



# O DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA LEAN EM PROCESSOS PRODUTIVOS

**INÊS FERREIRA SANTOS**

novembro de 2019

# IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN* EM PROCESSOS PRODUTIVOS

Inês Ferreira Santos  
1140623

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN* EM PROCESSOS PRODUTIVOS

Inês Ferreira Santos  
1140623

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 da Doutora Carla Pinto e Doutora Susana Nicola.

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



## JÚRI

### **Presidente**

Doutor João Augusto de Sousa Bastos

Professor adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Orientador**

Doutora Carla Pinto

Professor adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Coorientador**

Doutora Susana Nicola

Professor adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Arguente**

Doutora Maria de Lurdes Vasconcelos Babo e Silva

Professor adjunto, Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto



## AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à minha família pelo apoio incondicional, desde sempre.

A todos os meus amigos e colegas que estiveram presentes nesta fase, por todo o companheirismo e pela motivação.

Um agradecimento especial à engenheira Carla Pinto, minha orientadora, pelo apoio, disponibilidade e orientação ao longo da elaboração da dissertação.

Agradeço também à minha coorientadora, Susana Nicola, por toda a colaboração.

À doutora Ana Oliveira, da empresa INACEINOX, por toda a informação cedida.

A todos os que de alguma forma contribuíram para o sucesso desta etapa,  
**obrigada!**



## PALAVRAS CHAVE

Metodologia *Lean*, *Lean Management*, 5S, Valor, *Muda*

## RESUMO

Vivemos num mercado global, em que a velocidade a que a economia e a tecnologia mudam é avassaladora. As empresas têm de estar à altura de responder a esta enorme pressão competitiva. Pretende-se que sejam capazes de aumentar a sua produção, usando menos recursos e que o façam de forma rápida e eficiente. O objetivo é o de manter os seus clientes e cativar mais.

A aplicação da metodologia *Lean* é vista pelas empresas como um meio para criar valor e ao mesmo tempo eliminar desperdícios. Não é utilizada como um objetivo, mas sim como uma forma de alcançar objetivos, nomeadamente a eficiência e o valor no mercado.

A utilização de ferramentas *Lean* permite que qualquer setor alcance um aumento da produção, melhoria da qualidade e redução de custos, o que se traduz em aumentos no lucro e na satisfação do cliente [1].

Esta dissertação desenvolveu-se em contexto empresarial, designadamente na empresa INACEINOX.

Consistiu no estudo e análise dos resultados da implementação da metodologia *Lean*. Começou-se por fazer um resumo do estado da arte, sobre a metodologia *Lean* e a sua aplicação em empresas. Neste último ponto, focou-se o caso de Portugal, salientando as melhorias trazidas às empresas e discutindo dificuldades de implementação e *future trends*.

A implementação da metodologia *Lean* na INACEINOX está em franco progresso, havendo já melhorias a salientar, nomeadamente, na redução dos tempos do *lead* e *cycle*.

A análise dos resultados também revelou resistência por parte dos trabalhadores, heterogeneidade no nível de implementação nos diferentes setores, falhas na compreensão dos princípios *Lean* e de comunicação.

Como trabalho futuro, proponho a realização de um inquérito sobre a implementação da metodologia *Lean* em Portugal, para recolher dados atualizados e aumentar a informação disponível.



**KEYWORDS**

*Lean methodology, Lean Management, 5S, Value, Muda*

**ABSTRACT**

*We live in a global market, where the speed at which the economy and technology change is overwhelming. Companies must be able to respond to this enormous competitive pressure. They are intended to be able to increase their production using fewer resources and to do so quickly and efficiently. The goal is to keep your customers and catch more.*

*Applying the Lean methodology is seen by companies to create value while eliminating waste. It isn't used as a goal, but to achieve goals, as efficiency and market value.*

*Using Lean tools enables any industry to achieve increased production, improved quality and reduced costs, which translates into increases in profit and customer satisfaction [1].*

*This dissertation was developed in a business context, namely in the company INACEINOX.*

*It consisted of the study and analysis of the results of the implementation of the Lean methodology. We started by summarizing the state of the art, the Lean methodology and its application in companies. In this last point, we focused on the case of Portugal, highlighting the improvements brought to companies and discussing implementation difficulties and future trends.*

*The implementation of the Lean methodology in INACEINOX is in great progress, with improvements already being noted, namely in reducing lead and cycle times.*

*The analysis of the results also revealed resistance on the part of workers, heterogeneity in the level of implementation in different sectors, failures in understanding the Lean and communication principles.*

*As future work, I propose to conduct a survey on the implementation of the Lean methodology in Portugal to collect updated data and increase the available information.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

BOM	Bill Of Materials
DMADV	Define, Measure, Analyze, Design-and Verify
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve-and Control
GE	Grande Empresa
JIT	Just-in-Time
KPI	Key Performance Indicators
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PME	Pequena e Média Empresa
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping

### Lista de Unidades

h	Hora
kg	Quilograma
km	Quilómetro
min	Minuto
ton	Tonelada

### Lista de Símbolos

'	Minuto (tempo)
%	Porcentagem



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

<i>Bottleneck</i>	Termo inglês que se traduz como “ponto de estrangulamento” ou “gargalo”. Refere-se a atividades/tarefas que influenciam negativamente o desempenho e/ou a capacidade de um processo.
Chão-de-fábrica	Expressão derivada da palavra japonesa <i>Gemba</i> , significa “local onde a ação acontece”. Descreve o local onde se encontram os operadores e todos os equipamentos de produção de uma fábrica.
<i>Cycle time</i>	Tempo entre o início da produção de um determinado produto até à sua conclusão.
Fluxo contínuo	É quando a informação flui através das etapas do processo sem paragens.
<i>Future trends</i>	Termo inglês que se traduz como tendências futuras.
<i>Heijunka</i>	Termo japonês que significa “nivelamento”.
<i>Kaizen</i>	Termo japonês que significa “melhoria” ou “mudança para melhor”, utiliza-se frequentemente para referir melhoria contínua.
<i>Kanban</i>	Termo japonês que significa “cartão” ou “sinalização”.
<i>Key Performance Indicators</i>	São indicadores-chave de desempenho e procuram refletir os fatores críticos de sucesso de uma empresa. A sua avaliação permite determinar ações estratégicas futuras para a empresa.
<i>Layout</i>	Modo de distribuição e arranjo dos elementos gráficos num determinado espaço ou superfície.
<i>Lead time</i>	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega desse mesmo pedido ao cliente.
Processos	Conjunto de atividades que transforma entradas em saídas.
<i>Setup</i>	Termo inglês para referir a preparação necessária das máquinas entre mudanças de ordem de produção.
Sistema <i>pull</i>	É um método de controlo da produção onde as atividades antecedentes avisam as atividades precedentes sobre as suas necessidades permitindo eliminar o excesso de produção.

---

---

<i>Stakeholders</i>	Parceiros da cadeia de valor, refere-se a todas as partes interessadas.
<i>Takt time</i>	Ritmo necessário de produção para dar resposta à procura.
<i>Template</i>	Documento estabelecido como modelo, permitindo criar conteúdos de uma forma rápida.
<i>Workshop</i>	Termo inglês para seminário. É uma reunião onde o orador e espetadores trocam experiências e conhecimento referente a um assunto específico.

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA IX [26]	5
FIGURA 2 – TIPOS DE DESPERDÍCIO (ADAPTADO DE [10])	10
FIGURA 3 – <i>STAKEHOLDERS</i> (ADAPTADO DE [11])	11
FIGURA 4 – PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> (ADAPTADO DE [13])	12
FIGURA 5 – PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> ATUAIS (ADAPTADO DE [16])	15
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA PARA EXECUTAR O VSM (ADAPTADO DE [18])	16
FIGURA 7 – TIPOS DE <i>KANBAN</i> (ADAPTADO DE [12])	19
FIGURA 8 – MÉTODO DMAIC (ADAPTADO DE [10])	20
FIGURA 9 – FERRAMENTAS <i>LEAN</i> APLICADAS NAS EMPRESAS [28]	24
FIGURA 10 – BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA <i>LEAN</i> (ADAPTADO DE [28])	24
FIGURA 11 – UTILIZAÇÃO <i>LEAN</i> NA INDÚSTRIA PORTUGUESA [29]	25
FIGURA 12 – <i>LEAN</i> VS CERTIFICAÇÃO [29]	25
FIGURA 13 – EMPRESAS PREMIADAS: “PRÉMIOS KAIZEN <i>LEAN</i> ” [30]	26
FIGURA 14 – PERMUTADORES DE CALOR	32
FIGURA 15 – TANQUES DE ARMAZENAMENTO	32
FIGURA 16 – SILOS	32
FIGURA 17 – REACTORES	32
FIGURA 18 – SECADORES	33
FIGURA 19 – CICLONES	33
FIGURA 20 – TORRES E COLUNAS	33
FIGURA 21 – SKIDS	33
FIGURA 22 – <i>LAYOUT</i> DA EMPRESA, PISO 0	34
FIGURA 23 – <i>LAYOUT</i> DA EMPRESA, PISO 1	35
FIGURA 24 – PROCESSO PRODUTIVO (ADAPTADO DE [32])	35
FIGURA 25 – TIPOS DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE [32])	36
FIGURA 26 – ANÁLISE SWOT DA INACEINOX	37
FIGURA 27 – ETAPAS PARA ELABORAR O PROCESSO PRODUTIVO	38
FIGURA 28 – LEGENDA DOS DIAGRAMAS DE FLUXO DO PROCESSO	38
FIGURA 29 – FLUXO DE PROCESSO DO ESTADO INICIAL, ETAPA 1	40
FIGURA 30 – KPIS DA EQUIPA DE PROJETO	44
FIGURA 31 – KPIS DA EQUIPA DE COMPRAS	44
FIGURA 32 – KPIS DA EQUIPA DE QUALIDADE	44
FIGURA 33 – KPIS DA EQUIPA COMERCIAL	44
FIGURA 34 – KPIS DA EQUIPA DE PRODUÇÃO	44
FIGURA 35 – FLUXO DE PROCESSO DO ESTADO INICIAL, ETAPA 2	46
FIGURA 36 – GABINETE PROJ, LADO DIREITO	50
FIGURA 37 – GABINETE PROJ, LADO ESQUERDO	50
FIGURA 38 – FLUXO DE PROCESSO DO ESTADO INICIAL, ETAPA 3	52
FIGURA 39 – FLUXO DE PROCESSO DO ESTADO INICIAL, ETAPA 4	54

FIGURA 40 – O ANTES E O DEPOIS NO ARMAZÉM (PISO 0)	56
FIGURA 41 – O ANTES E O DEPOIS NO ARMAZÉM (PISOS 1 E 2)	57
FIGURA 42 – O ANTES E O DEPOIS NA ZONA DE LAVAGEM	58
FIGURA 43 – BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA <i>LEAN</i> NA INACEINOX	59
FIGURA 44 – PUBLICAÇÕES SOBRE <i>LEAN</i> AO LONGO DOS ANOS [34]	66

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – FASES DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA <i>LEAN</i> (ADAPTADO DE [20]) .....	23
TABELA 2 – BENEFÍCIO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> EM PORTUGAL (ADAPTADO DE [28]) .....	25
TABELA 3 – TEMPOS INICIAIS E PREVISTOS, ETAPA 1 .....	42
TABELA 4 – TAREFAS A REALIZAR, ETAPA 1 .....	42
TABELA 5 – CÓDIGO DE COMUNICAÇÃO INTERNA .....	43
TABELA 6 – TEMPOS INICIAIS E PREVISTOS, ETAPA 2 .....	47
TABELA 7 – TAREFAS A REALIZAR, ETAPA 2 .....	48
TABELA 8 – TEMPOS INICIAIS E PREVISTOS, ETAPA 3 .....	53
TABELA 9 – TEMPOS INICIAIS E PREVISTOS, ETAPA 4 .....	55
TABELA 10 – TAREFAS A REALIZAR, ETAPA 2 .....	55
TABELA 11 – REDUÇÃO PREVISTA DOS TEMPOS .....	60



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
1.1	Enquadramento.....	3
1.2	Objetivos .....	3
1.3	Metodologia de investigação .....	4
1.4	Apresentação da empresa.....	4
1.5	Conteúdo e organização da dissertação .....	5
2	A METODOLOGIA <i>LEAN</i> .....	9
2.1	História da metodologia <i>Lean</i> .....	9
2.2	<i>Muda</i> .....	10
2.3	Princípios <i>Lean</i> .....	11
2.4	Ferramentas <i>Lean</i> .....	15
2.5	Métodos da metodologia <i>Lean</i> .....	21
2.6	Fases da implementação <i>Lean</i> numa empresa.....	22
2.7	A metodologia <i>Lean</i> em Portugal .....	23
3	IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA <i>LEAN</i> .....	31
3.1	Metodologia <i>Lean</i> aplicada na INACEINOX.....	31
3.2	Descrição da empresa .....	31
3.3	Processos produtivos.....	35
3.4	Análise SWOT .....	36
3.5	Implementação do <i>Lean</i> management em processos produtivos .....	37
3.5.1	Etapa 1.....	39
3.5.1.1	Oportunidades de melhoria .....	41
3.5.1.2	<i>Lead time</i> e <i>cycle time</i> .....	41

3.5.1.3	Tarefas de implementação da metodologia <i>Lean</i> .....	42
3.5.2	Etapa 2.....	45
3.5.2.1	Oportunidades de melhoria.....	47
3.5.2.2	<i>Lead time</i> e <i>cycle time</i> .....	47
3.5.2.3	Tarefas de implementação da metodologia <i>Lean</i> .....	48
3.5.3	Etapa 3.....	51
3.5.3.1	Oportunidades de melhoria.....	53
3.5.3.2	<i>Lead time</i> e <i>cycle time</i> .....	53
3.5.3.3	Tarefas de implementação da metodologia <i>Lean</i> .....	53
3.5.4	Etapa 4.....	54
3.5.4.1	Oportunidades de melhoria.....	54
3.5.4.2	<i>Lead time</i> e <i>cycle time</i> .....	55
3.5.4.3	Tarefas de implementação da metodologia <i>Lean</i> .....	55
3.6	Análise de resultados.....	59
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	65
4.1	CONCLUSÕES.....	65
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	65
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	71
6	ANEXOS.....	77
6.1	ANEXO A – Exemplo de <i>template</i> para a descrição de encomenda.....	77
6.2	ANEXO B – Exemplo de BOM.....	78
6.3	ANEXO C – Exemplo de BOM e lista de fluxo dos materiais.....	79
6.4	ANEXO D– Exemplo de folha para registo de tempos no fabrico.....	80

# *INTRODUÇÃO*

- 1.1 Enquadramento
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia de investigação
- 1.4 Apresentação da empresa
- 1.5 Conteúdo e organização da dissertação



# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados o enquadramento e objetivos da dissertação.

Contém ainda a metodologia de investigação, uma breve apresentação da empresa em estudo e os conteúdos e organização da dissertação.

## 1.1 Enquadramento

Atualmente, as mudanças económicas e tecnológicas ocorrem com tanta frequência que a estratégia certa de hoje pode não funcionar amanhã. A resolução desses problemas dinâmicos é o que permite às empresas manter-se em funcionamento [2].

A investigação e aplicação de metodologias de melhoria dos processos produtivos, é cada vez mais uma necessidade face à constante evolução dos mesmos. O objetivo da indústria é aumentar a competitividade mantendo o equilíbrio entre os gastos e os ganhos detetados na melhoria de processos.

A metodologia *Lean* não é mais do que um conjunto de métodos e ferramentas utilizados para eliminar o desperdício e melhorar os processos produtivos [3]. Trata-se de envolver as pessoas e os processos produtivos, eliminando continuamente o desperdício e as deficiências no processo. No entanto, esta metodologia não é apenas para especialistas, deve ser uma prática quotidiana, realizada por todos, em todos os níveis, para melhorar consistentemente o desempenho [4].

## 1.2 Objetivos

Este trabalho foca-se na metodologia *Lean* e tem como principal objetivo estudar a sua aplicação em processos produtivos em Portugal.

Os objetivos gerais da dissertação são:

1. Descrever o estado de arte da metodologia *Lean*, referindo o seu aparecimento, aplicação, descrição dos métodos e das ferramentas a ela associados;
2. Analisar a implementação do método *Lean management* em ambiente industrial. Referem-se as vantagens e desvantagens, facilidades e dificuldades da sua implementação e aceitação por parte de empregados e empregadores. Discutem-se os resultados obtidos na implementação na empresa INACEINOX.
3. Prever *future trends* de aplicação da metodologia *Lean* em empresas portuguesas.

### 1.3 Metodologia de investigação

Fase I – Pesquisa bibliográfica referente à metodologia *Lean*

Nesta fase serão descritas a metodologia *Lean*, as suas ferramentas e métodos e será feita também uma pesquisa sobre a sua aplicação em Portugal.

Fase II – Análise de implementação da metodologia *Lean*

Com dados recolhidos numa empresa real, nomeadamente na INACEINOX, é feito o modelo de estudo e a análise da implementação da metodologia *Lean*.

Fase III – Apresentação dos resultados obtidos

Terminada a análise de implementação da metodologia e considerando as características da empresa em estudo, são apresentados os resultados obtidos, com vista a identificar os prós e contras.

Fase IV – Análise e apresentação de soluções de otimização

Na fase final do trabalho são analisadas e apresentadas soluções de otimização prevendo *future trends* de aplicação da metodologia *Lean* em empresas portuguesas.

### 1.4 Apresentação da empresa

A empresa INACEINOX dedica-se ao projeto, produção, montagem e comercialização de equipamentos em aço inoxidável ou alumínio, para a indústria alimentar, química, vinícola, farmacêutica, plásticos, biotecnologia, cosmética, entre outras.

A empresa está dividida em departamentos e subdepartamentos (Figura 1). A cor verde estão representados os departamentos e a azul os subdepartamentos. Trata-se de uma PME com cerca de 80 colaboradores que se encontra em formação de *Lean Management*, no âmbito do projeto “COMPETE 2020” no qual se insere [5], [6].

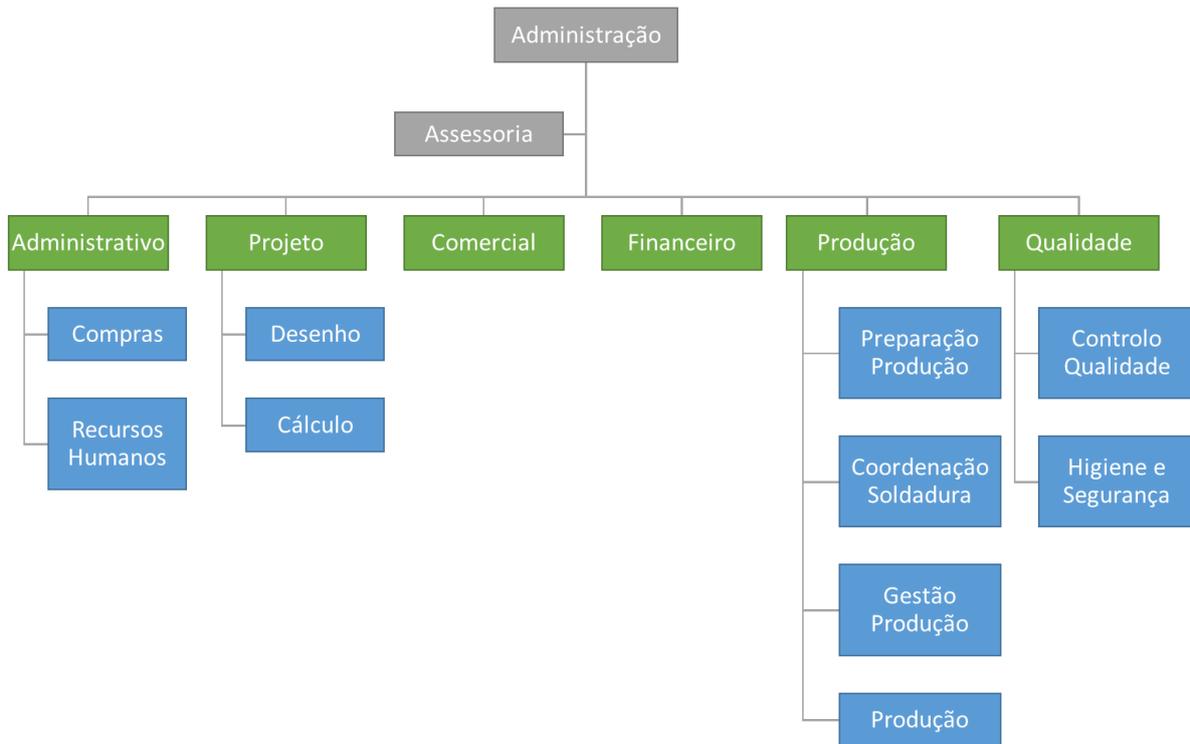


Figura 1 – Organograma da empresa IX [26]

## 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

Esta dissertação está estruturada em 4 capítulos, descritos de seguida.

O presente capítulo, Capítulo I, consiste na introdução, onde se faz o enquadramento, são enumerados os objetivos, descreve-se a metodologia de investigação, é feita uma breve apresentação da empresa INACEINOX e, por fim, é apresentado o conteúdo e organização da dissertação.

No Capítulo II está a história do *Lean*, o que é, quando e como é utilizado. Este capítulo contém ainda a pesquisa e análise da utilização da metodologia na indústria, com particular destaque em Portugal.

No Capítulo III é descrita a implementação da metodologia *Lean* na empresa INACEINOX, do setor metalúrgico. Neste capítulo será feita a análise de vantagens e desvantagens, aceitação por parte da empresa e dos seus colaboradores e as melhorias que a implementação do *Lean* trouxe à empresa a médio-longo prazo.

