



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Departamento de Engenharia Química**



**Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais**

**SOFIA ALEXANDRA ABADIA DOS SANTOS**

(Licenciada em Saúde Ambiental)

Trabalho Final de Mestrado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente

Orientadora:

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João

Júri:

Presidente: (Especialista IPL) Professor António Victor Carreira de Oliveira

Vogais:

Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João

**Outubro de 2023**





**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

**Departamento de Engenharia Química**



**Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais**

**SOFIA ALEXANDRA ABADIA DOS SANTOS**

(Licenciada em Saúde Ambiental)

Trabalho Final de Mestrado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente

Orientadora:

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João

Júri:

Presidente: (Especialista IPL) Professor António Victor Carreira de Oliveira

Vogais:

Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas

Professora Doutora Isabel Maria da Silva João

**Outubro de 2023**



*There is nothing that can't be done. If you can't make something, it's because you haven't tried hard enough.*

Sakichi Toyoda



## **Agradecimentos**

Gostaria de dedicar este espaço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a concretização de mais uma etapa na minha vida. Apesar de todos os obstáculos e dificuldades encontradas ao longo do caminho, a conclusão desta dissertação significa superação pessoal e profissional.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, professora doutora Isabel João, que foi um guia importante na elaboração deste trabalho, na transmissão de conhecimento e apoio ao longo deste percurso.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer a toda a equipa da Ecotejo, em especial ao Nuno Bairras, Ricardo Videira e André Almeida, pela oportunidade da realização deste estudo, pelo voto de confiança e pela ajuda na concretização de todos os planos idealizados. Sem vocês este trabalho não teria sido possível.

Gostaria de agradecer, à minha colega de trabalho e de curso Patrícia Fernandes, por ter partilhado comigo dificuldades e desabafos que muitas vezes eram também os meus, e que me ajudou a amenizar algum stress e desânimo.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial à Sara, à Carolina, à Rita e ao Edgar, por todas as sugestões e conselhos que me deram, e por estarem lá para mim sempre que precisei deles. O vosso apoio foi e é muito importante.

Agradeço ao meu namorado Miguel, pela paciência, carinho, e encorajamento nos momentos mais difíceis. Obrigada por me tentares sempre animar e de alguma forma melhorar o meu dia. Obrigada por nunca me teres deixado desistir.

Por último, não poderia deixar de agradecer à peça mais essencial, à minha família, mãe, mano, Carina, e princesa Leonor, por serem o meu apoio incondicional e pela força que me transmitem diariamente. O vosso sorriso e amor foram essenciais para este percurso. Ser-vos-ei eternamente grata.

A todos, o meu muito obrigada.



## Resumo

A elevada competitividade nos mercados, a exigência crescente de qualidade e de produtividade, e o conseqüente aumento do investimento necessário, leva a que as empresas implementem estratégias que lhe permitam reduzir custos e melhorar processos. A filosofia *Lean* constitui uma abordagem de gestão eficaz e utilizada pelas empresas para identificar continuamente oportunidades de melhoria.

As ferramentas *Lean*, têm por base a eliminação de desperdícios, isto é, a eliminação de atividades que não acrescentam valor aos processos de uma organização. A eliminação de desperdícios *Lean* permite a melhoria dos processos e a redução de custos.

O presente estudo, foi realizado numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais, com o objetivo de elaborar um plano de implementação de ferramentas *Lean*. A operacionalização do plano inicia-se com um diagnóstico de desperdícios *Lean*, seguindo-se a implementação de ferramentas *Lean* que permitem a eliminação dos principais tipos de desperdícios encontrados, assim como a melhoria dos processos subjacentes.

A análise dos resultados permitiu considerar que a empresa em estudo encontra-se num nível médio de maturidade *Lean*, o que se traduz numa aplicação satisfatória da filosofia *Lean*. Porém, foi identificado a existência do desperdício de tempo de espera associado às áreas de gestão de stock e rastreabilidade de equipamentos e, organização e limpeza dos espaços de trabalho. Desta forma, foram aplicadas as ferramentas *Lean*, nomeadamente a ferramentas 5S e a matriz de competências e descritivo de funções, de forma a eliminar o desperdício *Lean* encontrado.

Como sugestões de ações futuras a desenvolver pela empresa, foi elaborado uma proposta de quadro *kamishibai* que poderá ajudar na organização e visualização de tarefas, assim como uma análise ABC aos consumíveis da empresa.

As melhorias propostas no âmbito do presente trabalho constituem apenas o início do processo de implementação da filosofia *Lean*, sendo necessário a monitorização do processo para a obtenção de melhorias significativas no desempenho da organização.

**Palavras-chave:** Manutenção, Filosofia *Lean*, Desperdícios *Lean*

## ***Abstract***

The high competitiveness in the markets, the increasing demands for quality and productivity, and the consequent increase in required investment, lead companies to implement strategies that enable them to reduce costs and improve processes. The Lean philosophy represents an effective management approach used by companies to continually identify improvement opportunities.

Lean tools are based on the elimination of waste, which means eliminating activities that do not add value to an organization's processes. Lean waste elimination allows for improve processes and reduce costs.

The present study was conducted in a wastewater treatment system maintenance company, with the aim of creating a implementation plan based on Lean tools. The plan begins with a Lean waste diagnosis, followed by the implementation of Lean tools that allow the elimination of waste found, as well as the process improvement.

The results showed that the company under study is at an average level of Lean maturity, which translates into a satisfactory application of the Lean philosophy. However, we did identify the existence of wasted waiting time associated with the areas of stock management and equipment traceability, and the organization and cleanliness of workspaces. Lean tools were therefore applied, namely the 5S tools and the skills matrix and job descriptions, in order to eliminate the Lean waste found.

As suggestions for the future, a proposal for a kamishibai chart was drawn up which could help organize and visualize tasks, as well as an ABC analysis of the company's consumables.

The improvements proposed in this work are only the beginning of the process of implementing the Lean philosophy, and the process needs to be monitored in order to achieve significant improvements in the organization's performance.

**Keywords:** Maintenance, Lean Philosophy, Lean Waste

# Índice

Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	ix
<i>Abstract</i> .....	x
Lista de Siglas e Acrónimos .....	xiii
Índice de Tabelas.....	xiv
Índice de Figuras.....	xv
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Enquadramento.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Motivação e Objetivos do trabalho.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Estrutura do documento.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Enquadramento Teórico.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Manutenção.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 Definição de manutenção.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 Evolução de manutenção .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3. Tipos de manutenção .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.4. Estratégias de manutenção.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Filosofia <i>Lean</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.1. Origem do <i>Lean</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2. Fundamentos <i>Lean</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3. Manutenção <i>Lean</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4. Ferramentas <i>Lean</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5. Benefícios do <i>Lean</i>.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.6. Desperdícios <i>Lean</i> .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.7. Tipos de desperdícios <i>Lean</i>.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.8. Desperdícios <i>Lean</i> na manutenção .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.9. Metodologias para avaliação do nível de desperdícios .....</b>	<b>40</b>

<b>3. Caso de estudo .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. Caracterização e Enquadramento da empresa.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2. Mapeamento do processo produtivo.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3. Indicadores de <i>performance</i> .....</b>	<b>48</b>
<b>3.3. Plano de implementação de ferramentas <i>Lean</i> na Ecotejo.....</b>	<b>50</b>
<b>3.3.1. Etapa de diagnóstico .....</b>	<b>50</b>
<b>3.3.2. Etapa de planeamento e desenvolvimento.....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.3. Etapa de implementação.....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.4. Etapa de monitorização e outras ações a desenvolver .....</b>	<b>78</b>
<b>4. Conclusões e reflexões .....</b>	<b>89</b>
<b>5. Limitações e trabalho futuro .....</b>	<b>92</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo I – Questionário de diagnóstico de desperdícios <i>Lean</i> na Ecotejo .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo II – <i>Checklist</i> 5S.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo III – Modelo de registo de rastreabilidade de equipamentos do escritório .....</b>	<b>108</b>
<b>Anexo IV - Matriz de competências da Ecotejo .....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo V – Descritivo de funções da Ecotejo .....</b>	<b>113</b>

## **Lista de Siglas e Acrónimos**

ACE – Agrupamento complementar de empresas

CLP - Controlador lógico programável

DFSS - *Design-For-Six-Sigma*

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar

EOQ - *Economic Order Quantity*

ETAR – Estação de tratamento de água residual

IMC - Intensidade de manutenção corretiva

LM - *Lean Maintenance*

MP – Manutenção produtiva

OT – Ordem de trabalho

PDCA - *Plan, Do, Check and Act*

RCA - *Root Cause Analysis*

RCM - *Reliability Centered Maintenance*

ROL – *Reorder level*

ROP – *Reorder point*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

TR – Taxa de reintervenção

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Políticas de Gestão de <i>stocks</i> segundo a Classificação ABC.....	39
Tabela 2 - Metas dos indicadores de <i>performance</i> .....	49
Tabela 3 - Grelha de classificação do nível <i>Lean</i> .....	52
Tabela 4 - Resumo da percentagem de respostas do questionário de desperdícios <i>Lean</i> ..	55
Tabela 5 – Análise detalhada das respostas do questionário de desperdícios <i>Lean</i> .....	56
Tabela 6 – Número de respostas que indicam desempenho <i>Lean</i> por função.....	57
Tabela 7 - Análise das ferramentas <i>Lean</i> a adotar na Ecotejo no âmbito do estudo.....	62
Tabela 8 - Cronograma mensal das atividades a realizar pelo administrativo .....	80
Tabela 9 - Listagem de consumíveis em análise.....	83
Tabela 10 - Análise ABC.....	85
Tabela 11 - Classificação ABC simplificada .....	87
Tabela 12 - Proposta de regras para a classificação ABC.....	88

## Índice de Figuras

Figura 1 - <i>Roadmap</i> do trabalho .....	3
Figura 2 - Linha cronológica da evolução do conceito de manutenção .....	7
Figura 3 - Tipos de manutenção.....	10
Figura 4 - Vantagens e desvantagem da manutenção corretiva e preventiva.....	12
Figura 5 - Pilares do TPM.....	14
Figura 6 - Representação de <i>muda, mura e muri</i> .....	17
Figura 7 - Objetivo da filosofia <i>Lean</i> .....	18
Figura 8 - Os 5 principais princípios <i>Lean</i> .....	19
Figura 9 - Os 5 passos para a implementar o <i>gemba walk</i> .....	23
Figura 10 - Modelo dos cartões da auditoria <i>kamishibai</i> .....	24
Figura 11 - Exemplo de um mapeamento de fluxo de valor .....	25
Figura 12 - Quatro símbolos de processo da ISO 5807:1985. ....	26
Figura 13 - Aplicação da ferramenta 5S no contexto de trabalho .....	27
Figura 14 - Desperdícios <i>Lean</i> .....	32
Figura 15 - Desperdícios <i>Lean</i> na manutenção .....	34
Figura 16 - Gráfico da análise ABC.....	38
Figura 17 - Organograma funcional da Ecotejo.....	44
Figura 18 - Distribuição geográfica da prestação de serviços da Ecotejo.....	45
Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo da Ecotejo .....	47
Figura 20 - Plano de implementação de ferramentas <i>Lean</i> na Ecotejo .....	50
Figura 21 - Excerto do questionário de desperdícios <i>Lean</i> .....	54
Figura 22 – Percentagem de respostas que indicam desempenho <i>Lean</i> normalizadas por função.....	58
Figura 23 - Melhorias de organização no armazém .....	65
Figura 24 - Melhorias de normalização no armazém.....	67
Figura 25 - Armazém antes da utilização da ferramenta 5S .....	68
Figura 26 - Armazém depois da aplicação da ferramenta 5S.....	69
Figura 27 - Melhorias de organização no escritório.....	71
Figura 28 - Armário de equipamentos antes da aplicação da ferramenta 5S .....	72
Figura 29 - Armário de equipamentos depois da aplicação da ferramenta 5S.....	72
Figura 30 - Instalação de novas prateleiras na viatura .....	73
Figura 31 - Melhorias de normalização das viaturas .....	74
Figura 32 - Viaturas antes da utilização da ferramenta 5S.....	75

Figura 33 - Viaturas depois da utilização da ferramenta 5S .....	75
Figura 34 – Exemplo de matriz de competências .....	77
Figura 35 - Exemplo de descritivo de funções.....	78
Figura 36 - Proposta de quadro <i>kamishibai</i> da Ecotejo.....	82
Figura 37 - Representação gráfica da análise ABC .....	87

# 1. Introdução

O primeiro capítulo deste trabalho denomina-se de introdução e tem o objetivo de contextualizar o tema do presente trabalho, expor os objetivos e a metodologia utilizada no estudo, assim como a estrutura do mesmo.

## 1.1. Enquadramento

O aumento crescente do desenvolvimento tecnológico, o aumento de complexidade dos sistemas de produção e a necessidade de satisfazer clientes cada vez mais exigentes no que toca à qualidade de produtos e serviços que adquirem, exige que as organizações aumentem as suas eficiências operacionais e maximizem os seus benefícios ao mais baixo custo. O setor de tratamento de águas residuais não é exceção, e assim como demais setores de atividade devem melhorar ao máximo a utilização dos seus recursos necessários para todos os seus processos (energia, pessoal, manutenção, etc). Todas as alterações que têm vindo a ocorrer nos últimos anos orientam as organizações para abordagens mais holísticas e multidisciplinares. Este contexto propicia as alterações que têm vindo a ocorrer na gestão de manutenção que vieram tornar-se numa função empresarial estratégica essencial a muitos setores de atividade (Sharma et al., 2011).

As atividades de manutenção são essenciais para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e minimizar os riscos inerentes a possíveis quebras e paragens do sistema produtivo, e melhorar os níveis de fiabilidade e produtividade dos sistemas de produção envolvidos, bem como aumentar a rentabilidade das operações. É fundamental uma gestão adequada das atividades de manutenção e planeamento das tarefas, de forma a garantir que os equipamentos estão em condições adequadas e que não existem paragens inesperadas do sistema produtivo (Hernández-Chover et al., 2020).

No passado, a manutenção era vista como um mal necessário nas organizações, sendo apenas utilizada de forma limitada, com função meramente corretiva e utilizada apenas em situações de emergência. Nos dias de hoje, a manutenção é uma função estratégica para as organizações e a utilização de uma abordagem *Lean* nos serviços de manutenção e outros serviços, podem conduzir à utilização de práticas de trabalho que potenciam a criação de valor e a redução de custos e esforços dos trabalhadores (Abdullah & Almutairi, 2020). A filosofia *Lean* foi usada pela primeira vez pela Toyota (Womack et al., 1990) e, mais tarde disseminada por todo o mundo, tendo como objetivo minimizar custos e eliminar desperdícios em qualquer operação ou processo (Abdullah & Almutairi, 2020).

A utilização de abordagens que têm como objetivo a melhoria contínua e que permitem a eliminação de desperdícios, têm vindo a ser reconhecidas como fundamentais para as organizações ambientalmente e socialmente responsáveis, uma vez que, a eliminação de desperdícios pode levar à obtenção de ganhos ambientais, sociais e económicos. Numa organização, os desperdícios são atividades que absorvem recursos, custos e tempo, e não agregam valor ao produto/serviço (Pessoa et al., 2009), e que podem levar à insatisfação de clientes, funcionários, bem como a degradação ambiental (Mostafa & Dumrak, 2015).

## **1.2. Motivação e Objetivos do trabalho**

O presente estudo tem como objetivo principal a realização de um plano de implementação de ferramentas *Lean* com vista a melhoria dos processos de uma organização da área de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais. Desta forma, o trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Efetuar o diagnóstico do nível de desperdícios *Lean* da organização;
- Identificar a existência de desperdícios *Lean*;
- Classificar a organização relativamente ao seu nível de maturidade *Lean*;
- Selecionar as ferramentas *Lean* a implementar na organização em estudo;
- Implementar as ferramentas *Lean* na organização de forma a reduzir os desperdícios encontrados anteriormente;
- Propor ações futuras a desenvolver.

Com a realização deste trabalho, espera-se melhorar o desempenho da organização, a sua produtividade e a satisfação dos colaboradores.

Na figura 1 apresenta-se o *roadmap* de atividades a realizar no decorrer do trabalho, com uma primeira etapa de diagnóstico de desperdícios *Lean*. Em seguida, é feita a análise e discussão dos dados obtidos e a identificação dos desperdícios *Lean* existentes na organização. Posteriormente é realizada a classificação do nível de maturidade *Lean* da organização. Segue-se uma fase de planeamento e desenvolvimento das atividades a realizar, assim como a seleção das ferramentas *Lean* a implementar na organização durante o tempo de execução deste projeto. Como última etapa do *roadmap*, segue-se a fase de aplicação das ferramentas *Lean*, e a sua posterior monitorização.

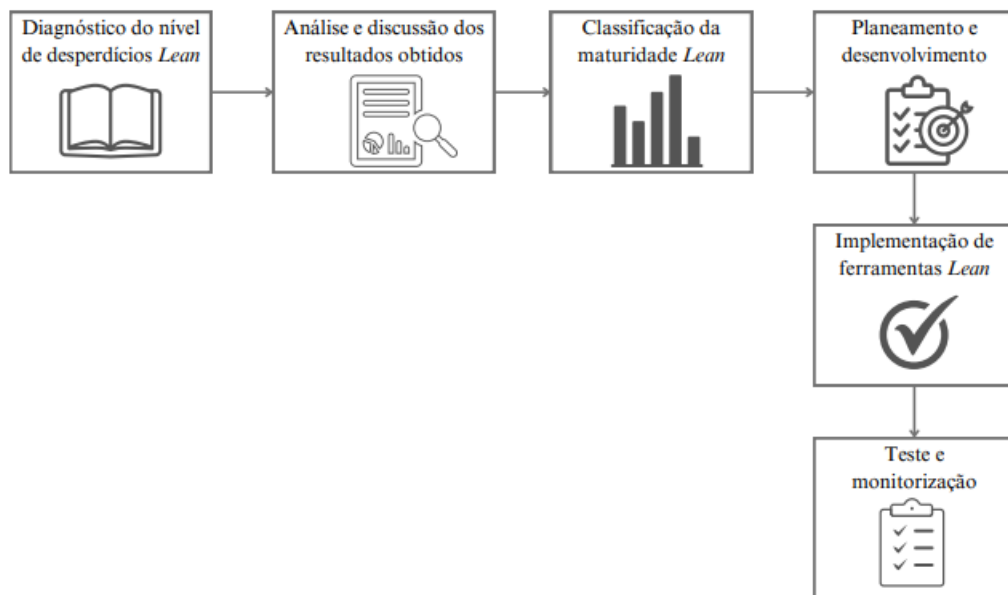


Figura 1 - *Roadmap* do trabalho (elaboração própria)

### 1.3. Estrutura do documento

O presente trabalho, encontra-se estruturado num conjunto de cinco capítulos, dos quais:

- No Capítulo 1 apresenta-se um enquadramento do trabalho, motivação, objetivos, assim como a sua estrutura;
- O Capítulo 2 diz respeito ao enquadramento teórico, onde é feita uma revisão bibliográfica e são abordados vários aspetos relacionados com a manutenção, filosofia *Lean*, e desperdícios *Lean*. Este enquadramento teórico pretende expor a informação que foi recolhida através da análise às referências bibliográficas consideradas relevantes para a compreensão da temática em estudo e que possam fornecer informação auxiliadora do cumprimento do objetivo do projeto;
- No Capítulo 3 consta o caso de estudo, onde é apresentada e caracterizada a empresa envolvida no projeto, onde se descreve a sua história, estrutura funcional, objetivos organizacionais e outros aspetos relevantes para o trabalho realizado. De seguida, é explicado o plano de implementação de ferramentas *Lean* na empresa em estudo, detalhando cada etapa efetuada, começando pela etapa de diagnóstico, seguida da etapa de planeamento e desenvolvimento, seguida da etapa de implementação, terminando na etapa de monitorização e outras ações a desenvolver;
- O capítulo 4 refere-se à conclusão do trabalho e reflexões sobre o mesmo;
- Por fim no capítulo 5, são apresentadas as limitações encontradas no decorrer do trabalho e sugestões de trabalho futuro.

## 2. Enquadramento Teórico

O segundo capítulo deste trabalho denomina-se de enquadramento teórico e tem o objetivo de contextualizar o tema do trabalho, através da revisão de literatura. Este capítulo é dividido em duas secções, nomeadamente a secção 2.1 referente à manutenção, e a secção 2.2 referente à filosofia *Lean*.

### 2.1. Manutenção

Ao longo dos anos, as abordagens relacionadas com a manutenção têm vindo a sofrer algumas alterações. Desde que a humanidade começou a fabricar dispositivos que atendiam aos seus requisitos, nasceu a necessidade de manutenção. Os primeiros registos de manutenção foram encontrados no antigo Egito, num documento, onde é mencionada uma interrupção do fornecimento de madeira de cedro devido à necessidade de manutenção de um barco (Poor et al., 2019).

A Manutenção tem sofrido uma evolução constante ao longo das últimas décadas, assumiu notória importância a partir dos anos 50, desempenhando um papel determinante na década de 70, conforme referido na secção 2.1.1. do presente trabalho (Cabral, 2006).

#### 2.1.1 Definição de manutenção

Existem muitas definições de manutenção e, conseqüentemente, variadas abordagens da mesma. Este conceito evolui de maneira constante com o tempo pelo que, vão ser enumerados, de seguida, algumas definições de manutenção pertinentes para o presente estudo (Merkt, 2019).

Gits (1994) acreditava que a manutenção industrial era um processo exigido pelo sistema de produção e que, era o principal meio de conversão de entradas em saídas.

Considerava ainda que, o termo manutenção referia-se a todas as medidas que contribuem para manter e reconstruir máquinas e equipamentos numa condição desejada.

De acordo com Moubray, 1997, a manutenção visa a: “Assegurar que os itens físicos continuem a satisfazer as necessidades dos utilizadores.”

Assim como Kobbacy et al., 2008, afirmam que a manutenção pode ser considerada como: “Conjunto de atividades necessárias para manter elementos físicos na sua condição operacional desejada, ou para restaurá-los para essa condição.”

Segundo a norma portuguesa NP 13306:2021 a manutenção é definida como: “o conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, produto ou serviço, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função desejada.”

De acordo com as definições descritas anteriormente, é possível verificar que à medida que os anos avançam, a definição de manutenção vai aproximando-se da definição que conhecemos atualmente dada pela norma europeia 13306:2021. A consideração dos diferentes tipos de definição de manutenção, permite confirmar a ideia descrita na próxima secção 2.2.1 referente à evolução histórica da manutenção, uma vez que, as primeiras definições referem que, a manutenção está presente para satisfazer as exigências do sistema produtivo, e assegurar que todos os elementos físicos das máquinas estejam em boas condições para satisfazer as necessidades dos utilizadores. Mais tarde, a manutenção passa a ser vista como a combinação de várias ações técnicas que visam a manter o máximo tempo possível o ciclo de vida de um item ou bem.

