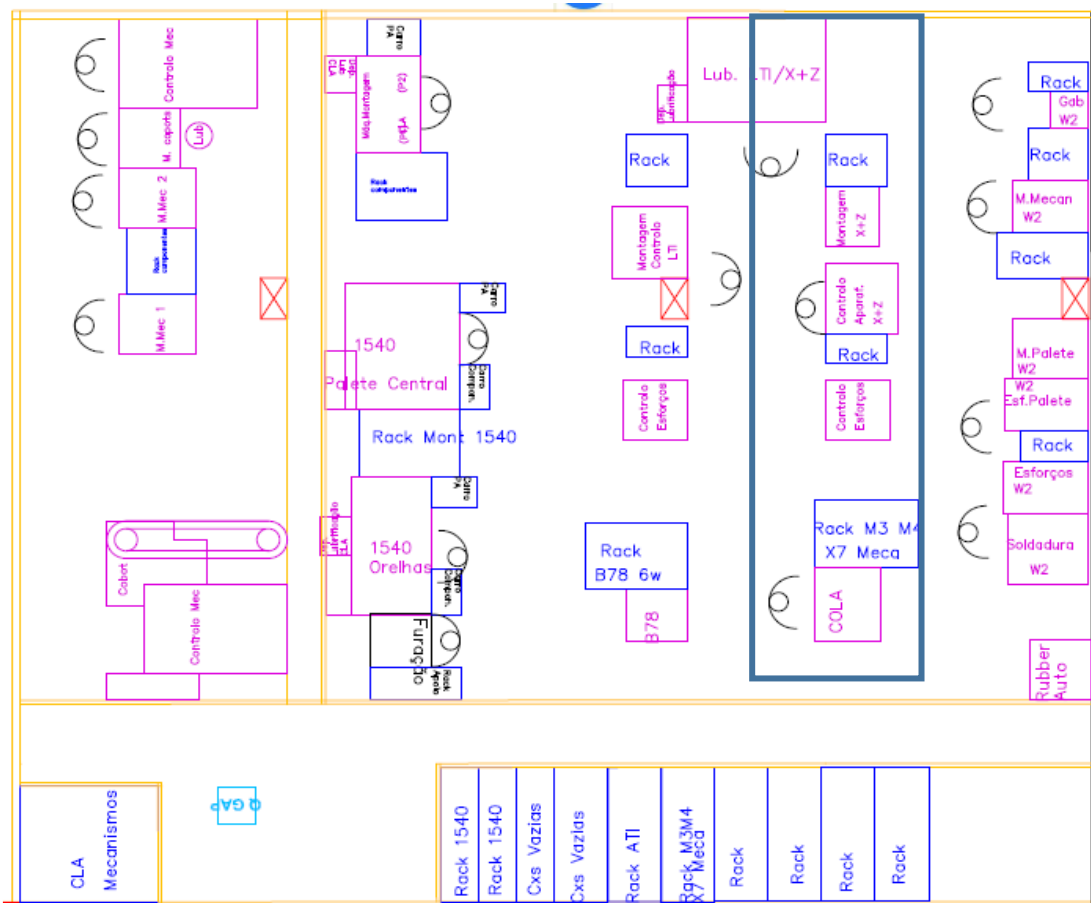


Figura 42 - Layout Inicial Processo X74

4.4.3 DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE E CÁLCULO DO *TAKT TIME*

Tornou-se deste modo uma necessidade real de analisar outras situações e espaço com o objetivo de não misturar processos bastante díspares e que se prejudicavam mutuamente.

Foi necessário proceder ao cálculo do *takt time* (Equação 3) de maneira a permitir verificar se a capacidade produtiva da linha era suficiente para satisfazer os pedidos do cliente.

Assim, com base nos planos produtivos exigidos foi efetuado um cálculo para se obter o número de peças necessárias por dia, sendo estes 1150 mecanismos. Esta quantidade tem como base o máximo que o cliente pode exigir da capacidade do processo.

Para este cálculo era necessário também o número de horas diárias de trabalho, sendo que dividindo em três turnos obtêm-se o seguinte:

1. 1º Turno – 7,5 h = 27 000 s
2. 2º Turno – 7,5 h = 27 000 s
3. 3º Turno – 6,5 h = 23 400 s

Sendo o somatório de horas diárias igual a 21,5h ou 77400 s (segundos). Após os dois parâmetros supracitados é possível calcular o *takt time*:

Equação 3 - Cálculo *Takt Time*

$$Takt\ Time = \frac{77400}{1150} = 67,3\ s/pe\c{c}a$$

4.5 VISÃO

A visão representa de certa forma um planeamento aliado aos objetivos envolvidos num determinado projeto, sendo importante que todos os problemas sejam abordados primeiramente com uma definição clara dos objetivos existentes e respetivos recursos ao dispor para abordagem aos problemas (Figura 43).