No último capítulo, Capítulo IV, resumem-se os resultados obtidos. São referidas propostas de melhoria, quer no que diz respeito à implementação *Lean* na empresa, quer, genericamente, em empresas nacionais.



# A METODOLOGIA *LEAN*

- 2.1 História da metodologia *Lean*
- 2.2 *Muda*
- 2.3 Princípios *Lean*
- 2.4 Ferramentas *Lean*
- 2.5 Métodos da metodologia *Lean*
- 2.6 Fases da implementação *Lean* numa empresa
- 2.7 A metodologia *Lean* em Portugal



## 2 A METODOLOGIA LEAN

Ao longo deste capítulo é feita, de forma resumida, a abordagem histórica da metodologia *Lean*, os princípios, ferramentas e métodos da mesma. Apresenta-se ainda um breve estudo do uso do *Lean* em Portugal. No final do capítulo descrevem-se os passos para a implementação da metodologia numa empresa.

### 2.1 História da metodologia *Lean*

No início da década 50 a fábrica de produção da Toyota estava em situação de falência iminente. Era assim necessário reduzir os custos e aumentar a eficiência, com urgência.

Eiji Toyoda, engenheiro na Toyota Motor Corporation, com o apoio de Taiichi Ohno, procuraram recriar o modelo de produção que observaram na Ford. Mas rapidamente entenderam que copiar e implementar o sistema de produção da Ford não ia ser fácil. Perceberam também a importância de se adaptar ao mercado Japonês que exigia qualidade, *lead time* reduzido, baixo custo e flexibilidade [7].

Então, Toyoda, Ohno e outros engenheiros da Toyota, começaram a desenvolver o Sistema de Produção Toyota -TPS, mais tarde conhecido como sistema de produção *Lean* [8].

O termo *Lean* popularizou-se na obra de Womack e Jones “*The machine that changed the world: The story of Lean production*”, em 1990 [7]. Em português *Lean* traduz-se, literalmente, como magro (sem gordura), procurando refletir o facto de ser utilizado como forma de fazer mais com menos. Isto é, eliminar a “gordura” que impede a mudança e melhoria dos processos produtivos.

O *Lean* fornece capacidade e conhecimento para criar valor. Consiste em fazer mais com menos, isto é, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, procurando cada vez mais proporcionar aos clientes exatamente o que eles procuram.

A metodologia *Lean* também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório uma vez que avalia os esforços para converter o desperdício em valor [9].

Os conceitos de valor e desperdício são dois conceitos *Lean*. Podem ser encontrados em qualquer parte da organização, desde o processo mais elementar até à organização como um todo [10].

## 2.2 Muda

*Muda* é uma palavra japonesa que significa desperdício e é constantemente associada à filosofia *Lean*. Neste contexto, desperdício é tudo o que requer ou consome recursos, no entanto não cria qualquer valor [9].

Estão identificados oito tipos de desperdício que requerem a atenção das empresas para que possam ser reduzidos ou mesmo eliminados (Figura 2).



Figura 2 – Tipos de desperdício (adaptado de [10])

1. Qualidade: Produtos e serviços que não respeitam as necessidades dos clientes. Os erros ou defeitos implicam gastos de material e recursos por vezes redobrados;
2. Transporte: Embora muitas vezes necessário o transporte dos produtos não acrescenta valor e pode até danificar os produtos. Assim, minimizar os transportes quer internamente quer a nível externo é muito importante;
3. Excesso de stock: Elevados *stocks* ocupam espaço, podem vir a ser produtos descontinuados ou obsoletos o que significa custos desnecessários e capital imobilizado;
4. Movimentações: Movimentações de operadores e de materiais, por vezes por falta de análise de métodos e tempos nos postos de trabalho;
5. Tempos de espera: Os tempos de espera quer de pessoas, materiais ou equipamentos são um desperdício e devem ser reduzidos em todo os processos;

6. Excesso de produção: A produção em excesso, além de ter associados gastos de material e de recursos, também provoca, por vezes, gastos com o armazenamento;
7. Excesso de processos: Os processos que não acrescentam valor implicam gastos de tempo e recursos. Muitas vezes, quando é feito o controlo de processos, são detetadas operações excessivas e algumas desnecessárias;
8. Subaproveitamento de ideias e competências: Este é o mais recente *muda* e realça a importância de cultivar a partilha de ideias entre todos os colaboradores da empresa. Muitas vezes é desconhecido o potencial e conhecimentos de alguns colaboradores, por falta de comunicação [4].

Associado ao desperdício está o valor. O valor é tudo o que justifica o tempo e recursos que foram gastos.

As empresas existem para criar valor, que se destina à satisfação simultânea de todas as partes interessadas – *stakeholders* (Figura 3) [11].



Figura 3 – *Stakeholders* (adaptado de [11])

O valor de um produto é criado pelo seu fabricante através de um conjunto de várias ações. Algumas dessas ações acrescentam valor para o cliente e outras são apenas necessárias do ponto de vista da produção atual. O objetivo do *Lean* é eliminar estas últimas preservando ou melhorando o valor para o cliente [12].

### 2.3 Princípios *Lean*

Womack e Jones publicaram, em 1996, a obra “*Lean Thinking*”, com o intuito de orientar outros gestores de produção na utilização e implementação da metodologia *Lean* [9].

Para abordar os diferentes desafios que ocorrem nas empresas, considerando as diferenças na cultura empresarial e no processo de gestão, os autores identificaram cinco princípios fundamentais da metodologia (Figura 4).

A utilização dos princípios *Lean* promove, nas empresas, inovação e melhoria dos processos.

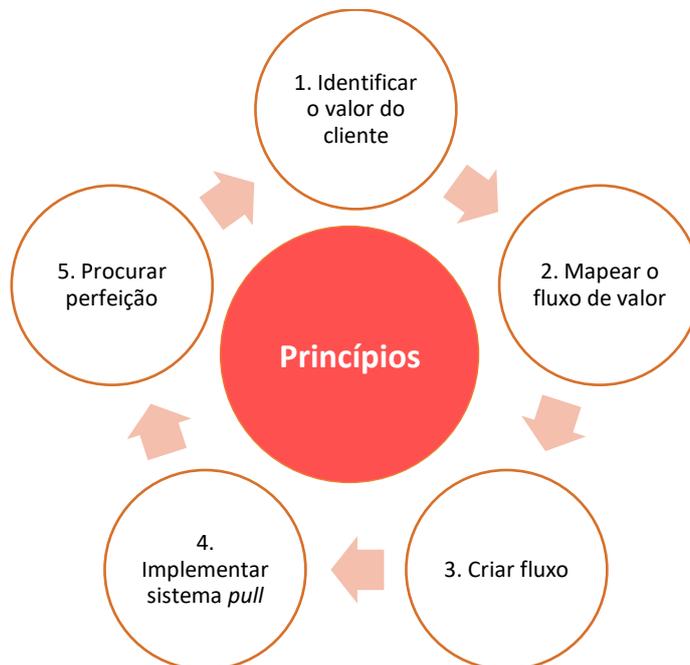


Figura 4 – Princípios *Lean* (adaptado de [13])

### 1. Identificar o valor do cliente

O conceito de partida para o pensamento *Lean* é o valor. O valor só pode ser definido pelo cliente final e criado pelo produtor. No entanto, é definido especificamente para cada produto, bem e/ou serviço, considerando as necessidades do cliente com um custo específico e durante um prazo específico.

As necessidades a curto prazo dos investidores e gerentes das empresas influenciam diretamente a especificação de valor para o cliente.

Womack e Jones [9] encontraram algumas distorções na especificação de valor em diferentes mercados. As empresas tinham a percepção de que projetos mais complexos com processos e tecnologias de produção mais sofisticadas eram exatamente o que os clientes procuravam. No entanto, estes avanços traziam aos clientes custos acrescidos e nem sempre acrescentavam valor efetivo aos produtos que procuravam.

É fundamental especificar o valor a partir da perspectiva do cliente. A linha de pensamento é ir de onde estamos para onde queremos estar, com segurança e com o mínimo de transtornos possível e a um custo razoável [9].

Resumindo, especificar valor de forma coerente e precisa é o primeiro passo para implementar a metodologia *Lean*.

## 2. Mapear o fluxo de valor

O fluxo de valor corresponde ao conjunto de ações necessárias na produção de um determinado produto, seja um bem e/ou um serviço. Destacam-se três tarefas críticas de gestão: resolução de problemas, gestão de informação e a transformação física.

A resolução de problemas vai desde o conceito inicial até ao lançamento de produção. A gestão de informação parte do agendamento de pedidos até à entrega da encomenda final. Por fim, a transformação física inclui todas as transformações da matéria prima até ao produto final.

O mapeamento do fluxo de valor expõe as três situações:

1. Muitas etapas criam valor que nem sempre é determinado, é incerto, isto é, pode trazer valor efetivo em determinadas circunstâncias, mas não é condição inerente;
2. Outras etapas não trazem valor imediato. Contudo, são essenciais para o bom funcionamento da produção, por exemplo a inspeção de qualidade. Esta última não acrescenta valor, todavia, previne eventuais falhas, que desvalorizam o produto;
3. Por fim, é possível encontrar etapas que não acrescentam nenhum valor e que podem ser imediatamente eliminadas.

As situações descritas permitem otimizar o processo de produção e iniciar de imediato uma redução de desperdício [9].

A metodologia *Lean* deve incluir todas as ações necessárias para criar e produzir um produto específico, partindo do conceito inicial até ao momento de entrega ao cliente final, tendo em conta todas as partes envolvidas.

Se se considerar um produto que é feito por diversas empresas, a transparência entre as empresas é uma mais valia, para que todas possam atuar de forma consistente e unânime [14].

## 3. Criar fluxo

Depois de especificar o valor com rigor, feito o mapeamento do fluxo de valor e já com as etapas inúteis eliminadas, segue-se o próximo passo: criar/otimizar o fluxo.

A lógica que é seguida pela maioria das empresas é a produção em lotes, ou seja, as atividades são agrupadas por tipo permitindo maior eficiência e facilitando a gestão. Os lotes significam longas esperas por parte dos produtos entre cada atividade. No entanto, produção em lotes implica uma taxa de ocupação dos recursos (operários e equipamentos) elevada, o que aparentemente é eficiente. Mas, nem sempre é verdade.

Muitas vezes a eficiência da produção melhora se o processo não for dividido em atividades e por lotes, isto é, o produto é feito continuamente partindo da matéria prima até ao produto final.

Sucintamente, o mais importante é focar no produto e nas suas necessidades particulares, para que as atividades de produção ocorram em fluxo contínuo.

Alcançar um fluxo contínuo na produção de baixo volume traz vários benefícios. Aprender a mudar rapidamente ferramentas de um produto para o outro e dimensionar corretamente as máquinas, para que diferentes etapas possam ser realizadas consecutivamente, permite manter o fluxo contínuo. Assim, é possível aumentar bastante a produtividade e reduzir defeitos e sucata [9].

Ainda assim, as alterações requerem o desenvolvimento de uma estratégia *Lean*.

#### 4. Implementar o sistema *pull*

O tempo necessário para ir do conceito ao lançamento, da venda à entrega e desde a matéria prima até ao produto final diminui drasticamente, quando se converte de lotes para fluxo. Quando o fluxo é introduzido corretamente, produtos que levavam anos para desenvolver são feitos em meses, as encomendas e a produção são feitas em horas ou dias.

No entanto, isto só se torna uma conquista porque a capacidade de desenvolver um produto, programar a produção e corresponder exatamente ao que o cliente deseja e quando o cliente deseja, permite ignorar as previsões de vendas. A procura dos clientes é mais estável quando sabem que podem obter o que procuram, num curto espaço de tempo.

O sistema *pull* resumidamente afirma que ninguém a montante deve produzir um bem ou serviço até que o cliente a jusante peça. Ou seja, passa a ser a procura a impulsionar a produção, eliminando o *stock* acumulado de produto. Uma empresa verdadeiramente baseada em *Lean* precisa incorporar o conceito de *pull* no seu sistema para garantir que não haja desperdício em termos de tempo, capital ou esforço [9].

#### 5. Procurar perfeição

Depois de considerar os 4 princípios, o processo inicia-se novamente em busca da perfeição, onde o valor é exatamente o desejado e é criado sem desperdícios [15].

No entanto, os cinco princípios abordados apresentam algumas falhas.

Para Womack e Jones o valor era considerado só na vertente do cliente [9]. Mas numa empresa/organização existem várias cadeias de valor. Assim, por vezes, é necessária a criação de valor para além do cliente, considerando também fornecedores, investidores e restantes partes interessadas.

Outra limitação dos cinco princípios é que tendem a colocar as empresas/organizações dentro de um ciclo sem fim de redução de desperdícios, deixando para trás o conceito essencial de criar valor através da inovação.

Então, para colmatar as falhas, na obra “Pensamento *Lean*”, Pinto sugere dois novos princípios: conhecer os *stakeholders* e inovar sempre (Figura 5) [16].

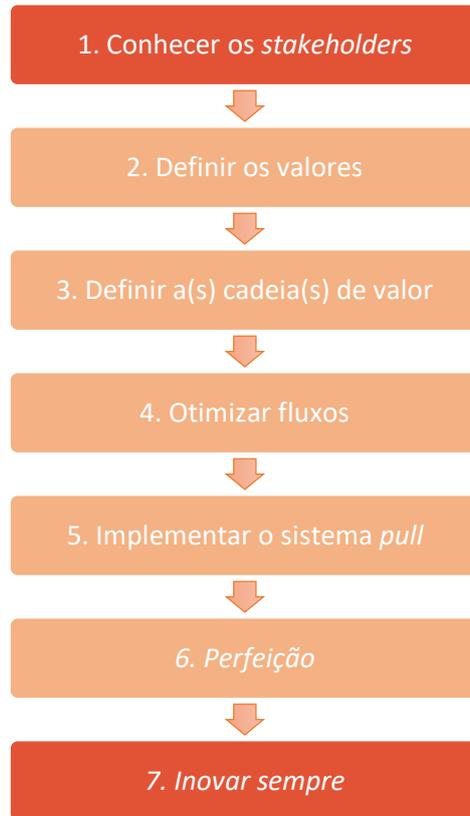


Figura 5 – Princípios *Lean* atuais (adaptado de [16])

O primeiro princípio "Conhecer os *stakeholders*" refere que é necessário satisfazer todos os *stakeholders*. Uma empresa que não considera a harmonia na satisfação de todas as partes envolvidas no processo produtivo, coloca em causa toda a cadeia de valor.

O sétimo princípio consiste em "Inovar sempre". Isto é, desenvolver novos produtos, novos serviços, novos processos para criar valor.

Por exemplo, uma empresa que produz um determinado telemóvel pode alcançar o processo de produção ideal para aquele equipamento, com zero desperdício. Mas se não procurar inovar as funcionalidades do telemóvel mais tarde ou mais cedo é ultrapassada por outra empresa.

Após a fase inicial de redução de desperdício é crucial seguir para a fase de criação de valor para não estagnar. Resumidamente, este princípio sugere a transformação da "gordura" da empresa em músculo [16].

## 2.4 Ferramentas *Lean*

Para combater os desperdícios e criar valor a metodologia *Lean* conta com um enorme leque de ferramentas, técnicas e métodos que se adaptam às necessidades de cada empresa.

Estudos recentes mostram a existência de mais de 50 ferramentas e técnicas *Lean* que são utilizadas frequentemente [17].

Em Portugal, têm sido aplicadas diversas ferramentas da metodologia *Lean*, nomeadamente por empresas de consultoria *Lean* e por outras empresas e setores. De seguida, descrevem-se algumas dessas ferramentas.

- **VSM - Value Stream Mapping**

O VSM é, em português, o Mapeamento do Fluxo de Valor. O fluxo de valor é definido como “o conjunto de ações específicas necessárias que levam a um produto específico tendo em conta as três tarefas críticas de gestão de qualquer negócio: solução para os problemas, gestão de informações e transformação física” [9].

O principal objetivo é identificar as atividades que acrescentam valor ao produto, as perdas associadas a cada atividade e, com base nessa informação, desenvolver ações de melhoria.

Esta ferramenta divide-se em quatro etapas fundamentais (Figura 6).

O primeiro diagrama VSM, do estado atual, é desenhado com base em informações recolhidas no chão de fábrica/escritório, das várias etapas dos processos produtivos e nas informações obtidas pelos sistemas informáticos da empresa.

O VSM do estado futuro é desenhado com base nas ações de melhorias definidas depois da análise do primeiro VSM identificando as atividades que não agregam valor e os vários tipos de desperdícios e perdas associados [18].

Este mapeamento de forma cíclica leva a uma melhoria contínua na cadeia de valor reduzindo tempos e eliminando desperdícios.

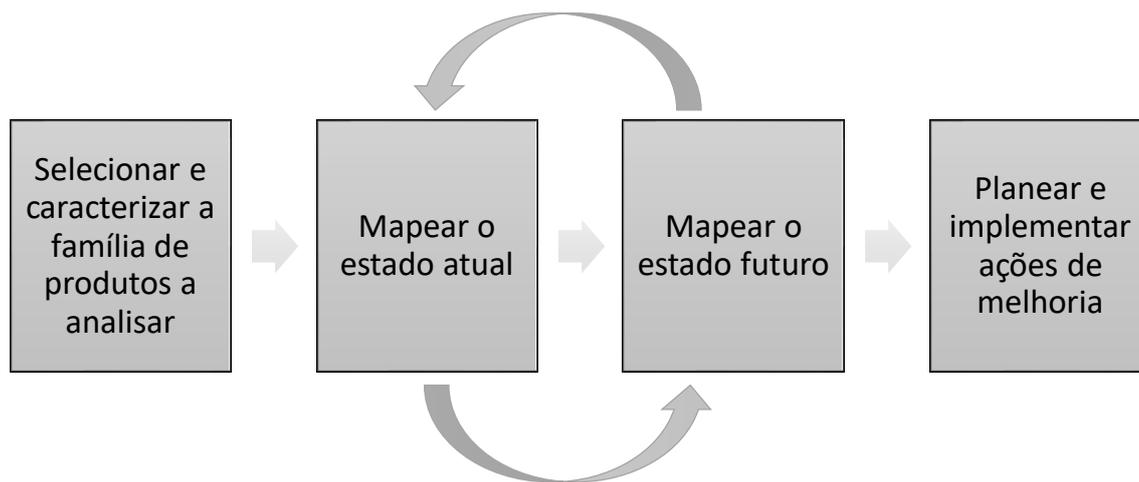


Figura 6 – Fluxograma para executar o VSM (adaptado de [18])

- **5S**

A ferramenta 5S é das mais simples e frequentemente utilizadas. Com o objetivo de padronizar e organizar o espaço de trabalho combina as cinco tarefas: *Seiri*; *Seiton*; *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

1. *Seiri* → Triagem

Identificar o que é necessário e o que não é, o material de uso frequente e de uso pouco frequente e eliminar os materiais desnecessários.

2. *Seiton* → Organizar

Organizar o material que não foi eliminado definindo “um lugar para cada coisa e uma coisa para cada lugar”, tendo em atenção a utilização mais frequente ou menos para evitar movimentos desnecessários.

3. *Seiso* → Limpar

Inclui a limpeza de toda a área de trabalho, desde máquinas a ferramentas e até o próprio chão, para garantir a preservação dos mesmos e facilitar a detecção de anomalias.

4. *Seiketsu* → Padronizar

Definir um padrão para as tarefas e organização do espaço definindo normas que devem ser seguidas por todos os colaboradores.

5. *Shitsuke* → Disciplinar

Garantir que todos os colaboradores seguem os quatro S's anteriores e apelar para uma melhoria contínua. Para isso podem ser feitas auditorias periódicas numa fase inicial até que os 5S façam parte do quotidiano e deixa de ser necessário controlar a sua implementação [19].

A correta aplicação desta ferramenta permite eliminar desperdícios, reduzir movimentações dos colaboradores e materiais e melhorar o acesso às ferramentas e materiais necessários.

- **Trabalho padronizado**

O trabalho padronizado estabelece procedimentos precisos para cada tarefa e para cada colaborador com base em três elementos: *takt time*, sequência e *stock* padrão [12].

*Takt time* é o tempo disponível de produção dividido pela procura ou necessidade de produção. Por exemplo, se uma linha de produção funciona 480 minutos por dia e o cliente encomenda 480 unidades diárias, o *takt time* é de um minuto. A sequência é a ordem das tarefas que cada colaborador deve seguir dentro do *takt time*.

O *stock* padrão corresponde à quantidade mínima necessária em *stock* para manter a continuidade no fluxo produtivo [8].

- **SMED – Single Minute Exchange of Dies**

A ferramenta SMED pode traduzir-se em troca rápida de ferramentas, é uma abordagem de análise e redução de tempos de *setup* de uma máquina.

Esta ferramenta divide o *setup* em duas categorias: interno e externo. O *setup* interno é o conjunto de atividades que podem ser feitas com a máquina parada (por exemplo a montagem e desmontagem de ferramentas). Por sua vez, o *setup* externo é o conjunto de atividades de *setup* que se podem realizar com a máquina em funcionamento (por exemplo o transporte de ferramentas desde o armazém até á máquina e vice-versa) [20].

O que se pretende com esta ferramenta, é realizar as atividades externas durante o funcionamento da máquina, desenvolver sistemas que possam transformar uma atividade interna em externa e, por fim, reduzir todas as atividades e otimizar o processo [21].

- **OEE – Overall Equipment Effectiveness**

O OEE traduz-se em eficácia geral do equipamento e trata-se de um indicador que permite analisar o funcionamento real dos equipamentos de uma empresa.