### **2.1.2 Evolução de manutenção**

A abordagem de manutenção tem vindo a sofrer algumas alterações, tendo início após a Segunda Guerra Mundial (Smith & Hawkins, 2004). Nesta época as máquinas, equipamentos e ferramentas eram sujeitas a um desgaste extremo, o que provocava várias vezes avarias e danos nestes equipamentos. Desde a primeira revolução industrial a manutenção só era realizada quando as máquinas paravam ou não funcionavam, a este tipo de manutenção é chamada de manutenção corretiva. A estratégia de "deixar o aparelho funcionar até à falha" foi amplamente utilizada até 1945 e, em parte, até a década de 50, devido às dificuldades de recolha e análise de dados (Farinha, 2011). Os trabalhos de manutenção consistiam principalmente em reparar peças danificadas e realizar atividades simples, como limpeza e lubrificação (Poor et al., 2019).

De acordo com Poor et al., 2019, a evolução da manutenção pode ser dividida em diferentes gerações segundo uma linha temporal, conforme apresentado na Figura 2.

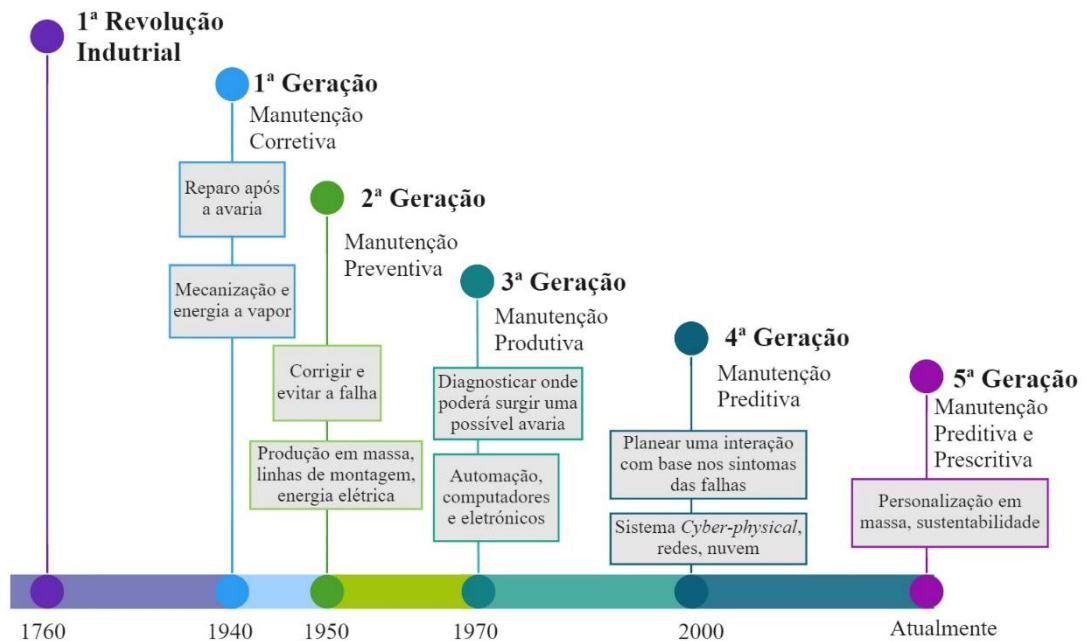


Figura 2 - Linha cronológica da evolução do conceito de manutenção (Adaptado de: Poor et al., 2019)

De acordo com a figura 2, a manutenção pode ser interpretada da seguinte forma, de acordo com cada geração:

- **1ª Geração** - detetar a avaria e reparar;
- **2ª Geração** - corrigir e evitar a avaria;
- **3ª Geração** - diagnosticar onde poderá surgir uma possível avaria;
- **4ª Geração** - planear uma intervenção com base nos sintomas das falhas;
- **5ª Geração** – realizar previsões com base na análise de dados e em dados recolhidos.

A primeira revolução industrial, foi a principal impulsionadora da evolução da sociedade, caracterizando-se pela mudança no uso de fontes de energia, formas de transporte, transferência de informações e industrialização da produção. O símbolo da primeira revolução industrial foi uma máquina a vapor inventada por James Watt em 1765 (Poor et al., 2019). Este foi também um período crucial de mudanças sociais, culturais e políticas em diversos países, que levou ao aumento maciço na produtividade do trabalho através da introdução de novas formas de agricultura. Neste período as mudanças

verificadas levaram à industrialização dos países, com a transformação de um país agrário num país industrial (Poor et al., 2019).

A **primeira geração** trouxe o conceito de manutenção corretiva, com a estratégia de "reparação após avaria" (Trojan & Marçal, 2017). O objetivo deste tipo de manutenção é retomar o funcionamento normal da máquina após uma avaria. Esta estratégia era a estratégia mais fácil e que naturalmente acontecia, uma vez que as máquinas eram bastante simples e, portanto, não havia necessidade de um especialista que soubesse reparar. Ainda hoje, a manutenção corretiva é a atividade de manutenção mais utilizada com mais de 55% de utilização, de acordo com Bloch & Geitner, (1997).

Com o aumento da complexidade das máquinas, a produção industrial cresceu exponencialmente, dando espaço para o aparecimento da **segunda geração** (Campbell et al., 2011). A **segunda geração**, por sua vez, trouxe elementos conceituais para o desenvolvimento da manutenção preventiva, que se baseia em manutenções programadas, planeamento das atividades de manutenção e controlo dos sistemas de trabalho (Trojan & Marçal, 2017). As avarias causavam cada vez maiores gastos, dando espaço para o aparecimento das primeiras tentativas de manutenção preventiva. Em 1919, Henry Ford recomendou a manutenção preventiva no seu Ford Manual (Ford Motor Company, 1919).

O desenvolvimento deste conceito, permitiu evitar falhas do sistema durante a operação, especialmente quando o processo é dispendioso e/ou perigoso, e permitiu menos tempos de inatividade (Poor et al., 2019) (Trojan & Marçal, 2017).

Na **terceira geração**, a evolução das técnicas de monitorização e de análise de falhas e estudos de riscos, possibilitaram a existência do conceito de manutenção produtiva (Trojan & Marçal, 2017). O início da terceira revolução industrial é associado à automação, eletrónica e expansão da informação, uma vez que, em 1969, surgiu o primeiro controlador lógico programável (CLP). Este é um pequeno computador industrial, que controla uma unidade e permite a automação de processos em tempo real (Campbell et al., 2011) (Poor et al., 2019). Na **terceira geração** surgiu uma nova abordagem, a manutenção produtiva (também conhecida como MP), que combina manutenção corretiva e manutenção preventiva com uma análise orientada dos dados. Esta nova estratégia, tem como objetivo identificar e resolver os problemas que podem levar a avarias em primeiro lugar, como lubrificação imprópria, desalinhamento, contaminação e outras condições que não são desejáveis. A manutenção produtiva permite o aumento da vida útil do equipamento, diminui o tempo de paragens próprias, menor *stock* de peças e maior eficiência económica da produção. Porém, o maior desafio

desta abordagem é a necessidade de mudança de paradigmas e de cultura organizacional (Campbell et al., 2011)(Farinha, 2011).

Duas estratégias conhecidas foram desenvolvidas durante o período da terceira revolução industrial, o método *Total Productive Maintenance* (TPM) com origem no Japão e o método *Reliability Centered Maintenance* (RCM) com origem nos Estado Unidos da América (Cabral, 2006) (Poor et al., 2019). Estes 2 métodos serão abordados na secção 2.1.4. referente às estratégias de manutenção.

A **quarta geração** ou indústria 4.0, é uma abordagem que permite prevenir a falha, analisando dados de produção com identificação de padrões, antes da ocorrência de avarias. Esta geração, é caracterizada pela utilização da manutenção preditiva, que inclui a monitorização contínua em tempo real dos processos de trabalho, combinado com dados externos (por exemplo, dados ambientais, dados de uso, etc.) com alertas baseados em técnicas preditivas. Os componentes básicos da manutenção preditiva no contexto da indústria 4.0 são: sensores, sistema *cyber-physical*, redes, nuvens, redes móveis, e inteligência artificial (Farinha, 2011) (Trojan & Marçal, 2017).

A **quinta geração** ou indústria 5.0 segue uma abordagem centrada no ser humano combinada com *software* e *hardware*, com o objetivo de aumentar a eficiência, integrar fluxos de trabalho, evitar desperdícios, melhorar a logística e criar produtos personalizados de qualidade (Psarommatis et al., 2023).

Esta geração caracteriza-se pela utilização da manutenção preditiva, contudo as utilizações de outras tecnologias vão fazer com que evoluam para manutenção prescritiva (Psarommatis et al., 2023). A manutenção prescritiva é cognitiva, e recorre a dados de manutenção (como registos, informação de monitorização da condição e algoritmos preditivos) para executar cenários hipotéticos (Psarommatis et al., 2023). É possível recolher dados que podem eliminar a incerteza na realização de previsões sobre problemas de manutenção, permitindo que um sistema inteligente faça previsões. Combinando a análise de dados e os dados recolhidos a partir de sensores e detetores, é possível fazer previsões específicas (Cortés-Leal et al., 2022). Por exemplo, um sensor de temperatura numa peça de equipamento pode alertar o sistema de manutenção inteligente de que algo não está normal e que o equipamento está a ficar demasiado quente. Alguns exemplos das tecnologias que possibilitam a indústria 5.0 são, *robots* colaborativos, Internet de Tudo (IoE), 6G, entre outras (Cortés-Leal et al., 2022).

### 2.1.3. Tipos de manutenção

No contexto empresarial da manutenção, as organizações procuram um equilíbrio entre evitar falhas que causem atrasos na produção e ao mesmo tempo, procuram minimizar os custos associados à manutenção (Poor et al., 2019).

A categorização dos diferentes tipos de manutenção não é uma questão unânime entre os vários autores pesquisados, pois existem diversas maneiras de dividir os tipos de manutenção existentes. Neste trabalho foi considerada a classificação de acordo com a NP 13306:2021, que define vários tipos de manutenção, conforme Figura 3 (NP 13306:2021):

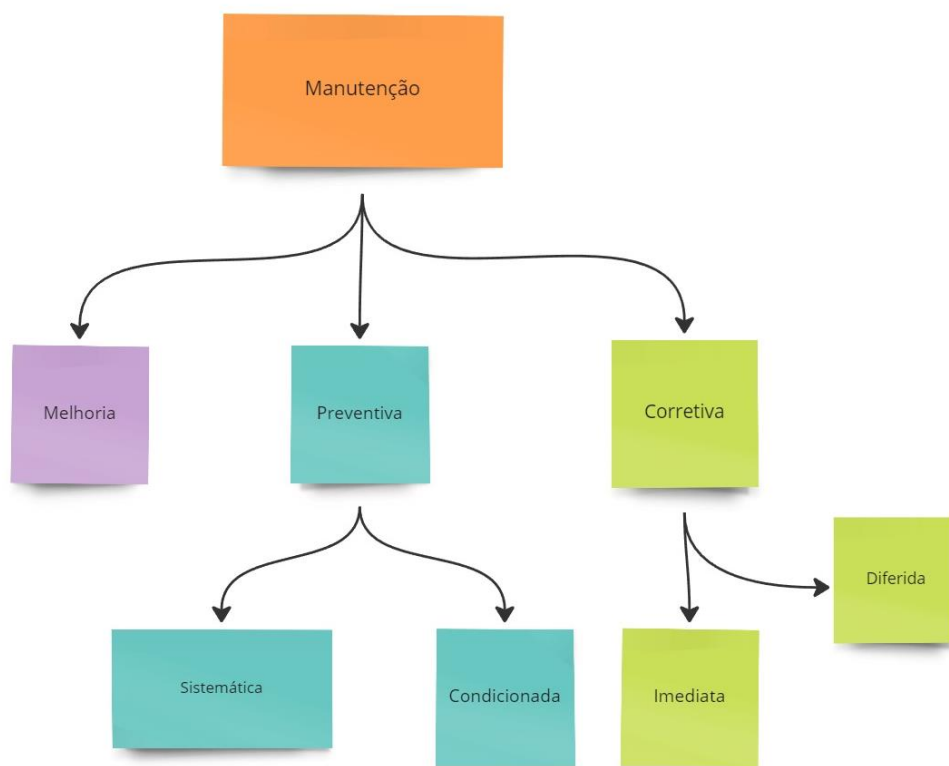


Figura 3 - Tipos de manutenção (Adaptado de: NP 13306:2021)

De acordo com a NP 13306:2021, a manutenção divide-se em três grandes grupos:

- **Manutenção de melhoria** – “As atividades de melhoria têm o objetivo de otimizar a segurança de funcionamento de um equipamento, sem que seja modificada a função requerida.”
- **Manutenção corretiva** – “Manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida.”

- **Manutenção preventiva** – “Manutenção que é efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.”

Já Gulati, 2009, distingue a manutenção de forma semelhante:

- **Manutenção preventiva** – tarefas executadas para detetar falhas e defeitos, de forma que, o item mantenha o seu funcionamento;
- **Manutenção corretiva** – também denominada de “reparação”, é realizada para corrigir avarias, com vista a que o item volte a funcionar.

Vários autores referem que, a manutenção preventiva deve ser privilegiada em prol da manutenção corretiva, contudo essa é uma decisão da organização e depende de vários fatores como, a área de negócio, tipo de equipamentos, desenvolvimento tecnológico, entre outros.

A manutenção preventiva é baseada na inspeção, substituição de componentes e revisão em intervalos de tempo fixo, independentemente da condição do item, como por exemplo, a troca ou adição de óleos, troca de filtros, lubrificação de peças e limpeza. Geralmente, são elaborados planos de manutenção com o objetivo de programar as ações de manutenção a realizar, de forma a garantir a fiabilidade da máquina/equipamento e a sua disponibilidade (Duffuaa & Haroun, 2009).

Quando um item falha ou deixa de funcionar, existe uma perda total ou parcial da sua função e a sua operação é interrompida. Estes tipos de situações podem acontecer devido a peças defeituosas, produção reduzida e condições inseguras. Muitas vezes, interrupções de funções que não recebem a devida atenção, rapidamente transformam-se em paralisações. Na maioria das vezes, características como vibrações, ruídos, deformações, folgas, corrosões e calor excessivo, são indicadores de problemas iminentes, contudo, estas características muitas vezes são negligenciadas e ignoradas como não sendo suficientes para provocar uma falha no bem (Cabral, 2006).

Uma forma adequada e eficaz de alcançar a meta de “zero falhas” é descobrir e corrigir anomalias ocultas antes que a falha realmente ocorra. Este é o conceito fundamental de manutenção, especificamente da manutenção preventiva (Gulati, 2009).

Cada organização enfrenta situações distintas, no entanto, a deterioração de máquinas e equipamentos é um obstáculo comum a todas. Para evitar perdas e assegurar

um adequado desempenho na manutenção, é conveniente a combinação da manutenção corretiva e da manutenção preventiva. Esta combinação possibilitará a atualização da informação sobre a condição do equipamento e, permite a prontidão de atuação com o objetivo de implementar medidas que promovam a eficiência máxima (Gulati, 2009).

Na figura 4, estão identificadas as principais diferenças da manutenção corretiva e da manutenção preventiva, enumerando algumas vantagens (identificadas com o sinal “+”) e desvantagens (identificadas com o sinal de “-“) de cada uma delas.

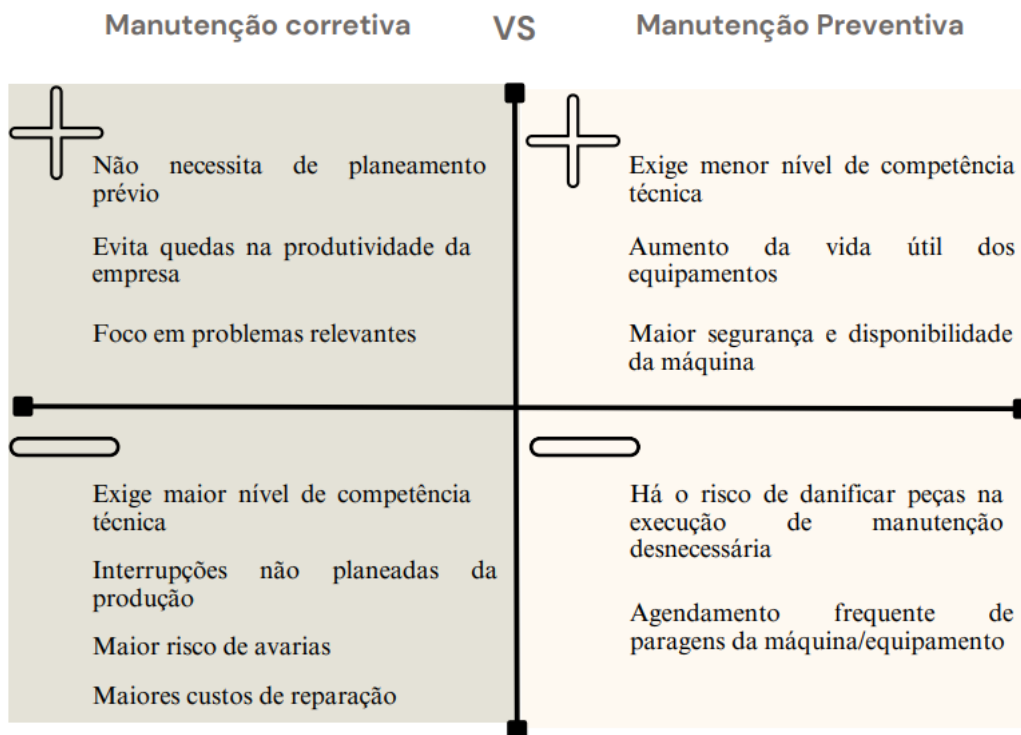


Figura 4 - Vantagens e desvantagem da manutenção corretiva e preventiva (elaboração própria)

#### 2.1.4. Estratégias de manutenção

A filosofia *Lean* é uma abordagem de gestão que teve origem no sistema de produção da Toyota, também conhecido como *Toyota Production System* (TPS). Esta filosofia foca-se na eliminação de desperdícios, na melhoria contínua e na entrega de valor aos clientes. De seguida serão apresentadas algumas ferramentas *Lean*, particularmente comuns na manutenção (Womack et al., 1996).

## **Manutenção Produtiva Total**

A manutenção produtiva total (TPM, do inglês *Total Productive Maintenance*), nasceu nos anos 60 com o grande objetivo do envolvimento de todas as pessoas no aumento da produtividade e na eliminação de custos (Poor et al., 2019). O autor do TPM é Seichi Nakajima, um japonês que estudou sistemas de Manutenção Preventiva e que desenvolveu o seu projeto que mais tarde introduziu em empresas japonesas (Cabral, 2006). A sigla TPM significa (Adesta et al., 2018):

- T – Total, o que significa o envolvimento de todo o pessoal/colaboradores da empresa;
- P – Produtivo, o que significa que as atividades TPM são executadas tanto quanto possível, não interferindo na produtividade da empresa;
- M – Manutenção, que significa a seleção do método mais adequado/eficaz de manutenção.

Na utilização do TPM, é realizado um conjunto de atividades de manutenção ao longo da vida útil de uma máquina, com o objetivo de melhorar a sua precisão, fiabilidade, desempenho e eficiência, bem como reduzir todas as perdas associadas (Cabral, 2006). Faz parte desta filosofia de produção, englobar todos os departamentos e colaboradores e, interligar a manutenção e a produção com a segurança técnica da construção e tecnologia do equipamento (Poor et al., 2019). Esta abordagem é aplicável a todas as organizações onde a produção é baseada no trabalho de operadores, tendo por base os seguintes objetivos (Poor et al., 2019):

- Zero tempos de inatividade;
- Zero erros;
- Zero distúrbios.

A introdução desta filosofia, começa com a melhoria do local de trabalho, onde é feita a limpeza das máquinas e a verificação das suas condições de trabalho. O segundo passo diz respeito aos operadores das máquinas, que aprendem a "entender a máquina", e a compreender o seu comportamento (Poor et al., 2019).

As ferramentas do TPM estão organizadas em pilares, com um número que varia dependendo do autor. A estrutura mais comum do TPM compreende oito pilares, dos quais (conforme figura 5) (Tortorella et al., 2022):

1. Manutenção autónoma;

2. Melhoria focada;
3. Manutenção planeada;
4. Qualidade de manutenção;
5. Educação e formação;
6. Segurança, saúde e meio ambiente;
7. *Lean office*;
8. Controlo e monitorização.

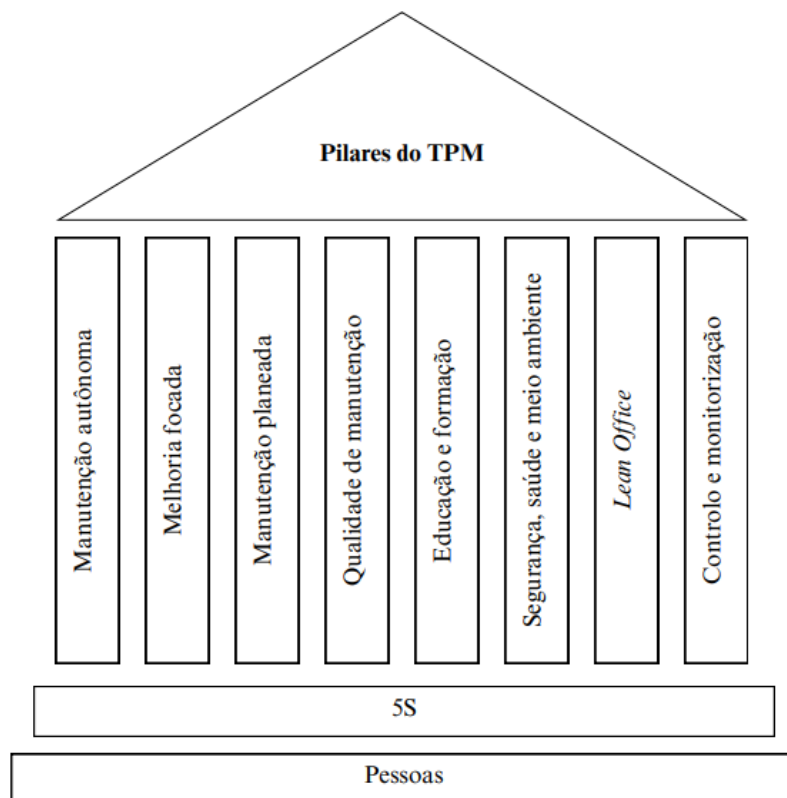


Figura 5 - Pilares do TPM (elaboração própria)

Na implementação do TPM a utilização da ferramenta 5S é essencial, uma vez que, tem o objetivo de tornar os espaços de trabalho mais organizados, limpos e consequentemente mais funcionais (Cabral, 2006). Em conjunto com a ferramenta 5S, o envolvimento das pessoas é fundamental para conhecerem a máquina ou equipamento e fazerem um correto diagnóstico do estado da mesma.

A grande diferença entre o TPM e a manutenção tradicional, é que o TPM reforça a comunicação e proatividade dos colaboradores, reduzindo a frequência de paragens, ajustes, e promove a estabilidade da produção. Por outro lado, a manutenção tradicional

tende a ser mais reativa, atuando apenas após uma falha ou avaria da máquina (Tortorella et al., 2022).

A disseminação da implementação do TPM em diferentes setores da indústria tem sido amplamente divulgada, destacando o seu papel na melhoria contínua das organizações (Tortorella et al., 2022).

### **Manutenção baseada na fiabilidade**

A Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM, do inglês *Reliability Centered Maintenance*) é uma estratégia baseada na avaliação constante dos equipamentos para que estes aumentem a sua fiabilidade (Farinha, 2011).