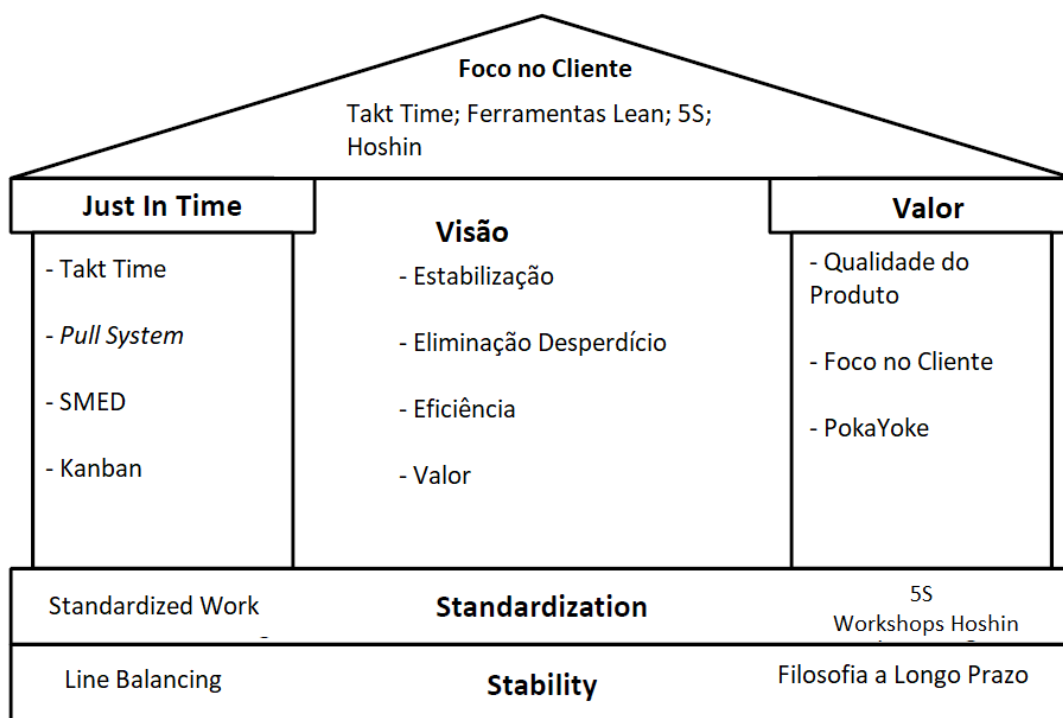


Figura 43 - Representação da Visão (Lean House).

Neste projeto específico, a estabilização da linha de montagem e melhoria da sua eficiência através da eliminação de anomalias e desperdícios que influenciam negativamente o processo produtivo constituem a visão idealizada para a linha de montagem de mecanismos de apoio de cabeça X74.

4.6 IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

Após analisada a situação inicial e identificadas todas as anomalias e fontes de desperdício e seguindo a visão e objetivos representados, era importante que a intervenção representativa das melhorias se desse de uma forma planeada e criteriosa pois, também na aplicação das melhorias é possível obter ganhos.

Desta forma vão ser descritos sequencialmente todos os pontos que contribuirão de alguma forma para a melhoria e obtenção dos resultados desejados.

4.6.1 ALTERAÇÃO DO LAYOUT PRODUTIVO

Após a análise ao processo foi facilmente verificado que a incidência das paragens se devia, na sua maioria, ao espaço onde o respetivo processo estava inserido. Este encontrava-se numa área de mecanismos para apoio de braço, sendo que o layout produtivo não estava alinhado com os objetivos que foram delineados para a cadência produtiva e o transporte do produto final era dificultado por se encontrar distante das racks de recolha da logística

Assim, após algumas reuniões entre UAP, foi possível culminar num acordo benéfico para ambas as partes e permitindo colocar o projeto em estudo numa zona respetiva de mecanismos de apoio de cabeça, sendo que a zona de *shop stock* estava quase exclusivamente dedicada a ao processo X74. Na Figura 44 é possível verificar uma menor entropia de equipamentos que envolvem a linha de montagem bem como uma aproximação do *petit train* da logística que promove e facilita