O OEE divide-se em três métricas: disponibilidade, desempenho e qualidade. Se considerar um equipamento cuja disponibilidade é de 90%, o desempenho de 95% e 99% para a qualidade, o OEE é a multiplicação dos três fatores, 85%.

Com estas métricas é possível detetar e atuar diretamente no problema de eficácia do equipamento [22].

- **Gestão Visual**

A gestão visual leva toda a informação a fluir de forma rápida e eficaz dentro da empresa permitindo o envolvimento de todos os colaboradores.

Através da gestão visual é possível aos colaboradores interpretar erros e solucionar mais rapidamente e de forma eficiente. Os quadros de gestão visual devem aplicar-se próximo das áreas de trabalho e contemplam muitas vezes gráficos e tabelas de fácil leitura que permitem avaliar regularmente o desempenho e estabelecer metas futuras. Isto é conseguido com a participação dos operadores e chefias [23].

- **Kanban**

O *kanban* é uma técnica introduzida pelo TPS com o objetivo de indicar a situação do fluxo de produção. Esta ferramenta tem por base a utilização de cartões/etiquetas com indicações para coordenar a produção e a movimentação de materiais entre os postos de trabalho/etapas do produto.

Assim, o *kanban* funciona em dois segmentos: transporte e produção (Figura 7).

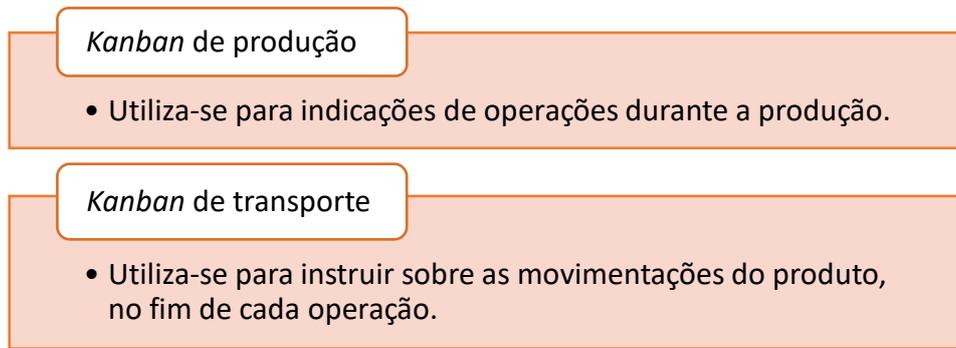


Figura 7 – Tipos de *kanban* (adaptado de [12])

Vantagens desta ferramenta:

- Sistema de informação de baixo custo, sem necessidade de sistemas informáticos avançados;
- Circulação de informação entre postos rápida e de fácil percepção;
- A produção é adaptada à procura o que leva a uma redução de stocks;
- Redução de *lead time* nas operações.

A utilização do *kanban* permite controlar a produção com informações de quando, quanto e o que produzir dentro da própria empresa, mas também entre fornecedores e clientes [8].

- ***Kaizen***

Melhoria contínua é o termo comum associado à ferramenta *kaizen* que tem como princípios fundamentais o compromisso e a disciplina.

Depois de implementada corretamente esta ferramenta permite a todos os colaboradores identificar e propor melhorias dentro dos seus postos de trabalho onde os próprios as podem implementar de forma eficaz.

Assim, além dos benefícios diretos das implementações na empresa é também beneficiado o envolvimento das pessoas que é essencial para promover a constante revisão e otimização dos processos [24].

- **JIT – Just-in-Time**

JIT traduz-se em “chegada no momento certo”, é um dos pilares de suporte do TPS e conseqüentemente da filosofia *Lean*. Baseado no *heijunka*, o JIT procura produzir e entregar o necessário, quando necessário e na quantidade necessária.

A ferramenta JIT envolve o sistema *pull*, *takt time* e o fluxo contínuo com o objetivo de eliminar desperdícios para atingir boa qualidade, baixo custo, menor tempo de produção e menor *lead time* [12].

- **Seis sigma (6σ)**

Seis sigma ou, em inglês, *six sigma* procura entender e eliminar os efeitos negativos da variação nos processos produtivos recorrendo à estatística [25].

Esta ferramenta segue dois métodos conhecidos pelos acrónimos DMAIC (Define-Definir, Measure-Medir, Analyze-Analisar, Improve-Melhorar e Control-Controlar) e DMADV (Define-Definir, Measure-Medir, Analyze-Analisar, Design-Desenhar e Verify -Verificar). A primeira e mais comum, DMAIC (Figura 8) é utilizada para melhorar processos já existentes, por outro lado, DMADV utiliza-se para criar e desenvolver novos produtos e processos.

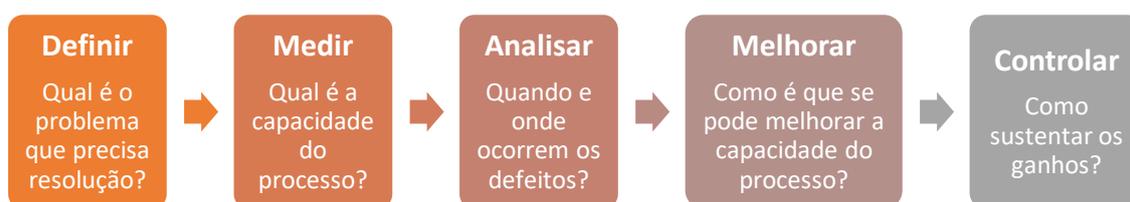


Figura 8 – Método DMAIC (adaptado de [10])

- **Heijunka**

*Heijunka* suporta as diferentes ferramentas do *Lean*, é uma ferramenta de nivelamento da quantidade a produzir de um determinado produto num período de tempo definido. Assim permite que a produção corresponda às necessidades do cliente, evita o excesso de *stock* e ainda reduz custos, mão-de-obra e *lead time* [12].

- **TPM – Total Productive Maintenance**

TPM pode traduzir-se como “manutenção produtiva total” e procura garantir a produção contínua e o uso eficiente dos equipamentos.

A ferramenta TPM promove a interação entre todos os colaboradores de uma empresa, para juntos atingir o objetivo de zero defeitos e zero avarias.

Existem 8 pilares do TPM:

1. Manutenção autónoma – A manutenção é realizada pelos operadores das máquinas e não por técnicos de manutenção. Assim, os operadores adquirem o conhecimento e habilidade necessários para resolver eventuais problemas e manter o equipamento sob inspeção regularmente;
2. Manutenção planeada – A manutenção é agendada de acordo com as falhas previstas, para isso o equipamento é sujeito a medições e registo das falhas. A manutenção planeada reduz o tempo de inatividade do equipamento e permite agendar a manutenção para antes ou depois do horário de produção desse equipamento;

3. Manutenção da qualidade – A qualidade surge ao procurar erros nos processos de produção e técnicas de prevenção para esses erros;
4. Melhorias específicas – Envolve pequenas equipas de colaboradores que trabalham para eliminar de forma proativa os defeitos e melhorar continuamente os equipamentos;
5. Gestão de equipamentos – Requer compreensão e conhecimento prático da produção para melhorar no desenho e conceção de novos equipamentos para, posteriormente, facilitar a manutenção;
6. Treino e educação – É necessário treinar e educar operadores, pessoal da manutenção e gestores para entender o TPM e implementar;
7. Segurança, higiene e ambiente – Procura garantir um ambiente de trabalho seguro e sustentável e eliminar possíveis riscos à saúde e segurança;
8. Administração – Neste pilar os benefícios do TPM são aplicados além dos equipamentos e produção, abordando desperdícios nos setores administrativos. A implementação bem-sucedida desta ferramenta numa empresa depende da estrutura organizacional e empenho de todos [26].

## 2.5 Métodos da metodologia Lean

A metodologia *Lean* é utilizada nas mais diversas áreas e para isso ao longo dos anos desenvolveram-se novos métodos associados a esta metodologia, mas direcionados para áreas de aplicação distintas. Estes métodos têm em comum os objetivos do *Lean Manufacturing*, mas procuram adaptar para as áreas específicas onde são implementados.

- ***Lean Manufacturing/Lean Production***

*Lean Production* ou frequentemente chamado *Lean Manufacturing* é o método mais conhecido e utilizado. Está diretamente ligado à produção e os objetivos passam por evitar desperdícios (*muda*), reduzir *stocks* e tempos de produção entre outros abordados nas ferramentas utilizadas pela metodologia *Lean* [7].

- ***Lean Administration***

*Lean Production* foca-se na produção. Mas, devido à interligação da produção e administração reconsiderou-se ajustar o processo administrativo surgindo então o *Lean Administration*. Agora, este método já está desenvolvido e é aplicado em diversas empresas de serviços unicamente administrativos.

- ***Lean Development/Lean Innovation***

Este método conhecido por *Lean Development* ou *Lean Innovation* procura criar valor e prevenir desperdícios no processo de desenvolvimento. Ou seja, aplica-se aos setores de inovação, projeto e desenho, entre outros fornecedores de desenvolvimento.

O objetivo do *Lean Innovation* é implementar os princípios *Lean* no processo de desenvolvimento do produto.

- ***Lean Logistic***

*Lean Logistic* tal como *Lean Administration* e *Lean Innovation* foi desenvolvido para suportar áreas que não estão diretamente ligadas com a produção. Neste caso, o método foca-se na logística dos materiais e transportes procurando reduzir o uso de recursos e interfaces e os custos de transporte e armazenamento.

- ***Lean Management***

*Lean Management* é um sistema de gestão focado em evitar perdas, criar valor sem desperdícios. Assim, o objetivo da sua implementação numa empresa é desenvolver processos eficientes para otimizar a cadeia de valor de produtos e serviços industriais [14].

## 2.6 Fases da implementação *Lean* numa empresa

As empresas têm sempre diferenças entre elas e por isso não existe uma única forma de implementar a metodologia *Lean*. No entanto, algumas fases são inerentes ao processo de implementação (Tabela 1). A diferença é a escolha de ferramentas e métodos e a forma como se aplicam.

Sucintamente, o objetivo de implementar a metodologia *Lean* nas atividades diárias de uma empresa é abordar os problemas de forma rápida e eficiente. No entanto, é necessária a envolvimento de todos os funcionários na implementação de tarefas, troca de informações e rápida identificação de problemas nos postos de trabalho [27].

Tabela 1 – Fases de implementação da metodologia *Lean* (adaptado de [20])**1. Formação**

Inicialmente, formação da gestão para demonstrar as implicações que o *Lean* tem a nível organizacional. Mais tarde, formação de todos os envolvidos no processo de mudança;

**2. Diagnóstico inicial**

Diagnóstico para conhecer a realidade atual da empresa e toda a cadeia de valor dos seus produtos. É necessário recolher dados no chão de fábrica para conseguir ter uma visão global da cadeia de valor;

**3. Definição do macro plano de ações**

É fundamental detetar os problemas da empresa para definir o macro plano de ações de melhoria;

**4. Definir responsáveis pelo processo de mudança**

Depois de identificar os problemas e definir as ações de melhoria, é importante escolher as pessoas certas para implementar as ações;

**5. Implementação das ações**

Numa fase inicial começa-se por tarefas que requerem baixo investimento mas com resultados a curto prazo, numa tentativa de minimizar dificuldades e ser aceite por parte de todos os colaboradores e também para evitar paragens no funcionamento normal da empresa;

**6. Avaliação de resultados**

A avaliação é feita comparando com os valores iniciais recolhidos na fase de diagnóstico. Deve ser acompanhada de evidências visuais como gráficos, tabelas ou fotografias para facilitar a perceção da evolução. Como é um processo contínuo, nesta fase devem também ser analisadas oportunidades de melhoria.

## 2.7 A metodologia *Lean* em Portugal

A implementação do *Lean* na indústria portuguesa estava em 2009 a dar os primeiros passos. C. Silva et al. (2010) compararam a utilização de ferramentas *Lean* em Portugal, Itália, Estados Unidos da América (USA) e Reino Unido (UK) obtendo o gráfico de barras da Figura 9.

Cerca de 70% das empresas portuguesas referiram a utilização das ferramentas SMED, 5S, *kanban* e VSM. Isto é comum na fase inicial da implementação *Lean* numa empresa. Uma vez que as ferramentas identificadas são menos complexas que o Seis sigma ou TPM, por exemplo. É ainda de salientar que a ferramenta seis sigma é a menos utilizada em todos os países.

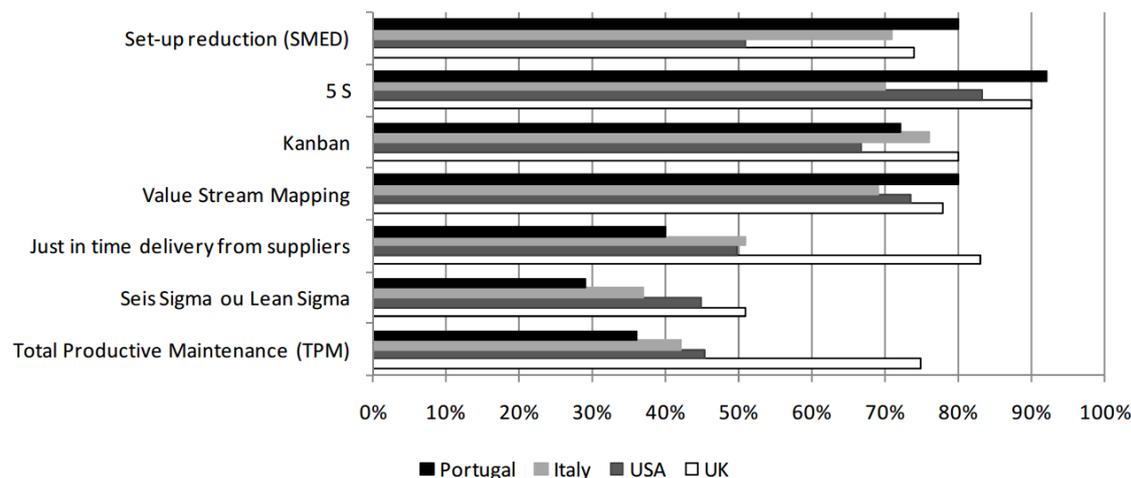


Figura 9 – Ferramentas *Lean* aplicadas nas empresas [28]

As barreiras encontradas pelas empresas à implementação da metodologia *Lean* também foram analisadas e estão no gráfico da Figura 10.

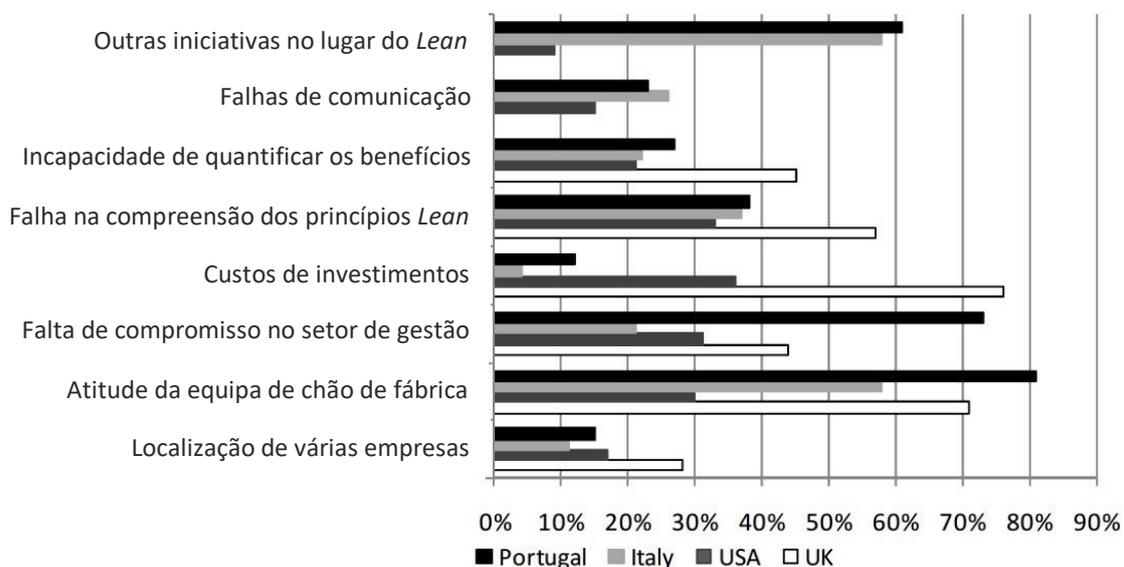


Figura 10 – Barreiras à implementação da metodologia *Lean* (adaptado de [28])

Em Portugal, como se pode ver, as principais barreiras são a atitude da equipa de chão de fábrica e a falta de compromisso no setor de gestão. Ou seja, as pessoas envolvidas na implementação são o principal obstáculo à mesma.

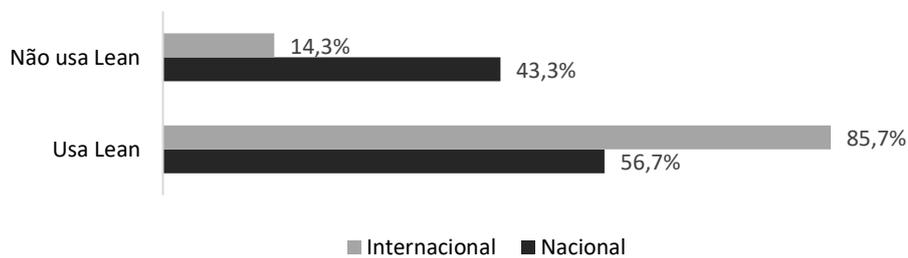
Na Tabela 2, são apresentados os benefícios da implementação *Lean* e quantificados percentualmente pelas empresas. Estes dados surgem de um questionário onde o benefício é avaliado como grande, pequeno ou nenhum.

Pode observar-se que, na maioria das empresas, a redução de custos e redução de stocks foi grande. Por outro lado, o benefício com maior percentagem de “Nenhum” foi a rapidez no lançamento de novos produtos, ou seja, poucas empresas sentiram melhoria no tempo de lançamento de novos produtos.

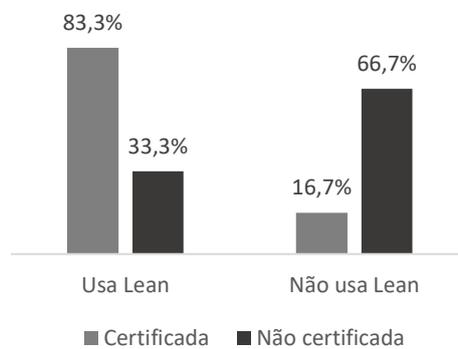
Tabela 2 – Benefício da implementação *Lean* em Portugal (adaptado de [28])

	Grande	Pequeno	Nenhum
Redução de custos	60%	36%	4%
Melhoria no tempo de entrega	54%	31%	15%
Redução de desperdício	54%	38%	8%
Maior rentabilidade	48%	48%	4%
Maior satisfação do cliente	52%	40%	8%
Maior qualidade do produto	42%	46%	12%
Maior satisfação dos colaboradores	42%	54%	4%
Redução de stock	61%	31%	8%
Rapidez no lançamento de novos produtos	17%	48%	35%

Mais tarde, em 2011, um questionário feito a cerca de 50 empresas, nacionais ou internacionais com atividade em Portugal, deu conta que mais de 60% das empresas utilizam a metodologia *Lean*. Sendo que, dentro dessa percentagem, a maioria das empresas é internacional (Figura 11) [29].

Figura 11 – Utilização *Lean* na indústria portuguesa [29]

O mesmo estudo permitiu relacionar a certificação das empresas com o uso do *Lean*, mais de 80% das empresas certificadas utilizam a metodologia *Lean* (Figura 12).

Figura 12 – *Lean* vs certificação [29]

Das empresas que implementaram o *Lean*, a maior parte teve formação específica para tal. Cerca de 50% das empresas está na fase intermédia quanto ao progresso na utilização do *Lean*. Em relação ao conhecimento da metodologia, apenas 5,7% conhece o *Lean* há mais de 10 anos. E, a maioria, 68,6% conhece há menos de 5 anos. Sobre a utilização do *Lean*, 88,6% afirma que o objetivo principal foi, ou é, a redução de custos seguida de: melhorar a flexibilidade, aumentar a qualidade e aumentar a satisfação dos clientes [29].

Os dois estudos acima referenciados dão a conhecer a situação da indústria portuguesa em relação ao uso do *Lean*, embora a realidade há 10 e 8 anos seja diferente da atual. Atualmente, em Portugal existe uma oferta variada de serviços de consultoria, formação e auditoria *Lean*. Estes serviços procuram dar resposta à procura, cada vez mais frequente, das indústrias que pretendem conhecer e implementar a metodologia.

Exemplo disso é o *Kaizen Institute*. Está em Portugal desde 1999 e atua em diferentes setores de atividade: indústria, logística, saúde, distribuição, organizações de serviços, entre outros. Tem o objetivo de conferir vantagens competitivas aos seus clientes, com estratégias para aumentar a produtividade, rentabilizar e motivar colaboradores, eliminar desperdícios, reduzir tempos de produção ou otimizar equipamentos [30].

Desde 2011 que o *Kaizen Institute* entrega o “Prémio Kaizen *Lean*”, dividido em quatro categorias conforme o tipo de projeto e a dimensão da empresa:

- “Excelência na Produtividade”;
- “Excelência na Qualidade”;
- “Excelência no Sistema de Melhoria Contínua”;
- “Excelência na Estratégia de Crescimento”.

Ao longo dos últimos oito anos foram já premiadas mais de 50 empresas nacionais e internacionais com atividade em Portugal (Figura 13).