Esta estratégia prevê possíveis falhas dos equipamentos e, conseqüentemente, avalia a “fiabilidade” do mesmo. De acordo com Sajaradj et al., (2019), o objetivo do RCM é:

- Determinar o programa de manutenção adequado e com menor risco de falhas;
- Melhorar a manutenção através do foco em equipamentos de função crítica e, evitar ações de manutenção desnecessárias;
- Aumentar as tarefas de manutenção que se referem a históricos de falhas ou reparações.

Um dos seus objetivos desta estratégia é a melhoria das atividades de manutenção, de forma sistemática, mantendo a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos (Afefy et al., 2019). Podemos dizer que, esta abordagem foca-se na fiabilidade de cada equipamento e não na funcionalidade de cada um deles, uma vez que, uma máquina é tão fiável quanto maior for a sua disponibilidade para cumprir a sua função (Poor et al., 2019).

Esta estratégia baseia-se numa probabilidade estatística cujo resultado permitirá perceber a probabilidade de ocorrer uma avaria ou, por outro lado, a probabilidade quase nula de a avaria acontecer (Farinha, 2011).

Desta forma, o RCM também é capaz de avaliar possíveis causas de falhas de equipamentos (por exemplo, manutenção negligenciada, desgaste, etc.), o que permite uma vantagem na relação ao custo-benefício, fiabilidade, e uma maior compreensão da dimensão do risco (Poor et al., 2019).

## **2.2. Filosofia *Lean***

O conceito de produção tem evoluído ao longo do tempo, especialmente na transição do modelo de produção artesanal para a produção em série. De acordo com estas mudanças, os processos têm tendência a ficar mais complexos, e conseqüentemente, são impostas às organizações maiores exigências e rigor dos seus processos. Devido a esta mudança de métodos de produção, surgiu a necessidade de controlar o sistema produtivo, os custos e os *stocks*. Desta forma, a análise da história e origem da filosofia *Lean*, é fundamental para entender os principais princípios subjacentes a essa abordagem.

### **2.2.1. Origem do *Lean***

Em 1950 começou a ser desenvolvida a abordagem da Toyota Motor Corporations, que foi para muitos autores a última mudança a nível de paradigmas sobre a forma de “pensar na produção” (Liker & Ross, 2017). A geração anterior a esta, no início do século XX foi marcada com início da produção em massa, com o aparecimento das linhas de produção e linhas de montagem, paradigma iniciado pela Ford Motor Company nos Estados Unidos da América, que revolucionou a indústria e a sociedade da época (Carvalho, 2021). O aparecimento da produção em massa trouxe uma redução de custos de produção significativa e um acesso a produtos que até então não tinha sido possível. A produção em massa é fortemente caracterizada pela necessidade de operadores e a necessidade de repetição de pequenas operações durante longos períodos (Carvalho, 2021). Por isso, este paradigma promoveu o aparecimento de alguns problemas, nomeadamente (Liker & Ross, 2017):

- Maior ocorrência de erros;
- Maior risco de acidentes;
- Maior risco de desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas;
- Maior probabilidade de desmotivação no trabalho (devido à ausência de desafios no trabalho repetitivo).

Após esta primeira mudança de paradigma introduzida pela Ford, anos mais tarde foi desenvolvido no Japão o sistema Toyota de Produção (TPS, do inglês Toyota Production System) (Ohno, 1988). No final da segunda guerra mundial o TPS começou a ser desenvolvido, e os autores afirmavam que esta abordagem assentava em 2 pilares, sendo o primeiro a “redução dos custos através da eliminação de desperdícios” e o

segundo “cuidar dos trabalhadores como seres humanos e com consideração” (Morgan & Liker, 2006).

Na abordagem do TPS, são considerados três inimigos da produção, nomeadamente (conforme figura 6) (Carvalho, 2021):

- *Muda* – desperdício;
- *Mura* – inconsistência;
- *Muri* – sobrecarga.



Figura 6 - Representação de *muda*, *mura* e *muri* (Adaptado de: Carvalho, 2021)

*Muda*, significa desperdício, isto é, qualquer atividade que não gera valor ao produto/serviço, mas consome recursos à empresa. Os desperdícios podem ser classificados em 8 categorias, conforme secção 2.3 referente aos desperdícios *Lean*, do presente trabalho.

*Mura*, corresponde ao conceito de inconsistência ou variabilidade e refere-se a todo o tipo de variações como, por exemplo, processos sobrecarregados ou, por outro lado, com pouca carga, pessoas ocupadas e outras nada ocupadas (Carvalho, 2021).

O terceiro inimigo do TPS é o *muri*, que em japonês significa tensão física ou sobrecarga nas pessoas, ou nos equipamentos. Exemplos de *muri* numa organização são, ações de esticar/baixar/empurrar demasiado, movimentar cargas pesadas, executar movimentos repetitivos e deslocações desnecessárias (Carvalho, 2021).

Assim, a filosofia *Lean* tem um historial de evolução que se baseia no sistema de produção Toyota (Womack et al., 2017), e tem por objetivo a utilização de um conjunto de princípios e técnicas cujo foco é o aumento da qualidade dos produtos e serviços e a redução de todo o tipo de atividades que não acrescentam valor e são consideradas desperdícios (Liker & Ross, 2017). O propósito desta filosofia relaciona-se com a redução

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

dos recursos, evitando falhas, focando-se na satisfação das expectativas dos clientes, de acordo com a figura 7.

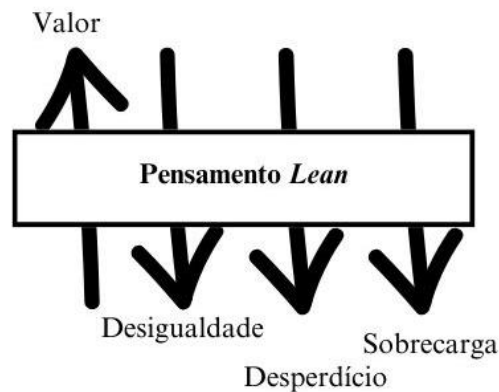


Figura 7 - Objetivo da filosofia *Lean* (Adaptado de: Pessoa & Trabasso, 2017)

A noção de produção *Lean* teve o seu início mais formal no artigo “Triumph of the Lean production System” de Krafcik, 1988, que se familiarizou nos livros de Womack e Jones “The Machine That Changed the World” (Womack et al., 1990) e “Lean Thinking” (Womack et al., 1996) fundadores do Lean Enterprise Institute nos Estado Unidos da América e da Lean Enterprise Academy no Reino Unido, respetivamente.

O sistema de produção *Lean* não fica, contudo, restrito às questões de conceção pois, inclui desde o desenvolvimento dos produtos/serviços, gestão de fornecedores, apoio aos clientes, e de uma forma mais sistémica a gestão global da organização e tal ficou bem patente na publicação de 1990 “A Máquina que Mudou o Mundo” (Womack et al., 1990).

A definição de produção *Lean* é algo que tem vindo a ser objeto de debate ao longo dos anos e várias são as definições que têm surgido. Ohno (1988) refere que esta consiste numa filosofia de gestão que pretende satisfazer as necessidades dos clientes, no menor tempo, com a maior qualidade e com o menor custo (Ohno, 1988). Kevin S. Smith, presidente da TPG (The partnering group) define o *Lean* como: “um conceito, uma metodologia, uma forma de trabalhar; é qualquer atividade que reduz o desperdício inerente a qualquer processo de negócios” (Smith & Hawkins, 2004).

De uma forma simplificada pode-se dizer que o *Lean* pode ser utilizado para simplificar e agilizar processos através da identificação e eliminação de desperdícios.

### 2.2.2. Fundamentos *Lean*

Os cinco princípios da filosofia *Lean* foram apresentados em 1996, no livro “*Lean Thinking*” (Womack et al., 1996) e que tornou o *Lean* popular por todo o mundo, estão identificados na figura 8:

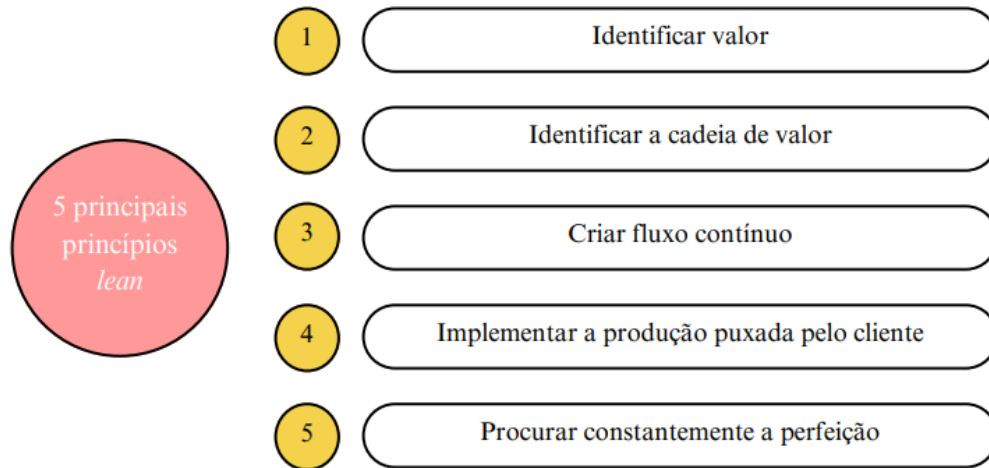


Figura 8 - Os 5 principais princípios *Lean* (Adaptado de: Womack et al., 1996)

Os princípios *Lean*, ajudam a perceber se certo comportamento é adequado ou não e ajudam a selecionar as soluções que melhor se adequam aos princípios da empresa (Womack et al., 1996).

O princípio de identificar o valor consiste em distinguir o que o mercado compreende como valor dos produtos que a empresa oferece. O conceito de valor não é consensual, e muitas vezes é interpretado como sendo tudo aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar, ou o equilíbrio entre a oferta e a procura. O foco deste princípio é entender a diferença entre as operações que acrescentam valor e as operações que não acrescentam valor ao processo (Carvalho, 2021) (Liker & Ross, 2017).

O princípio de identificar a cadeia de valor, pressupõe a identificação de todos os processos (os que acrescentam valor e os que não acrescentam valor) envolvidos na produção de um produto. A ferramenta mais usualmente utilizada para analisar a cadeia de valor é VSM (*Value Stream Mapping*) (Carvalho, 2021) que irá ser abordado no ponto 2.2.4 referente às ferramentas *Lean* do presente trabalho.

O princípio que diz respeito ao criar fluxo contínuo, consiste na fluidez de um sistema produtivo, isto é, todos os materiais, componentes e produtos em curso movem-se na mesma direção com o objetivo do produto acabado, com o mínimo de paragens possíveis. O grande objetivo deste princípio é fazer com que os produtos em curso de

fabrico não parem, ou seja, que estejam sempre a ser transformado em algo e que fluam em direção ao produto final. O objetivo é ir encontrando soluções para melhorar a fluidez do processo (Carvalho, 2021).

O princípio de implementar a produção puxada pelo cliente refere-se à ideia de que uma operação ou processo só é realizado quando a próxima etapa ou processo precisa dele, garantindo assim uma cadeia de produção mais eficiente e alinhada com as necessidades dos clientes. O objetivo é alinhar o fluxo de todos os itens em curso com a procura do produto (Carvalho, 2021).

Por fim, o último princípio referente à procura constante da perfeição, significa a melhoria contínua de uma organização. Este é dos princípios mais importantes, mas também dos mais difíceis de implementar. Com este princípio é possível perceber que, a filosofia *Lean* tem muito mais a ver com fatores humanos, de gestão e de cultura do que qualquer outro conceito. A não utilização do capital humano e da criatividade não utilizada dos colaboradores não levará com certeza à perfeição (Liker & Ross, 2017).

### **2.2.3. Manutenção *Lean***

Uma manutenção eficiente e eficaz é mais importante do que nunca para um maior desenvolvimento, especialmente em tempos de crise financeira e volume de negócios reduzido, aumento dos custos de energia, matéria-prima e mão de obra. Atualmente, gastam-se vários euros por ano nas atividades de manutenção, reparação e remodelação (Poor et al., 2019). Os regulamentos e a legislação são cada vez mais rigorosos, respondendo a requisitos exigentes, não só dos clientes, mas também das tecnologias mais recentes, tendo em conta as necessidades e os princípios económicos e ambientais. No entanto, a indústria moderna não pode funcionar de forma eficiente sem ferramentas rápidas, modernas, inovadoras e ferramentas de manutenção de equipamentos (Poor et al., 2019).

O termo *Lean Maintenance* (LM) que em português significa manutenção *Lean*, foi instituído no século XX. Smith & Hawkins, 2004, caracterizam a manutenção *Lean* como um conjunto de atividades proativas, planeadas e programadas, alinhadas com as estratégias de TPM e de RCM. Na manutenção *Lean*, são adotadas ferramentas *Lean* para as tarefas de manutenção, que poderão levar a uma diminuição de tempo de paragem não programado por meio da simplificação de atividades de manutenção e sobrecarga de tarefas (Abdullah & Almutairi, 2020).

É fundamental idealizar a manutenção *Lean* tendo em consideração as particularidades dos processos de manutenção e encarar como um pré-requisito para o êxito da produção *Lean* (Mouzani & Bouami, 2019).

#### **2.2.4. Ferramentas *Lean***

Além dos princípios já mencionados, a filosofia *Lean* incorpora ferramentas que têm como objetivo simplificar a adoção e a integração dessa filosofia nas organizações. A aplicação da filosofia *Lean* deve seguir uma abordagem consistente na implementação dessas ferramentas, para que as organizações possam obter os benefícios do seu uso. De seguida serão apresentadas algumas ferramentas *Lean*.

#### **RCA (Análise da Causa Raiz)**

O RCA (*Root Cause Analysis*) em português significa análise causa raiz, é uma ferramenta utilizada por diversos setores empresariais, para identificar as razões subjacentes a problemas (Sharp et al., 2017). Esta ferramenta ajuda as empresas a solucionar problemas, contribuindo para a melhoria dos seus processos, redução de custos de produção, produtividade, qualidade e manutenção (Ito et al., 2022).

A análise de causa raiz surge como uma ferramenta de investigação, no seguimento de um problema no sistema produtivo de uma empresa. A partir da utilização desta abordagem, são identificadas as causas raiz do problema e são identificadas as medidas preventivas a adotar para erradicar o problema (Ito et al., 2022). A eliminação das causas raiz são essenciais, uma vez que, um problema só pode ser erradicado de vez se as causas profundas forem corrigidas e eliminadas.

Embora existam várias técnicas disponíveis, a metodologia de RCA geralmente concentra-se em problemas específicos, e os resultados obtidos não estão prontamente disponíveis para serem aplicados em investigações futuras (Sharp et al., 2017).

Para a resolução de problemas, as empresas tendem a seguir seis etapas, das quais (Ito et al., 2022):

1. Detecção;
2. Diagnóstico da causa imediata;
3. Mitigação para restabelecer as condições normais;
4. Análise da causa raiz;

5. Prevenção;
6. Previsão.

### ***Gemba Walk***

*Gemba* é uma palavra de origem japonesa que significa “local real”, e constitui o local onde os processos acontecem (Womack, 2011). A caminhada *gemba*, conhecida como *gemba walk*, é uma prática que consiste em ir até ao “chão de fábrica”, ou por outras palavras à área de trabalho, com o objetivo de observar o processo, compreender o trabalho e aprender através de perguntas. Nesta ferramenta a interação com os colaboradores operacionais é fundamental, realizando questões do tipo “O que?”, “Quem?”, “Onde?”, “Quando?” e “Porquê?” (Womack, 2011).

Essa abordagem proporciona uma compreensão prática que permite identificar desperdícios, problemas e oportunidades de melhoria. É praticada uma observação atenta e uma interação com os trabalhadores, de forma a adquirir conhecimento sobre a área de trabalho em questão e os processos de trabalho a melhorar (Tervene, 2019). É importante ressaltar que a caminhada *gemba* não se trata de encontrar falhas no processo ou corrigir problemas no imediato, mas sim de compreendê-los para mais tarde melhorá-los e se possível eliminá-los.

Na figura 9 são identificados os cinco passos, usualmente seguidos para a implementação do *gemba walk*.

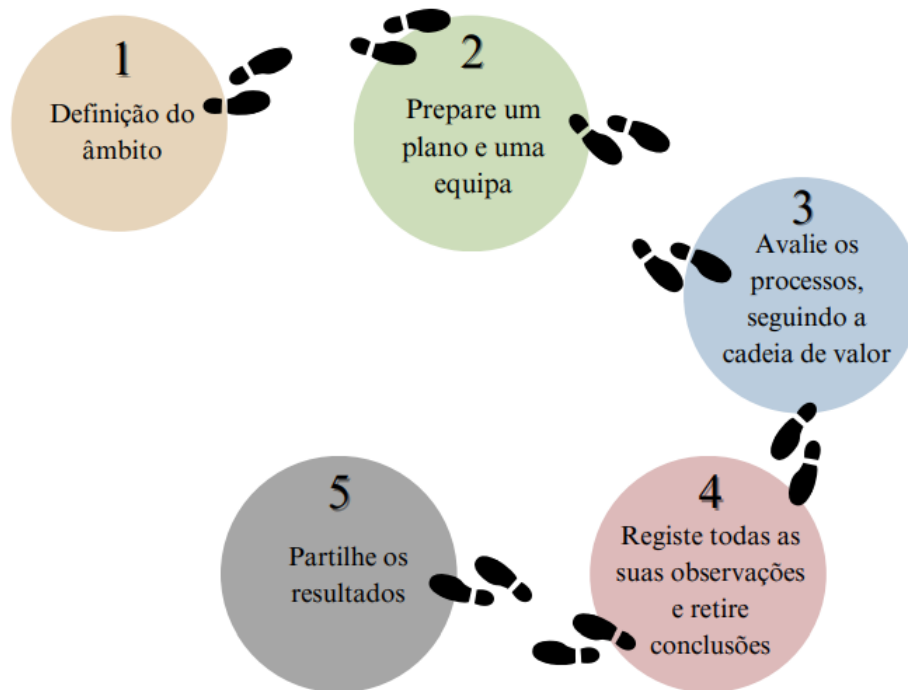


Figura 9 - Os 5 passos para a implementar o *gembu walk* (Adaptado de: (Womack, 2011))

### ***Kamishibai***

A palavra japonesa *kamishibai*, significa “teatro de papel” (Knop & Ulewicz, 2018) e refere-se a um tipo de teatro de rua, tipicamente realizado no Japão, onde eram contadas histórias com a ajuda de um suporte de imagens relacionadas com a história. Cada desenho mostrado ao público possui nas suas costas o texto ou notas, que o autor utilizava para contar a história (Carvalho, 2021).

No contexto da produção, a palavra *kamishibai* é utilizada para designar uma técnica visual que é normalmente usada para informar se uma dada atividade, ou operação, que precisa de ser realizada num período, já foi ou não realizada. Esta técnica tem por base um quadro com cartões, que de um lado são vermelhos e do outro são verdes. Se o lado exposto for o cartão verde, significa que a tarefa em questão já foi executada, se por outro lado for exposto o lado vermelho, significa que a operação ainda não foi realizada (Silva et al., 2016).

O termo *kamishibai* foi incorporado ao conceito de produção *Lean*, como uma ferramenta de auditoria. A auditoria *kamishibai*, é uma das ferramentas utilizadas na produção *Lean* e utilizada pelo Sistema Toyota de Produção (Kaizen Institute, 2013), para auditar um processo em específico. Nesses cartões são colocadas informações sobre o processo que devem ser cumpridos rigorosamente. Caso o *Kamishibai* seja satisfeito na

totalidade é colocado no quadro o cartão *kamishibai* de cor verde, caso contrário é colocado o cartão de cor vermelha (Silva et al., 2016). Na figura 10 está representado um exemplo de cartão de auditoria *kamishibai*.

Cartão auditoria #4	Cartão auditoria #4
<p><b>1.Trabalho padronizado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Os empregados estão a trabalhar na sequência correta?</li><li>Os produtos estão a sair de acordo com a especificação?</li></ul>	<p><b>1.Trabalho padronizado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Os empregados estão a trabalhar na sequência correta?</li><li>Os produtos estão a sair de acordo com a especificação?</li></ul>
<p><b>2.Instruções de trabalho:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>As instruções de trabalho estão disponíveis e de fácil acesso a todos os empregados?</li></ul>	<p><b>2.Instruções de trabalho:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>As instruções de trabalho estão disponíveis e de fácil acesso a todos os empregados?</li></ul>
<p><b>3.5S:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Todas as ferramentas e equipamentos estão em boas condições de utilização?</li><li>Todos os itens estão guardados no respetivo lugar?</li></ul>	<p><b>3.5S:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Todas as ferramentas e equipamentos estão em boas condições de utilização?</li><li>Todos os itens estão guardados no respetivo lugar?</li></ul>

Figura 10 - Modelo dos cartões da auditoria *kamishibai* (adaptado de: Silva et al., 2016)

Apesar desta ferramenta ser usualmente aplicada no âmbito de auditorias, também pode surgir de forma diferente consoante a necessidade da organização. Tomando como exemplo o departamento de manutenção de uma empresa de prestação de serviços, é utilizada a técnica *kamishibai*, com o objetivo de que nenhuma tarefa diária seja esquecida e fique por fazer. O objetivo é que ao final de cada dia todos os cartões correspondentes às tarefas diárias estejam virados para o lado verde, indicando que todas as tarefas foram realizadas. De seguida, todos os cartões são virados para o lado vermelho, fazendo uma espécie de reiniciação do sistema, para que no dia seguinte, se comece por fazer as tarefas assinaladas como “não realizadas”. Se no final do dia, existiram cartões com o lado vermelho exposto, significa que alguém se esqueceu de realizar alguma tarefa (Carvalho, 2021).

Esta é uma ferramenta de gestão visual, simples e económica de implementar e utilizada pelas empresas, pelo facto de permitir que a informação seja facilmente compreendida. De acordo com vários estudos, um dos motivos pelos quais a informação

é facilmente compreendida e que leva à eficácia desta técnica, deve-se ao facto de ser através da visão que recolhemos a maior quantidade e informação (Pinto, 2014).

### **Value Stream Mapping**

A ferramenta de VSM (*Value Stream Mapping*) que em português significa mapeamento do fluxo de valor, é uma das estratégias comum na abordagem *Lean*. Essa ferramenta tem a finalidade de mapear, de maneira mais precisa, a representação visual do fluxo de materiais ao longo dos diversos procedimentos numa empresa, abrangendo desde a aquisição de materiais e matérias-primas até o envio dos produtos ao cliente. A utilização desta ferramenta permite aos colaboradores da empresa discutir e analisar os principais obstáculos no fluxo que podem estar a impedir a eficácia do processo (Carvalho, 2021).

Usualmente, os mapas de VSM são representados através de uma imagem numa única folha, de forma a apresentar claramente uma ideia e a fornecer uma visão abrangente de todo o fluxo de valor. Nos mapas de VSM são usados símbolos e linhas que indicam ações específicas como transporte, operações, *stock*, espera, fluxos de informação, processos, dados de processo e outras informações. Inclui-se ainda, uma linha temporal de forma a identificar o tempo gasto em cada processo (Pyzdek, 2021). A figura 11 apresenta um exemplo de um mapeamento de fluxo de valor.