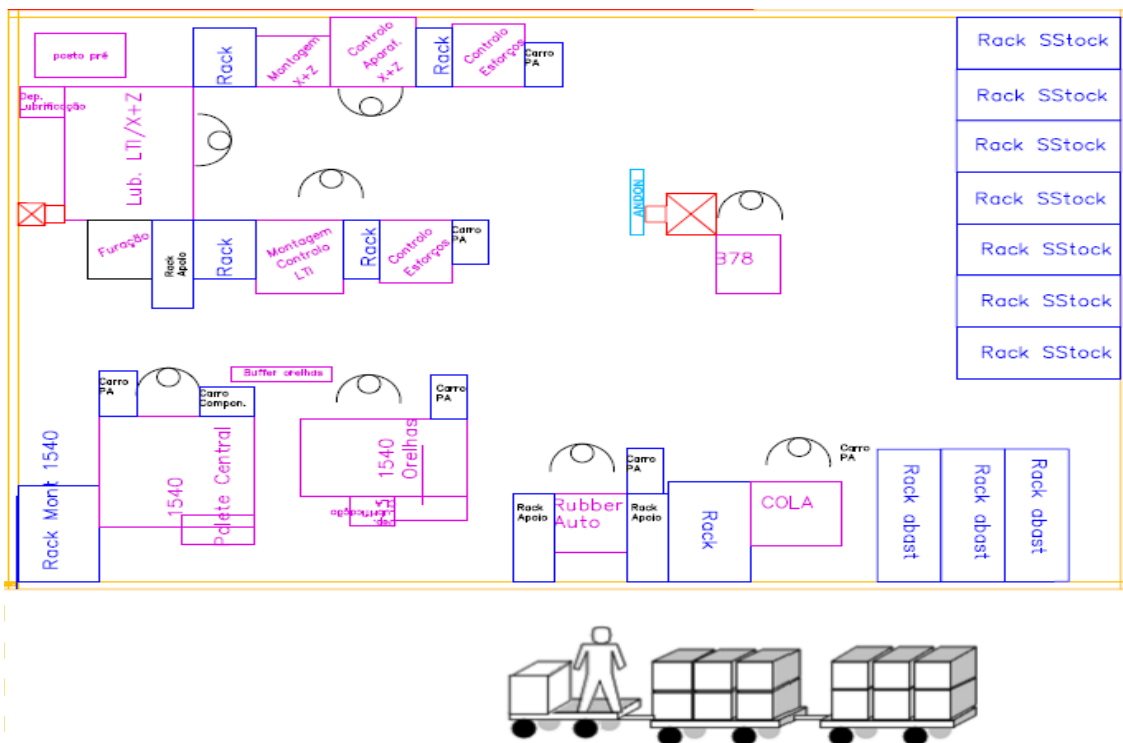


Figura 44 - Layout Final do Processo X74.

4.6.2 WORKSHOP HOSHIN

Após a troca de *layout* ficou patente a existência de pontos que poderiam ser melhorados na linha de montagem. Assim, foi reunida uma equipa da UAP2 e deu-se uma análise profunda seguindo os procedimentos de um *workshop Hoshin*.

Neste workshop retiraram-se ilações e diversas oportunidades de melhoria que deveriam ser aplicadas na primeira oportunidade possível, como por exemplo numa paragem programada. Nestas alterações estariam envolvidos o *Manufacturing*, Supervisor e responsável de qualidade da UAP.

4.6.2.1 5S

Realizando-se uma análise superficial à linha de montagem verificou-se a entropia existente em vários pontos do processo, pondo mesmo em causa a qualidade do produto final caso não se procedesse a correções e princípios *Lean* básicos.

A primeira intervenção foi evidenciar a zona destinada ao retrabalho e rejeição de mecanismos ou componentes individuais (Figura 45), através da separação destes dois conceitos de uma maneira bastante evidente.



Figura 45 - Depósito de retrabalho e rejeição.

4.6.2.2 ERGONOMIA

Outro aspeto importante intervencionado foi a ergonomia, considerado um pilar na manutenção da capacidade produtiva e do bem-estar dos operadores. Seguindo o procedimento Hoshin interno foram aplicadas nas máquinas e espaço de trabalho diversas alterações que permitiram diminuir o movimento e aumentar o conforto dos operadores e, desta forma, não permitir o decréscimo de motivação durante o horário produtivo. As alterações concentraram-se na diminuição dos movimentos e no aumento da facilidade dos mesmos, promovendo a diversidade e trabalho dos diferentes músculos. Desta forma foram propôs-se a colocação de um stock de componentes individuais alocados a cada posto (Figura 46).



Figura 46 -Exemplo de abastecimento alocado ao posto de trabalho.