Figura 13 – Empresas premiadas: “Prémios Kaizen *Lean*” [30]

Estes prémios permitem reconhecer e apoiar as empresas na fase de implementação da metodologia *Lean*. Além disso, dão a conhecer os casos de sucesso o que muitas vezes influencia e motiva outras empresas a experimentar.

Também a *Lean Academy Portugal*, que tem como missão “A Divulgação do Saber e do Pensamento *Lean*”, representa um papel importante na divulgação e aprendizagem do *Lean*. Realizou este ano a 6ª edição do “*Lean Summit Portugal*” que reúne várias organizações em conferências, workshops e visitas para partilhar conhecimentos e experiência sobre *Lean* [31].

A última edição contou com mais de 600 participantes o que demonstra que há um aumento do interesse por parte das empresas na implementação da metodologia *Lean*.



# ***IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN***

- 3.1 Metodologia *Lean* aplicada na INACEINOX
- 3.2 Descrição da empresa
- 3.3 Processos produtivos
- 3.4 Análise SWOT
- 3.5 Implementação do *Lean* management em processos produtivos
- 3.6 Análise de resultados



## 3 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN*

Neste capítulo apresenta-se uma análise detalhada da implementação da metodologia *Lean* na INACEINOX. Começa-se por descrever a empresa e os seus processos produtivos. De seguida, analisam-se os resultados da implementação e referem-se future trends sobre a metodologia *Lean* em Portugal.

### 3.1 Metodologia *Lean* aplicada na INACEINOX

A empresa INACEINOX está a implementar o *Lean Management*. Este método foi descrito no capítulo 2.5 e foi o escolhido pela gestora da empresa. Surgiu no âmbito do programa “COMPETE 2020”, que está inserido no projeto “Portugal 2020”, e promove a competitividade e internacionalização [5].

Aumentar a competitividade é importante para todas as empresas. Assim, o apoio de projetos como o “COMPETE 2020”, além de incentivar o desenvolvimento consciente e sustentável dos processos produtivos, também dá a conhecer metodologias que podem trazer melhorias significativas.

Na fase inicial de formação só esteve envolvida a administração e o departamento de gestão. Conhecidas as implicações da implementação do *Lean* e escolhido o método a aplicar, *Lean Management*, foi definido o plano de formação para os restantes colaboradores envolvidos.

Todo o processo teve a participação de uma empresa de consultoria, que foi a responsável pelas formações. A estratégia definida pelo consultor e a gestora foi envolver todos os departamentos na formação, para preparar a fase de diagnóstico. Os departamentos de poucos elementos estavam completos na formação. Na formação foram envolvidos todos os elementos dos departamentos pequenos. O departamento de produção, dada a impossibilidade de parar a produção e o elevado número de colaboradores (cerca de 100), teve presente uma equipa representativa.

### 3.2 Descrição da empresa

Para uma boa compreensão do que foi feito na empresa é necessário conhecê-la melhor. Nesse sentido, este subcapítulo faz uma breve descrição da empresa, abordando o tipo de equipamentos feitos, o layout da empresa, os processos produtivos e o tipo de produção.

Nas figuras seguintes (Figura 14-Figura 21) são apresentados os tipos de equipamentos mais comuns na produção da INACEINOX. Como se pode verificar são equipamentos com alguma complexidade e muitos fatores variáveis.

Um silo, por exemplo, pode ter uma capacidade de 100 kg ou de 1 ton. Ou seja, para o mesmo produto as dimensões, espessuras e quantidades do material são bastante distintas. Há ainda a complexidade do projeto e cálculo que também variam significativamente entre produtos.

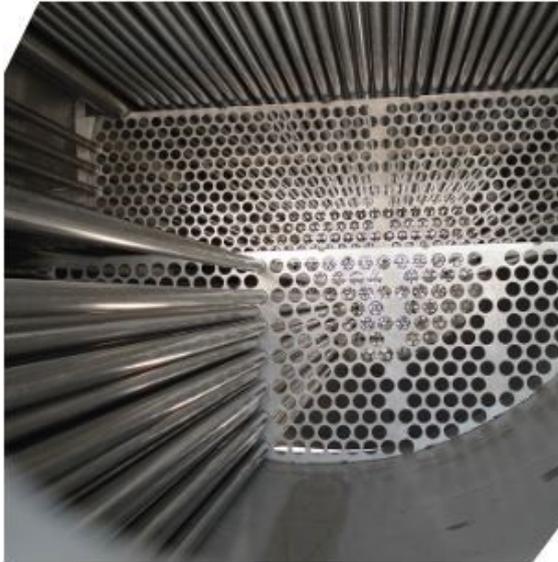


Figura 14 – Permutadores de calor



Figura 15 – Tanques de armazenamento



Figura 16 – Silos



Figura 17 – Reactores



Figura 18 – Secadores



Figura 19 – Ciclones

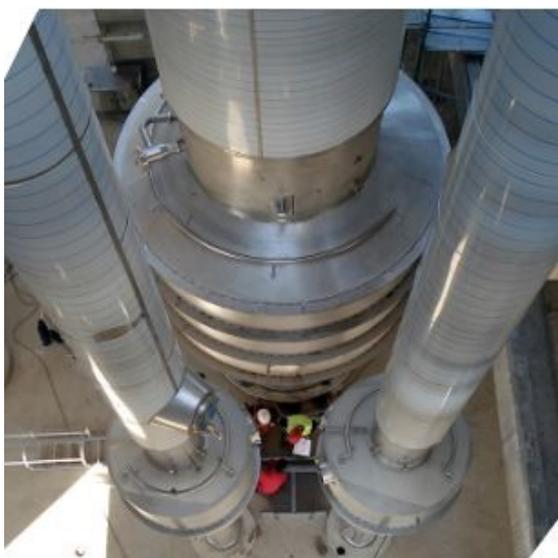


Figura 20 – Torres e colunas



Figura 21 – Skids

A empresa fornece ainda alguns serviços como:

- ✓ Redes de tubagem: projeto e montagem de redes de tubagem para qualquer tipo de produtos bem como os respetivos sistemas de bombeamento e controlo automático de funcionamento;
- ✓ Engenharia: projeto e desenvolvimento dos produtos, à medida das necessidades do cliente, com recursos humanos especializados, bem como software e hardware de última geração;
- ✓ Montagem no local: montagem e arranque do equipamento nas instalações do cliente;
- ✓ Automação industrial: sistemas de controlo e automação, com toda a instrumentação necessária, permitindo monitorizar todo o processo.

O *layout* de uma empresa é um ponto importante na implementação da metodologia *Lean*. O layout da INACEINOX pode ser visto na Figura 22 e Figura 23. Na Figura 22 descreve-se o piso zero e na Figura 23 o piso 1. A zona de fabrico e montagem abrange os dois pisos.

Para conseguir eliminar movimentações desnecessárias é preciso estudar o posicionamento dos departamentos e dos postos de trabalho.

Como é possível observar, na Figura 23, os departamentos mais ligados à produção encontram-se do lado direito: projeto, produção e qualidade. Este posicionamento de departamentos é recente e ocorreu para facilitar as deslocações do pessoal do fabrico. Estes colaboradores podem ter dúvidas no processo produtivo de determinado produto e precisar de ir aos gabinetes de projeto e/ou de produção.

A empresa INACEINOX tem à partida uma desvantagem, referente à existência de um armazém a cerca de 10 km da sede da empresa. Este facto traduz-se em várias deslocações diárias de e para a sede.

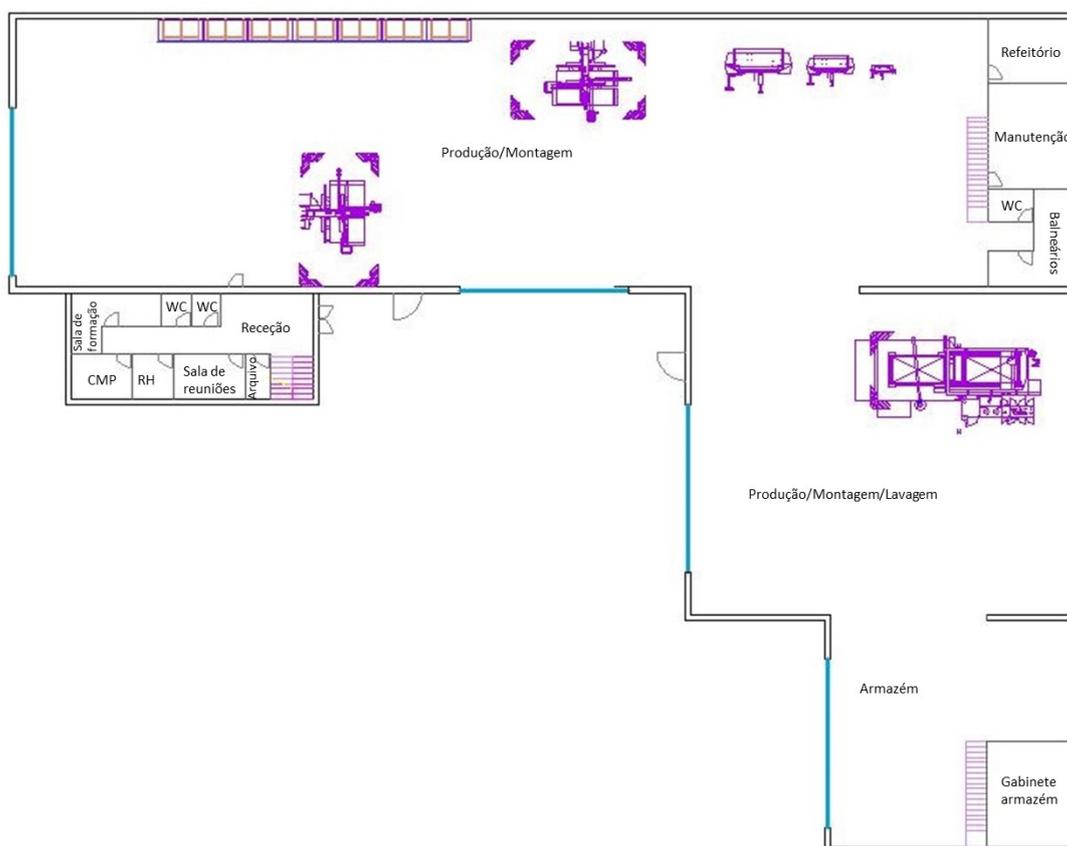


Figura 22 – *Layout* da empresa, piso 0

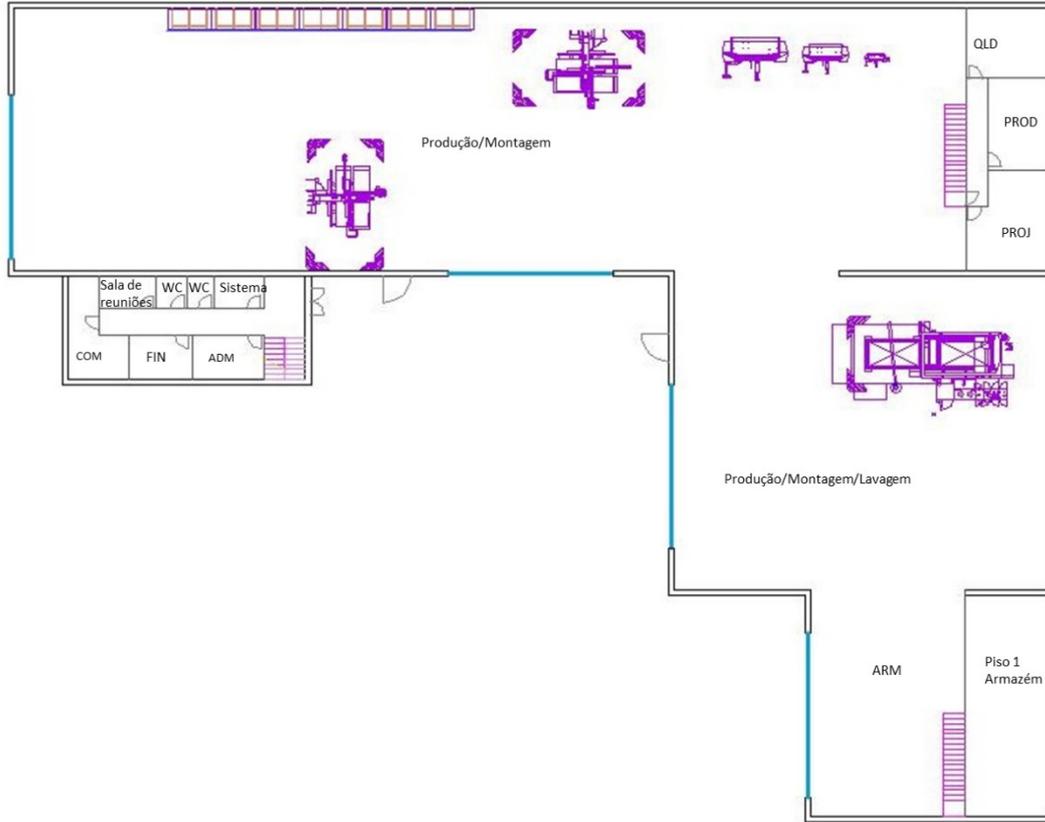


Figura 23 – Layout da empresa, piso 1

### 3.3 Processos produtivos

Um processo produtivo é definido como o conjunto de operações necessárias para obter um bem ou serviço. Reúne um conjunto de entradas e transforma-as no produto final – saída (Figura 24).



Figura 24 – Processo produtivo (adaptado de [32])

Os processos produtivos podem ser classificados pela variedade e volume de produção. Assim, identificou-se os principais tipos de produção da Figura 25.

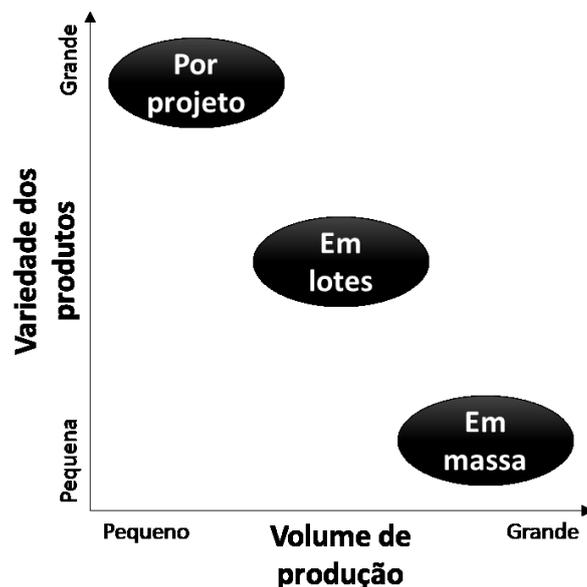


Figura 25 – Tipos de produção (adaptado de [32])

O tipo de produção na empresa INACEINOX é produção por projeto, de grandes projetos. Cada grande projeto consiste na produção de um produto único que obedece às necessidades individuais dos clientes. Um projeto tem início e fim bem definidos. O período entre o começo e o final é relativamente longo, em comparação com outros tipos de processos de produção. Os custos desse tipo de sistema são altos e as tarefas possuem pouca ou nenhuma repetitividade [32].

No caso desta empresa, a entrada “Projeto/Desenho” faz parte do processo produtivo. Embora seja separada da produção em si na fase de implementação, é importante referir que os produtos desenvolvidos são projetados e desenhados individualmente, para cada cliente conforme as suas especificações e necessidades. Isto envolve um grande investimento da empresa no departamento de projeto e impossibilita a adoção de produções em massa ou em série.

### 3.4 Análise SWOT

Antes de partir para a implementação do *Lean* na empresa, foi feita uma análise SWOT. Esta é uma ferramenta que permite avaliar o estado atual da empresa. O termo SWOT é um acrónimo para Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*) [33].

A análise tem em consideração os pontos positivos e negativos e o meio envolvente, ambiente interno e ambiente externo. Para avaliar o ambiente interno são considerados aspetos como a experiência da empresa, a qualificação e motivação dos colaboradores, o espaço físico da empresa e outros, que permitem avaliar as forças e fraquezas da empresa. No ambiente externo procura-se posicionar a empresa face a outras empresas do setor, ao mercado, à economia e à política, com distinção entre os aspetos que são oportunidades e os que são ameaças.

Na Figura 26, enumeram-se alguns pontos da análise SWOT.

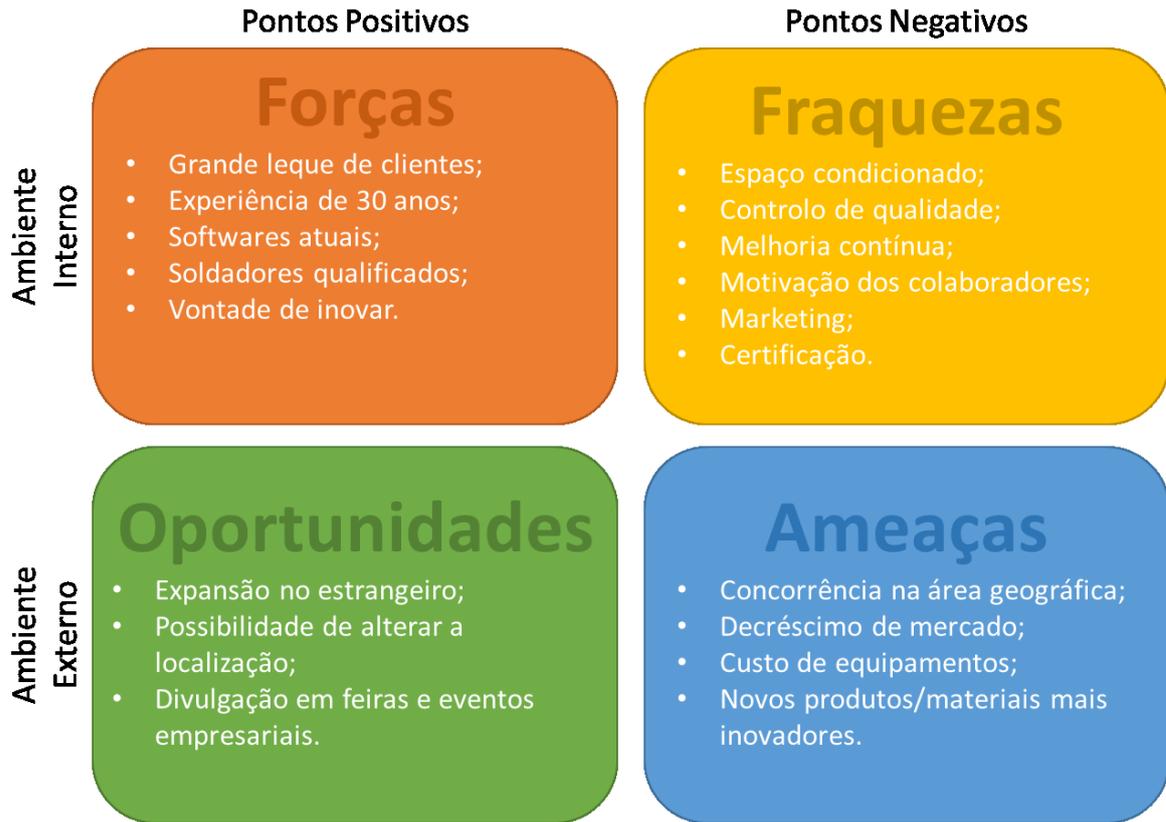


Figura 26 – Análise SWOT da INACEINOX

### 3.5 Implementação do *Lean* management em processos produtivos

A primeira fase de implementação da metodologia *Lean* foi a formação.

Na maioria dos departamentos envolveram-se todos os elementos. No fabrico, sendo o maior setor da empresa com cerca de 100 trabalhadores, foram escolhidos os chefes de equipa para participar na formação e transmitir aos restantes colaboradores toda a informação.

A formação incluía na agenda o mapeamento da situação atual, identificação das oportunidades de melhoria, cálculo para prever ganhos, definição do plano de ação e pessoas responsáveis e, finalmente, o arranque da implementação. Isto é, dentro da formação estavam incluídas as três fases seguintes de implementação da metodologia *Lean*.

Para o diagnóstico inicial utilizou-se a ferramenta VSM, fluxos de valor. Ou seja, durante a formação os colaboradores, juntamente com o formador, começaram a fazer o mapeamento de processos considerando o estado atual da empresa.

O fluxo de valor do estado inicial da implementação da metodologia *Lean* foi dividido por etapas (Figura 27) e departamentos envolvidos, ou seja, considerando a empresa um conjunto de microempresas. Para facilitar a nomenclatura no mapeamento, os departamentos foram abreviados para: Administração (ADM), Financeiro (FIN), Projeto (PROJ), Comercial (COM), Qualidade (QLD), Compras (CMP), Produção (PROD), Fabrico (FAB) e armazém (ARM).

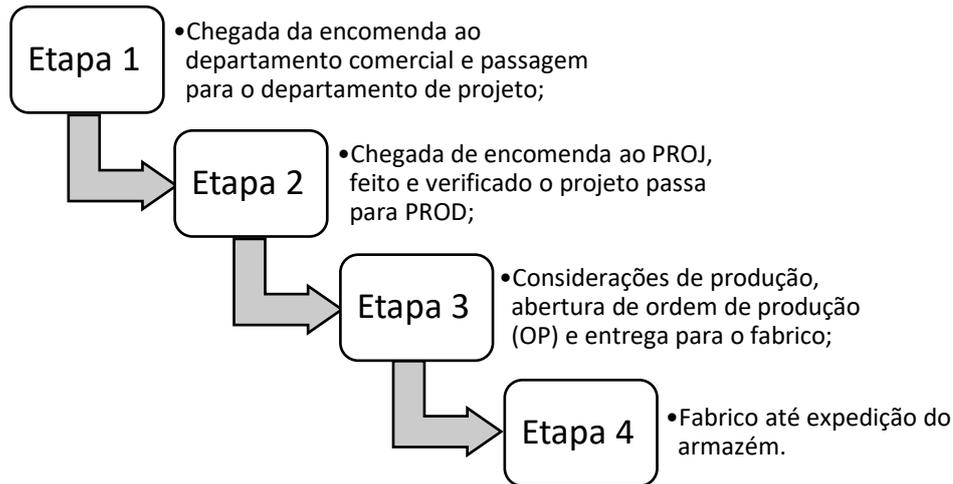


Figura 27 – Etapas para elaborar o processo produtivo

Para desenhar, de forma mais intuitiva o processo produtivo, utilizaram-se as formas geométricas legendadas na Figura 28.