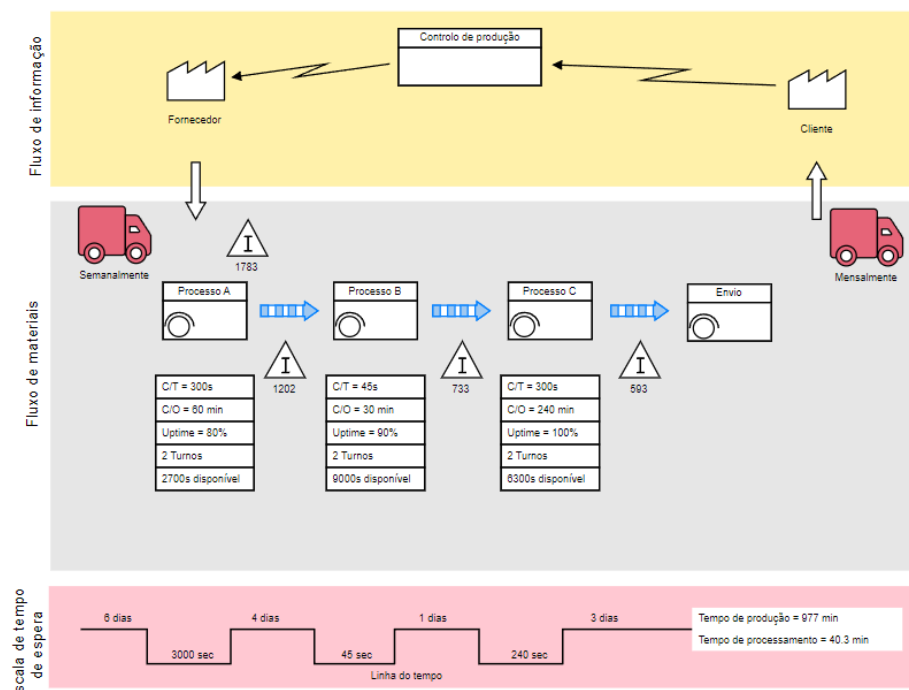


Figura 11 - Exemplo de um mapeamento de fluxo de valor (Adaptado de: Visual Paradigm Online, 2023)

Na etapa inicial, é exibido um mapa com a situação atual da organização. Posteriormente, elabora-se um plano para a implementação da abordagem *Lean*, com um mapa do estado desejado com indicação da direção e do objetivo a alcançar. Esta ferramenta concentra-se na melhoria dos tempos de execução e, com base nesse mapeamento, é possível agilizar os procedimentos de trabalho, resultando na redução dos tempos e custos operacionais (Liker & Ross, 2017).

### Mapeamento de processos

O mapeamento de processos é uma ferramenta de representação de fluxos de informação de diversas áreas. Para a elaboração deste mapa, é necessário juntar pessoas de vários departamentos para que, em conjunto elaborem o mapa de processos (Carvalho, 2021).

Um processo pode ser desde algo simples como fazer um pequeno-almoço, a um grande complexo industrial de produção de um produto em específico. Geralmente, os processos são representados graficamente, o que leva à facilidade e simplicidade na comunicação. Na figura 12 é possível identificar alguns símbolos identificados na ISO 5807:1985, utilizados para o mapeamento de processos (Johansson & Nafisi, 2020).

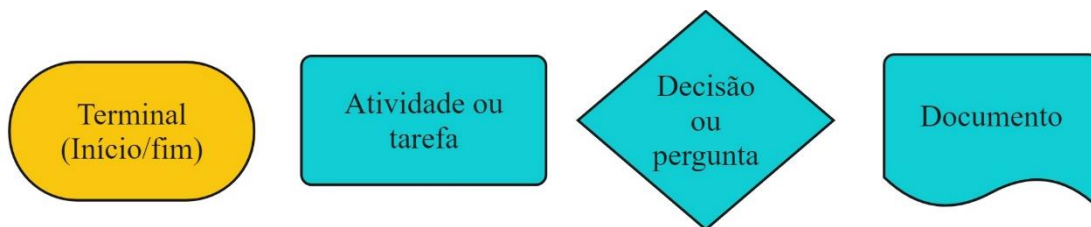


Figura 12 - Quatro símbolos de processo da ISO 5807:1985 (Adaptado de: *Johansson & Nafisi, 2020*).

A elaboração de um mapeamento de processos é importante porque ajuda a compreender melhor o efeito das ações e dos comportamentos de cada interveniente, e a descobrir redundâncias, erros, retrabalho, etc. A sua divulgação na empresa, poderá ser uma forma de consulta para clientes, ou para trabalhadores que passam por vários departamentos na empresa, por exemplo. Desta forma é possível, identificar oportunidades de melhoria e sugestões muitas vezes simples para situações que se verificam. Alguns autores referem ser o equivalente ao VSM, mas para representar apenas fluxos de informação (Carvalho, 2021).

## Ferramenta dos 5S's

Esta é das ferramentas mais usadas na melhoria contínua, e também das mais eficazes devido à sua simplicidade de aplicação. Tem o propósito de tornar os espaços de trabalho mais organizados, limpos e consequentemente mais funcionais (Pyzdek, 2021).

Esta ferramenta é designada como a técnica dos 5S's porque envolve cinco fases cujas designações, nas palavras japonesas originais, começam com a letra "S", nomeadamente (Carvalho, 2021):

- *Seiri* (triagem) – Retirar do espaço de trabalho todos os itens que não são necessários;
- *Seiton* (Organização) – Colocar os itens necessários em lugares apropriados, de modo que o acesso seja fácil;
- *Seiso* (Limpar) – Limpar e inspecionar o local de trabalho (para verificar se existe alguma anomalia por exemplo, uma infiltração);
- *Seiketsu* (Normalizar) – Criar procedimentos para que o espaço de trabalho seja mantido ao nível da limpeza e organização;
- *Sheitsuke* (Disciplinar) – Criar rotinas para manter tudo limpo e organizado.

A aplicação adequada desta ferramenta, assegura que todos os objetos tenham o seu respetivo local de arrumação e que, quando os objetos não estão em uso estão devidamente arrumados nos locais corretos (Carvalho, 2021). A figura 13 identifica dois exemplos da aplicação da ferramenta dos 5S's no contexto de trabalho.

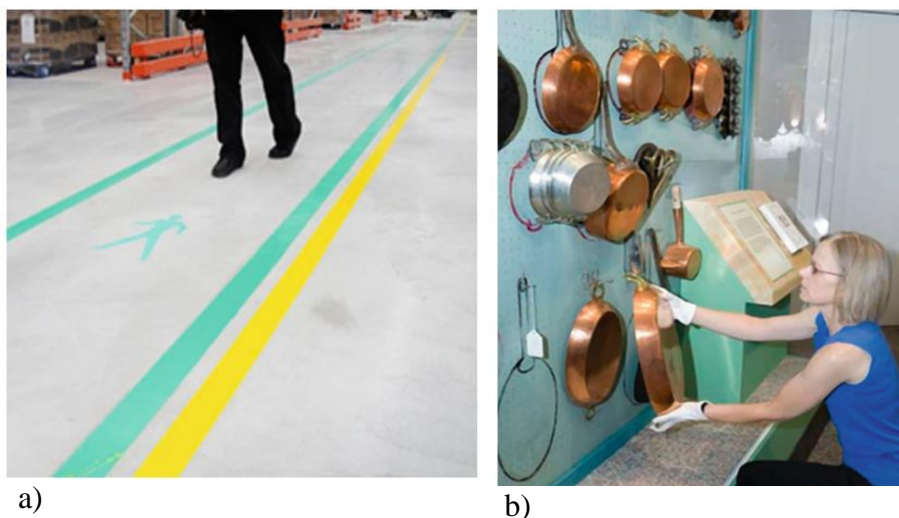


Figura 13 - Aplicação da ferramenta 5S no contexto de trabalho (Fonte: Pyzdek, 2021)

- a) Delimitação da zona de circulação de pessoas
- b) Delimitação das zonas de arrumação de objetos

### **Matriz de competências**

A matriz de competências, é uma ferramenta *Lean* utilizada para facilitar a identificação das competências atuais de uma equipa de trabalho e destacar as lacunas que precisam de ser preenchidas, seja devido à necessidade de formação e capacitação ou pela contratação de novos membros (Pinto, 2013).

Essa ferramenta é útil em organizações com uma grande diversidade de funções, uma vez que organiza de forma esquemática as competências individuais de cada colaborador, tornando mais eficiente a distribuição de tarefas. Esta ferramenta também poderá ajudar na avaliação de desempenho dos colaboradores.

#### **2.2.5. Benefícios do *Lean***

A aplicação da filosofia *Lean* numa empresa traz diversos benefícios que podem contribuir significativamente para o seu sucesso e eficiência operacional (Womack et al., 2007). Alguns desses benefícios incluem (Liker & Ross, 2017):

- **Redução de desperdícios:** O *Lean* visa eliminar atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, reduzindo desperdícios de recursos como tempo, materiais e esforços. Isso leva à melhoria dos processos e uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.
- **Aumento da produtividade:** Ao eliminar desperdícios e retrabalho, a empresa torna-se mais eficiente e produtiva, permitindo a produção de mais produtos ou a prestação de mais serviços em menos tempo.
- **Melhoria da qualidade:** A filosofia *Lean* enfatiza a busca pela qualidade em todas as etapas do processo, promovendo uma cultura de melhoria contínua e identificação de problemas, o que leva a produtos e serviços de maior qualidade.
- **Maior satisfação do cliente:** Com uma produção mais eficiente e produtos de melhor qualidade, a satisfação do cliente tende a aumentar, contribuindo para a fidelização dos clientes e a conquista de novos.

- **Redução de tempos de execução:** Ao eliminar atividades desnecessárias, a empresa consegue reduzir o tempo de produção e entrega dos produtos, o que é especialmente importante em um mercado competitivo.
- **Melhoria no ambiente de trabalho:** O *Lean* também visa envolver os funcionários na busca pela melhoria contínua, proporcionando um ambiente de trabalho mais motivador e participativo.

Em resumo, a filosofia *Lean* oferece uma variedade de benefícios, desde a eliminação de desperdícios até a melhoria da qualidade e da eficiência, promovendo uma cultura de melhoria contínua e, em última instância, contribuindo para o sucesso a longo prazo das organizações.

### **2.2.6. Desperdícios *Lean***

De acordo com o referido nas secções anteriores, na maior parte das vezes a adoção da filosofia *Lean*, pressupõe a identificação e eliminação dos desperdícios de uma organização. Estes desperdícios muitas vezes estão associados a ineficiências e baixo desempenho, e a sua eliminação poderá aumentar a eficiência dos diferentes departamentos de uma empresa, de forma que estes se mantenham competitivos em termos de disponibilidade, desempenho e custos de equipamentos.

### **2.2.7. Tipos de desperdícios *Lean***

Os desperdícios, conforme definido por Womack et al., 1996, correspondem a: “Qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor.” No entanto, antes da eliminação dos vários tipos de desperdícios estes têm de ser identificados, classificados e hierarquizados, constituindo estes grandes desafios para qualquer organização. Uma vez identificados os desperdícios, é então feita a investigação das causas que os originaram (Mulyana et al., 2022), para que a sua eliminação possa ser feita de uma forma permanente. Muitas vezes esta tarefa não é fácil, pois quanto mais etapas, entradas e saídas dos processos em estudo existirem, bem como a interação entre os processos, maior é a probabilidade de erros e, consequentemente, de desperdício (Ann Douglas et al., 2015).

Na linguagem *Lean*, o baixo desempenho é uma consequência da existência de desperdícios. No Sistema Toyota de Produção, “desperdício refere-se a todos os

elementos da produção que apenas aumentam o custo sem agregar valor” ou “qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor” (Pessôa et al., 2009).

Tomando como exemplo ações que não acrescentam valor ao produto e por isso são desperdícios, mas que, à primeira vista pode ser interpretado como empenho e produtividade (Carvalho, 2021):

- Um colaborador a movimentar uma peça visivelmente pesada;
- Um encarregado a levar uma ordem de trabalho em papel a um operador;
- Dois colaboradores a receberem a mesma ordem de um chefe;
- Um colaborador à espera que o outro termine para descarregar o material.

É importante identificar os vários tipos de desperdícios existentes numa organização ao longo de toda a cadeia de valor e efetuar a priorização dos mesmos, para melhor compreender a sua magnitude e estudar as causas de tais desperdícios. O objetivo será poder desenvolver ações que eliminem as causas de ocorrência de tais desperdícios de forma a tornar os processos e atividades eficientes, e com maior valor agregado. Estudos existem onde se pode verificar que por vezes existem falhas na ordenação de desperdícios devido a: (1) não considerar todos os desperdícios que ocorrem em todos os elementos do sistema em estudo; (2) considerar elementos que podem não se traduzir em causas de desperdícios (Pessôa et al., 2009).

A filosofia *Lean* identifica oito categorias de desperdício (Duffy & Wong, 2013), ou *mudas*, como os japoneses chamam, identificados originalmente em contexto industrial (Ohno, 1988). Os oito tipos de desperdícios podem ser descritos da seguinte forma, conforme figura 14 (Ann Douglas et al., 2015):

- **Excesso de movimento** – movimentação mais do que o necessário de pessoas ou equipamentos. Este tipo de desperdício leva à movimentação excessiva e desnecessária de colaboradores ou máquinas o que pode levar a aumento de tempos de produção e realização das tarefas;
- **Excesso de transporte** – o movimento de materiais não necessários para executar o processo. Este tipo de desperdício tem proveniência em movimentação excessiva de materiais que pode ser dispendiosa ou causar problemas de qualidade, ou por exemplo fazer com que a organização tenha de pagar um extra por tempo ou espaço;
- **Stock inadequado** – material em *stock*, trabalhos em execução e produtos acabados sem seguimento. Uma procura com flutuações, problemas de

qualidade internos à organização, problemas de planeamento entre outros podem levar as organizações a ter excesso de *stock* para conseguir dar resposta às solicitações. Consequentemente, um *stock* excessivo leva ao aumento dos custos de posse e não agrega valor;

- **Defeitos** – associado à identificação e correção de defeitos. Os defeitos podem causar rejeição e fazer que um determinado produto tenha de ser realizado de novo, pode também conduzir ao retrabalho aumentando os custos pelo facto de não se fazer bem à primeira;
- **Excesso de produção** – produção de um produto antes que este seja solicitado. Uma produção excessiva é algo que excede a procura do cliente e como tal leva a custos adicionais. A produção em excesso vai conduzir aos restantes tipos de desperdício pois a produção excessiva leva ao transporte adicional, a um maior tempo de espera, a movimentações excessivas etc;
- **Tempos de espera** – todo o tempo de espera ou tempo pouco produtivo. Este é usualmente um tipo de desperdício fácil de reconhecer pois corresponde a bens ou produtos que ficam em espera para serem entregues, ou equipamento que fica à espera de ser reparado, ou documentos que ficam à espera de aprovação, entre outros;
- **Processamento desnecessário** – execução de tarefas que não agregam valor para o cliente. Tal pode ser por exemplo o uso de recursos extra ou de um processo que é realizado desnecessariamente pois não irá agregar mais valor;
- **Desaproveitamento de competências pessoais** – desaproveitamento das habilidades dos trabalhadores. O desperdício de talento e a má utilização do capital humano é outro dos desperdícios do *Lean* apesar de não estar incluído no *muda* original que contava apenas com os primeiros sete tipos de desperdício. Atualmente sabe-se que o desperdício de talento e de recursos humanos pode ser gravoso para a organização e conduzir a perdas elevadas para a mesma.

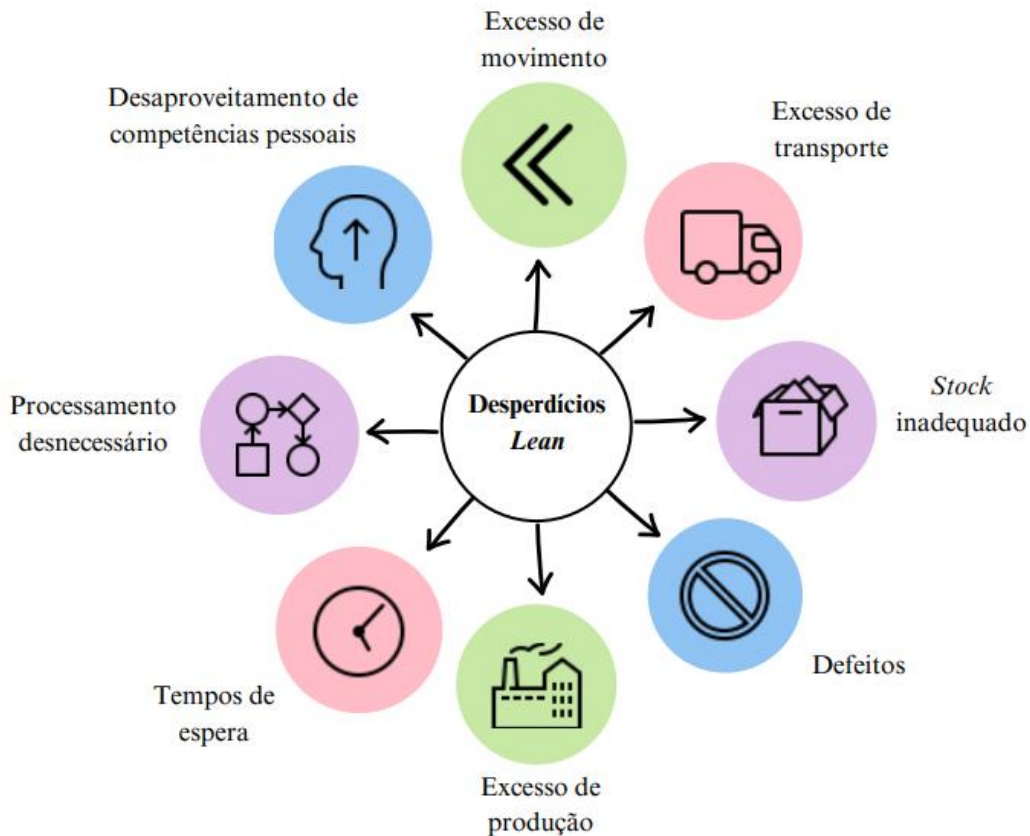


Figura 14 - Desperdícios *Lean* (elaboração própria)

Várias são as classificações que existem para os desperdícios *Lean*, de acordo com os diferentes autores e os diversos contextos (Anand & Kodali, 2008) (Morgan & Liker, 2006). Sarkar, 2008 acredita que estes oito tipos de desperdícios podem ser universalmente aplicados não requerendo uma categorização específica e dependendo do sector de atividade.

### 2.2.8. Desperdícios *Lean* na manutenção

A área da manutenção é das áreas consideradas mais significativas que afetam diretamente a qualidade da produção e a fiabilidade do equipamento. Os benefícios financeiros que uma empresa pode obter ao melhorar a qualidade dos seus produtos podem superar em larga medida os recursos financeiros reservados para despesas de manutenção (Prometheus Group, 2022).

Segundo Kobbacy & Murthy, (2008) o objetivo principal da manutenção é “a melhoria do ciclo de vida total dos ativos”, este objetivo deveria ser alcançado de uma

forma rentável e de acordo com a regulamentação ambiental e de segurança (Jasiulewicz-Kaczmarek & Sanjuk, 2018).

A filosofia *Lean* considera a manutenção como uma fonte de lucro, em vez de uma fonte geradora de despesas, e enfatiza a importância de investimento na manutenção para obter benefícios futuros em termos de eficiência de produção (Mostafa et al., 2015).

A conceção da manutenção *Lean* assenta na redução das exigências de recursos (entradas) para o mínimo possível, desde que se mantenha o nível desejado de fiabilidade do equipamento (saída) (Jasiulewicz-Kaczmarek & Sanjuk, 2018). Para alcançar esta meta, é imperativo eliminar os desperdícios de processos e atividades. As áreas de maior perda na manutenção, por conseguinte, as principais oportunidades de melhoria, incluem (Jasiulewicz-Kaczmarek & Sanjuk, 2018):

- **Fiabilidade de Fabricação** (traduz-se em perda de qualidade, tempos de paragens, perda de velocidade);
- **Parceria entre Operações de manutenção e engenharia;**
- **Eliminação da causa raiz do problema;**
- **Armazenamento de *stock*;**
- **Integração e aplicação de conhecimentos e competências acrescidos** (relacionado com formação de forma a existir múltiplas competências);
- **Manutenção desnecessária** (poderá estar relacionado com a realização de manutenções preventivas excessivas e erradas, realização de manutenções preventivas antes que sejam necessárias, realização de manutenções corretivas com maior prioridade do que o necessário);
- **Uso de novas tecnologias.**

O início da implementação da manutenção *Lean* consiste em identificar os diversos tipos de desperdício presentes no processo de manutenção. Os sete tipos principais de desperdício no processo de manutenção podem ser abordados da mesma forma que os oito tipos de desperdício identificados no sistema de produção, conforme figura 15 (Mostafa et al., 2015):

01. **Manutenção não produtiva:** realização de tarefas de manutenção preventiva e manutenção preditiva em intervalos com mais frequência do que o ideal, resulta na superprodução de trabalhos de manutenção.
02. **Espera de recursos de manutenção:** o departamento de produção aguarda o pessoal de manutenção para realizar o serviço de manutenção. Envolve esperar por ferramentas, documentação de peças e compra de ferramentas extras.
03. **Manutenção centrada:** centralização dos depósitos de ferramentas e peças, ferramentas que estão longe do trabalho, documentação que deve ser procurada e ordens de serviço para máquinas que não estão disponíveis, causam excesso de transporte.
04. **Má gestão de *stock*:** O *stock* para uma operação de manutenção inclui a acumulação de ordens de trabalho. Um excesso de *stock* de trabalho de manutenção resulta numa resposta lenta, avarias inesperadas e uma percentagem elevada de mão-de-obra reativa.
05. **Movimento desnecessário:** o movimento desperdiçado geralmente está centrado em tarefas de manutenção preventiva. Fazer inspeção mensalmente numa bomba que não mudou de estado em três anos deve ser prolongado para trimestral, semestral ou anual, dependendo da criticidade desse equipamento, por exemplo.
06. **Má manutenção:** realizar reparações incorretas é uma fonte de má manutenção. Uma manutenção incorreta pressupõe várias repetições para concluir o trabalho de reparação corretamente. Isso afeta o custo da manutenção e a qualidade do produto.
07. **Gestão ineficaz de dados:** recolher dados desnecessários ou uma recolha inadequada de dados importantes, como taxa de falhas, causas raiz, etc
08. **Subutilização de recursos:** subutilização das competências dos técnicos de manutenção. Realização de atividades de manutenção que não foram pedidas e/ou atividades não conformes.

Figura 15 - Desperdícios *Lean* na manutenção (Adaptado de: Mostafa et al., 2015)

Falando especificamente num desperdício *Lean* da manutenção, o desperdício de stock inadequado e/ou má gestão de *stock*, é um desperdício usualmente identificado nas organizações e que acarreta elevados custos para a mesma.

O *stock* é qualquer recurso que tem um valor económico, e que pode ser constituído por matérias-primas, produtos semiacabados, produtos finais, e consumíveis (Bose, 2006). Ao longo dos anos, a gestão de *stocks* esteve diretamente relacionado com a necessidade em manter quantidades excessivas de matérias-primas, ao invés da sua gestão eficiente.