Para que o conforto e considerando o tempo que os operadores permanecem numa postura vertical, foi aplicado um tapete de descanso que permitiu a suavização do desconforto bem como possíveis lesões futuras (Figura 47).



Figura 47 - Tapetes de descanso aplicados na linha de montagem.

4.6.2.3 BALANCEAMENTO DA LINHA DE MONTAGEM

O balanceamento da linha de montagem constitui um marco importante no estudo do projeto, sendo que este apenas foi efetuado quando as questões anteriormente referidas se encontravam estáveis, como a organização da linha a nível de 5S, cadência produtiva e curva de aprendizagem em fase de estabilização.

Após a normalização da linha de montagem como consequência dos aspetos referidos anteriormente, foi possível através do *work content* e diagramas de tempo de ciclo, verificar que existia uma eventual margem para melhoria ao nível da eficiência. Uma primeira abordagem à atividade de cronometragem procurou definir à priori algumas considerações que não carecem de medição, mas que irão ser representadas nos diagramas de tempo de ciclo. Entre as quais:

- Velocidade de deslocações = 1 m/s
- Não foram descorados quaisquer tempos (incluindo os tempos de má montagem e erros de operadores);
- O *takt time* é dado pela cadência de vendas, constante e calculado previamente nas características da linha de montagem.

Na Tabela 6 estão representadas as deslocações efetuadas pelos operadores entre postos.

Tabela 6 - Diagrama inicial de deslocações entre postos.

		Com Peça	
		S/Peça	
Medição Tempo Ciclo			
Deslocações	Posto	Op.	Operações Individuais - Inicial
	P0	1	10 - Futrine no Inserto
	P0	1	20 - Montagem de Grampos
	P0	1	30 - Colocação Guiding Disks
	P0	1	40 - Montagem Z Wire
	P0	1	50 - Montagem do Botão
↓	P1	2	60 - Colocação peças para lubrificação
↑	P1	2	70 - Lubrificação automática
↓	P2	2	80 - Montagem
	P3	3	90 - Controlo + Aparafusamento
↓	P4	4	100 - Controlo Final Auto
↑	P4	4	110 - Controlo Final MOD
↓	PE	4	120 - Preparatórias + Periódicas (Embalagem/Etiquetas)

Após estudo do fluxo do material e tarefas individuais foi realizada uma cronometragem das mesmas com exceção às tarefas automatizadas. Como forma de se garantir o máximo de precisão e seguindo o programa de um *workshop Hoshin* foram realizadas vinte cronometragens, distribuídas uniformemente pelo 1º e 2º Turno produtivo e representadas na Tabela 7 e Tabela 8 e com a respetiva média, sendo este o valor considerado nos cálculos para os diferentes turnos.

As tarefas automáticas não foram tidas em contas nas cronometragens, sendo apenas analisadas no fluxo de movimentações dos operadores (op.)

Tabela 7 - Cronometragem das tarefas individuais.

Medição Tempo Ciclo										
Operações Individuais - Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10 - Futrine no Inserto	6	7	6	9	5	5	6	4	8	4
20 - Montagem de Grampos	25	22	23	23	22	19	19	21	20	20
30 - Colocação Guiding Disks	9	15	10	12	11	11	14	12	12	11
40 - Montagem Z Wire	5	8	6	7	8	9	5	6	6	8
50 - Montagem do Botão	4	6	7	8	7	6	4	5	6	7
60 - Colocação peças para lubrificação	11	20	10	15	10	11	11	13	9	10
70 - Lubrificação automática										
80 - Montagem	41	42	47	79	41	43	46	48	41	47
90 - Controlo + Aparafusamento	45	43	41	42	37	39	35	42	40	37
100 - Controlo Final Auto										
110 - Controlo Final MOD	14	15	13	14	14	13	13	13	14	13
120 - Preparatórias + Periódicas (Embalagem/Etiquetas)	5	6	5	4	5	4	4	5	5	6

Tabela 8 - Cronometragem das tarefas individuais e respetiva média.