	Departamento		Decisão
	Tarefa		Sentido do fluxo
	<i>Cycle time</i>		“Sim”
	<i>Lead time</i>		“Não”
			Melhoria

Figura 28 – Legenda dos diagramas de fluxo do processo

Os diagramas de fluxo dos processos, que se apresentam a seguir, começam por contemplar as tarefas e os departamentos envolvidos em cada tarefa. Depois definiu-se, com base em dados anteriores e considerando um valor médio, o *lead time* e *cycle time*. Estes tempos têm uma baixa precisão devido à variabilidade da produção.

Por exemplo, para a tarefa orçamento é necessário considerar os custos com o material, as pessoas e os processos, mas é também preciso considerar a disponibilidade temporal e os prazos exigidos. Por vezes um orçamento pode ser feito em trinta minutos, com base em produtos semelhantes feitos anteriormente. E, a mesma tarefa para um produto novo ou mais complexo pode demorar oito horas. Assim sendo, foram considerados tempos médios de execução. A discussão dos tempos permite identificar pontos negativos e procurar soluções para que os tempos sejam reduzidos ou mais eficientes.

O plano de ação foi o ponto seguinte. Com o fluxo de valor do estado atual terminado, somaram-se os tempos e definiram-se os *bottlenecks*. Os colaboradores começaram a pensar como e onde podiam reduzir tempos. No final foram apontadas as oportunidades de melhoria. O plano de ação foi distribuído pelos departamentos associados às tarefas apontadas como oportunidade de melhoria. Escolheram-se elementos dentro do departamento como responsáveis para as diferentes ações a implementar. No plano de ação também foi definido um prazo associado a cada ação, uma vez que algumas estavam interligadas e/ou dependentes.

Ainda na sala de formação, antes de iniciar a implementação, definiram-se metas para a redução de tempos. Para a etapa 1 e 2 propôs-se uma redução de 10% e nas etapas 3 e 4 uma redução de 5%. O objetivo é começar por utilizar ferramentas simples, nomeadamente os 5S.

### 3.5.1 Etapa 1

A etapa 1 (Figura 29) tem início com a procura de clientes por parte dos comerciais da empresa. Esta é uma etapa que requer alguma atenção, devido aos conflitos entre departamentos, comercial e projeto.

No processo do estado inicial, o comercial recorre com frequência ao serviço do projeto para desenhos e cálculos preliminares. No entanto, o projeto ocupa tempo a projetar produtos que nem sempre são adjudicados pelo cliente. Isto é, ocupa tempo e recursos que não vão trazer lucro.

O cálculo das necessidades e custos é feito pelos departamentos de compras e financeiro, para que o orçamento seja o mais completo possível. Neste ponto sugeriu-se uma melhoria, que consistiu no departamento comercial receber formação do departamento financeiro.

A tarefa seguinte é a aceitação da proposta por parte do cliente, quando é aceite. Segue-se a chegada da encomenda e descrição da encomenda para ser entregue ao projeto.

Em quase todas as tarefas, o *lead time* é muito superior ao *cycle time*, porque muitas vezes há processos diferentes a decorrer e os responsáveis não pegam de imediato na tarefa. Por exemplo, um desenho preliminar que demora cerca de 16 h a executar pode estar na posse do projetista/desenhador cerca de 24 h.

Há ainda que considerar a distância entre os departamentos de projeto e o comercial. Embora existam projetos simples em que apenas um email com a informação é suficiente para o projeto e desenho do produto, em outros casos, há necessidade de reuniões entre projetista e comercial para discutir ideias e necessidades. Isto deve-se ao facto de o comercial se deslocar às obras e ter conhecimento privilegiado do local e das condições onde será implementado o produto.

Este e outros pontos foram discutidos ao longo do mapeamento e ajudaram a perceber o que funcionava bem e o que funcionava menos bem nesta etapa.

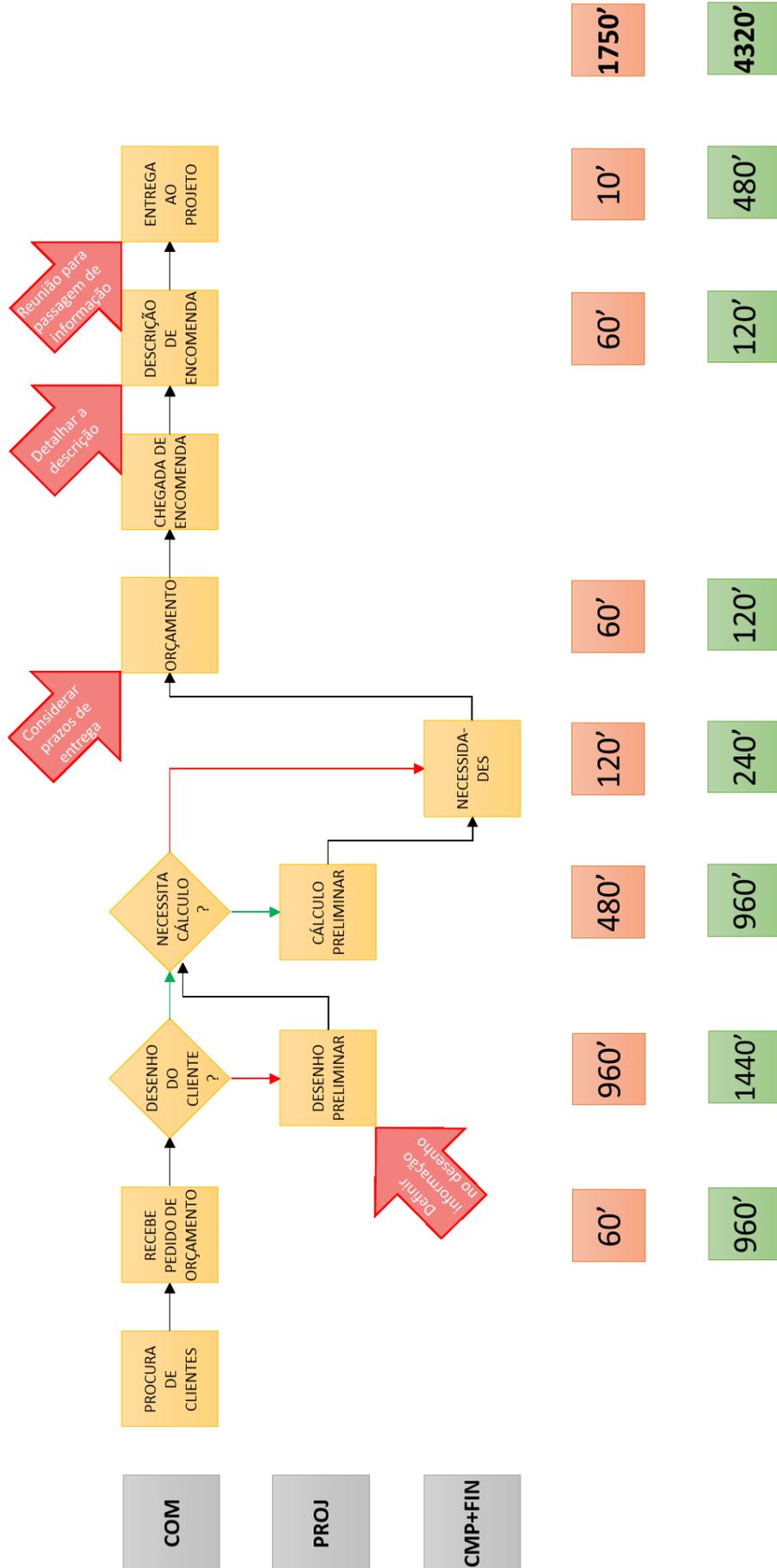


Figura 29 – Fluxo de processo do estado inicial, etapa 1

### 3.5.1.1 Oportunidades de melhoria

A primeira oportunidade de melhoria identificada, foi a informação contida no desenho preliminar, uma vez que este é feito antes da encomenda real do cliente. E pode ser utilizada pelo mesmo para pedir orçamentos noutras empresas. É assim importante ser coerente entre todos os elementos do projeto e reduzir dados importantes no desenho enviado ao cliente.

O segundo ponto de melhoria é considerar prazos de entrega. Muitas vezes o cliente sugere prazos apertados e o comercial aceita, sem discutir com o projeto e a produção a possibilidade desses prazos. Existem várias reclamações por atrasos na entrega, por isso definir prazos acertados logo no início da encomenda é importante e necessário.

Detalhar a descrição da encomenda é a terceira oportunidade de melhoria. Existe um *template* para a descrição de encomenda (ANEXO A) com a informação necessária para projetar de forma consistente qualquer produto. Este *template* nem sempre é preenchido, outras vezes é preenchido parcialmente e não contém informação relevante. Por exemplo, um projetista pode considerar que um determinado tanque não está sujeito à pressão, porque na descrição de encomenda o campo de pressão não tem nada e posteriormente, quando o tanque é implementado e é colocado o produto, pode não aguentar a pressão.

Por fim, a quarta melhoria é a realização de uma reunião entre o projetista e o comercial para troca de informação crucial ao desenho do projeto. Numa fase inicial, o que acontecia é que o comercial enviava a nova encomenda para o responsável do departamento de projeto e este passava para o projetista, sem verificar ou discutir a informação dada. Assim, o objetivo desta reunião é esclarecer dúvidas possíveis sobre o projeto e/ou implementação.

### 3.5.1.2 Lead time e cycle time

O passo seguinte consistiu na avaliação dos tempos de cada tarefa e identificação de possíveis reduções. Começou-se por definir tempos máximos de resposta. Por exemplo, o comercial quando recebe um pedido de orçamento leva, em média, 1 h a analisar os dados iniciais. Todavia, demora 16 h a dar seguimento, o que corresponde a dois dias úteis. Definiu-se então que o tempo de resposta máximo seria de 12 h, ou seja, o comercial recebe o pedido de orçamento e deve enviá-lo até, no máximo, 12 h depois.

No final obteve-se a Tabela 3 com os tempos iniciais e a previsão dos tempos que podiam ser reduzidos.

Tabela 3 – Tempos iniciais e previstos, etapa 1

Tempos [min]	Pedido de orçamento	Desenho preliminar	Cálculo preliminar	Necessidades	Orçamento	Descrição de encomenda	Entrega ao PROJ	Soma
<i>Cycle time</i> inicial	60	960	480	120	60	60	10	1750
<i>Lead time</i> inicial	960	1440	960	240	120	120	480	4320
<i>Cycle time</i> previsto	60	780	480	90	60	30	10	1510
<i>Lead time</i> previsto	720	1320	960	240	120	120	120	3600

Dividindo o *cycle time* previsto pelo *cycle time* inicial obtém-se um decréscimo de 0,14. Para o *lead time* o decréscimo é de 0,16. Ou seja, é conseguida uma redução de aproximadamente 15% em ambos os tempos da etapa 1, o que corresponde a uma redução de 4 h no *cycle time* e 12 h no *lead time* total.

### 3.5.1.3 Tarefas de implementação da metodologia Lean

O próximo passo é definir as tarefas a realizar para colocar em prática a implementação *Lean*, Tabela 4. O nome dos responsáveis foi apagado por questões de confidencialidade. É preciso ter em conta que a formação se realizou no início de abril de 2019, para melhor compreensão dos tempos definidos para a realização de cada tarefa.

Como se pode constatar, nem todas as tarefas surgiram do fluxo de valor em si, mas foram surgindo ao longo da discussão do mesmo.

Tabela 4 – Tarefas a realizar, etapa 1

	Tarefa	Departamento	Tempo	Responsável
1.	Formação FIN à COM para analisar clientes	FIN	26/abr	A
2.	Análise de Risco: Formação FIN à CMP, PROD, COM	FIN	26/abr	A
3.	Procedimento entrega COM >PROJ	PROJ	17/mai	B
4.	Procedimento Comercial (definir padrão para orçamento)	COM	10/mai	C
5.	<i>Procurement</i> : criar função dentro do dep. CMP	CMP	31/mai	E
6.	Sustentabilidade da função <i>Procurement</i>	CMP	28/jun	E
7.	Código Comunicação	QLD	31/mai	D
8.	Definir KPIs por equipa: COM, PROJ, QLD, CMP e PROD	COM	31/mai	C

**Tarefa 1** → Tem como objetivo capacitar os comerciais para analisar clientes. Isto é, avaliar o valor do cliente, com respeito à frequência de encomendas, a capacidade financeira entre outros fatores, que permitem ordenar os clientes por grau de importância. Esta foi uma pequena formação dada pelo responsável financeiro, aos elementos do departamento comercial, que resultou numa lista de clientes ativos, ordenados por valor para a empresa.

**Tarefa 2** → A formação de análise de risco também foi dada pelo responsável financeiro aos responsáveis dos departamentos comercial, compras e produção. Foi explicado o que era a análise de risco e como podia ser feita.

**Tarefa 3** → O procedimento de entrega do processo, do comercial para o projetista, tinha de ser revisto para que a informação fosse transmitida de forma correta. Decidiu-se que o comercial deve ir ao gabinete de projeto, entregar em mãos a descrição de encomenda, e juntos, rever a informação e o correto preenchimento da mesma. Assim, haverá uma pequena reunião sempre que há uma nova encomenda.

**Tarefa 4** → É destinada apenas aos comerciais, para que estes trabalhem de forma coerente, mantendo um padrão na orçamentação. Foi discutida dentro do departamento, no entanto, ainda não está em vigor, por desacordo entre os comerciais.

**Tarefa 5 e 6** → Ambas se relacionam com o *procurement*, que consiste em uma pesquisa ativa de fornecedores, para evitar falhas e obter os melhores preços [4]. Manter uma lista atualizada, com novos fornecedores, permite atuar rapidamente, quando é necessário um produto novo e/ou diferente e quando há falhas dos fornecedores atuais. Destacou-se um elemento do departamento de compras para realizar *procurement* e mais tarde analisaram-se os resultados, para estudar a viabilidade da função. Nesta última definiu-se que, todos os meses, o responsável devia dispensar 1 ou 2 dias de trabalho só para exercer essa função, com o objetivo de manter a lista de fornecedores variada e atualizada.

**Tarefa 7** → A criação de um código de comunicação interna, procura definir quando é que se utilizam o telefone, o e-mail ou a reunião presencial considerando a urgência do assunto. Observou-se que havia uma tendência para dar prioridade aos assuntos transmitidos por telefone, qualquer que fosse a sua urgência, o que, por vezes, provocava conflitos. Assim, foram definidas regras, que se apresentam na Tabela 5.

Tabela 5 – Código de comunicação interna

Tempo máximo de resposta	Meio de comunicação
4 a 8 horas	E-mail
2 a 4 horas	E-mail sinalizado
1 a 2 horas	Telefone
Até 1 hora	Reunião presencial

**Tarefa 8** → Os Key Performance Indicators (KPIs) por equipa já eram utilizados pela empresa, mas não estavam atualizados, porque vários colaboradores achavam que alguns indicadores não faziam sentido. Então, procurou-se redefinir indicadores e incentivar o seu preenchimento em todos os setores. Os novos KPIs são apresentados na Figura 30-Figura 34. Estes devem ser corretamente preenchidos para fazer uma análise anual e comparar com anos anteriores.

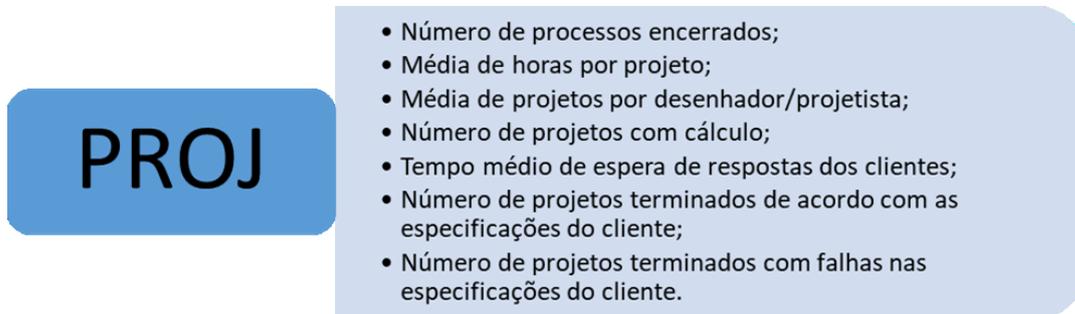


Figura 30 – KPIs da equipa de projeto

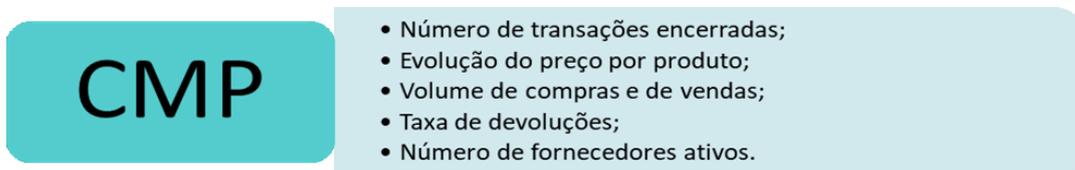


Figura 31 – KPIs da equipa de compras

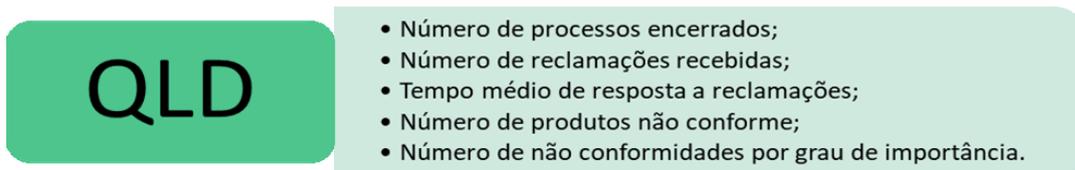


Figura 32 – KPIs da equipa de qualidade

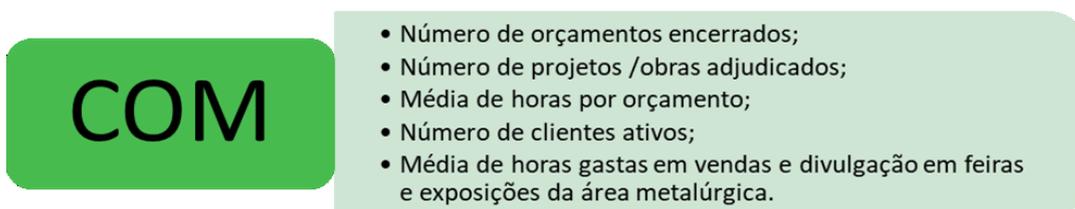


Figura 33 – KPIs da equipa comercial

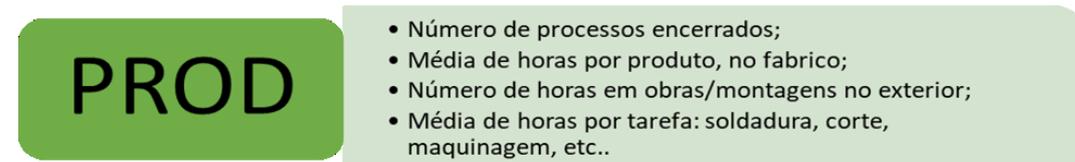


Figura 34 – KPIs da equipa de produção

### 3.5.2 Etapa 2

A etapa 2, tem início quando chega um novo projeto ao departamento PROJ e termina quando o processo é entregue ao departamento PROD (Figura 35).

O departamento PROJ é composto por oito elementos, sendo um o responsável de cálculo, outro pelo departamento e desenhador/projetista e os restantes seis são desenhadores/projetistas.

Quando chega um novo projeto, o responsável do departamento atribui o processo ao desenhador com mais disponibilidade no momento. Quando a ocupação é equivalente em todos, entrega ao desenhador com mais experiência no tipo de equipamento que é necessário projetar. Quanto ao responsável de cálculo, este está envolvido em todos os processos que necessitam de cálculo e ainda faz o cálculo preliminar para orçamentos.

Alguns clientes e/ou normas de construção exigem a aprovação do desenho para avançar para o fabrico. No entanto, há clientes e entidades de aprovação que demoram vários dias a aprovar. Isto implica uma paragem do processo no departamento PROJ, que, embora seja incluído no tempo total de fabrico do produto, não deve ser incluído nas horas gastas de projeto.

A empresa utiliza um software para planeamento de recursos corporativos que permite, entre muitas outras funções, gerar as necessidades de materiais de produção. Para a informação no software estar atualizada e ser facilmente partilhada entre os departamentos, é necessário utilizar a codificação correta dos materiais. Como a utilização do software é relativamente recente, existem vários materiais sem codificação. O departamento CMP é o responsável pela codificação.