A gestão de *stocks* engloba todas as atividades relacionadas com o planeamento e controlo das quantidades de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos finais, com o objetivo de garantir que existe uma quantidade de *stock* adequada e disponível, de forma a minimizar os custos associados ao excesso ou à falta de *stocks* (Burt, 2018).

De acordo com Burt et al., 2003 o inventário de *stock* representa uma percentagem significativa do capital investido numa organização, constituindo uma percentagem significativa no que toca ao orçamento, por isso adoção de estratégias que permitam diminuir esta percentagem são importantes para o equilíbrio financeiro da organização.

Aumentar os *stocks* permite melhorar a qualidade de serviço, assegurar a fiabilidade de possíveis atrasos de entrega dos fornecedores, proteger a empresa de variações de procura do cliente e manter a independência entre operações (Christopher, 2011). O grande desafio da gestão de *stocks* é reduzir o seu investimento e, em simultâneo minimizar a probabilidade de ruturas. Porém, a necessidade de aumentar os níveis de *stock* pressupõe a alocação de mais recursos financeiros, aumento da capacidade de armazenamento, aumento dos custos de gestão e de processamento, bem como a deterioração de produtos em *stock* (Bose, 2006).

Panigrahi, (2013), conduziu um estudo com 20 empresas de cimento na Índia para determinar o impacto da gestão de estoques no desempenho financeiro. Panigrahi, (2013), disse: “O tempo necessário para converter stock em dinheiro está inversamente relacionado ao lucro.” Da mesma forma, Kilonzo et al., 2016, realizaram uma pesquisa com 24 empresas patrocinadas pelo governo e os resultados mostraram que o inventário envolve investimentos desnecessários. Os autores recomendaram a gestão adequada do *stock* de forma a, garantir o bom funcionamento da empresa, controlando os custos de reposição, custos de manutenção e custos de falta de *stock*.

Para além da influência da gestão de *stock* no desempenho financeiro de uma empresa, estudos mostram a mesma influência na satisfação do cliente. Thogori & Gathenya, (2014), conduziram um estudo na Delomonte Company, no Quênia, para determinar o papel do *stock* na satisfação do cliente em indústrias de produção. Os resultados mostraram que longos atrasos dos produtos encomendados traduzem-se na

insatisfação do cliente. No mesmo estudo, foi também possível identificar que, a empresa não tinha capacidade de determinar a quantidade exata de *stock* a manter em armazém para satisfazer a procura dos produtos finais (Thogori & Gathenya, 2014).

A gestão de *stock* é essencial a qualquer empresa, e a área de prestação de serviços de manutenção não é exceção. A má gestão de *stock* na área da prestação de serviços de manutenção poderá levar aos seguintes impactos (Mobility Work, 2021):

- **A escassez de *stock*** – na maioria das vezes implica uma paragem temporária, mas imprevista, da produção e, conseqüentemente, possíveis atrasos na entrega do produto final ao cliente;
- **Excesso de *stock*** - gera custos adicionais de manutenção, mas também aumenta o risco de obsolescência dos produtos.

Em 2018, um estudo da Emerson estimou que os técnicos de manutenção podem gastar até 25% do seu tempo à procura de peças sobressalentes ou outros consumíveis necessários para as atividades diárias. Ao longo de um ano, se multiplicarmos isso pelo número de operadores, o impacto na sua linha de produção pode ser bastante significativo (Mobility Work, 2021). Neste contexto, autores têm expressado críticas em relação às práticas de excesso de armazenamento e manutenção de *stocks*, considerando-as desnecessárias e um desperdício (Christopher, 2011).

A existência de *stock* de peças de reserva e de materiais, muitas vezes está por trás do sucesso de um serviço de manutenção, uma vez que, a sua inexistência pode levar a problemas como paragens de equipamentos (Pinto, 2013). A gestão de *stock* numa empresa de manutenção é uma tarefa complexa devido às diferentes técnicas e abordagens existentes que podem ser aplicadas nos diferentes contextos e realidades das empresas de manutenção. Os materiais em manutenção podem agrupar-se em três grandes categorias (Pinto, 2013):

- **Consumíveis:** inclui materiais como óleos, produtos lubrificantes, materiais de limpeza, lâmpadas, fusíveis, discos de corte e todos os materiais regularmente utilizados pela manutenção;
- **Ferramentas, instrumentação e equipamentos de apoio à manutenção:** inclui por exemplo, rebarbadoras, escadotes, máquinas de soldar, macacos hidráulicos, etc;
- **Peças de reserva ou sobressalentes:** materiais necessários aos trabalhos previstos no programa de manutenção e que são imprescindíveis para a

reposição do funcionamento de equipamentos. Podem ser por exemplo, componentes ou elementos de máquinas, módulos de equipamentos, acessórios, etc.

A zona onde os produtos e mercadorias são armazenados denomina-se de armazém (Tejesh & Neeraja, 2018). O armazém tem o objetivo de controlar o fluxo de produtos de forma exata, garantindo a disponibilidades dos produtos sempre que necessário. Para isso, as empresas devem adotar sistemas de inventário de armazém que permita o controlo do seu stock, menos esforços na procura de materiais e uma resposta eficaz do cliente (Bose, 2006).

De acordo com Heizer & Render, (2011), o inventário tem as seguintes funcionalidades:

- Fornecer os produtos de acordo com a procura prevista;
- Salvar a empresa nas oscilações de procura;
- Separar diversas partes do processo de produção;
- Usar de possíveis descontos por quantidade;
- Proteger-se contra a inflação.

Muitos foram os modelos e métodos propostos para a classificação de inventários, dos quais a análise ABC é uma das abordagens mais utilizada quando falamos em controlo de *stock* (Flores & Whybark, 1896). A análise ABC é uma abordagem utilizada no planeamento e controlo de inventários, que permite a classificação dos produtos em diferentes categorias.

Esta abordagem baseia-se no princípio de Pareto, conhecido como a regra dos 80/20, que na área da gestão de *stock* surge como 20% do inventário compõem 80% do custo total anual do sistema de inventário, e os restantes 80% representam apenas 20% dos custos (Abdolazimi et al., 2021).

Heizer & Render, (2011), caracterizam as classes A, B e C da seguinte forma:

- **Classe A** - itens que representam entre 70% a 80% do valor financeiro e 15% do total do inventário;
- **Classe B** – itens que constituem 15% a 25% do valor financeiro e 30% do inventário;
- **Classe C** - contém 55% do total do inventário e só representa 5% do valor financeiro do inventário total.

A Figura 16 ilustra um exemplo de gráfico, que é resultado da análise ABC aos *stocks* de uma empresa:

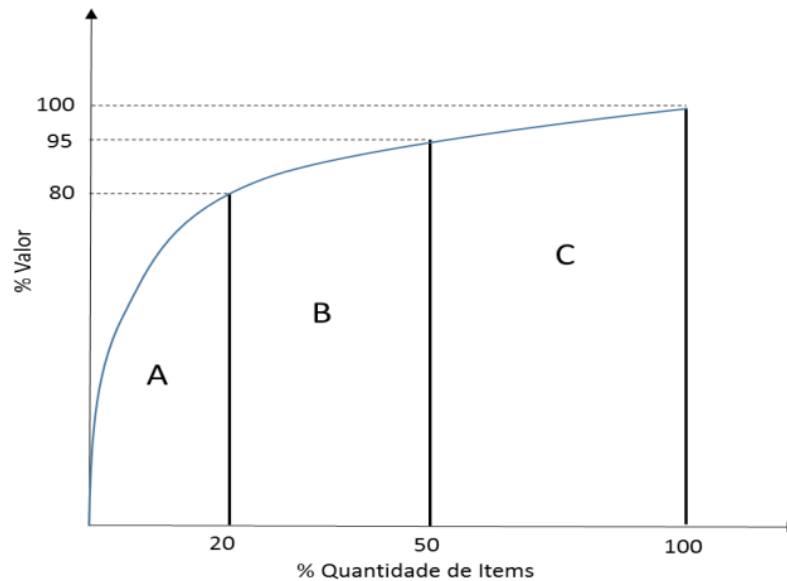


Figura 16 - Gráfico da análise ABC (adaptado de: Slack et al., 2010 )

A análise ABC permite perceber dentro de uma grande quantidade de produtos, os mais significativos a nível de custos (Flores & Whybark, 1896). Esta distinção é importante, uma vez que se não se estabelecer nenhum sistema de prioridade, todos os produtos serão iguais do ponto de vista de controlo e não é possível retirar nenhuma vantagem económica. Com a análise ABC, é possível a identificação dos produtos que tem maior destaque no inventário e que requerem um maior controlo, de forma que não existam ruturas de *stock*.

De acordo com Slack et al., 2010, para a classificação ABC de *stocks* de uma empresa pressupõe os seguintes passos:

1. Elaboração de uma lista de todos os produtos, indicando os preços unitários de cada produto e o seu consumo anual;
2. Consumo anual em termos de valor total para cada produto;
3. Reordenação dos produtos por ordem decrescente do valor total de consumo anual.

Barbieri & Machline, 2009, argumentam que ao categorizar os itens em classes A, B e C, surgem níveis distintos de certeza no que se refere ao planeamento e ao controlo,

refletindo-se em diferentes efeitos em cada um dos níveis, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Políticas de Gestão de *stocks* segundo a Classificação ABC (adaptado de: Barbieri & Machline, 2009)

<b>Classe</b>	<b>Gestão</b>	<b>Efeitos</b>
<b>A</b>	Alto nível de certeza no planeamento e controlo	Maior rotação Menor <i>stock</i> de segurança Menor tempo de reposição Previsão de procura mais rigorosa Revisões mais frequentes ao nível de <i>stock</i>
<b>B</b>	Nível intermédio de certeza no planeamento e controlo	Rotação intermédia <i>Stock</i> de segurança intermédio Tempo de reposição intermédio Previsão de procura rigorosa Revisões frequentes do nível de <i>stock</i>
<b>C</b>	Baixo nível de certeza no planeamento e controlo	Menor rotação Maior <i>stock</i> de segurança Maior tempo de reposição Previsão de procura menos rigorosa Revisões menos frequentes do nível de <i>stock</i>

Para além das questões relacionadas com o controlo de inventários, questões relacionadas com a quantidade de produto a encomendar e quando encomendar, são necessárias para uma adequada gestão de *stock*.

De acordo com Wilson (1934) a volatilidade e imprevisibilidade da procura são fatores críticos a ter em consideração no momento do planeamento de produção/compras, e divide o controlo de *stock* em duas partes:

- Determinar qual a quantidade de material a comprar/produzir;
- Determinar o ponto de encomenda, ou seja, o nível de *stock* a partir do qual se deve gerar uma nova encomenda.

O modelo da EOQ (*Economic Order Quantity*), que em português significa Modelo Quantidade Económica de Encomenda (QEE), permite calcular a quantidade de produto a encomendar de forma a melhorar o seu custo total.

Relativamente à questão de quando encomendar, existem dois modelos de aprovisionamento, o método do ponto de encomenda (ROP – *reorder point*) e o método da periodicidade fixa de encomenda (ROL – *reorder level*).

### **2.2.9. Metodologias para avaliação do nível de desperdícios**

Em estudos de investigação de desperdícios *Lean*, têm vindo a ser utilizados instrumentos de mensuração do nível de desperdícios *Lean* de forma que estes sejam facilmente identificados e seja feita uma classificação do nível de maturidade *Lean* da organização (Muiambo et al., 2022). Os trabalhos têm vindo a incidir em todos os tipos os tipos de organizações desde a área automóvel, ou outros tipos de áreas industriais onde o *Lean* era no início do seu desenvolvimento mais tradicionalmente utilizado até outras áreas como a área da saúde (McIntosh et al., 2014), área laboratorial farmacêutica (Muiambo et al., 2022), educação (Fagnani & Guimarães, 2017), área dos serviços (Farshid et al., 2006) entre outros.

Taj, (2005), utilizou uma ferramenta de avaliação baseada numa folha de cálculo para avaliar as nove áreas-chave da produção nas indústrias eletrónica e de telecomunicações. Neste estudo os participantes responderam a perguntas de diferentes áreas, como inventário, processos, manutenção, etc. Após a análise de dados foram exibidos os resultados do estado atual da empresa, onde mostra lacunas e quais as áreas a melhorar (Taj, 2005).

Outro estudo na área automóvel aplicou um questionário que confronta os eventos registados no mapeamento do fluxo de valor de desenvolvimento de produto, com a *checklist* elaborada com os possíveis tipos de perdas (Celente et al., 2012).

Pieńkowski, 2014, no seu estudo refere a necessidade de identificação, quantificação e visualização dos desperdícios como forma de dar início à transformação *Lean* por parte das organizações e refere que a sua medição facilita a completa e permanente eliminação de desperdícios nos processos. O seu estudo sugere uma abordagem para a quantificação e visualização dos desperdícios ao nível do chão de fábrica.

Kaltenbrunner et al., 2017, desenvolveram um questionário para efetuar a medição de *Lean* nos serviços de saúde, onde foi possível captarem as perceções dos colaboradores sobre a adoção de *Lean* nos serviços da saúde.

Mulyana et al., 2022, desenvolveram um modelo de avaliação do nível de desperdícios *Lean* numa instituição de ensino superior.

Outros exemplos existem em diferentes áreas de atividade para avaliação do nível de desperdícios *Lean* em organizações. Estas avaliações não são auditorias e como tal o objetivo não é o de verificar a conformidade com normas ou procedimentos, mas sim poder efetuar uma avaliação do nível de desperdícios da organização com o intuito de

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

poder identificar áreas prioritárias de atuação de forma a reduzir os níveis de desperdício existentes. O desenvolvimento de ferramentas de mensuração *Lean* são alinhadas com as especificidades das organizações e desenvolvidas de forma customizada consoante o fim a que se destinam.

### 3. Caso de estudo

Este capítulo diz respeito à parte prática do presente trabalho, que assenta na revisão de literatura elaborada no capítulo 2 a qual veio possibilitar uma análise mais aprofundada sobre a temática do *Lean* e a qual permitiu adquirir um maior enfoque na área de conhecimento em causa sendo um ponto de partida para o caso de aplicação prática de algumas das ferramentas *Lean* em contexto real. O estudo foi aplicado numa empresa de prestação de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais. Numa fase inicial foi avaliado o estado atual da empresa a nível de maturidade *Lean*, e posteriormente serão aplicadas ferramentas *Lean* para melhoria dos processos da empresa.

#### 3.1. Caracterização e Enquadramento da empresa

A área do tratamento de águas residuais tem-se revelado ser de extrema importância na preservação da saúde humana e da sustentabilidade do meio ambiente, conforme destacado no relatório COI/UNESCO de 2011 (Hernández-Chover et al., 2020). Um dos regulamentos mais relevantes nesta área, é a Diretiva 91/271/CEE, que se refere ao tratamento das águas residuais e estabelece a obrigatoriedade de todos os aglomerados urbanos possuírem um sistema coletor para transportar as águas residuais das habitações até às Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Nessas estações, as águas residuais são tratadas de acordo com critérios de qualidade definidos na Diretiva, antes de serem devolvidas ao meio ambiente (Viveros et al., 2021).

A operação e gestão de ETAR, tal como em qualquer outro processo produtivo, envolve diversos custos tais como energia, pessoal, manutenção e reagentes. No que diz respeito aos custos de manutenção, estes têm-se tornado uma grande preocupação das entidades gestoras de efluentes residuais. De forma a garantir o adequado tratamento de efluentes é fundamental manter as instalações em boas condições de funcionamento,

garantido o bom desempenho das mesmas e reduzindo o risco de avarias. A existência de avarias nos equipamentos podem implicar um aumento dos custos operacionais, bem como o risco de danos ambientais devido ao mau funcionamento ou paralisação do processo. De forma a dar resposta a esta situação, são utilizadas políticas de manutenção como estratégia para reduzir a ocorrência de avarias e reparos em equipamentos (Viveros et al., 2021).

Desta forma, gestores e operadores de ETAR, tem todo o interesse em procurar a eficiência do processo a todos os níveis para garantir a qualidade do serviço, a otimização dos custos operacionais e uma gestão ambiental adequada dos recursos hídricos (Hernández-Chover et al., 2020).

A empresa onde se realizou este estudo é a uma empresa de prestação de serviços de manutenção, denominada de Ecotejo – Serviços de manutenção do Tejo atlântico. Esta empresa constitui um agrupamento complementar de empresas, formada pelas empresas “Luságua - Serviços Ambientais, S.A.” e “ME ATIV”. O primeiro contrato da Ecotejo iniciou em 2018 e teve a duração de 4 anos. Após esse período foi aberto um novo concurso para a prestação de serviços de manutenção das instalações da Águas do Tejo Atlântico, da qual a Ecotejo ganhou novamente. O presente contrato da Ecotejo com as Águas do Tejo Atlântico começou em 2022 e tem a duração de 7 anos.

A Ecotejo assume-se como uma empresa social e ambientalmente responsável, constituída por uma equipa motivada, competente e inovadora, empenhada em gerar valor, satisfazer os clientes e contribuir para o bem-estar (Dias & Santos, 2022). Atualmente a empresa já conta com aproximadamente 55 profissionais organizados de acordo com a estrutura definida para a prestação de serviços, alinhado com o caderno de encargos e outros elementos contratuais, conforme o organograma funcional da Ecotejo, conforme figura 17.

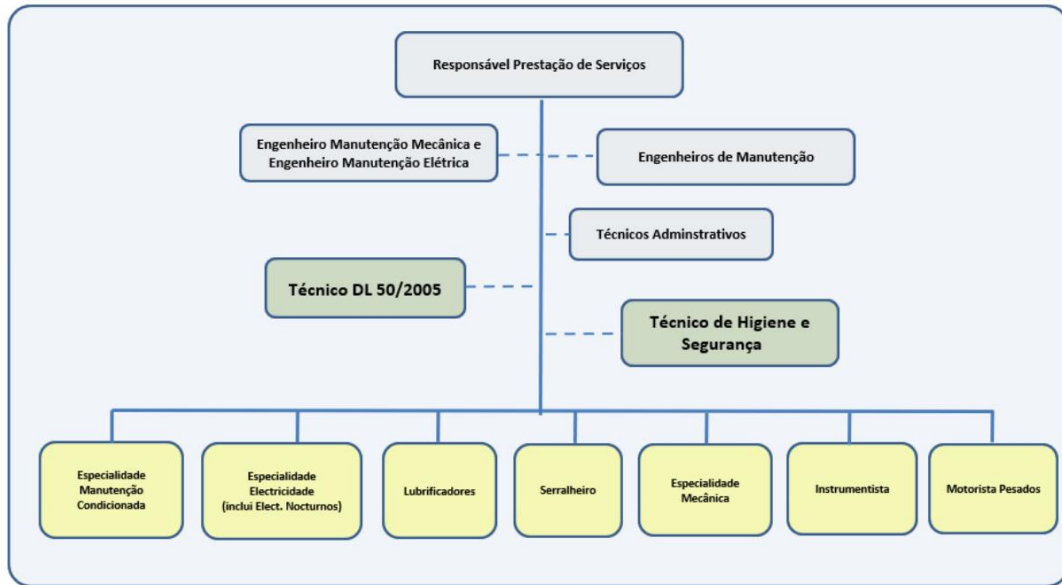


Figura 17 - Organograma funcional da Ecotejo (Fonte: *Dias & Santos, 2022*)

A Ecotejo presta serviços à Águas do Tejo Atlântico, S.A., uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, responsável pela gestão e exploração do sistema multimunicipal de saneamento de águas residuais da grande Lisboa e oeste, garantindo a qualidade, a continuidade e a eficiência dos serviços públicos de águas (Dias & Santos, 2022).

As empresas que constituem a Ecotejo têm implementado o modelo de gestão da Qualidade, Ambiente, Segurança, baseados nos referenciais normativos ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 45001:2018, conseqüentemente, a Ecotejo rege-se segundo as regras e normas subjacentes a este modelo de gestão. Para garantir o nível de desempenho desejado, o sistema de gestão implementado na Ecotejo tem como objetivo a satisfação do cliente, a prevenção de riscos e acidentes de trabalho, e controlo de aspetos ambientais.

Os trabalhos de manutenção desenvolvidos pela Ecotejo incluem:

- Manutenção Preventiva Sistemática;
- Manutenção de Base Condicionada;
- Manutenção Corretiva;
- Modificações de equipamentos e de instalações;
- Calibrações de instrumentação.

Os trabalhos mencionados acima, de forma mais detalhada traduzem-se nas seguintes atividades:

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

- Manutenção dos equipamentos elétricos, eletrónicos, mecânicos e eletromecânicos;
- Manutenção e conservação dos equipamentos e instalações elétricas;
- Manutenção das redes elétricas, telefónicas e informáticas, de intrusão, de deteção de intrusão, de deteção de incêndio e de CCTV;
- Manutenção dos sistemas instrumentação, automação e controlo;
- Manutenção de Quadros Gerais de Baixa Tensão;
- Manutenção das Unidades de Alimentação Ininterrupta e Auxiliar.

A Ecotejo assegura a manutenção dos centros operacionais dos sistemas da zona sul, nomeadamente: município de Lisboa, município de Loures, município de Vila Franca de Xira, município de Cascais e Oeiras, e município de Mafra (conforme figura 18).



Figura 18 - Distribuição geográfica da prestação de serviços da Ecotejo (Fonte: Dias & Santos, 2022)

### 3.2. Mapeamento do processo produtivo

A atividade da Ecotejo, inicia-se com a emissão das Ordens de trabalho (OT) no *software* de manutenção, por parte do cliente. Nesta fase, as OT chegam à Ecotejo classificadas de acordo com a prioridade de execução, com uma descrição do trabalho a realizar e autorizadas pelo cliente para execução. Cada OT tem uma codificação específica de 10 números (exemplo 3240-117654) que identifica especificamente aquele trabalho.

O prestador de serviços, nomeadamente os engenheiros de manutenção, receciona e aceita a OT e distribui a mesma à respetiva equipa que irá realizar o trabalho. Após a equipa executante ter na sua posse a OT, esta desloca-se ao local a intervir e avalia as condições de trabalho, isto é por exemplo se o local está limpo, se existe acesso aos equipamentos, se são necessários meios externos para intervir (por exemplo, grua). Caso as condições para a realização do trabalho estejam reunidas, a equipa avalia se existe a necessidade de pedir material por exemplo, se for necessário substituir alguma peça ou componente.

Após estes dois requisitos estarem satisfeitos, as condições de trabalho e o material necessário, a equipa avança para o local e executa o trabalho. Após a realização do trabalho a equipa executante comunica à chefia, nomeadamente aos engenheiros de manutenção correspondentes, o trabalho realizado e o estado do equipamento, se operacional ou não operacional. Esta comunicação poderá ser verbal, escrita em papel ou escrita em formato digital, variando de equipa para equipa e de instalação para instalação. Nesta fase, os engenheiros de manutenção dão a OT como executada no *software* de manutenção, para posterior fecho pelo cliente. O processo descrito poderá ser visualizado de forma mais detalhada na figura 19.