Medição Tempo Ciclo											
Operações Individuais - Inicial	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média [s]
10 - Futrine no Inserto	5	5	7	6	7	6	4	5	4	4	6
20 - Montagem de Grampos	22	19	18	19	17	18	18	19	20	17	20
30 - Colocação Guiding Disks	10	9	9	11	12	10	9	10	9	11	11
40 - Montagem Z Wire	7	9	6	5	7	8	5	5	6	7	7
50 - Montagem do Botão	4	4	5	4	5	7	6	4	5	9	6
60 - Colocação peças para lubrificação	11	12	10	14	13	12	13	10	8	9	12
70 - Lubrificação automática											
80 - Montagem	43	49	41	42	41	40	45	39	46	47	45
90 - Controlo + Aparafusamento	38	37	36	42	40	39	37	39	41	40	40
100 - Controlo Final Auto											
110 - Controlo Final MOD	15	13	14	14	14	15	13	13	13	13	14
120 - Preparatórias + Periódicas (Embalagem/Etiquetas)	5	6	5	4	4	4	4	5	4	4	5

Após a obtenção dos tempos das tarefas individuais foi possível a construção de um diagrama do *work content* por operador assim como uma comparação do tempo de ciclo e o *takt time* existente (Figura 48). Nesta figura é possível verificar o *takt time* (linha horizontal a vermelho) e a tracejado o *Cycle time* de cada operador, concentrando-se o bottleneck (*Cycle time* mais elevado) no 2º operador (59s) que desempenha as tarefas em P1 e P2 (Tabela 6).

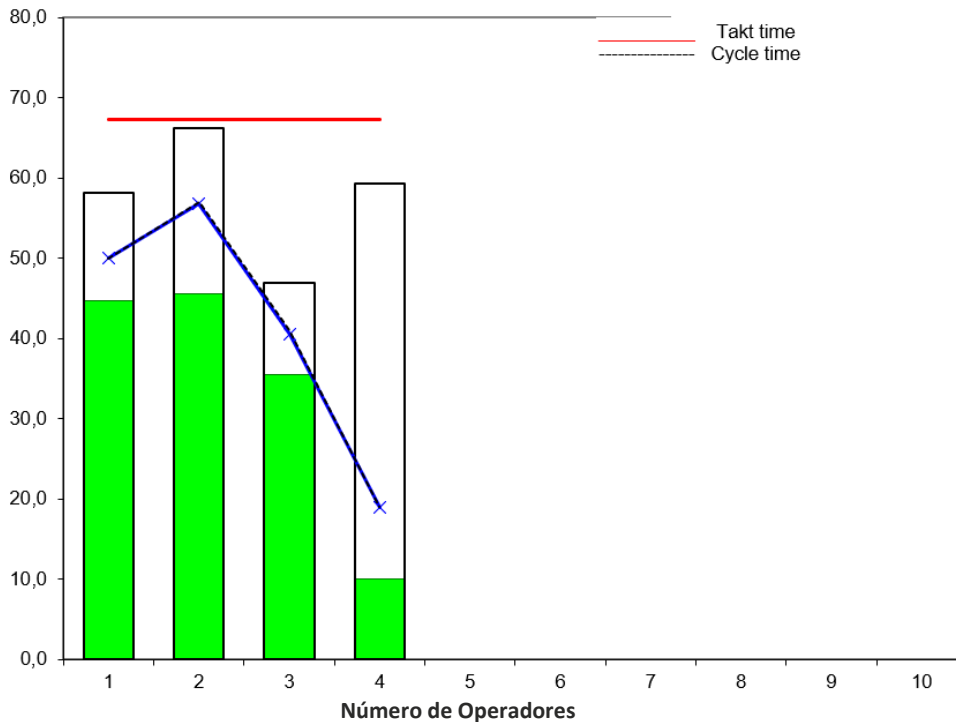


Figura 48 - Diagrama comparativo *Takt time* vs *Cycle time*

Se forem calculados o número de peças nos dois turnos, observa-se uma falta de produtividade para atingir o número máximo exigido pelo cliente. No entanto, apenas em certas ocasiões seria necessário recorrer a um 3º turno produtivo ou mesmo o prolongar do horário de trabalho.

4.6.2.4 ALTERAÇÃO DO FLUXO DE MOVIMENTAÇÕES

Através da observação do diagrama da Figura 48 é possível concluir que o processo produtivo se apresenta com alguma folga de capacidade produtiva. É possível constatar uma grande diferença entre o tempo de ciclo do processo e a cadência exigida pelo cliente (*takt time*). Esta folga é consequência de o processo se encontrar numa fase inicial, carecendo de melhorias. Começando pela eliminação do 4º operador que possui uma carga de trabalho muito baixa comparativamente com os restantes.

Foi assim promovida uma alteração da alocação das tarefas individuais aos operadores, começando-se por reduzir um MOD e ficando o Op.1 responsável pelas preparatórias e pelo processo de embalagem de ciclo a ciclo e sua declaração como representado na Figura 50 .