Assim, no departamento PROJ as peças são feitas com as características necessárias para preencher a lista de materiais (BOM), ANEXO B. Normalmente, os materiais menos comuns e que nem sempre estão disponíveis em armazém, são logo de início descritos e pedidos pelo desenhador ao departamento de CMP. No entanto, pode acontecer, o desenhador já ter terminado o projeto e os códigos ainda não existirem, o que se traduz em pequenos atrasos na entrega do PROJ ao PROD.

Com a lista de materiais completa o projeto faz o fluxo de fabrico, que é o caminho que os materiais devem percorrer durante o processo de fabrico. No ANEXO C está um exemplo de uma lista de materiais com o fluxo de fabrico.

No final da etapa 2, o PROJ imprime e prepara dois processos, exatamente iguais, para entregar ao PROD, que depois de verificar e aceitar entrega um dos processos ao QLD.

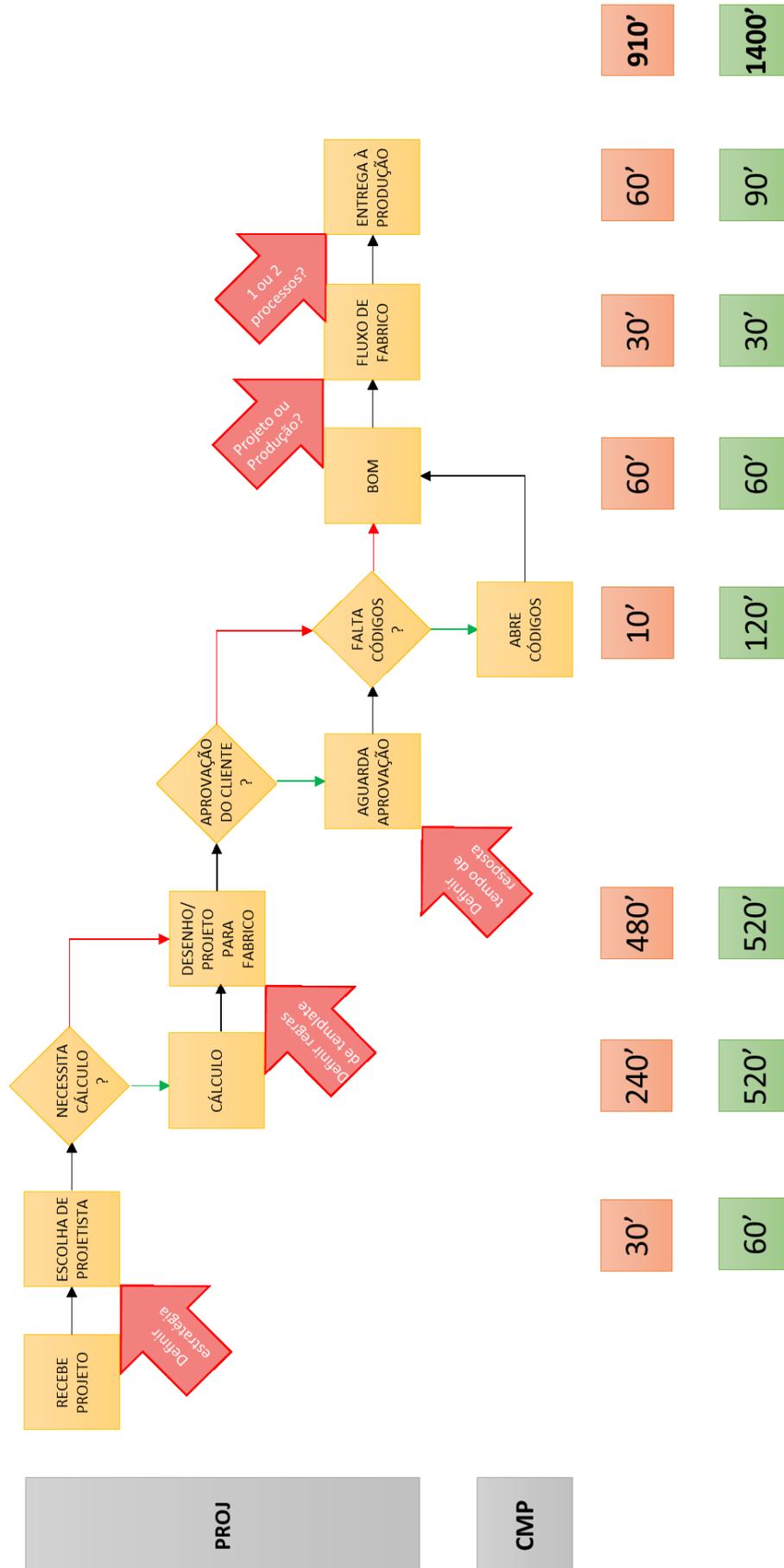


Figura 35 – Fluxo de processo do estado inicial, etapa 2

### 3.5.2.1 Oportunidades de melhoria

As oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa foram: a definição de estratégia para o departamento PROJ; definição de regras no desenho geral e desenhos técnicos para uniformizar os documentos; definição de tempos de resposta de aprovação por parte dos clientes e entidades de aprovação; decisão de quem é o responsável por realizar o fluxo de fabrico, departamento PROJ ou PROD e por fim decisão sobre o número de processos em papel.

### 3.5.2.2 Lead time e cycle time

Segue-se a análise de tempos (Tabela 6) desta etapa 2.

Tabela 6 – Tempos iniciais e previstos, etapa 2

Tempos [min]	Escolher projetista	Cálculo	Desenho/ Projeto	Códigos	BOM	Fluxo de Fabrico	Entrega à PROD	Soma
<i>Cycle time</i> inicial	30	240	480	10	60	30	60	910
<i>Lead time</i> inicial	60	520	520	120	60	30	90	1400
<i>Cycle time</i> previsto	20	240	480	0	60	0	30	830
<i>Lead time</i> previsto	30	520	520	0	60	0	40	1170

No *cycle time* há um decréscimo de 10% enquanto no *lead time* esse decréscimo é cerca de 15%. Estas reduções são conseguidas através da eliminação de algumas atividades, assinaladas a vermelho. Por exemplo, a falta de códigos é uma situação atual, mas prevê-se que daqui a uns meses o *software* tenha todos os materiais codificados, o que permite abrir um código para um material novo de forma bastante mais rápida.

Em horas, traduz-se em menos 1 h e 20 min para o *cycle time* e 3 h e 50 min para o *lead time*, em todo o processo da etapa 2.

### 3.5.2.3 Tarefas de implementação da metodologia Lean

As tarefas de implementação de *Lean* da etapa 2 são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Tarefas a realizar, etapa 2

	Tarefa	Departamento	Tempo	Responsável
1.	Redefinir estrutura e estratégia da equipa	PROJ	26/jul	A
2.	Definir regras de <i>template</i>	PROJ	26/jul	B
3.	Definir tempo para aprovação de desenhos	COM	20/set	C
4.	Analisar situação do fluxo de fabrico	PROD	13/set	D
5.	Imprimir 1 ou 2 processos	ADM	13/set	Diretor
6.	5S no posto de trabalho	PROJ	20/set	E

**Tarefa 1** → Esta tarefa ainda está em fase de discussão, ou seja, não cumpriu o prazo definido. O objetivo desta tarefa era analisar qual a melhor estratégia para a equipa: manter, cada desenhador faz projeto/desenho de qualquer equipamento e o responsável de cálculo faz o cálculo; especializar desenhadores por equipamento, isto leva a uma redução no tempo de execução mas pode significar ocupações muito diferentes entre desenhadores; definir que todos os desenhadores fazem um pouco de tudo, inclusive cálculo, sendo que, implica um conhecimento mais abrangente e menos especializado.

**Tarefa 2** → Foi resolvida quase de imediato, com o responsável de projeto a facultar o seu *template*, do *software*, aos restantes elementos. Anteriormente, cada desenhador utilizava o *software* de desenho a seu gosto, o que se traduzia em desenhos de difícil compreensão. Por exemplo, o desenhador A colocava os ângulos de quinagem no desenho da peça junto à linha de quinagem e os símbolos de soldadura a azul, enquanto o desenhador B colocava uma tabela no desenho só para os ângulos de quinagem e os símbolos de soldadura a vermelho. Chegavam ao fabrico vários desenhos, com diferentes *layouts*, que exigiam que o operador conhecesse todos os *layouts*. Agora independentemente de o desenho ser de A ou de B, a estrutura, cores e *layout* do desenho coincide entre todos.

**Tarefa 3** → Ainda se encontra em desenvolvimento. A parte de aprovação do cliente já está resolvida. Na fase de contrato já existe uma cláusula que define que o cliente tem 24 horas consecutivas, a contar do momento que recebe o desenho, para aprovar.

A aprovação por entidades competentes é que ainda não foi solucionada, mas a sugestão por parte da empresa, de definir tempos máximos de resposta, já foi dada.

**Tarefa 4** → O fluxo de fabrico foi discutido porque nem sempre é seguido no fabrico. O PROJ faz o fluxo porque conhece melhor os processos produtivos necessários para a transformação do material. No entanto, o gestor de produção é que tem conhecimento da ocupação dos postos e pode gerir de forma mais acertada os locais por onde passam os materiais e qual a ordem. O corte, por exemplo, tem de ser feito quase de início, mas pode ser feito no Corte ou no Plasma. O posto de Corte é mais económico e por isso tem a ocupação sempre limitada, por outro lado, o corte por plasma permite cortar com mais rigor e mais rapidamente. Ou seja, cabe ao gestor de produção decidir qual o mais adequado, mediante prazos e disponibilidade de recursos. Então o fluxo de materiais passou para o departamento PROD.

**Tarefa 5** → A tarefa passou por decidir se eram enviados um ou dois processos para PROD e foi concluída dentro do prazo. O processo inclui: descrição de encomenda; notas/comentários do desenhador; desenho geral; desenhos de pormenor para cada peça não normalizada; 7 cópias da lista de fluxo de fabrico, para todos os postos, e caderno de soldadura. Um processo de um equipamento médio leva mais de 50 folhas A3 e A4.

O PROD entrega ao FAB um processo que acompanha todo o processo produtivo e no final é arquivado no gabinete de PROJ. Outro processo é entregue ao QLD que verifica as normas de segurança necessárias e arquiva no seu gabinete.

O ADM pediu ao PROJ para testar a viabilidade de imprimir apenas um processo para PROD entregar ao FAB e enviar, em formato digital, o processo para o QLD. Assim, além de poupar papel e tempo na impressão, também permite organizar mais facilmente os processos no servidor da empresa, sem ocupar espaço físico.

**Tarefa 6** → Por fim foi implementada a ferramenta 5S no PROJ, Figura 36 e Figura 37.

A nível visual as diferenças foram pequenas. O arquivo físico foi o primeiro a ser ordenado. Os processos foram colocados por ordem de produção e, de cima para baixo, do mais antigo para o mais recente, para tornar mais acessíveis os últimos processos.

Os processos que estavam em cima das mesas (assinalados a vermelho), foram colocados no arquivo devidamente ordenados.

A mudança mais significativa foi no arquivo digital, no servidor. Definiram-se regras para colocar os processos por pasta, a nomenclatura das pastas e a informação a guardar. Assim é acessível, internamente, a informação a qualquer setor. Os desenhos, por exemplo, podem ser abertos, mas não podem ser editados, em qualquer aparelho ligado ao servidor. Isto permite, no futuro, a utilização de tablets no fabrico, que é uma ideia, do diretor, a longo prazo.

Na etapa 2 pode dizer-se que a implementação da metodologia *Lean* teve sucesso e alguns resultados a curto prazo.

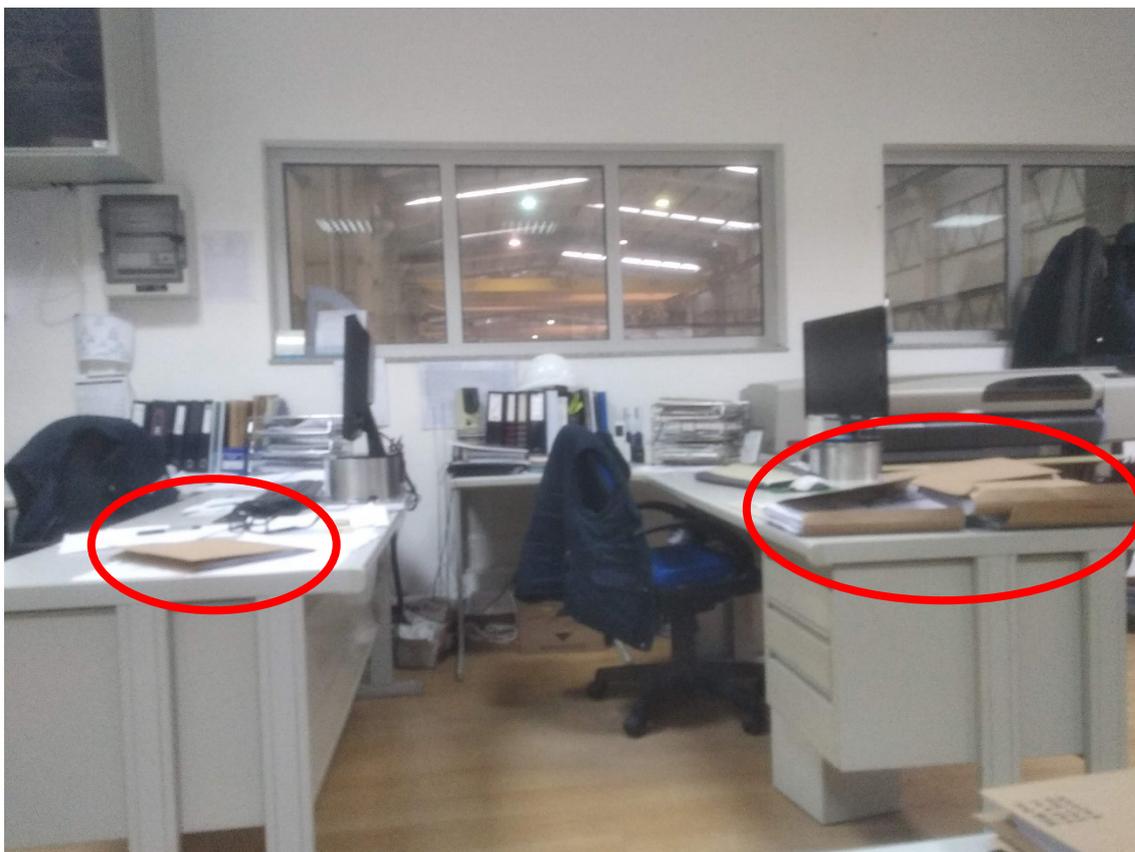


Figura 36 – Gabinete PROJ, lado direito

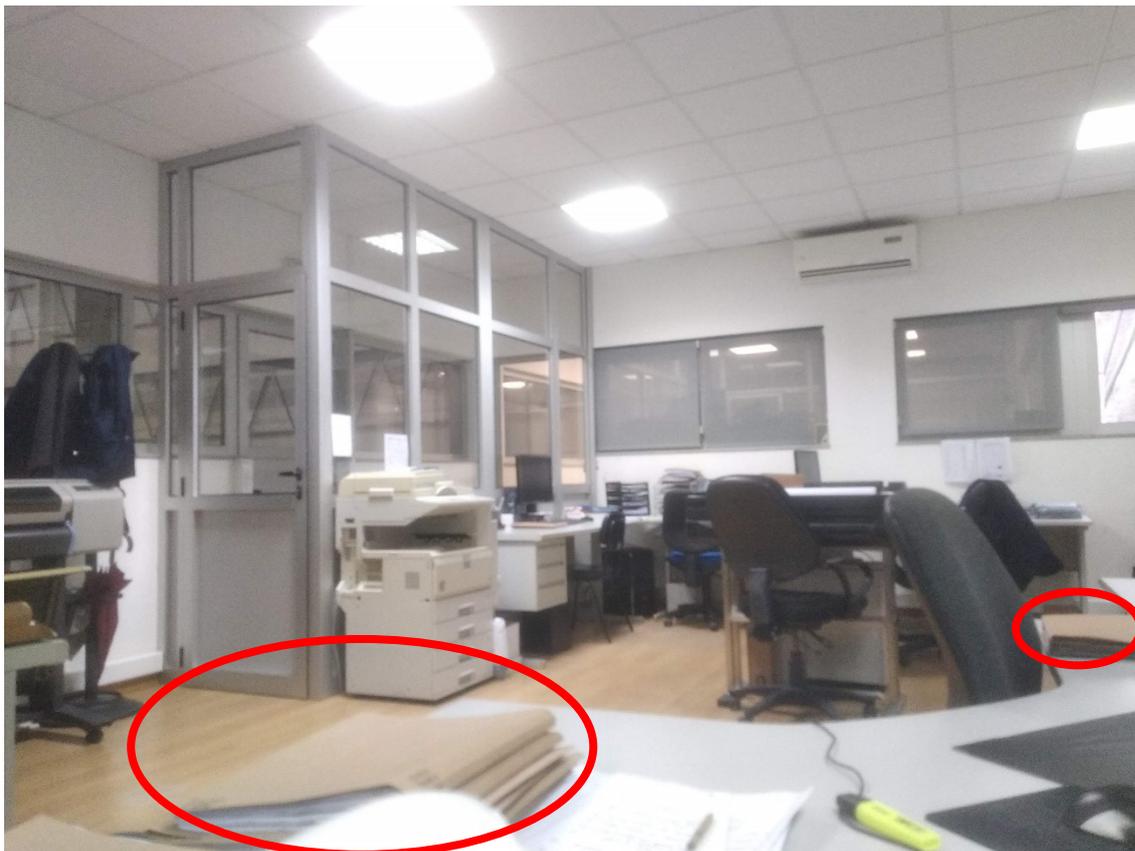


Figura 37 – Gabinete PROJ, lado esquerdo

### 3.5.3 Etapa 3

Segue-se a etapa 3, que tem início na receção do projeto/desenho no departamento PROD. O fluxo de processo da etapa 3 está na Figura 38. Como referido antes, o processo tem de ser verificado e aceite pelo PROD antes de seguir para fabrico. Isto evita falhas em fabrico e constantes movimentações dos empregados ao gabinete de PROJ. Depois, a abertura de ordem de produção (OP) é feita no software de gestão, ou seja, todos os departamentos têm acesso aos dados dessa OP, embora não possam fazer alterações. Assim, o ARM, por exemplo, pode estar a ver a lista de materiais, ao mesmo tempo que o PROD e discutir, por telefone, a chegada ou não dos materiais necessários.

Normalmente, os problemas associados à falta de materiais é quando existem materiais do fornecimento do cliente. Porque o cliente nem sempre tem a noção em que fase é necessário esse material e acaba por enviar quando lhe convém, atrasando o processo.

A próxima atividade é a organização de produção. A PROD faz o mapeamento dos postos de trabalho, define prazos e prioridades e, quando não tem recursos suficientes disponíveis, pode ter necessidade de subcontratar.

O próximo passo é fazer o plano de transporte. Este plano deve ser feito para comunicar com a transportadora com antecedência. Há produtos de pequenas e médias dimensões, cujo transporte é comum e fácil de encontrar. Mas, para grandes equipamentos, é necessário, muitas vezes, transporte especial. Isto requer um estudo das dimensões e peso do equipamento para contratar o transporte atempadamente.

Por fim, o processo é entregue ao FAB. Esta entrega é feita pelo gestor de produção ao encarregado respetivo, dependendo do tipo de produto.

Os produtos, que são feitos do início ao fim na empresa, são da responsabilidade de um encarregado de interior. Os produtos que são feitos parcialmente na empresa e depois terminados no exterior, são responsabilidade dos encarregados de exterior. Estes últimos costumam deslocar-se com os trabalhadores para as obras de exterior, para acompanhar o desenvolvimento da produção e assegurar que são cumpridas as normas de construção e de segurança.