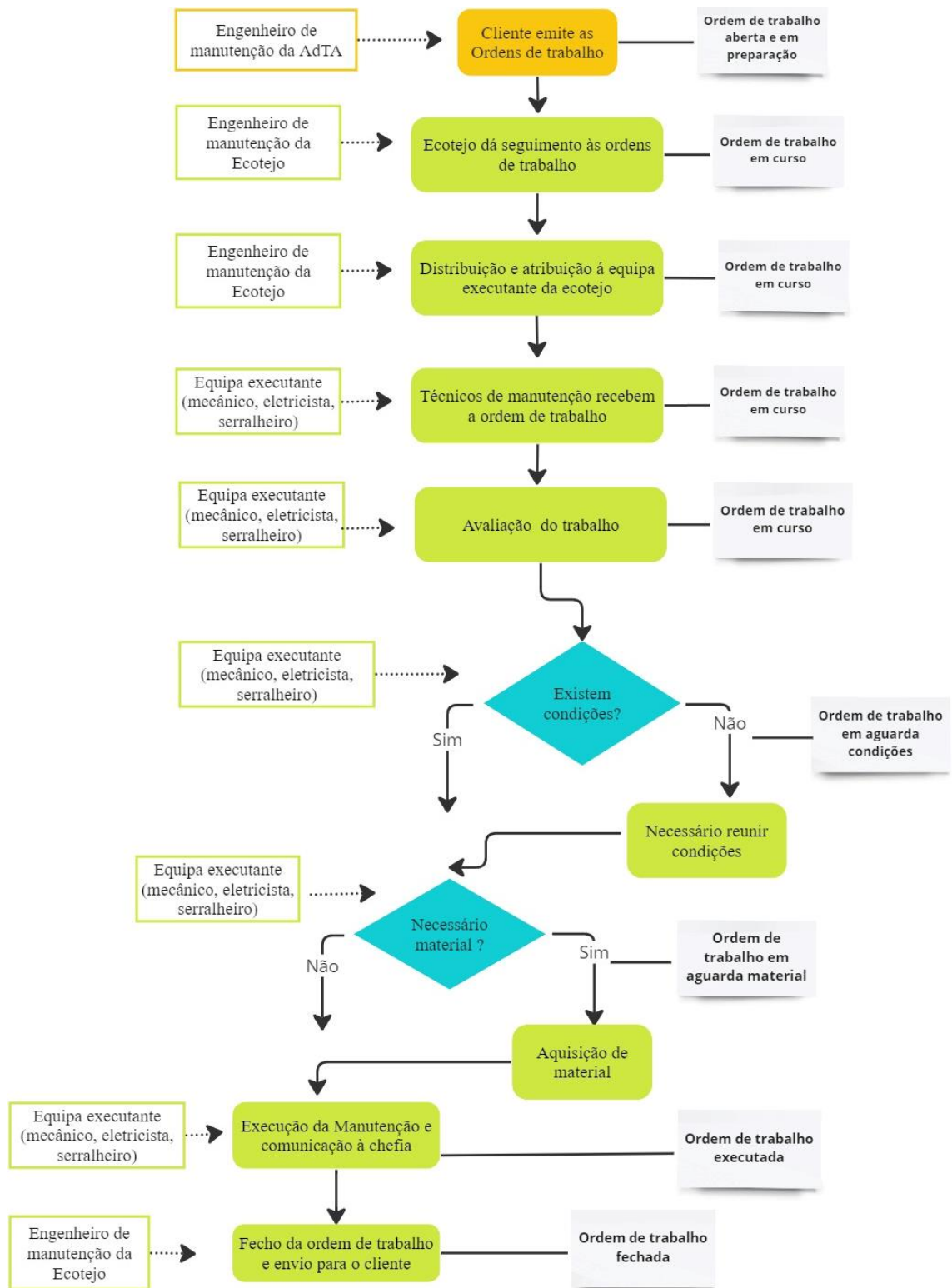


Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo da Ecotejo (elaboração própria)

### **3.3. Indicadores de *performance***

Mensalmente, a Ecotejo elabora um relatório de atividade onde são descritas todas as informações relevantes do mês em vigor, destacando alguns elementos estatísticos e indicadores que posteriormente são alvo de análise pelo cliente.

É feita uma análise da distribuição das OT's preventivas e corretivas do mês em vigor, relativamente ao estado destas, isto é, número de OT's previstas, executadas, em aguarda condições, pendentes, e executadas pendentes. É também analisado estatisticamente o número de horas trabalhadas e o tipo de OT's realizadas (se preventivas ou corretivas), por equipa e por instalação. Esta análise, permite identificar a realidade de trabalho dentro de cada instalação, por tipo de especialidade e por tipo de manutenção.

É ainda, identificado o número de horas de trabalho em OT's preventivas e corretivas não assignadas à Ecotejo. Estes trabalhos na maioria das vezes traduzem-se em acompanhamento/ apoio aos técnicos da Àguas do Tejo Atlântico.

Por fim, é realizada uma análise aos indicadores de fiabilidade e desempenho relacionados com a atividade de manutenção, fulcrais para a análise e monitorização das atividades de manutenção.

#### **Percentagem de manutenção corretiva**

A percentagem de OT's de Manutenção Corretiva executadas é dada pela razão entre o número de OT's executadas e o número total de OT's previstas, dada pela fórmula:

$$OT'S \text{ Correctivas Executadas } [\%] = \frac{N.º \text{ OT's Executadas}}{N.º \text{ Total OT's Previstas}}$$

#### **Intensidade de manutenção corretiva da equipa fixa (IMC)**

Intensidade de Manutenção Corretiva da Equipa Fixa (IMC) é determinada pela razão entre o número de horas de manutenção corretiva da equipa fixa e o número de horas total dessa equipa, dada pela fórmula:

$$IMC [\%] = \frac{N.º \text{ horas de Manutenção Corretiva da Equipa Fixa}}{N.º \text{ Total horas da Equipa Fixa}}$$

### **Taxa de reintervenções (TR)**

A Taxa de Reintervenções (TR) é determinada a partir das OT's, referentes a um dado equipamento, que já tinha sido objeto de intervenção há pelo menos 180 dias, dada pela fórmula:

$$TR [\%] = \frac{N.^{\circ} \text{ de Reintervenções}}{N.^{\circ} \text{ Total de Intervenções}}$$

Os indicadores descritos anteriormente, tem metas estabelecidas pelo cliente, que a Ecotejo deverá ser capaz de alcançar mensalmente. Caso contrário, caberá ao cliente decidir o que fazer perante a situação. Na tabela 2, estão descritas as metas de cada indicador de performance.

Tabela 2 - Metas dos indicadores de *performance*

<b>Indicador</b>	<b>Meta</b>
% de OT's corretivas executadas	≥ 80%
IMC	≥ 25%
Tr	≤ 0,5%

### 3.3. Plano de implementação de ferramentas *Lean* na Ecotejo

De forma a cumprir o objetivo principal do presente trabalho, foi elaborado um plano de trabalho estruturado das atividades previstas para a melhoria dos processos de uma empresa de prestação de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais. O plano apresentado na figura 20 fornece uma visão global das atividades e serve como meio de comunicação com a equipa tendo uma função preparatória e de planeamento das várias etapas a realizar no período de tempo do projeto. Através de um plano de trabalho adequado e estruturado é possível implementar ferramentas *Lean* benéficas para a empresa de forma a obter resultados positivos.

O plano de trabalho elaborado divide-se em 4 etapas: diagnóstico, planeamento e desenvolvimento, implementação e monitorização e outras ações a desenvolver, conforme figura 20.

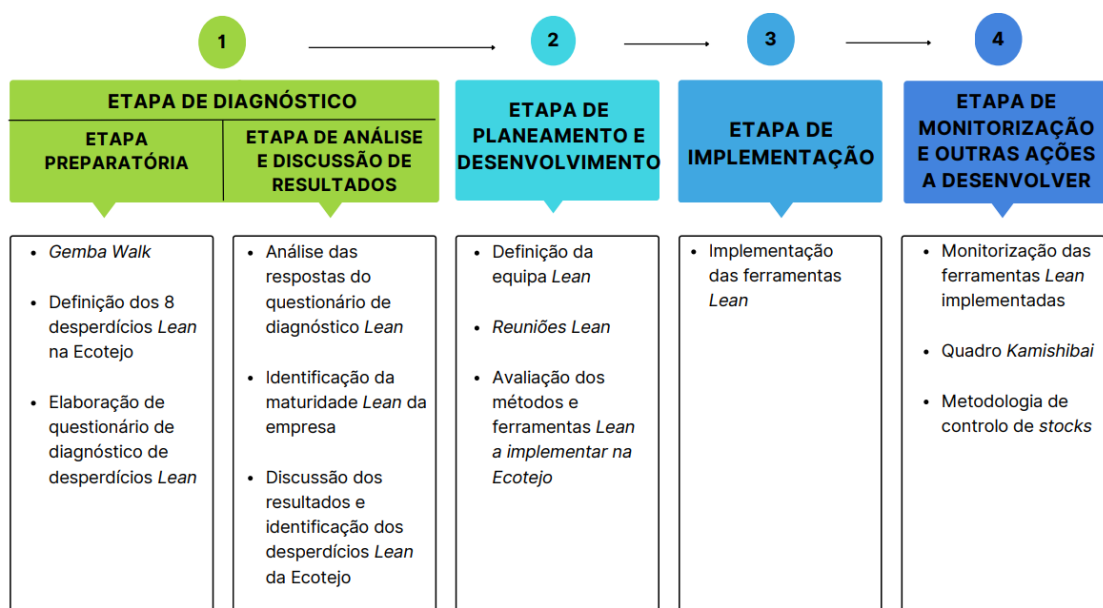


Figura 20 - Plano de implementação de ferramentas *Lean* na Ecotejo (elaboração própria)

#### 3.3.1. Etapa de diagnóstico

A etapa de diagnóstico *Lean* executado permitirá compreender quais os maiores tipos de desperdícios na empresa e também identificar quais as áreas de estudo prioritário com vista a estabelecer medidas que permitam vir a reduzir o nível de desperdícios *Lean*. A

melhoria dos processos será uma consequência da redução dos desperdícios identificados, o que contribuirá para eficácia e uma maior eficiência dos serviços prestados pela Ecotejo. Esta etapa é dividida pela etapa preparatória e pela etapa de análise de resultados, apresentadas de seguida.

### **i. Etapa preparatória**

A etapa preparatória tem o objetivo de identificar quais as atividades que de alguma forma geram desperdício à empresa em estudo.

#### ***Gemba Walk***

A metodologia *gemba walk* foi utilizado com o objetivo de andar no “terreno” e estar presente naquilo que é a realidade do dia a dia de trabalho. Houve a interação com os colaboradores operacionais onde foram feitas questões do tipo “O que?”, “Quem?”, “Onde?”, “Quando?” e “Porquê?”. Foi analisado junto das funções de chefia, nomeadamente responsável da prestação de serviços e engenheiros de manutenção temas como, pontos críticos e oportunidades de melhoria na organização. Neste seguimento, foram realizadas várias reuniões com a elaboração de *brainstorming* com o objetivo de:

- Análise do sistema de processos da Ecotejo;
- Identificação de dificuldades e obstáculos;
- Limitações existentes;
- Propostas de melhoria.

#### **Definição dos 8 desperdícios *Lean* na Ecotejo**

De forma a efetuar um diagnóstico à situação atual da empresa no que diz respeito aos desperdícios *Lean*, o primeiro objetivo passa pela identificação e caracterização dos oito principais tipos de desperdícios *Lean* na área da manutenção da Ecotejo.

As atividades ineficientes e a serem minimizadas são descritas em 8 tipos diferentes de desperdícios que provocam problemas para o funcionamento da empresa.

De forma a classificar a maturidade *Lean* da Ecotejo, irá ser usada uma grelha de classificação do nível *Lean* em que cada tipo de desperdício se encontra (tabela 3).

Desta forma é possível fazer uma análise mais profunda das necessidades reais da empresa e melhorias específicas que irão contribuir para a melhoria do desempenho da prestação de serviços.

Tabela 3 - Grelha de classificação do nível *Lean* (Adaptado de: Muiambo et al., 2022)

Classificação <i>Lean</i>	Nível	(%)
Muito fraco	1	0% - 19%
Fraco	2	20% - 49%
Médio	3	50% - 69%
Bom	4	70% - 89%
Muito bom	5	90% - 100%

Neste estudo utilizou-se a grelha de classificação desenvolvida por Muiambo et al., 2022. Esta grelha foi adaptada para a empresa em estudo e apresenta o nível de classificação *Lean* com um total de cinco níveis. A explicação do significado dos vários níveis é a seguinte:

**Nível 1** – A empresa de serviços de manutenção está muito longe da filosofia *Lean*, é preciso criar, estruturar e iniciar um projeto *Lean* na Ecotejo. Numa fase inicial, é necessário começar com passos simples e entenda quais são as maiores dificuldades para eliminar o desperdício.

**Nível 2** – Tal como para o Nível 1, é necessário criar, estruturar e iniciar um projeto *Lean* na empresa de serviços de manutenção, ou se já existe um projeto *Lean* é aconselhável fazer uma reavaliação dele e das suas aplicações.

**Nível 3** – Representa uma aplicação satisfatória da filosofia *Lean*, porém ainda há muito espaço para muitas melhorias, é preciso reavaliar a situação e entender como isso pode ser melhorado.

**Nível 4** – Significa que a implantação da filosofia *Lean* no que toca à redução dos vários tipos de desperdícios está num bom caminho, mas ainda é preciso fazer muitos ajustes para que os resultados *Lean* possam ser notórios e satisfatórios.

**Nível 5** – Significa uma filosofia *Lean* bem implementada; É necessário manter esse nível e, para isso, a melhoria contínua e os acompanhamentos são cruciais.

### **Elaboração de questionário de diagnósticos de desperdícios *Lean***

Após clara compreensão dos vários tipos de desperdício *Lean* no contexto organizacional da empresa o passo seguinte será o desenvolvimento de um instrumento de mensuração com vista a identificar e avaliar o nível de desperdícios *Lean* na organização com vista a compreender a maturidade *Lean* da empresa.

O instrumento de recolha de dados desenvolvido, foi elaborado com base nos vários tipos desperdícios *Lean* na área da manutenção já identificados na Tabela 3. O instrumento de recolha de dados elaborado, é do estilo de questionário, que permite identificar de forma fácil os desperdícios existentes ao longo do fluxo produtivo. O questionário é constituído por várias questões, organizadas de acordo com os oito tipos de desperdícios, com 3 opções de resposta, **Sim/ Não/ Não aplicável**.

Conforme algumas respostas, eram abertas outras perguntas de resposta aberta onde o respondente podia escrever, de forma a melhor justificar a sua resposta.

Através da contagem do número de respostas, será possível avaliar a frequência de respostas. Uma vez que as afirmações se referem aos vários tipos de desperdícios agregados de acordo com a classificação de desperdícios *Lean* é assim possível identificar quais os principais desperdícios existentes e quais os mais problemáticas na perspetiva dos respondentes. O questionário tem uma secção introdutória de caracterização onde se identifica a função na organização de cada respondente (i.e. mecânico, serralheiro, electricista, lubrificador, instrumentista, técnico de automação, motorista, técnico de manutenção condicionada, técnico administrativo, engenheiro de manutenção, outra).

A figura 21 representa um excerto do instrumento de recolha de dados que se encontra no Anexo I.



### Diagnóstico Lean - ECOTEJO

O presente questionário faz parte de um trabalho de investigação para o **Trabalho final de Mestrado** para a obtenção do grau de mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O presente questionário tem como objetivo a recolha de dados de forma a permitir uma **avaliação do nível de desperdícios Lean da ECOTEJO**. Desta forma, será possível compreender melhor o nível de maturidade *Lean* na organização e quais as ações a melhorar no desempenho da ECOTEJO.

Este apresenta-se dividido num conjunto de oito secções, correspondendo aos vários tipos de desperdícios *Lean* e, são feitas questões com três opções de resposta **Sim/Não**.

Utilize a opção **Não aplicável unicamente se a pergunta não se aplicar ao trabalho que realiza**.

Assinale com (X) a opção que considera correta.

Os dados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos e será garantido o anonimato das respostas.

**Nota: Este questionário é referente a aspetos controlados apenas e exclusivamente pela ECOTEJO**

Obrigada pela colaboração!

Questões			
<b>Qual a função que desempenha na ECOTEJO?</b>			
a) Mecânico			
b) Serralheiro			
c) Eletricista			
d) Lubrificador			
e) Instrumentista			
f) Técnico de automação			
g) Motorista			
h) Técnico de manutenção condicionada			
i) Técnico administrativo			
j) Engenheiro de manutenção			
l) Outra			
I. Transporte	Resposta		
	Sim	Não	Não aplicável
I.1. Sente dificuldade no transporte de material, peças, equipamentos e/ou pessoas?			
I.1.1. Se sim, que tipo de dificuldade sente?			
I.2. Considera que as viaturas encontram-se sempre limpas e arrumadas, de forma a facilitar a deslocação e o transporte?			
I.3. Considera que tem ao seu dispor uma viatura sempre que dela precisa?			
I.4. Quando necessita de um material/equipamento, este está imediatamente disponível?			
I.5. Existe equipamento apropriado para o transporte de equipamentos/material (ex: porta paletes, guinchos elétricos, camião grua)?			
I.5.1. Se não, que tipo de equipamento sente falta?			
I.6. Acontece muitas vezes ficar parado à espera de material?			

Figura 21 - Excerto do questionário de desperdícios *Lean* (elaboração própria)

### i. Etapa de análise e discussão de resultados

Nesta etapa são analisados os resultados obtidos através da aplicação do questionário de desperdícios *Lean*. É feita uma classificação da maturidade *Lean* da empresa, e de acordo com a discussão dos resultados serão identificados os desperdícios *Lean* existentes na empresa em estudo.

### **Análise das respostas do questionário de diagnóstico *Lean***

Foram recolhidas um total de 37 respostas ao questionário que foi distribuído em *google forms* durante o período de 27 de abril a 11 de maio o que corresponde a uma taxa de resposta de 69,8%. As respostas obtidas foram contabilizadas e identificadas por tipo de desperdício, onde a resposta “SIM” corresponde às atividades que vão de encontro à filosofia *Lean*, e a resposta “não” significa a existência de algum desperdício e situação a resolver/melhorar. As perguntas identificadas com (\*) são perguntas onde a resposta "Não" tem um significado de *Lean* mas que se optou deixar pela negativa por ser de interpretação mais fácil para quem está a responder ao questionário.

A tabela 4 apresenta um resumo da percentagem de respostas por tipo de desperdício.

Tabela 4 - Resumo da percentagem de respostas do questionário de desperdícios *Lean*

	<b>Percentagem de respostas que indicam desempenho <i>Lean</i></b>	<b>Percentagem de respostas que indicam desperdício</b>
<b>Excesso de transporte</b>	57%	36%
<b><i>Stock</i> inadequado</b>	60%	25%
<b>Excesso de movimento</b>	59%	28%
<b>Desaproveitamento de competências pessoais</b>	56%	40%
<b>Tempos de espera</b>	46%	41%
<b>Superprodução (Excesso de produção)</b>	52%	29%
<b>Sobre processamento (processamento desnecessário)</b>	52%	29%
<b>Defeitos</b>	62%	3%

Analisando os resultados obtidos de uma forma global por tipo de desperdício, verifica-se que as respostas que indicam desempenho *Lean* apresentam sempre maior percentagem que as respostas que indicam desperdício. No entanto, em alguns desperdícios essa diferença não é evidente, como é o caso do desperdício de desaproveitamento das competências pessoais e tempos de espera.

Para a quase totalidade das respostas obtidas e de acordo com a Tabela 3 indicam desempenho *Lean* de médio, uma vez que a percentagem de respostas que indicam desempenho *Lean* está entre os 50% e os 69% e por isso estão identificados a verde na tabela 4. A classificação de nível médio significa a existência de uma aplicação

satisfatória da filosofia *Lean*, porém ainda existem melhorias para estes tipos de desperdícios.

A única percentagem de respostas que indica a existência de desperdício foi o desperdício de tempo de espera. A percentagem de respostas que indicam desempenho *Lean* está entre os 20% e os 49% e de acordo com a tabela 3 indica nível fraco de desempenho *Lean*, e por isso está identificado a vermelho na tabela 4.

Apesar de globalmente dentro de cada grupo o número de respostas que indicam desempenho *Lean* ser superior às respostas que indicam desperdício verifica-se que dentro de cada grupo existem, contudo, questões que as respostas que indicam desperdício excederam o número de respostas que indicam desempenho *Lean*, tal como se pode observar na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise detalhada das respostas do questionário de desperdícios *Lean*

<b>Tipo de desperdício</b>	<b>Perguntas</b>	<b>Respostas que indicam desempenho <i>Lean</i></b>	<b>Respostas que indicam desperdício</b>
<b>Excesso de transporte</b>	Quando necessita de um material/equipamento, este está imediatamente disponível?	10	24
	Acontece muitas vezes ficar parado à espera de material?	12	15
<b>Stock inadequado</b>	Considera que existe sempre stock de material, equipamentos e consumíveis adequado às necessidades de trabalho?	11	21
<b>Desaproveitamento de competências pessoais</b>	A empresa faz o levantamento das necessidades de formação e elabora planos de acordo com as suas necessidades?	10	23
	Existe um mapa geral que indica exatamente quais as suas funções e responsabilidades?	8	27
	Existe um mapa geral que identifica todas as formações técnicas que possui?	4	30
<b>Tempo de espera</b>	Existem conflitos na utilização de equipamentos (ex: duas equipas em simultâneo necessitam da escada de 3 lances)?	14	19
	Existem sempre prazos definidos para a conclusão de todos os trabalhos?	14	17
	Considera que os fornecedores cumprem o prazo estipulado de entrega?	6	14
<b>Sobre processamento</b>	Existem indicadores de processo que monitorizam o desempenho do prestador de serviços (ECOTEJO)?	12	16
	Considera que as reuniões com o cliente são eficientes e remetem para a resolução de problemas?	8	11

	Todos os trabalhos que executa possuem ordem de trabalho?	14	20
<b>Defeitos</b>	O cliente (AdTA) identifica de forma clara e exata o trabalho a executar (descrição das ordens de trabalho)?	14	20

Esta análise detalhada por pergunta é útil pois permite ter uma perceção de quais os tipos de desperdícios mais problemáticos dentro de cada grupo. No questionário sempre que um respondente deu uma resposta que indica desperdício mais uma pergunta aberta foi feita no sentido de permitir que cada colaborador pudesse de uma forma concreta melhor explicitar o porquê da sua resposta. Todas as respostas detalhadas foram recolhidas e agregadas para posteriormente se construírem diagramas de afinidade e melhor poder perceber os vários tipos de problemas existentes na organização.

No que diz respeito ao transporte a questão mais crítica está relacionada com o facto dos materiais/equipamentos não estarem disponíveis sempre que deles se necessita, relacionado com a transferência de materiais e equipamentos de um local para outro. Vários problemas se referem às questões de formação e qualificação e funções desempenhadas. No que diz respeito a tempos de espera várias são as questões e estão relacionadas com conflitos na utilização de equipamentos, o que leva a que os indivíduos/atividades tenham de ficar à espera por equipamentos por sobreposição na utilização. A questão dos prazos também foi identificada e é necessário explorar as questões de autorizações, validações, informações de chefias pois todos estes aspetos podem levar a desperdícios de tempo de espera. No que diz respeito ao sobre processamento é fundamental que sejam identificados e definidos indicadores de desempenho dos processos.