Desta forma o Op.2 ficaria responsável pelo posto de lubrificação e montagem e o Op.3 pelo posto de aparafusamento/controlo e colocação das peças no controlo final automático e consequente colocação das peças na caixa. Este fluxo pode ser observado na Figura 50.

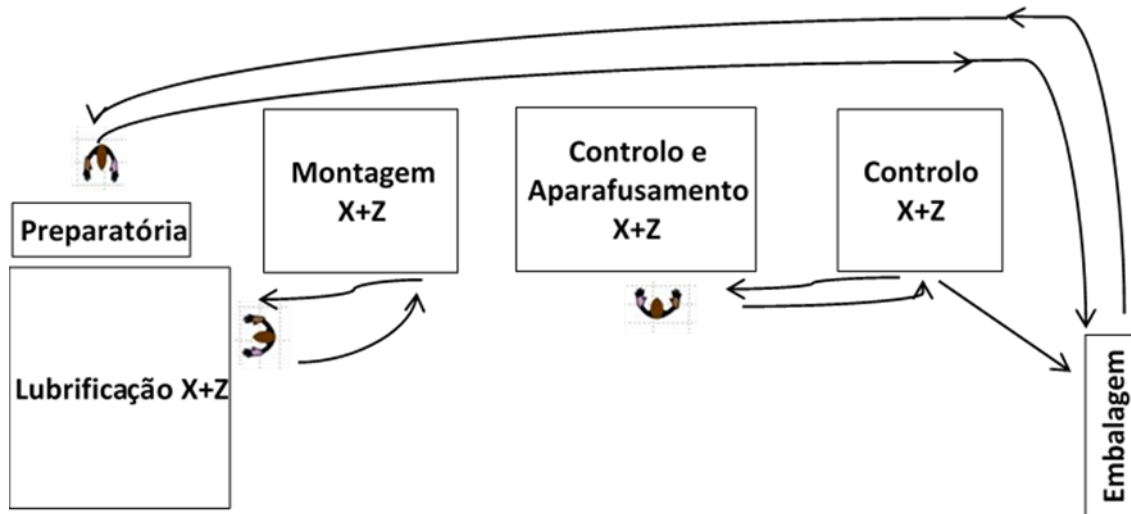


Figura 50 - Esquema posicional final dos operadores.

Deslocações	Posto	Op	Operações Individuais - Final
	P0	1	10 - Futrine no Inserto
	P0	1	20 - Montagem de Grampos
	P0	1	30 - Colocação Guiding Disks
	P0	1	40 - Montagem Z Wire
	P0	1	50 - Montagem do Botão
↑	P1	2	60 - Colocação peças para lubrificação
↑	P1	2	70 - Lubrificação automática
↓	P2	2	80 - Montagem
	P3	3	90 - Controlo + Aparafusamento
	P4	3	100 - Controlo Final Auto
	P4	3	110 - Controlo Final MOD
↓	PE	1	120 - Preparatórias + Periódicas (Embalagem/Etiquetas)

Figura 50 - Fluxo final de movimentações dos operadores.

4.7 RESULTADOS

Os dados obtidos foram submetidos a uma análise e realizou-se um estudo comparativo entre o presente e passado relativamente ao estado da linha de montagem. Deste modo observou-se uma clara melhoria a nível de organização e entropia existente na linha, sendo estes resultados representados de seguida.

A melhoria do processo produtivo foi notória se observarmos a sua eficiência, como o culminar de diversas ações de aplicação de ferramentas Lean, como os 5S e *workshops Hoshin*. Estas alterações verificaram-se essenciais pois não representaram qualquer custo acrescido e conseguiu-se resultados imediatos.

Através do balanceamento produtivo foi possível a diminuição de dois MOD (um por turno), aumentando desta forma a eficiência da linha. Após duas semanas foi realizada uma nova cronometragem tendo em conta o fluxo operativo representado na Figura 50. Estes tempos traduziram-se em média muito aproximados da primeira cronometragem, sendo considerados os mesmos valores da Tabela 7 e Tabela 8.

Tratou-se assim a informação recolhida e construiu-se um novo diagrama de tempo de ciclo (Figura 51) de forma a verificar a possibilidade de este ser mais baixo do que o takt time e, desta forma, a linha de montagem ser bem sucedida na entrega de mecanismos aos seus clientes.