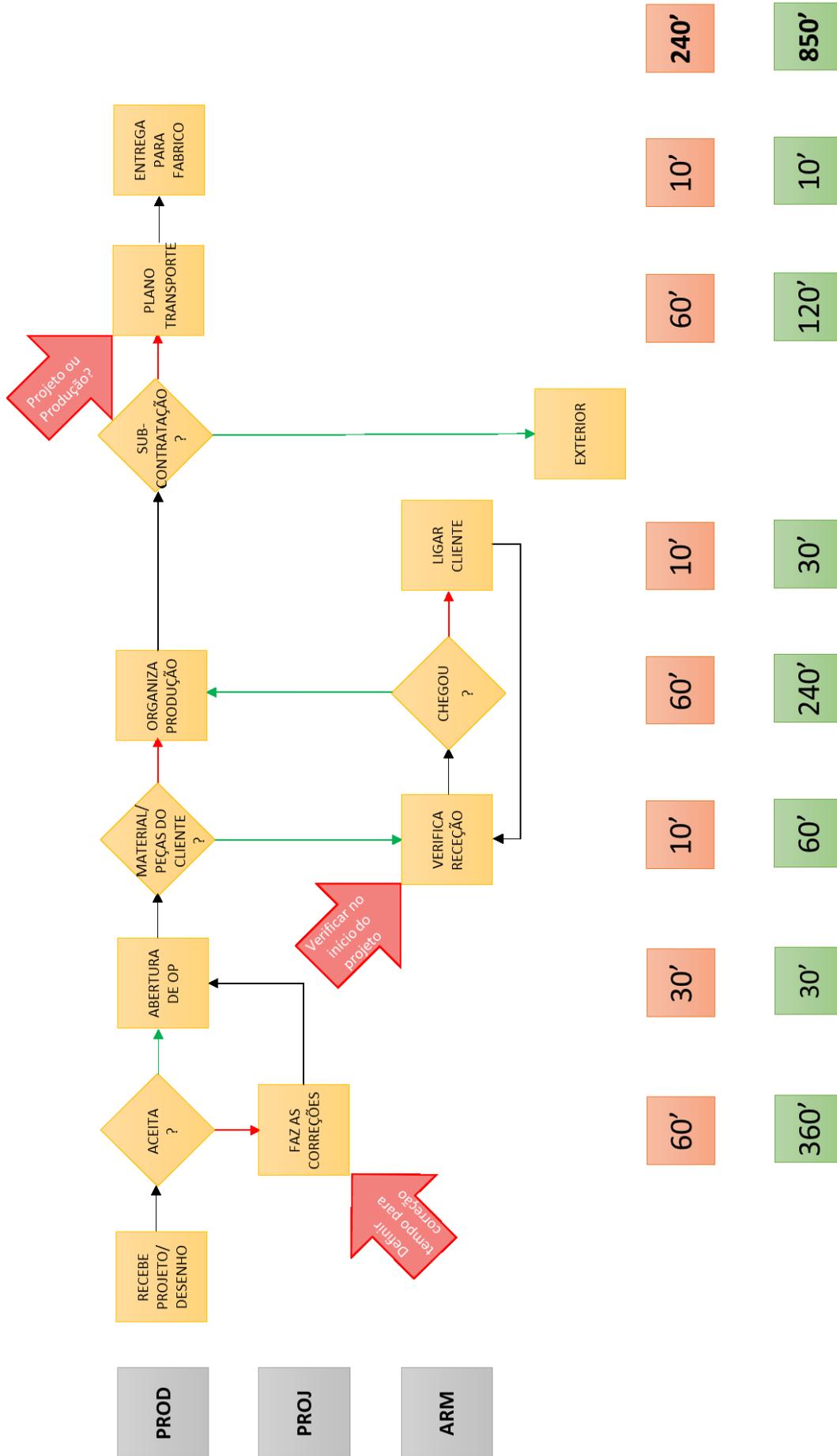


Figura 38 – Fluxo de processo do estado inicial, etapa 3

### 3.5.3.1 Oportunidades de melhoria

Na etapa 3, as oportunidades de melhoria não são muito significativas. A primeira melhoria será definir um tempo máximo para a correção do processo no PROJ. A segunda oportunidade de melhoria identificada é a verificação da chegada do material, de fornecimento do cliente, durante a etapa 2. A terceira e última sugestão é decidir o departamento responsável pelo plano de transporte, PROJ ou PROD.

### 3.5.3.2 Lead time e cycle time

Em relação aos tempos iniciais e previstos da etapa 3 (Tabela 8), podemos concluir que existe uma redução prevista de 30% para o *cycle time* e 40% para o *lead time*.

Tabela 8 – Tempos iniciais e previstos, etapa 3

Tempos [min]	Correções no processo	Abertura de OP	Receção de material	Organizar produção	Contactar cliente	Plano de transporte	Entrega ao FAB	Soma
<i>Cycle time</i> inicial	60	30	10	60	10	60	10	240
<i>Lead time</i> inicial	360	30	60	240	30	120	10	850
<i>Cycle time</i> previsto	60	10	10	10	10	60	10	170
<i>Lead time</i> previsto	240	10	60	60	30	100	10	510

Os tempos previstos para as atividades desta etapa são bastante melhores do que os iniciais, visto que uma das tarefas de melhoria, verificar a receção de material do cliente, pode desaparecer se esta verificação for feita com antecedência. Elimina-se, assim, 1 h e 10 min no *cycle time* e 5 h e 40 min no *lead time*. Por outro lado, a produção ficou encarregue de realizar o fluxo dos materiais o que vai acrescentar tempo ao processo.

### 3.5.3.3 Tarefas de implementação da metodologia Lean

Neste caso nem se definiram tarefas, dado que os pontos de melhoria foram discutidos e foram propostas soluções imediatas.

O PROJ ficou com um intervalo de tempo para corrigir o processo, igual ou inferior a 4 h. O plano de transporte mantém-se no PROD, embora o PROJ envie o peso total do equipamento e as medidas de atravancamento no desenho.

### 3.5.4 Etapa 4

A quarta e última etapa (Figura 39) é a mais importante em termos de processos produtivos, mas a que teve menor detalhe nas atividades descritas.

O encarregado responsável recebe o processo e reúne com a equipa para distribuir os fluxos de fabrico. Também o ARM tem acesso ao fluxo de fabrico digital e trata de dar saída do material necessário à OP.

O processo produtivo abrange todas as atividades e postos de trabalho por onde o equipamento passa, até estar finalizado. Esta é a atividade de maior valor do produto. Segue-se a verificação de conformidade pelo departamento QLD. Este verifica, além da qualidade, se o equipamento cumpre todos os requisitos, a nível de normas aplicáveis.

A última atividade de todo o processo é a expedição. A empresa tem uma pequena frota para transporte de equipamentos pequenos e médios, o que facilita a expedição, nesses casos. No entanto, o transporte de grandes equipamentos exige transporte especial e, dadas as dimensões do equipamento e do camião, é necessário, por vezes, subcontratar gruas para a carga do produto.

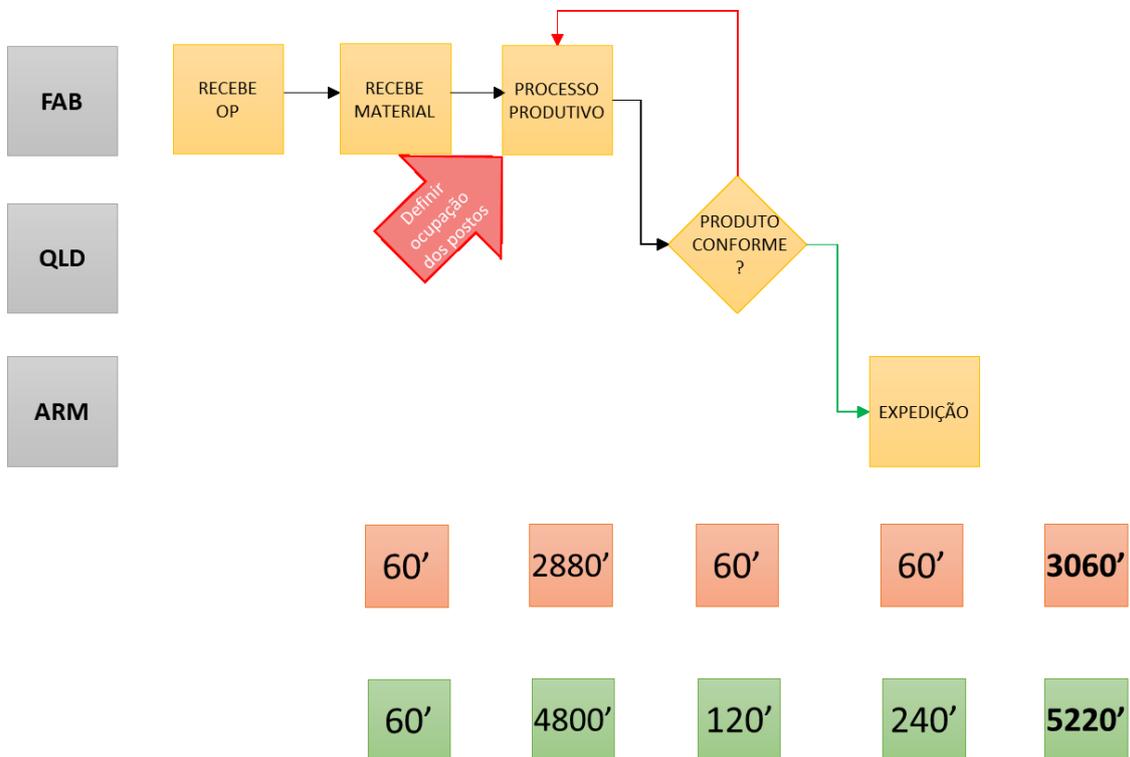


Figura 39 – Fluxo de processo do estado inicial, etapa 4

#### 3.5.4.1 Oportunidades de melhoria

A única oportunidade de melhoria identificada nesta etapa foi a situação de ocupação dos postos de trabalho. Uma boa gestão e organização do trabalho permite manter os postos ocupados e diminuir esperas do produto entre postos.

### 3.5.4.2 Lead time e cycle time

Como era de esperar não há alterações significativas nos tempos (Tabela 9), dado que, neste momento ainda não se aprofundou a fase de fabrico. O *cycle time* manteve-se e o *lead time* reduziu apenas 1h40min, cerca de 2%.

Tabela 9 – Tempos iniciais e previstos, etapa 4

Tempos [min]	Receção do material	Processo produtivo	Análise de conformidade	Expedição	Soma
<i>Cycle time</i> inicial	60	2880	60	60	3060
<i>Lead time</i> inicial	60	4800	120	240	5220
<i>Cycle time</i> previsto	60	2880	60	60	3060
<i>Lead time</i> previsto	60	4800	80	180	5120

### 3.5.4.3 Tarefas de implementação da metodologia Lean

As tarefas de implementação de *Lean* da etapa 4 são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Tarefas a realizar, etapa 2

	Tarefa	Departamento	Tempo	Responsável
1.	5S no posto de trabalho	FAB/ARM	13/dez	A
2.	Definir ocupação dos postos de trabalho	PROD	13/dez	B
3.	Reduzir deslocações ao armazém externo	ADM	20/set	Diretor

**Tarefa 1** → Esta tarefa ainda está em andamento. O objetivo da empresa é implementar os 5S em todos os setores.

A implementação dos 5S começou pelo ARM. Graças à colaboração do responsável, foi possível limpar e organizar em pouco mais de duas semanas. O antes e depois do armazém estão na Figura 40 e Figura 41.

A ferramenta 5S no fabrico, deve ser implementada em todos os postos de trabalho, para manter o chão-de-fábrica limpo e organizado. Devido ao tipo de equipamentos em fabrico nos últimos meses, e à rejeição por parte de alguns colaboradores, só foi possível implementar esta ferramenta na zona de lavagem. Apresentam-se o antes e o depois da implementação dos 5S nesta zona, na Figura 42.

## Armazém

Antes



Depois



Figura 40 – O antes e o depois no armazém (piso 0)

## Armazém

Antes



Depois



Figura 41 – O antes e o depois no armazém (pisos 1 e 2)

## Zona de lavagem

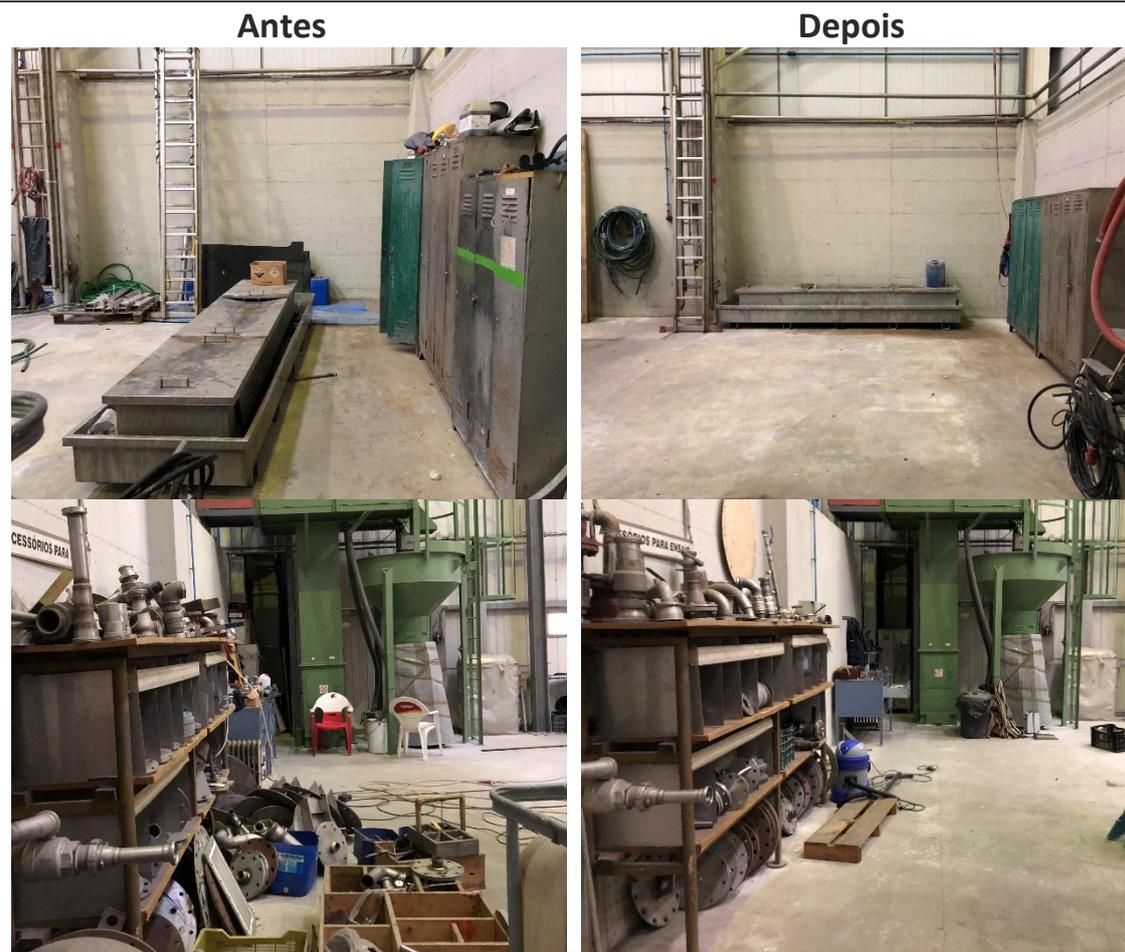


Figura 42 – O antes e o depois na zona de lavagem

Tarefa 2 → A ocupação dos postos de trabalho é das tarefas mais importantes.

Foi estruturado um documento para registar tempos gastos por OP, tempos gastos em manutenção prevista e troca de ferramentas e, ainda, tempos gastos com avarias.

Inicialmente a tarefa não foi bem acolhida por parte de todos os colaboradores, porque consideravam que estar sempre a escrever tempos era uma ocupação extra desnecessária. No entanto, decidiu-se fazer uma reunião geral no fabrico, para explicar a importância de conhecer a ocupação dos postos, salientando que promove uma melhor gestão e menos problemas com atrasos e carga excessiva num posto de trabalho. A proposta acabou por ser aceite.

Para já, foi colocada, em cada posto de trabalho, uma folha do tipo do ANEXO D, para os operadores registarem os tempos para cada OP. Semanalmente, o departamento PROD reúne as folhas de registo e inserem os dados numa folha de cálculo, em formato digital. Pretende-se reunir dados suficientes para, no início do próximo ano, analisar a informação recolhida.

Assim, esta tarefa não traz, atualmente, reduções aos tempos dos processos produtivos. Mas, depois de concluída e analisada, será fundamental para traçar um plano de melhoria no fabrico.

Tarefa 3 → O armazém externo encontra-se a cerca de 10km, como referido anteriormente. No início da implementação, sempre que era necessário algo do armazém externo, o motorista que estava disponível deslocava-se até lá para ir buscá-lo. Ora, havia dias em que eram feitas mais de dez viagens, de ida e volta, entre a sede da empresa e o armazém.

A solução, para diminuir o número de deslocações, foi definir dois horários para deslocações ao armazém. Todos os dias, por volta das 11h da manhã, vai um camião levar e buscar material ao armazém e, ao final do dia, por volta das 17h, repete este trajeto. Assim, o responsável do armazém interno, a produção ou o fabrico já sabem que, caso necessitem de algum material do armazém externo, devem dirigir-se ao motorista responsável pelas deslocações, antes da hora de partida.

Esta é uma solução que já se encontra em vigor. Além de reduzir as deslocações, dá tempo ao motorista para fazer transportes igualmente importantes, para clientes, subcontratação, entre outros.

### 3.6 Análise de resultados

Neste subcapítulo é apresentada a análise de resultados.

De uma forma geral, pode dizer-se que a INACEINOX está na fase inicial quanto ao progresso de implementação da metodologia *Lean*.

Foram vários os problemas encontrados. Problemas referentes aos processos produtivos da empresa e problemas que surgiram na implementação da metodologia. Estes últimos são referidos, por departamento, na Figura 43.

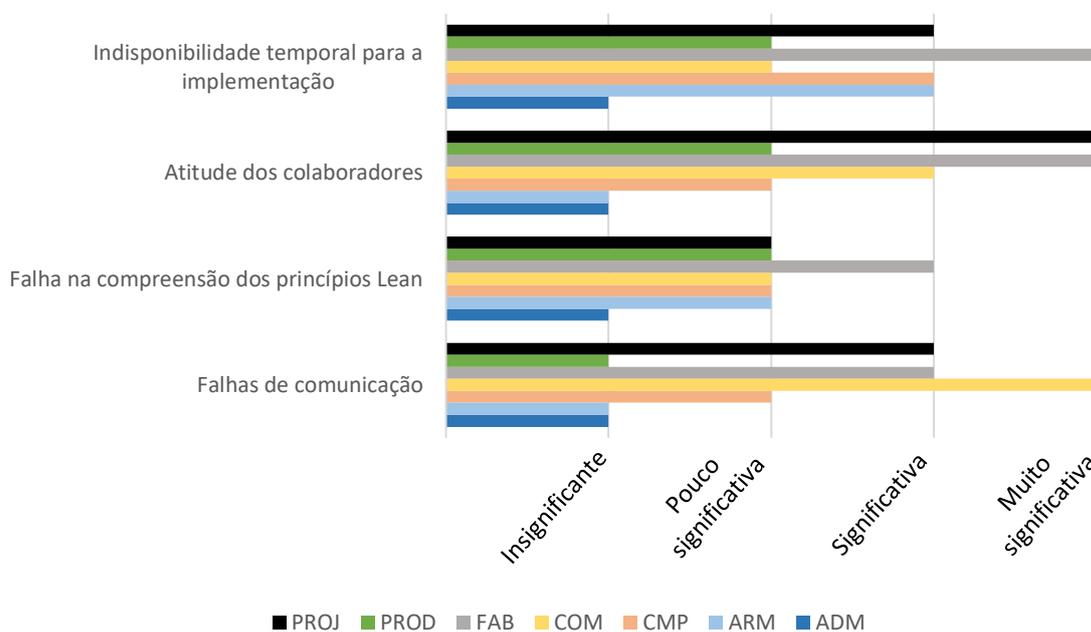


Figura 43 – Barreiras à implementação da *Lean* na INACEINOX

A indisponibilidade temporal para a implementação reflete a ocupação de cada departamento durante o processo de implementação. Esta foi uma barreira muito significativa para o FAB e significativa para o PROJ.

A atitude dos colaboradores refere-se à aceitação e participação dos mesmos nas tarefas da implementação da metodologia *Lean*. Esta foi, também, uma barreira muito significativa para o PROJ e o FAB, seguidos do COM onde foi significativa.

As falhas na compreensão dos princípios *Lean* foram outro obstáculo encontrado, principalmente para o FAB que, talvez por não estar presente na formação, sentiu maior dificuldade em compreender a metodologia e os seus princípios.

Por fim, as falhas de comunicação são um obstáculo muito significativo para o COM e significativo para o PROJ e o FAB. Estes departamentos são os que tem mais colaboradores e, talvez por isso, exista maior dificuldades na comunicação e entendimento.

Relativamente ao ADM, foi o departamento onde todas as barreiras foram insignificantes, demonstrando que, quando os colaboradores estão empenhados em mudar, é possível ultrapassar os obstáculos.

Para resolver algumas destas barreiras, as reuniões, por departamento, foram cruciais. A abordagem da metodologia, na formação, foi direta, todavia muitos colaboradores não compreenderam os princípios *Lean*. A atitude dos colaboradores melhorou quando estes se aperceberam das melhorias a longo prazo.

A ferramenta mais utilizada e com resultados visíveis foi a dos 5S. Esta ferramenta, como já foi dito, é de simples utilização e apresenta resultados a curto prazo. Com os resultados visíveis, obtidos até agora, espera-se a colaboração dos restantes operadores, para implementar a ferramenta nos postos de trabalho em falta.

Ressalva-se que a principal dificuldade ao longo da implementação do *Lean management* na empresa está relacionada com o tipo de produção que é muito variável. Como já foi referido anteriormente, a empresa trabalha com diversos produtos e a dimensão dos projetos varia bastante. Há obras/produtos que demoram uma semana e outros que levam vários meses a projetar e construir. Num setor de produção em massa, as ferramentas aplicam-se mais facilmente e trazem vantagens mais intuitivas.

Na INACEINOX, a definição dos tempos de todos os processos produtivos, foi feita com base em valores médios, ou seja, as reduções previstas são valores aproximados. Ainda assim, a meta inicial, para redução dos tempos em cada etapa, será atingida e ultrapassada em três etapas. Na Tabela 11 está um quadro resumo dos valores esperados. A etapa 4 foi a única que não atingiu a redução proposta, por outro lado a etapa 3 superou significativamente o objetivo.

Tabela 11 – Redução prevista dos tempos

	<i>Cycle time</i>	<i>Lead time</i>
<b>Etapa 1</b>	15%	15%
<b>Etapa 2</b>	10%	15%
<b>Etapa 3</b>	30%	40%
<b>Etapa 4</b>	0%	2%

A longo do capítulo 3.5 descreveram-se os problemas encontrados e as soluções para os problemas, de seguida é apresentada, por pontos, a situação das tarefas que não foram concluídas.