Analisando a percentagem de respostas que indicam desempenho *Lean*, tendo em conta a função, verifica-se que as perceções variam consoante a função que os colaboradores desempenham na empresa, conforme apresentado na Tabela 6 e Figura 22.

Tabela 6 – Número de respostas que indicam desempenho *Lean* por função

	Transporte	Inventário	Movimentação	Competência Pessoal	Tempo de espera	Superprodução	Sobre processamento	Defeitos
<b>Mecânico</b>	39	58	17	29	40	31	39	35
<b>Eletricista</b>	26	47	11	25	24	23	35	31

<b>Serralheiro</b>	9	12	5	8	8	5	6	8
<b>Lubrificador</b>	25	35	9	14	19	9	20	19
<b>Instrumentista</b>	8	17	Na	6	7	4	10	9
<b>Técnico de automação</b>	5	8	3	3	2	3	5	4
<b>Motorista</b>	3	5	2	4	1	2	4	3
<b>Administrativo</b>	3	Na	2	Na	Na	Na	2	4
<b>Engenheiro de manutenção</b>	10	12	3	11	8	9	18	14
<b>Técnico de manutenção condicionada</b>	8	16	4	9	4	2	8	9
<b>Técnica QAS</b>	3	6	3	4	3	2	5	2

Na tabela 6 encontram-se as frequências absolutas de resposta dos vários tipos de colaboradores segundo a sua função e por tipo de desperdício. De forma a se poder comparar as respostas das várias funções e também os diferentes tipos de desperdício foi necessário proceder à normalização tendo em consideração que o número de pessoas por função não é igual e também o número de perguntas difere consoante o grupo de desperdícios. Desta forma, apresenta-se na Figura 22 a percentagem de respostas que indicam desempenho *Lean* normalizada de forma a ser possível efetuar a comparação pretendida.

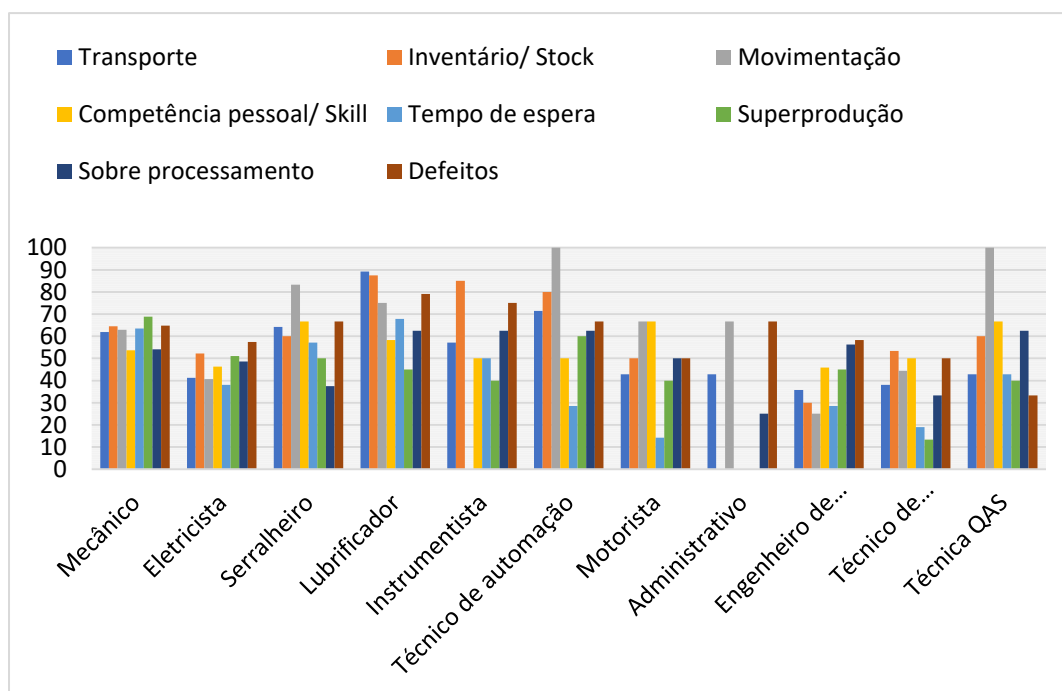


Figura 22 – Percentagem de respostas que indicam desempenho *Lean* normalizadas- por função (elaboração própria)

Por análise da Figura 22, é possível comparar as várias funções da organização percebe-se que os mecânicos e lubrificadores têm uma percentagem de repostas que indicam desempenho *Lean* sempre superior a 40% para todos os tipos de desperdícios. Contudo e globalmente para os vários tipos de desperdícios os mecânicos pouco excedem os 60% tendo uma avaliação uniforme por tipo de desperdício enquanto que os lubrificadores apresentam grandes diferenças sendo o mais notório para melhorar os desperdícios relacionados com a superprodução. Já a função de técnico de automação apresentou como tendo grandes desperdícios o tempo de espera o que também se verifica na função motorista, na função técnico de manutenção, e engenheiro de manutenção onde as percentagens de resposta que indicam desempenho *Lean* são abaixo dos 40%. No global os engenheiros de manutenção evidenciaram respostas que indicam desempenho *Lean* desde 25% a 56,3%, e os técnicos de manutenção condicionada com respostas desde 13,3% a 53,3% sendo valores baixos para todos os tipos de desperdícios. Também os eletricitas manifestam respostas que indicam desempenho *Lean* baixas que vão de 38,1% a 52,2% sendo estes os três grupos funcionais onde as respostas que indicam desempenho *Lean* nunca atingem os 60% e como tal os grupos que têm a perceção de existir um maior número de problemas por tipo de desperdício.

Os resultados obtidos podem ser explicados pelo facto de as funções atrás relatadas serem funções mais operacionais e que conseqüentemente permanecem mais tempo no “terreno” e deparam-se com problemas diferentes do que por exemplo as funções administrativas, tendo por isso, uma visão diferente das funções de carácter mais administrativo.

### **Identificação da maturidade *Lean* da empresa**

De acordo com a tabela 3 e com a análise realizada dos resultados, é possível concluir que a Ecotejo encontra-se no nível 3, nível médio de maturidade. Tendo em conta as percentagens de respostas que indicam desempenho *Lean* e o desperdício encontrado de tempos de espera.

A classificação média de maturidade *Lean* representa uma aplicação satisfatória da filosofia *Lean*, porém existe espaço para melhorias, sendo necessário reavaliar e entender onde poderão ser feitas melhorias.

### **Discussão dos resultados e identificação dos desperdícios *Lean* da Ecotejo**

Com base na avaliação *Lean* da Ecotejo, foi identificado que a área de tempos de espera como desperdícios *Lean*. Estes resultados vão de acordo com o que se apresenta na tabela 5, onde se pode observar 4 perguntas para as quais o número de respostas que indicam desperdício foi superior ao número de respostas que indicam desempenho *Lean*. A principal causa para a existência deste tipo de desperdício deve-se ao facto de existirem pontualmente conflitos na utilização de equipamentos operacionais, como viaturas, aparelhos de medida, escadas e ventilador, e por isso as equipas acabam por passar muito tempo à espera de disponibilidade de equipamentos para a execução dos trabalhos. Outro motivo para a existência deste desperdício é a inexistência de prazos definidos para a conclusão dos trabalhos, quer por parte do cliente quer pela parte da Ecotejo. Foi identificado que para a maioria dos trabalhos diários não existem prazos definidos para a conclusão dos mesmos, contudo quando se trata de trabalhos urgentes o prazo para a conclusão do trabalho é o mais breve possível. Outro fator que contribuí para a existência do desperdício de tempo de espera, deve-se ao facto de a maioria dos trabalhadores considerarem que os fornecedores não cumprem o prazo estipulado de entrega, e por isso, é perdido muito tempo à espera de material, peças, equipamentos de trabalho, entre outros. Para o desperdício de tempo de espera será necessário criar, estruturar e iniciar um projeto *Lean* de forma a reduzir este tipo de desperdício.

De acordo com a tabela 3, não se verificou a existência de mais nenhum desperdício *Lean* na Ecotejo.

Apesar de não ter sido considerado desperdício, porém, através da análise detalhada das respostas, identificou-se como oportunidade de melhoria a área das competências pessoais. Existiram 3 perguntas no questionário onde o número de respostas que indicam desperdício foram superiores ao número de respostas que indicam desempenho *Lean*. Um dos motivos para este resultado está relacionado com a inexistência de levantamento de necessidades de formação e elaboração de planos de formação, assim como inexistência de mapa de descritivo de funções e mapa de formações técnicas.

Na área do transporte verificou-se que, quando um técnico necessita de uma material/equipamento este não está imediatamente disponível para utilização, o que vai de encontro ao que foi dito anteriormente sobre a existência de conflitos de utilização de equipamentos. Para além disto, os trabalhadores revelaram que é frequente durante a

execução de um trabalho ficar parado à espera de material, o que poderá estar relacionado com o prazo de entrega dos fornecedores.

Na área do inventário/ *stock* é notória a discrepância de respostas não indicam desperdício e as respostas que indicam desempenho *Lean* nomeadamente na pergunta referente à adequação do stock de material face às necessidades de trabalho. Para esta pergunta foi revelado a ausência de diverso tipo de material imprescindível para a execução de trabalhos como parafusos, lâmpadas, discos de corte, tinta, fita isolante, líquido de limpeza, luvas e ferramentas. É evidente a necessidade de melhoria da gestão de stock de material de apoio às equipas.

Relativamente à área de sobre processamento, os aspetos que indicam desperdícios estão relacionados com o facto de que não existem indicadores que monitorizam o desempenho da Ecotejo, contudo, estes indicadores existem, mas não são do conhecimento dos trabalhadores. Ainda no sobre processamento, as reuniões com o cliente não foram consideradas eficientes nem destinadas à resolução de problemas, o que revela ser um aspeto importante a resolver de forma que, a relação do cliente e do prestador de serviços seja a melhor possível para maior qualidade de serviço de ambas as partes.

Os aspetos que indicam desperdícios relacionados com os defeitos, são relativos à inexistência de ordens de trabalho, e conseqüentemente a não identificação clara e exata do trabalho a executar. As respostas ao questionário revelaram que, o cliente muitas vezes não emite as ordens de trabalho e, em consequência não existe um espaço dedicado para a descrição clara e exata dos trabalhos a executar.

### **3.3.2. Etapa de planeamento e desenvolvimento**

Após a etapa de diagnóstico, segue-se a etapa de planeamento e desenvolvimento, onde é definida a estratégia a adotar de forma que, a transformação *Lean* seja implementada na organização.

Esta fase começa com a definição dos responsáveis que terão funções durante a transformação *Lean*. No caso da Ecotejo, tendo em conta o nº de trabalhadores e o tipo de desperdícios identificados a escolha da equipa *Lean* foi facilitada, tendo sido escolhidos os 3 engenheiros de manutenção, o responsável pela gestão de stock/compras, e alguns técnicos operacionais.

Nesta fase foram realizadas várias reuniões com a equipa *Lean*, de forma a verificar os recursos necessários, *timeline* e benefícios estimados. A análise dos métodos e ferramentas *Lean* foi pensado tendo em conta as necessidades e propostas de melhoria descritas pelos colaboradores, uma vez que o desempenho do processo está aliado às necessidades dos colaboradores.

Após o diagnóstico *Lean* feito anteriormente, foi possível concluir que o desperdício encontrado recai na área dos **tempos de espera**. De forma a eliminar este desperdício e a fim de melhorar os restantes problemas identificados, foram analisadas quais as ferramentas *Lean* que poderão ser implementadas e que se mostram mais ajustadas no âmbito deste estudo tendo em consideração os recursos disponíveis e o horizonte temporal do projeto (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise das ferramentas *Lean* a adotar na Ecotejo no âmbito do estudo (elaboração própria)

Ferramenta	Objetivo	Aplicável
<b>TPM</b>	Garante o tempo de atividade, melhora a capacidade e a consistência do processo.	-
<b>RCA</b>	Identificar as causas raízes do problema e das medidas preventivas a adotar para erradicar o problema.	-
<b>Gemba Walk</b>	Identificar desperdícios, problemas e oportunidades de melhoria.	X
<b>Quadro Kamishibai</b>	Identificar visualmente a realização de determinada tarefa.	X
<b>VSM</b>	Ilustrar, analisar e melhorar as etapas necessárias para um produto ou serviço.	-
<b>Mapeamento de processos</b>	Ilustrar o efeito das ações e dos comportamentos de cada interveniente, e a descobrir redundâncias, erros, retrabalho, etc.	X
<b>Ferramenta 5S</b>	Redução do desperdício de tempo e de movimento.	X
<b>Matriz de competências</b>	Facilitar a identificação das competências atuais de uma equipa de trabalho e destacar as lacunas que precisam de ser preenchidas.	X

De acordo com o mencionado no capítulo anterior, existem muitas ferramentas *Lean* que podem ser utilizadas nas organizações, porém a escolha das mesmas é um passo importante que poderá condicionar os resultados pretendidos. Todas as ferramentas e metodologias tem associadas à sua implementação vários desafios e barreiras que as empresas se deparam quando pretendem a sua aplicação.

Um dos fatores muito importante e que afeta diretamente a aplicação da ferramenta TPM é o trabalho em equipa e o envolvimento de todos os funcionários de uma empresa (Brodny & Tutak, 2017). Devido a este fator, poderá existir uma elevada resistência por parte dos colaboradores da Ecotejo e das Águas do Tejo Atlântico, uma vez que, exige uma mudança cultural da empresa. Aliado a isso, existe o facto da Ecotejo ser uma empresa de prestação de serviços, e na maioria das vezes, não tem poder nem controlo nos funcionários do seu cliente, impossibilitando assim o envolvimento de todos os funcionários.

No arranque do contrato da Ecotejo foi estimado um orçamento para todos os custos inerentes à vigência do contrato, custos esses que não contemplaram a adoção de novas ferramentas com o TPM. Desta forma, a falta de recursos financeiro para a formação dos colaboradores no âmbito do TPM, é uma barreira na implementação desta ferramenta na Ecotejo (Sahoo & Yadav, 2018).

No que diz respeito à ferramenta do VSM, esta é direcionada a *layouts* de linha de montagem, fluxos contínuos e outros sistemas baseados em elevados volumes de produção e baixa variedade de produtos (Khaswala & Irani, 2001). Uma vez que, a Ecotejo tem uma forma de atuação variável e com aspetos que, na maioria das vezes não são controladas pela Ecotejo, sentiu-se dificuldade na execução desta ferramenta. A cronometragem de tempos de processos é essencial na implementação do VSM, e no caso da Ecotejo, esta contabilização de tempos não seria representativa da realidade em tempo útil da realização deste projeto devido à diversidade de tipos de manutenção, tipologias de equipas, e instalações com diferentes metodologias de trabalho. Tendo em conta os aspetos referidos anteriormente, foram identificadas algumas barreiras e obstáculos na construção de um VSM para a Ecotejo.

A aplicação da ferramenta RCA, é uma ferramenta que apesar de ser de simples e fácil aplicação, e ser usualmente utilizada para a análise de causas raiz de problemas, continuam a existir dúvidas sobre a eficácia real desta técnica. Para além disso, esta é uma técnica que requer algum tempo disponível para uma análise real dos problemas reais de uma organização, e a obtenção de resultados concretos. Tendo em conta o período de tempo do projeto, e tendo por base a análise da origem dos problemas com a colocação de parâmetros de resposta aberta no questionário de desperdícios *Lean* da Ecotejo, não se considerou no âmbito deste projeto a aplicação desta ferramenta. A elaboração de um questionário de desperdício *Lean* à medida da Ecotejo, ajudou a identificar as causas que poderiam estar na origem de alguns problemas existentes na empresa.

### 3.3.3. Etapa de implementação

A etapa de implementação é a penúltima do *roadmap*, e consista na identificação das ferramentas e métodos a pôr em prática no caso de estudo. Nesta etapa é crucial a formação de todos os colaboradores sobre as mudanças *Lean* que foram efetuadas de modo que, este seja um processo participativo e de melhoria contínua.

Conforme as etapas anteriores foi possível a implementação das seguintes ferramentas *Lean* na Ecotejo:

- **Ferramenta 5S** – vai promover a limpeza, organização e otimização do espaço de trabalho;
- **Matriz de competências e Descritivo de funções** – vai facilitar a análise de competências dos colaboradores, permitindo distinguir facilmente lacunas a nível de competências e avaliação de desempenho.

#### Aplicação da ferramenta 5S

Tal como referido no capítulo 2 a ferramenta 5S tem o objetivo de tornar os locais mais organizados, limpos e funcionais, e é baseado em 5 fases: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, e *Shitsuke*. No âmbito da aplicação de ferramentas *Lean* na Ecotejo, procedeu-se à aplicação desta ferramenta em 3 espaços distintos: Armazém, escritório e viaturas.

#### I. Armazém

Verificou-se a existência de lacunas ao nível da organização e rastreabilidade dos equipamentos de trabalho do armazém, que implicava muitas vezes a perda de ferramentas e desperdício de tempo a procurá-las. Aliado a isso, verificou-se ainda a desorganização e higienização desadequada deste espaço. Foi utilizada a ferramenta 5S com o objetivo de melhorar a zona de armazém, da seguinte forma:

1. Iniciou-se o processo com uma visita ao armazém para um primeiro diagnóstico do espaço e inventário das ferramentas e equipamentos existentes;
2. ***Seiri* (Triagem):** O primeiro passo foi a triagem de todo o equipamento existente no armazém, onde foi retirado todo o equipamento que não pertenciam ao local, ou que se encontrava obsoleto;

3. **Seiton (Organização):** Foram definidas zonas destinadas a arrumação dos equipamentos, ferramentas, consumíveis, produtos químicos, etc. A definição das zonas de arrumação foi feita tendo em conta com as ferramentas e equipamentos utilizados com maior frequência e por isso foram colocadas em zonas de fácil acesso, de forma a tornar o fluxo de trabalho mais simples. De forma a melhorar o espaço e criar mais zonas de arrumação, foram instaladas novas estruturas de arrumação, como possível ver na figura 23;



Figura 23 - Melhorias de organização no armazém

4. **Seiso (Limpar):** Foi feita a limpeza às prateleiras, pavimento, bancadas de trabalho e resíduos existentes;
5. **Seiketsu (Normalizar):** Todas as zonas de arrumação foram identificadas com etiquetas que identificam os objetos/equipamentos a armazenar naquela local.

Foi ainda instalado um quadro de rastreabilidade dos equipamentos e ferramentas de trabalho emprestadas e que posteriormente voltam a ser armazenadas no armazém (conforme figura 24). A utilização deste quadro funciona da seguinte forma:

- Retirar a ferramenta/ equipamento de trabalho do seu local;
- Retirar a chapa que identifica o/os utilizador/es da ferramenta – A cada colaborador foram atribuídas 2 chapas identificadas com um número (ao lado do quadro foi colocada uma lista de todos os colaboradores e com os números que os identificam);





Figura 24 - Melhorias de normalização no armazém

6. **Sheitsuke (Disciplinar):** Foi implementada uma rotina de inspeção para verificação da arrumação e limpeza do espaço, assim como se as ferramentas e equipamentos se encontram nos locais definidos. Para auxiliar neste processo foi elaborada uma *checklist* 5S que permite fazer uma verificação de todos os pressupostos desta ferramenta e ajuda a manter a arrumação e limpeza do espaço. A *checklist* elaborada encontra-se no anexo II.

Definiu-se uma periodicidade de revisão de 3 meses, que visa a manter o quadro de equipamentos/ ferramentas e lista de colaboradores atualizadas de acordo com a realidade da empresa. Definiu-se a mesma periodicidade, isto é, de 3 em 3 meses para a aplicação da *checklist* 5S ao armazém, por um técnico aleatório escolhido ao acaso para verificação das condições de organização e limpeza do espaço.

Nas figuras 25 e 26 é possível verificar as diferenças do armazém entre o antes e o depois da implementação da ferramenta 5S.

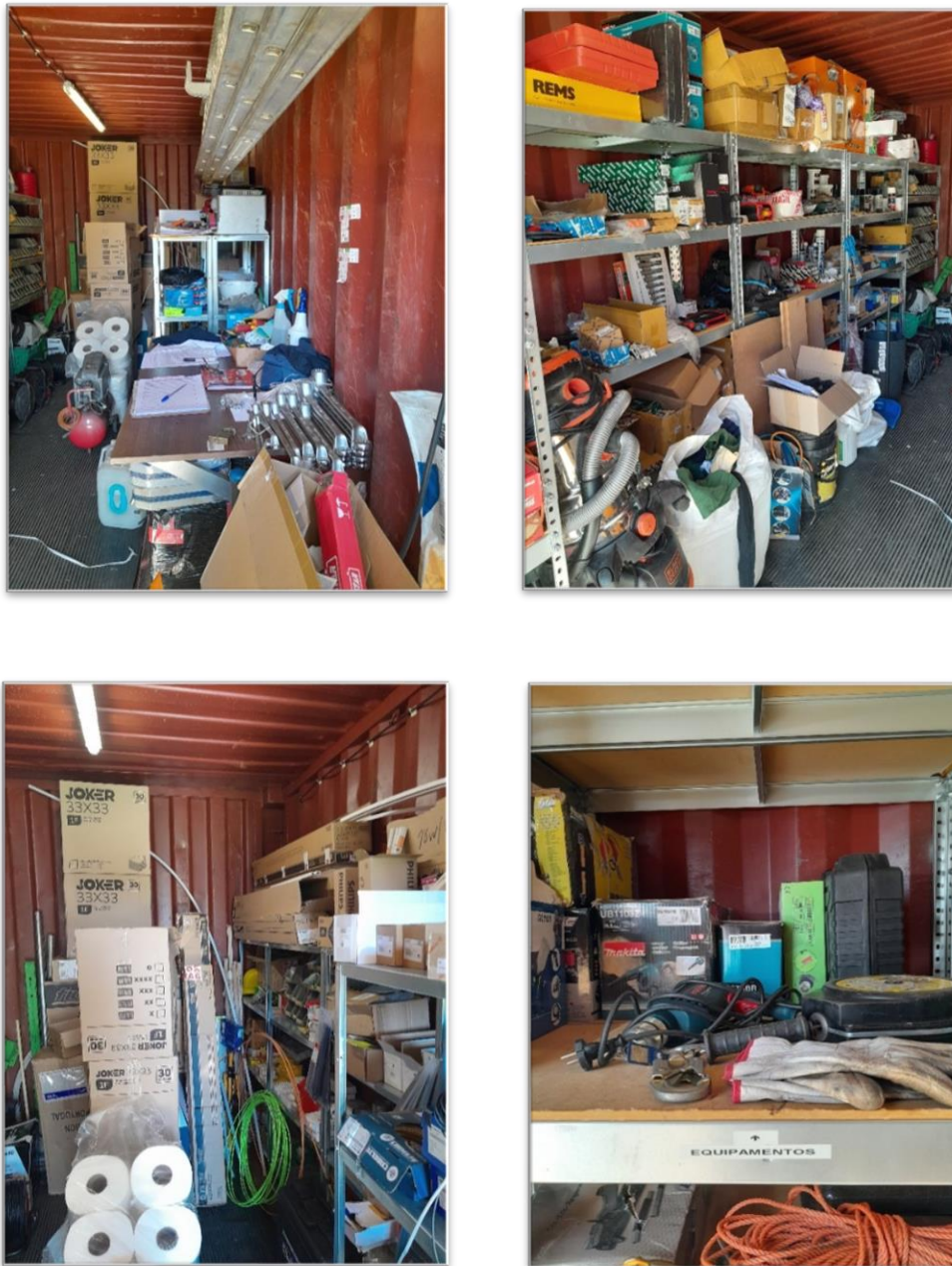


Figura 25 - Armazém antes da utilização da ferramenta 5S



Figura 26 - Armazém depois da aplicação da ferramenta 5S

## II. Escritório

Nos escritórios da Ecotejo existe um armário onde são armazenados alguns equipamentos de menores dimensões, utilizados pelas equipas da Ecotejo. Verificou-se a existência de lacunas ao nível da rastreabilidade dos equipamentos de trabalho do escritório, que implicava muitas vezes a perda de ferramentas. Foi utilizada a ferramenta 5S com o objetivo de melhorar esta zona:

1. **Seiri (Triagem):** Realizou-se uma triagem de todo o equipamento existente no armário do escritório, onde foi retirado todo o equipamento que não pertenciam ao local, ou que se encontrava obsoleto;
2. **Seiton (Organização):** Os equipamentos e ferramentas foram organizadas de acordo com a sua área funcional, tendo em consideração as diferentes dimensões e pesos, e as limitações de espaço;
3. **Seiso (Limpar):** Após a organização dos equipamentos e das ferramentas foi feita a limpeza das prateleiras assim como de todo o seu conteúdo (ferramentas e equipamentos);
4. **Seiketsu (Normalizar):** As prateleiras para arrumação foram identificadas e foi elaborado um registo para rastreabilidade para equipamentos e ferramentas do escritório, conforme anexo III e figura 27. O preenchimento deste registo funciona da seguinte forma:
  - Retirar a ferramenta/ equipamento de trabalho do seu local;
  - Preencher o registo com o nome do utilizador e a data de saída do equipamento/ferramenta;
  - Utilização da ferramenta/equipamento;
  - Após a devolução do equipamento/ferramenta, o nome do colaborador e data são eliminados do registo, indicando que aquele equipamento está disponível para a próxima utilização;



Figura 27 - Melhorias de organização no escritório

7. **Sheitsuke (Disciplinar):** Foi implementada uma rotina de inspeção para verificação da arrumação e limpeza do armário de arrumação, assim como se as ferramentas e equipamentos se encontram nos locais definidos. Para auxiliar neste processo foi elaborada uma *checklist* 5S que permite fazer uma verificação de todos os pressupostos desta ferramenta e ajuda a manter a organização e limpeza. A *checklist* elaborada encontra-se no anexo II.