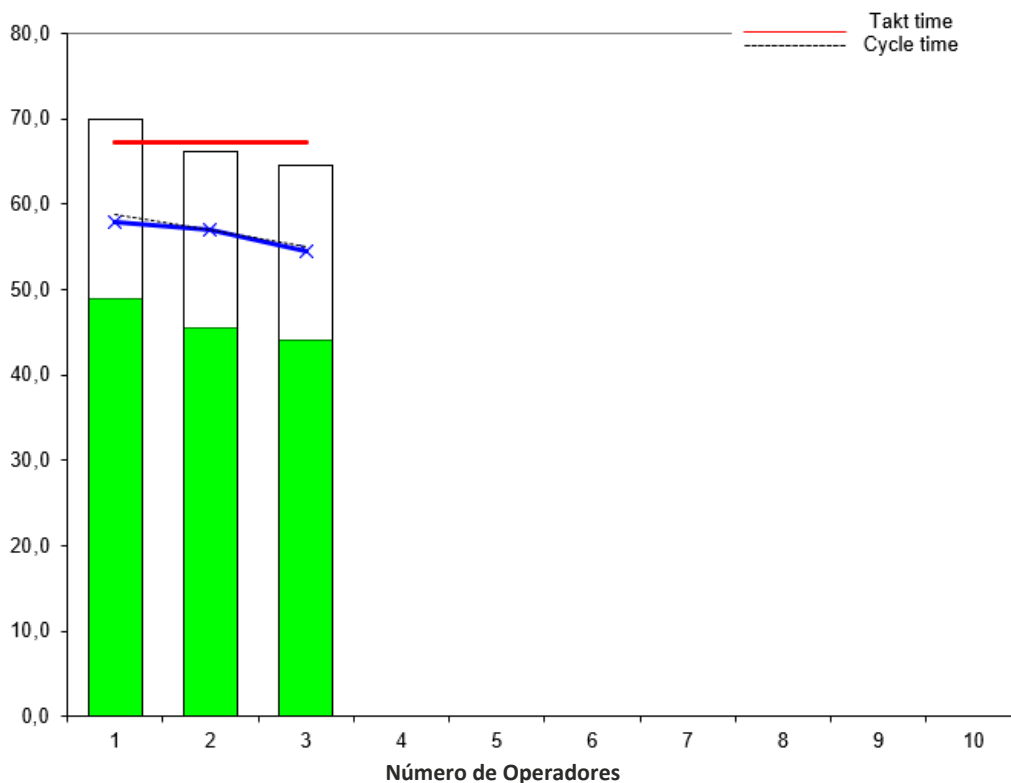


Figura 51 – Diagrama Comparativo final *Cycle Time* vs *Takt Time*

Observando o diagrama verificamos que houve um aumento esperado do tempo de ciclo por operador, mas com um nivelamento das cargas de trabalho entre os operadores.

O tempo de ciclo do processo semelhante à primeira análise, situando-se este tempo abaixo do *takt time* e, contudo, com um operador a menos comparativamente ao primeiro caso. De realçar que esta diminuição se traduz em ganhos monetários avultados para a organização e considerando a multiplicação do ganho 3x (3 turnos), traduzindo-se numa melhoria de eficiência de 25% (redução de 1 MOD).

**CONCLUSÕES E TRABALHOS
FUTUROS**

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Analisando a indústria automóvel e comparando-a de uma forma geral a outras, é facilmente perceptível que esta se encontra num patamar superior no que à taxa de desenvolvimento e competitividade diz respeito. Estes dois aspetos traduziram-se numa fonte de motivação que impulsionou o desenvolvimento e realização desta dissertação com o objetivo de melhorar uma linha de montagem de mecanismos através da aplicação de diversas metodologias e ferramentas associadas.

Este projeto de dissertação desenvolveu-se na Faurecia Assentos de Automóvel, onde as características dos processos existentes se afastavam bastante do processo em questão. Foi assim necessário um estudo profundo e demorado da nova linha de montagem que resultou num conjunto de alterações benéficas e que influenciaram significativamente os indicadores de performance da linha.

O presente projeto representa as dificuldades iniciais de uma implementação no *gemba* de um processo produtivo original e complexo, não sendo possível, *à priori*, uma preparação extensa que permitisse o respetivo começo produtivo sem que ocorrerem problemas e entraves, como consequência de diversos aspetos que careciam de uma avaliação profunda.

O primeiro desafio centrou-se na exigência de alocar os equipamentos ao espaço disponível sem influenciar negativamente o aspeto ergonómico e mantendo um fluxo contínuo do valor. O mecanismo de apoio de cabeça X74 apresentava uma arquitetura mecânica complexa, com tolerâncias dimensionais bastante exigentes que se traduziram em problemas de qualidade nos meses iniciais, provocando sucessivas paragens na linha de montagem e consequentes reclamações por parte do cliente. Ao ser posto em causa o valor do produto, existiu um envolvimento por parte das diferentes equipas da FAA e que permitiu, após alguns meses, a estabilização do processo produtivo, sendo assim possível dar-se início a uma análise mais profunda ao processo propriamente dito.