- A etapa 1 realizou 7 de 8 tarefas propostas. Falta a tarefa de padronização da orçamentação.
- A etapa 2 terminou 4 de 6 tarefas. A tarefa que consiste em definir tempos de resposta para aprovação está parcialmente concluída, mas falta definir a estratégia da equipa de projeto. Esta última é uma tarefa difícil, no entanto, a ideia de todos os elementos fazerem um pouco de tudo foi descartada. A melhor estratégia será manter o cálculo afeto ao responsável de cálculo e cada projetista faz projeto/desenho de qualquer equipamento. Contudo, a especialização dos desenhadorees por equipamento pode ser uma mais valia e, sempre que possível, será a estratégia a seguir.
- A etapa 3 foi, até agora, a única a ser concluída na totalidade.
- A etapa 4 concluiu apenas uma das três tarefas. A primeira tarefa, implementar os 5S no fabrico e armazém, já se iniciou e apresenta resultados visíveis. Está no bom caminho para terminar até à data definida, 13 de dezembro de 2019. A tarefa relativa à ocupação dos postos de trabalho está, também, em execução e espera-se, até ao final do ano, ter valores suficientes para dar seguimento à implementação da metodologia *Lean*.

A análise de resultados efetiva, com os tempos verdadeiramente conseguidos, só pode ser feita quando todas as tarefas de melhoria propostas forem concluídas.

Nesta fase, é possível analisar os resultados primários e perceber que há ainda um longo caminho a percorrer, no sentido de tornar a INACEINOX numa empresa *Lean*.



# *CONCLUSÕES*

- 4.1 CONCLUSÕES
- 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 4.1 CONCLUSÕES

A presente dissertação analisou a implementação da metodologia *Lean* no setor da metalomecânica, em Portugal, em particular, na empresa INACEINOX.

Inicialmente, durante a pesquisa bibliográfica, foi possível constatar a importância da metodologia, conhecer os seus métodos e as suas ferramentas. A utilização da *Lean*, como forma de reduzir desperdícios e custos, criando valor para o produto, é uma mais valia para as empresas, independentemente do setor.

No caso de estudo apresentado e, no setor da metalomecânica em geral, é possível perceber que a metodologia *Lean* está a dar os primeiros passos.

A maioria das empresas em Portugal recorre a serviços externos para conceber, planear e controlar a implementação da metodologia *Lean*, demonstrando que não possuem as capacidades necessárias para o fazer. Este é o principal problema da indústria portuguesa. Espera-se que no futuro, com o aumento de casos de estudo e de sucesso, as empresas estejam mais preparadas e capazes de seguir uma filosofia *Lean*.

Como referido no subcapítulo 3.6 “Análise de resultados”, a INACEINOX ainda se encontra na fase inicial da implementação da metodologia *Lean*. Todavia, os resultados obtidos são um excelente incentivo para o progresso desta implementação. É necessário referir a importância da comunicação, para privilegiar o potencial do projeto e diminuir a resistência dos colaboradores.

De uma forma geral, a realização desta dissertação permitiu conhecer melhor a metodologia *Lean* e a sua aplicação em Portugal.

### 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

O gráfico da Figura 44 revela o crescimento de publicações, em todo o mundo, sobre a metodologia *Lean*, a partir de 1994. Desde 2010 observou-se um aumento significativo e, Portugal faz parte dos países europeus que publicaram artigos relacionados com a metodologia [34].

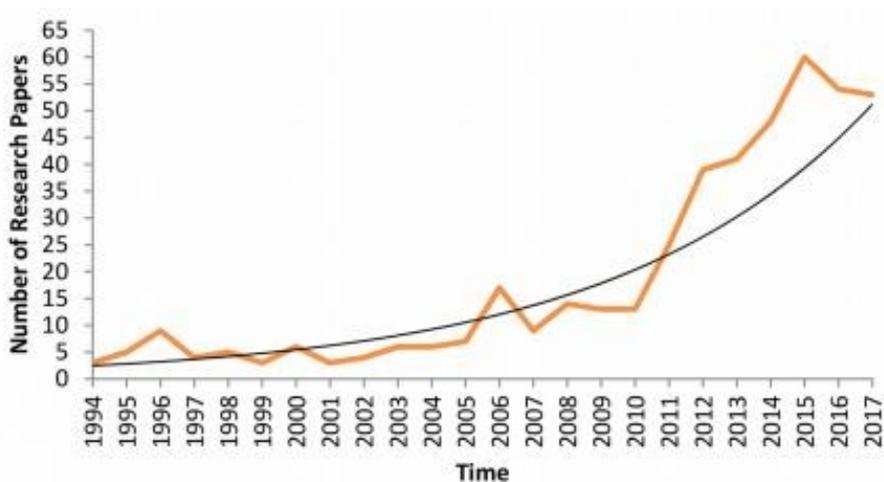


Figura 44 – Publicações sobre *Lean* ao longo dos anos [34]

O trabalho mais recente que encontrei sobre a metodologia em Portugal, foi feito com base num inquérito realizado em 2011, ao qual apenas cerca de 50 empresas responderam [29]. Como a amostra é pequena e a indústria está em constante evolução, deduzo que os dados recolhidos sejam insuficientes para avaliar a atual situação da utilização de *Lean* em Portugal.

Devido a projetos de crescimento e desenvolvimento empresarial, como o projeto “COMPETE 2020”, é necessário que as empresas utilizem métodos e ferramentas *Lean*. Nos últimos anos, a implementação da metodologia *Lean* constitui um passo em frente, dado pelas empresas, para otimizar os seus processos e serviços, tanto nas grandes empresas (GE), como nas pequenas e médias empresas (PME).

É importante recolher dados novamente, com uma amostra mais consistente. A minha sugestão seria um inquérito com perguntas que visassem os pontos abaixo:

- ➔ Dimensão da empresa (PME ou GE);
- ➔ Empresa nacional ou internacional;
- ➔ Setor (alimentar, automóvel, têxtil, metalúrgico, etc.);
- ➔ Certificação da empresa;
- ➔ Há quantos anos conhece a metodologia *Lean* (mais de 10, entre 10 e 5, menos de 5 anos);
- ➔ Teve formação de *Lean*;
- ➔ Em que data iniciou a implementação de *Lean* (mês e ano);
- ➔ Quais os departamentos que implementaram métodos e ferramentas *Lean* (Qualidade, Financeiro, Recursos Humanos, Produção, Vendas, etc.);
- ➔ Quais as ferramentas utilizadas (VSM, Heijunka, 5S, Kaizen, Gestão Visual, etc.);
- ➔ Fase de progresso da implementação *Lean* (inicial, intermédia ou avançada);
- ➔ Barreiras encontradas à aplicação de *Lean* na empresa (custos, colaboração dos funcionários, empenho dos gestores, falhas de comunicação, etc.);
- ➔ Melhorias a curto prazo;
- ➔ Melhorias a longo prazo;

- Nível de envolvimento dos colaboradores;
- Nível de satisfação com a metodologia *Lean* (de 0 a 10 por exemplo, onde 0 é nada satisfeito e 10 muito satisfeito).

As respostas a estas perguntas e outras que possam surgir com igual relevância, permitem estudar vários aspetos da implementação da metodologia *Lean* em Portugal. Para conseguir um elevado número de respostas seria necessária uma abordagem forte e insistente.

Na fase de organização e análise de dados seria possível comparar as PME's com GE's, agrupar a certificação e a data de início da implementação *Lean*, associar ferramentas e métodos da metodologia por setor onde foram aplicados, entre muitos outros testes estatísticos. Esta análise aprofundada permitiria um relatório complexo que poderia influenciar positivamente o desenvolvimento e aplicação de *Lean* em mais empresas. Adicionalmente, técnicas de abordagem da metodologia *Lean* nas empresas, seriam desenvolvidas para reduzir barreiras e evitar casos de insucesso.



***BIBLIOGRAFIA E OUTRAS  
FONTES DE INFORMAÇÃO***



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] C. Rosa, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, T. Pereira, and R. Gouveia, “Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low Added-Value Products,” *Procedia Manuf.*, vol. 17, pp. 555–562, 2018.
- [2] C. Conner, “Forbes,” *The “8 Great” Challenges Every Business Faces (And How To Master Them All)*, 2013. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/cherylsnappconner/2013/03/04/the-8-great-challenges-every-business-faces-and-how-to-master-them-all/#2f4971533891>. [Accessed: 31-May-2019].
- [3] L. Maimi, “O blog de Liderança e Management.” [Online]. Available: <https://www.blog-lideranca.pt/2017/12/19/metodologia-lean/>. [Accessed: 23-Sep-2019].
- [4] N. J. Sayer and B. Williams, *Lean For Dummies*, 2nd ed. John Wiley & Sons, 2012.
- [5] “COMPETE 2020.” [Online]. Available: <https://www.compete2020.gov.pt/Missao>. [Accessed: 15-Sep-2019].
- [6] “Empresa INACEINOX – Indústria de Equipamentos Inoxidáveis, SA.” [Online]. Available: <http://www.inaceinox.pt/pt/>. [Accessed: 31-May-2019].
- [7] J. P. Womack, D. T. Jones, and D. Roos, *Machine that Changed the World*. Scribner, 1990.
- [8] T. Ohno, *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis, 1988.
- [9] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, 2010.
- [10] F. J. G. Silva and L. C. P. Ferreira, *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publishers, Incorporated, 2019.
- [11] Citeve, “Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV,” 2012. [Online]. Available: [https://www.citeve.pt/artigo/sicacr\\_ferra\\_produ](https://www.citeve.pt/artigo/sicacr_ferra_produ). [Accessed: 12-Aug-2019].
- [12] J. Shook and C. Marchwinski, *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*, 5th ed. Lean Enterprise Institute, Inc., 2014.
- [13] Y. Thangarajoo and A. Smith, “Lean Thinking: An Overview,” *Ind. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 2, p. 5, 2015.

- [14] N. Herbig, *Lean Dictionary: Ein Nachschlagewerk zu Begriffen aus den Bereichen Lean Management, Lean Production, Lean Administration und Problemlösungsmethoden*, 1st ed. Books on Demand, 2015.
- [15] “Lean Enterprise Institute,” *Principles of lean*, 2015. [Online]. Available: <https://www.lean.org/>. [Accessed: 04-Mar-2019].
- [16] J. P. Pinto, *Pensamento Lean A filosofia das organizações vencedoras*, 6th ed. Lidel, 2014.
- [17] M. S. Yahya, M. Mohammad, B. Omar, and E. F. Ramly, “A review on the selection of lean production tools and techniques,” *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, no. 12. Asian Research Publishing Network, pp. 7721–7727, 01-Jun-2016.
- [18] M. Rother and J. Shook, *Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar Desperdício*. Lean Institute Brasil, 2003.
- [19] R. Priolo, “Planet Lean.” [Online]. Available: <https://planet-lean.com/5s-lean/>. [Accessed: 30-Aug-2019].
- [20] C. Rosa, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, and R. Campilho, “SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry,” *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1034–1042, 2017.
- [21] S. Shingo and A. P. Dillon, *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Taylor & Francis, 1989.
- [22] G. Paul, “Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability,” *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 1, no. 2, pp. 134–156, 2010.
- [23] P. R. dos Santos Tavares, *Logística Lean: Aplicando as ferramentas lean na cadeia de suprimentos para gestão e geração de valor*. Mag Editora, 2018.
- [24] T. Mercadal, “Kaizen,” *Salem Press Encyclopedia*. 2018.
- [25] K. Linderman, R. G. Schroeder, S. Zaheer, and A. S. Choo, “Six Sigma: a goal-theoretic perspective,” *J. Oper. Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 193–203, 2003.
- [26] T. K. Agustiadny and E. A. Cudney, “Total productive maintenance,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, pp. 1–8, 2018.
- [27] I. Antonioli, P. Guariente, T. Pereira, L. P. Ferreira, and F. J. G. Silva, “Standardization and optimization of an automotive components production line,” *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1120–1127, 2017.
- [28] C. Silva, M. Tantardini, A. P. Staudacher, K. Salviano, and others, “Lean production implementation: A survey in Portugal and a comparison of results with Italian, UK and USA companies,” *17th International Annual EurOMA Conference*, pp. 1–10, 2010.
- [29] F. J. T. Moreira, “Estudo da Implementação da Filosofia Lean na Indústria Portuguesa,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012.

- [30] “Kaizen Institute.” [Online]. Available: <https://pt.kaizen.com>. [Accessed: 30-Aug-2019].
- [31] “Lean Academy Portugal.” [Online]. Available: <http://www.lean.org.pt/>. [Accessed: 30-Aug-2019].
- [32] J. P. L. de Siqueira, *Gestão de Produção E Operações*. Iesde Brasil, 2009.
- [33] M. GRANT, “Investopedia - Strength, Weakness, Opportunity, and Threat (SWOT) Analysis.” [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/s/swot.asp>. [Accessed: 27-Sep-2019].
- [34] N. Sinha and M. Matharu, “A comprehensive insight into Lean management: Literature review and trends,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 12, no. 2, pp. 302–317, 2019.



# ANEXOS

- 6.1 ANEXO A – Exemplo de *template* para a descrição de encomenda
- 6.2 ANEXO B – Exemplo de BOM
- 6.3 ANEXO C – Exemplo de BOM e lista de fluxo dos materiais
- 6.4 ANEXO D – Exemplo de folha para registo de tempos no fabrico



## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO A – Exemplo de *template* para a descrição de encomenda



### Descrição de encomenda

<b>Encomenda nº</b>		<b>AÇO:</b>	Ex: AISI 316
<b>Data de encomenda</b>	dd/mm/aaaa	<b>Produto:</b>	Ex.: Tinta
<b>Prazo de entrega</b>	dd/mm/aaaa	<b>Estado do produto:</b>	Ex: Líquido
<b>Produto:</b>	Ex.: Reservatório	<b>Sujeito a pressão:</b>	<input type="radio"/> Sim, _____ bar <input type="radio"/> Não
<b>Altura máx.:</b>	_____ mm	<b>Diâmetro máximo:</b>	_____ mm
<b>Capacidade:</b>	_____ kg	<b>Acabamento:</b>	Ex.: Rugosidade 0,8
<b>Material/Componentes do cliente:</b>	<input type="radio"/> Sim _____ <input type="radio"/> Não		
<b>Material/Componentes especiais:</b>	<input type="radio"/> Sim _____ <input type="radio"/> Não		
<b>Contactos cliente</b>			
<b>FAX OU E-MAIL:</b> Número telefone/fax E-mail		<b>CORREIO:</b> Nome Endereço Código Postal, Localidade	
<b>Descrição/Desenho do produto</b>			
<b>DESENHOS DO CLIENTE</b> Anexo X			
<b>DADOS RELEVANTES:</b> Caso existam			
<b>NOTAS ADICIONAIS:</b> Notas Adicionais			
<b>Realizado por:</b>	Nome	<b>Data:</b>	
<b>Aprovado por:</b>	Nome	<b>Data:</b>	
<b>Atualizado por::</b>	Nome	<b>Data/Hora:</b>	

## 6.2 ANEXO B – Exemplo de BOM

17	16	Fêmea sext (DIN934-A2)	M20	A2	FEMS934A220		0
16	32	Anilha Plana (DIN125-A2)	M20	A2	ANIPL000125A2M20		
15	16	Parafuso Sext. (DIN933)	M20x100	A2	PARS933A220100		0
13	1	Placa (Firma CE)		X 5 CrNi 18-10	CHAFEDMPEDCE		0.19
12	1	Chapa (Suporte Placa da Firma)	Esp. 2	X 2 CrNi 18-9	CH1AB2B1500020		1
11	1	Casquilho Roscado (Gás)	R 3, 4"	X 2 CrNi 18-9	IXCAS304L03425		0.10
10.3	1	Flange EN 1092-1 Tipo01A PN16 304L	DN125	X 2 CrNi 18-9	FLA9T01APN16AB125		6
10.2	1	Tubo	Ø139,7x2	X 2 CrNi 18-9	TB3AB139700200	82	1
10.1	1	Curva (ISO)	Ø139,7x2 (R190)	X 2 CrNi 18-9	CR12AB139700200190		1
10	1	Entrada ar					
9.2	1	Flange EN 1092-1 Tipo01A PN16 304L	DN125	X 2 CrNi 18-9	FLA9T01APN16AB125		6
9.1	1	Tubo	Ø139,7x2	X 2 CrNi 18-9	TB3AB139700200	90	1
9	1	Saida ar					
8	1	Cap DN 350 (superior)	Ø355,6x3	X 2 CrNi 18-9	FUNC304L35600030		2.98
7	1	Suporte filtros			ZZZZZZ		
6	2	Junta			ZZZZZZ		
5	2	Flange EN 1092-1 Tipo01A PN10 304L	DN350	X 2 CrNi 18-9	FLA9T01APN10AB350		21
4	3	Chapa (Base Perna)	90x87x8	X 2 CrNi 18-9	CH1AB2B30001500080		0
3	3	Chapa (Perna)	Esp. 5	X 2 CrNi 18-9	CH1AB2B1500050		0
2	1	Cap DN 350 (inferior)	Ø355,6x3	X 2 CrNi 18-9	FUNC304L35600030		3.34
1	1	Tubo (Corpo)	Ø355,6x3	X 2 CrNi 18-9	TB3AB355600300	920	24
Ref	QT	Designação	Dimensões	Material	Código	Corte	kg

Ref – Referência, é o número da peça/componente.

QT – Quantidade de peças.

kg – Peso da peça a multiplicar pela quantidade de peças.

6.3 ANEXO C – Exemplo de BOM e lista de fluxo dos materiais



OP XXXYZZZ

P. Des.	Nº Pcs	Nº Produto	Descrição	Desc. SW	Qtz.	U.M.	Dimen.	Unit.	Qualidade	Corte	Peso	INTERNO	ARMAZÉM	CORTE	PLASMA	LASER	MAQUINAÇÃO	QUINAR	CONFORMAR	SOLDAR	ACESSÓRIOS	MONTAGEM	LAVAGEM	CLIENTE
1	1	TB3AB355600300	TUBO RED. EN10217 1.4307 304L	Tubo (Corpo)	22,08	M	Ø355,6x3		X 2 C/Ni 18-9	920	24	1										2		
2	1	FUN304L35600030	FUNDO CAP 304L Ø356x3	Cap. DN 350 (inferior)	4	UN	Ø355,6x3		X 2 C/Ni 18-9	0	3,34	1										2		
3	3	CH1AB2B1500050	CHAPA BOBINE EN10088 1.4307 304L	Chapa (Perna)	0,177	KG	Esp. 5		X 2 C/Ni 18-9	0	0			1				2				3		
4	3	CH1AB2B30001500080	CHAPA PLANA EN10088 1.4307 304L	Chapa (Base Perna)	864	KG	90x87x8		X 2 C/Ni 18-9	0	0			1								2		
5	2	FLA9T01APN10AB350	FLANGE EN1092-1 TIPO 01-A PH16 304L DN350	Flange	42	UN	DN350		X 2 C/Ni 18-9	0	21	1										2		
6	2	ZZZZZZ	PRODUTO FORNECIDO PELO CLIENTE	Junta	2	UN				0	0	1										2		
7	1	ZZZZZZ	PRODUTO FORNECIDO PELO CLIENTE	Suporte Fibras	1	UN				0	0	1										2		
8	1	FUN304L35600030	FUNDO CAP 304L Ø356x3	Cap. DN 350 (superior)	3	UN	Ø355,6x3		X 2 C/Ni 18-9	0	2,98	1										2		
9	1		Saída ar		0					0	0											1		
9.1	1	TB3AB139700200	TUBO RED. EN10217 1.4307 304L 139,7x2	Tubo	0,09	M	Ø139,7x2		X 2 C/Ni 18-9	90	1	1										2	3	
9.2	1	FLA9T01APN16AB125	FLANGE EN1092-1 TIPO 01-A PH16 304L DN125	Flange EN 1092-1	6	UN	DN125		X 2 C/Ni 18-9	0	6	1										2	3	
10	1		Entrada ar		0					0	0											1		
10.1	1	CR12AB139700200190	CURVA EN10253-4 1.4307 304L 139,7x2 R=190	Curva (SO)	1	UN	Ø139,7x2		X 2 C/Ni 18-9	0	1	1										2	3	
10.2	1	TB3AB139700200	TUBO RED. EN10217 1.4307 304L 139,7x2	Tubo	0,082	M	Ø139,7x2		X 2 C/Ni 18-9	82	1	1										2	3	
10.3	1	FLA9T01APN16AB125	FLANGE EN1092-1 TIPO 01-A PH16 304L DN125	Flange	6	UN	DN125		X 2 C/Ni 18-9	0	6	1										2	3	
11	1	IXCA5304L03425	CASQUILHO 304L 3/4" H=25	Casquilho Roscado (GA)	0,1	UN	R 3,4"		X 2 C/Ni 18-9	0	0,1	1										2		
12	1	CH1AB2B1500020	CHAPA BOBINE EN10088 1.4307 304L	Chapa (Suporte Perna)	0,024	KG	Esp. 2		X 2 C/Ni 18-9	0	1			1								2	3	
13	1	CHAFEDMPEDECE	CHAPA FERRA EQUIPAMENTOS DIR. MAQUINAS PED CE	Placa (Perna CE)	0,19	UN			X 5 C/Ni 18-10	0	0,19	1										2		
15	16	PAR5933A220100	PARAFUSO SEXTAVADO DNØ33 A2 M20x100	Parafuso Sext. (DNØ33)	16	UN	M20x100		A2	0	0	1										2		
16	32	AN1PL000125A2M20	ANILHA PLANA DN125 A2 M20	Anilha Plana (DN125)	32	UN	M20		A2	0	0	1										2		
17	16	FEM5934A220	FÊMEA SEXTAVADA DNØ34 A2 M20	Fêmea sext. (DNØ34-A2)	16	UN	M20		A2	0	0	1										2		