A análise iniciou-se primeiramente ao fluxo e transportes entre os diversos postos, incluindo o levantamento por parte da logística que era comprometido pelos equipamentos e processos envolventes. Desta forma promoveu-se rapidamente uma troca de *layout*, permitindo uma diminuição significativa dos tempos de transporte e alimentação do cliente interno. Após estabilização dos movimentos dos operadores e fluxo de material, seguiu-se o procedimento de aplicação *Hoshin* e analisou-se a organização interna da linha de montagem, sendo neste ponto aplicada todo o ciclo da ferramenta *5S* e a metodologia *Lean* que a caracteriza. Este ponto provou-se realmente

rentável pois foi aplicado sem qualquer recurso monetário e os seus efeitos notórios foram contemporâneos às alterações efetuadas.

Neste ponto a linha encontrava-se estável no indicador produtivo, partindo-se desta forma para o desafio de produzir mais com menos, isto é, procedeu-se à cronometragem das tarefas individuais presentes em cada posto com o objetivo de se revelar um nivelamento através da distribuição de trabalho balanceada por cada operador. Após esta análise verificou-se que alterando a sequência de tarefas era possível reduzir um MOD por turno, aumentado o *work content* mas melhorando a eficiência produtiva e cumprindo com o *takt time*. O *shop stock* também foi diminuído, permitindo o aumento do espaço existente.

O próximo passo seria passar por realização novos *workshops* e balanceamentos de linha, com o objetivo de melhorar os primeiros dois turnos e garantir a capacidade produtiva exigida pelo cliente. Com isto tornava-se possível a eliminação permanente de um 3º turno.

A par de novos balanceamentos, um dos aspetos a incidir seria na automatização do sistema de declarações *Kanban* com a utilização de um software de alertas e paragens de produção que alertasse instantaneamente o supervisor de produção de um abrandamento ou paragem da sua área. Desta forma seria conseguido um controlo mais abrangente e prevenia possivelmente muitas paragens do cliente interno (linha de injeção) que ocorreram nestes meses de análise.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Al-Aomar, R. (2011). Applying 5S lean technology: an infrastructure for continuous process improvement. ... *Academy of Science, Engineering and Technology*, 59(12), 2014–2019.
- Becker, C., & Scholl, A. (2006). *A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing*.
- Boysen, N., Fliedner, M., Scholl, A., Fakultät, D. W., Jena, D. F., & Jena, F. (2006). A classification of assembly line balancing problems A classification of assembly line balancing problems.
- Diez, J. V., Ordieres-Mere, J., & Nuber, G. (2015). The hoshin kanri tree. Cross-plant lean shopfloor management. *Procedia CIRP*, 32(Cl), 150–155.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.120>
- Faurecia. (2010). *Hoshin Methods Guide*.
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Vasa.
- Fernandez, J. E. (1995). *Ergonomics in the Workplace*.
- Hanover, B. (2006). *Deliciously Lean – A Mouth-Watering Introduction to Lean*
- Imai, M. (1986). *Kaizen*.
- Imai, M. (2005). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*.
- Jaber, M. Y. (2016). *earning Curves: Theory, Models, and Applications*.
- Middlesworth, M. (2018). *5 Proven Benefits of Ergonomics in the Workplace*.
- Muther, R. (1978). *Planejamento do layout: sistema SLP - Richard Muther - Google*
- Neumann, C., & Scalice, R. (2015). *Projeto de Fábrica e Layout*.
- Ohno, T. (1988). *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM*.
- Operational Excellence Consulting. (2018). *Hoshin Kanri Strategy Deployment*.
- Patel, V. C., & Dr.Thakkar, H. (2014). *Review on Implementation of 5S in Various Organization*.
- Reginato, G., Anzanello, M. J., & Kahmann, A. *Mix assembly line balancing method in scenarios with different mix of products (2016)*.
- Rekiek, B., Dolgui, A., Delchambre, A., & Bratcu, A. (2002). *State of art of optimization*

methods for assembly line design. *Annual Reviews in Control*, 26 II, 163–174.
[https://doi.org/10.1016/S1367-5788\(02\)00027-5](https://doi.org/10.1016/S1367-5788(02)00027-5)

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Revised and Updated: James P. Womack, Daniel T. Jones. *Simon & Schuster*, (May). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

Www.researchgate.com. (2018). Pull-System Kanban.

www.slidegeeks.com. (2018). SlideGeeks.