O registo elaborado para a rastreabilidade de equipamentos será atualizado de 6 meses, de forma a que a listagem de equipamentos e ferramentas se mantenha atualizada. Definiu-se também, uma periodicidade de 3 meses para a aplicação da *checklist* 5S ao armário de equipamentos do escritório, por um técnico aleatório escolhido ao acaso para verificação das condições de organização e limpeza do espaço.

Nas figuras 28 e 29 é possível verificar as diferenças do armário de equipamentos do escritório entre o antes e o depois da implementação da ferramenta 5S.



Figura 28 - Armário de equipamentos antes da aplicação da ferramenta 5S



Figura 29 - Armário de equipamentos depois da aplicação da ferramenta 5S

### III. Viaturas

À semelhança do que se verificava no armazém e no escritório da Ecotejo, as viaturas dos técnicos careciam de algumas melhorias ao nível da organização e limpeza. Devido à grande abrangência geográfica de algumas equipas, os técnicos têm a necessidade de transportar na viatura tudo o que são ferramentas/equipamentos de trabalho, equipamentos de proteção individual, fardamento, produtos químicos e outros objetos necessários para os trabalhos (como baldes, cordas, trapos, etc). Com o elevado

ritmo de trabalho do dia a dia e limitação de espaço, a viatura não tem, na maioria das vezes, uma adequada limpeza e organização. Desta forma, utilizou-se mais uma vez a ferramenta 5S com o objetivo de melhorar a arrumação e organização da viatura, da seguinte forma:

1. O primeiro passo foi fazer um diagnóstico do estado atual da viatura e análise das possíveis melhorias a fazer;
2. **Seiri (triagem)**: Procedeu-se à remoção de todo o material da viatura, de modo a fazer uma triagem do material em utilização e necessário para as tarefas do dia a dia. Foi retirado todo o material desnecessário e obsoleto;
3. **Seiton (Organização)**: Juntamente com os técnicos utilizadores das viaturas e de acordo com as ferramentas mais utilizadas, foram definidos os locais de arrumação para o material da viatura. De forma a aumentar o espaço para arrumação, foram instaladas novas estruturas de arrumação de acordo com a figura 30;



Figura 30 - Instalação de novas prateleiras na viatura (viatura de eletricitas)

4. **Seiso (Limpar)**: Nesta fase foi feita toda a higienização da viatura assim como de todo o conteúdo a arrumar na mesma;
5. **Seiketsu (Normalizar)** – Foram colocadas etiquetas de identificação nas prateleiras de arrumação, identificando as zonas de arrumação de cada equipamento e ferramenta, de forma a normalizar a arrumação da viatura, conforme figura 31;



Figura 31 - Melhorias de normalização das viaturas

- a) Viatura dos lubrificadores
- b) Viatura dos electricistas

8. ***Sheitsuke (Disciplinar)*** - Foi implementada uma rotina de inspeção da arrumação e higienização da viatura. Para auxiliar neste processo foi elaborada uma *checklist* 5S que permite fazer uma verificação de todos os pressupostos desta ferramenta e ajuda a manter a organização e limpeza. A *checklist* elaborada encontra-se no anexo II.

Definiu-se uma periodicidade de 3 meses para a aplicação da *checklist* 5S às viaturas, por um técnico aleatório escolhido ao acaso para verificação das condições de organização e limpeza do espaço.

A utilização da ferramenta 5S foi implementada em viaturas de equipas diferentes, nomeadamente a uma equipa de electricistas e uma equipa de lubrificadores. Estas viaturas servem de exemplo de proposta de organização, cabendo à empresa implementar na restante frota da empresa.

Nas figuras 32 e 33 é possível verificar as diferenças nas viaturas entre o antes e o depois da implementação da ferramenta 5S.



a)



b)

Figura 32 - Viaturas antes da utilização da ferramenta 5S

- a) Viatura dos lubrificadores
- b) Viatura dos eletricitas



a)



b)

Figura 33 - Viaturas depois da utilização da ferramenta 5S

- a) Viatura dos lubrificadores
- b) Viatura dos eletricitas

A utilização da ferramenta 5S foi implementada em viaturas de equipas diferentes, nomeadamente na equipa de eletricitas e na equipa de lubrificação. Estas viaturas servem de exemplo de proposta de organização, cabendo à empresa implementar na restante frota da empresa.

### **Matriz de competências e Descritivo de funções**

A estrutura organizacional da Ecotejo está dividida em grupos distintos, nomeadamente na equipa de gestão de manutenção, a equipa de manutenção elétrica, a equipa de manutenção mecânica e a equipa de manutenção preventiva, como tal foram elaboradas matrizes de competências para quase a maioria das funções. Existem funções que são realizadas apenas por um colaborador, devido às exigências contratuais do contrato da prestação de serviços, e por isso não existe meio de comparação para a análise de competências. Essas pessoas não foram contempladas na matriz de competências.

As matrizes estão adaptadas às responsabilidades de cada função e os pontos a avaliar foram analisados em conjunto com a chefia. As matrizes construídas possuem 4 níveis de classificação consoante o nível de aptidão para a tarefa:


- Nível 0 – Não apto à atividade
- Nível 1 – Quase apto
- Nível 2 – Apto à atividade
- Nível 3 – Apto à atividade e tem competência para formar

Para cada nível de classificação foi associada uma cor diferente, de forma a facilitar no momento de consulta da matriz. Para além disso, foi feita uma totalização de pontuação por colaborador de forma a distinguir facilmente as necessidades de formação, identificado a vermelho na tabela e, foi ainda realizada uma totalização da pontuação por tarefa, de forma a identificar quais as tarefas que precisam ou não de mais colaboradores aptos para a tarefa em questão, também identificado a vermelho na tabela.

O principal objetivo da construção das matrizes de competências é a determinação de necessidades de formação de cada colaborador por área funcional e, para identificar rapidamente um colaborador que possa substituir outro em caso de necessidade. Além do mais, a matriz de competências poderá facilitar na escolha dos colaboradores para formação/ acompanhamento de novos colaboradores da Ecotejo.

Na figura 34 foi colocado um exemplo de uma matriz de competências elaborada, no anexo IV encontram-se as matrizes elaboradas para todas as funções.

## Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

 **Matriz de competências - Manutenção Mecânica e Serralharia**

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de manutenção							Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Requisição de material	Liderança de equipa	Planeamento de trabalhos	Reparação de bombas (desmontagem, reparação e montagem)	Reparação de ventiladores (desmontagem, reparação e montagem)	Reparação de equipamentos móveis* (desmontagem, reparação e montagem)	Alinhamentos de veios	Trabalhos de serralharia simples	Trabalhos de serralharia construção (estruturas)	Trabalhos a quente (soldadura)	
Bruno Linhares	2	2	1	1	3	2	3	2	2	1	2	21
Bruno Martins	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	17
Fernando Barrocas	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	31
Francisco Navalho	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
João Conceição	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	21
José Troncão	3	3	2	2	2	2	2	0	3	3	3	25
Mário Valente	2	2	0	0	2	2	3	1	2	1	2	18
Micel Almeida	3	3	2	2	3	3	3	3	2	1	2	27
Nuno Pinheiro	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	24
Nuno Moreira	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	17
Rui Santos	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	1	26
Valdemar Pereira	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	27
Vitor Ramalho	3	3	2	2	2	2	2	0	3	3	3	25
	32	31	20	21	31	30	32	18	28	19	25	

\*agitadores, tamisadores, grades, caixas reductoras, pontes rolantes

Escala	Significado
-	Não aplicável
0	Não Apto a atividade
1	Quase apto
2	Apto à atividade
3	Apto à atividade e sabe formar

Figura 34 – Exemplo de matriz de competências

De acordo com a análise das matrizes de competências elaboradas, verificou-se a existência de colaboradores com necessidades de formação em algumas áreas, assim como tarefas/atividades com poucas pessoas aptas para a função. Todas as necessidades de formação identificadas foram reportadas à chefia.

A maioria dos técnicos da Ecotejo referiram ainda, não ter um descritivo das funções que enumerasse quais as suas funções, tarefas e responsabilidades na empresa. Consequentemente, foi elaborado em conjunto com a chefia um documento que descreve todas as responsabilidades e funções de todos os postos de trabalho da Ecotejo.

Este documento está disponível para consulta na rede de trabalho da Ecotejo, e poderá auxiliar o responsável da prestação de serviços no recrutamento de novos colaboradores. Na figura 35 está um exemplo de descritivo de função, e no anexo V é possível visualizar todos os descritivos de função elaborados.

 <span style="float: right;">DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO</span>	
<b>IDENTIDADE</b>	
<b>Organização</b> ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	<b>Data:</b>
<b>Função</b> Técnica de Qualidade, Ambiente e Segurança	<b>Aprovado por:</b>
<b>MISSÃO</b>	
Verificação do cumprimento dos requisitos contratuais, através de auditorias periódicas aos processos e instalações, bem como da aplicação de Normas e pelas quais o AGRUPAMENTO e a ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A. se encontrem certificadas.	
<b>PERFIL REQUERIDO</b>	
<b>Habilitações/Experiência</b>	
Experiência na função e qualificação legal para o desempenho dessas funções.	
<b>RESPONSABILIDADES</b>	
<b>Definição</b>	
1. Verificar o cumprimento das normas de Higiene, Segurança e Saúde no Trabalho resultantes da identificação dos riscos associados às tarefas efetuadas e de acordo com as normas atualmente implementadas na ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A.;	
2. Fazer cumprir os procedimentos estabelecidos e comunicados pela ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A na área de Higiene e Segurança;	
3. Efetuar auditorias internas de verificação dos trabalhos efetuados;	
4. Acompanhar as auditorias internas e externas às instalações;	
5. Desenvolver processos de avaliação de riscos profissionais;	
6. Promover a informação e a formação dos trabalhadores e demais intervenientes nos locais de trabalho.	
7.	
8.	
9.	
10.	
<b>PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA</b>	<b>NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA</b>
Na	Responsável da Prestação de Serviços

Figura 35 - Exemplo de descritivo de funções

Definiu-se uma periodicidade de revisão de 6 meses, que visa a manter a matriz atualizada de acordo com a equipa atual da Ecotejo.

### 3.3.4. Etapa de monitorização e outras ações a desenvolver

Chegando a última etapa do *roadmap*, temos a etapa de monitorização e outras ações a desenvolver.

No que diz respeito à monitorização, será avaliado o aumento de eficiência dos processos, após a concretização das melhorias propostas. De acordo com as visitas aos locais para monitorização das ferramentas *Lean* implementadas, o resultado foi positivo uma vez que estavam a ser cumpridos os procedimentos implementados. Conforme *feedback* recebido dos colaboradores, verificou-se um impacto positivo nas ferramentas *Lean* implementadas, uma vez que, já se faz notar a redução tempos de espera, a rastreabilidade dos equipamentos, a redução de perda de material/equipamento, bem como a diferenciação de funções e avaliação de necessidades de formação de cada colaborador.

A Ecotejo encontra-se numa fase de transição e de adaptação às novas metodologias de trabalho implementadas, e por isso as medidas implementadas só continuarão a fazer sentido se forem regularmente e continuamente controladas e revistas através de acompanhamento *in site*, de forma a que seja respeitado o ciclo de melhoria contínua.

No que diz respeito às outras ações a desenvolver, serão apresentadas de seguida propostas de ações a desenvolver no futuro que ajudarão na melhoria de processos da Ecotejo.

#### i. **Quadro *Kamishibai***

De acordo com os resultados obtidos no questionário de desperdícios *Lean*, verificou-se que as lacunas/ oportunidades de melhoria encontradas estavam diretamente relacionadas com um colaborador em específico da Ecotejo. O colaborador em concreto é um dos administrativos, e é o responsável pelas seguintes tarefas:

- Gestão do software de manutenção;
- Compras (análise de fornecedores, realização de notas de encomenda, levantamento de encomendas);
- Gestão do *stock* (inclui economato, fardamento, equipamentos de proteção individual, consumíveis e ferramentas);
- Organização do armazém;
- Gestão da frota (verificação do estado das viaturas e assistência na resolução de problemas);
- Calibrações/inspeções de equipamentos.

Tendo em conta a diversidade de tarefas deste colaborador, a dificuldade de organização e gestão das tarefas é notória, por isso, propõem-se a elaboração um quadro *Kamishibai*. Procedeu-se à planificação mensal das tarefas que o colaborador tem de realizar regularmente e com a mesma frequência temporal, como por exemplo, no mês de novembro é necessário verificar todos os arneses. Para isso foi feito um levantamento das tarefas que o colaborador tem de realizar e os meses correspondentes para a sua execução, conforme tabela 8.

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

Tabela 8 - Cronograma mensal das atividades a realizar pelo administrativo (elaboração própria)

Tarefas	2023			2024								
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Controlo do <i>stock</i> de equipamento de proteção individual	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Controlo do <i>stock</i> de economato	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Controlo do <i>stock</i> do armazém	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificação das viaturas		x						x				
Calibração detetor de gases	x	x	x	x	x							
Inspeção arneses e equipamentos de segurança		x				x		x				
Calibração do analisar de vibrometria			x									
Calibração da câmara de termografia											x	
Calibração alinhador de eixos					x							
Calibração de injetor de sinais				x								

O quadro *kamishibai* foi dividido em várias colunas que correspondem aos meses do ano, começando em outubro de 2023 e terminando em setembro de 2024, cada mês irá possuir cartões que identificam as tarefas a realizar naquele mês. Inicialmente, cada mês irá começar com todos os cartões virados com a face vermelha à mostra, e à medida que as tarefas forem sendo realizadas os cartões passarão a estar virados com a face verde exposta. O objetivo é que no final de cada mês todos os cartões estejam virados com o lado verde exposto significando que foram realizadas todas as atividades daquele mês.

É suposto que o quadro *kamishibai* fique junto do posto de trabalho do colaborador, de forma a que seja facilmente visível por ele e que permita uma gestão visual do que o colaborador tem para fazer no mês atual e nos meses seguintes, e/ou o que ficou pendente do mês anterior. Na figura 36 está uma proposta de quadro *kamishibai* a implementar na Ecotejo.



## ii. Metodologia de controlo de *stock*

As questões relacionadas com a gestão de *stock* saltaram à vista pela falta de *stock* constante referida pelos colaboradores da Ecotejo. Sabe-se que, não existe qualquer controlo do *stock* nem são realizados inventários ao armazém, o que na maioria das vezes traduz-se no termino dos materiais e no esquecimento de reposição dos mesmos. Quando existe a necessidade de algum material em específico, e este não existe em *stock*, faz-se a sua aquisição ou requisição, conforme o material, e o material fica disponível no imediato ou uns dias depois. Tal, faz com que existam tempos de espera elevados e paragem dos trabalhos devido à espera de material.

Atualmente, a empresa reduz ao máximo o nº de encomendas feitas, de forma a garantir a redução dos custos, mesmo sabendo que corre o risco de rutura de *stock* que consequentemente poderá levar ao desperdício de tempo de espera.

De forma a minimizar esta lacuna, e de forma a propor um método que auxilie no controlo de *stocks*, foi feita uma análise ABC aos consumíveis. Análise ABC poderia ter feito realizada noutros materiais de manutenção, conforme a secção 2.3.2. referente aos desperdícios *Lean* na manutenção, capítulo anterior, contudo foram escolhidos os consumíveis pelo facto de serem produtos que podem impossibilitar a realização de trabalhos. Para além disso, a maioria dos consumíveis são da responsabilidade total da Ecotejo, ao contrário das peças de reserva ou sobressalentes, que são da responsabilidade do cliente.

Para esta análise, foram apenas considerados os consumíveis que tem uma procura anual constante, não tendo sido considerados produtos adquiridos esporadicamente para a realização de trabalhos pontuais. A seleção dos consumíveis em *stock* foram apurados a partir das notas de encomenda facultadas pela empresa dos últimos 3 anos. Devido à volatilidade do preço dos produtos, foi estimada uma média baseada nos últimos 3 anos.

Depois de tratados os dados foram apurados os 25 consumíveis que compõe o inventário da Ecotejo, e sobre os quais este estudo incidiu, conforme tabela 9.

Tabela 9 - Listagem de consumíveis em análise

Artigo	Categoria	Consumível
1	Mecânica	Disco de corte para inox
2		Eléttodos
3		Disco Diamante
4		Disco lamelas
5		Lamina p/ serra tico tico

6		Folhas de lixa
7		Brocas (diversos tipos)
8		Abraçadeiras de serrilha
9	Elétrica	Fita teflon
10		Fita isoladora eletrix
11		Ponteiras isoladas
12		Fusíveis
13		Lâmpadas (diversos tipos)
14		Arrancadores
15		Balastos
16	Produtos químicos	Produto desengordurante
17		WD 40
18		Spray óleo de corte
19		Diluyente
20		Petróleo
21		Cola PVC
22		Pasta cobreada
23		Vaselina sólida
24		Silicone para juntas
25	Outros	Trapos de pano

Após a seleção dos 25 consumíveis para análise ABC, foi elaborada a tabela 10 de modo a distinguir os vários consumíveis sob a forma de classes. Esta classificação foi feita com base no preço unitário de cada item, e na procura anual em unidades. Multiplicando estes dois valores, chegou-se aos valores de volume anual total de cada consumível, em euros e posteriormente, obteve-se a esse valor em percentagem, representado na tabela 12 como % de valor anual. A partir das percentagens de valor anual ordenadas por ordem decrescente foi possível obter as diferentes classificações.

A coluna de % de artigos acumulados representa a percentagem que cada item na totalidade do inventário em acumulado, por exemplo, as abraçadeiras de serrilha representam 4% da totalidade do inventário dos 25 consumíveis.

Tabela 10 - Análise ABC

Artigos	Consumíveis	Valor unitário (€/unidade)	Procura anual (unidades)	Volume anual total (€)	% de valor anual	Valor acumulado (%)	Artigos acumulados (%)	Classe
8	Abraçadeiras de serrilha	€ 0,76	1877	€ 1 434,40	43,7	43,7	4	<b>A</b>
11	Ponteiras isoladas	€ 0,28	1275	€ 361,39	11,0	54,7	8	<b>A</b>
17	WD 40	€ 39,28	7,5	€ 294,60	9,0	63,6	12	<b>A</b>
2	Eléctrodos	€ 15,54	15	€ 233,14	7,1	70,7	16	<b>A</b>
1	Disco de corte para inox	€ 0,70	313	€ 218,75	6,7	77,4	20	<b>A</b>
7	Brocas (diversos tipos)	€ 10,42	13	€ 135,41	4,1	81,5	24	<b>A</b>
22	Pasta cobreada	€ 11,50	7	€ 84,33	2,6	84,1	28	<b>B</b>
4	Disco lamelas	€ 1,83	35	€ 64,05	2,0	86,0	32	<b>B</b>
16	Produto desengordurante	€ 61,04	1	€ 61,04	1,9	87,9	36	<b>B</b>
13	Lâmpadas (diversos tipos)	€ 1,43	39	€ 56,36	1,7	89,6	40	<b>B</b>
20	Petróleo	€ 10,38	4	€ 41,53	1,3	90,9	44	<b>B</b>
24	Silicone para juntas	€ 12,85	3	€ 38,55	1,2	92,1	48	<b>B</b>
9	Fita teflon	€ 0,61	58	€ 34,93	1,1	93,1	52	<b>B</b>
6	Folhas de lixa	€ 0,68	50	€ 34,00	1,0	94,2	56	<b>B</b>
2	Vaselina sólida	€ 5,02	7	€ 33,49	1,0	95,2	60	<b>B</b>
19	Diluyente	€ 9,37	3	€ 28,12	0,9	96,0	64	<b>C</b>
5	Lamina p/ serra tico tico	€ 24,45	1	€ 24,45	0,7	96,8	68	<b>C</b>
14	Arrancadores	€ 0,24	75	€ 17,63	0,5	97,3	72	<b>C</b>
21	Cola PVC	€ 8,73	2	€ 15,27	0,5	97,8	76	<b>C</b>
3	Disco Diamante	€ 10,10	2	€ 15,15	0,5	98,2	80	<b>C</b>
18	Spray óleo de corte	€ 5,21	2,8	€ 14,58	0,4	98,7	84	<b>C</b>

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

10	Fita isoladora eletrix	€ 0,55	25	€ 13,75	0,4	99,1	88	<b>C</b>
12	Fusíveis	€ 0,61	22	€ 13,13	0,4	99,5	92	<b>C</b>
15	Balastro	€ 9,44	1	€ 9,44	0,3	99,8	96	<b>C</b>
25	Trapos de pano	€ 0,98	7	€ 6,83	0,2	100,0	100	<b>C</b>
<b>Total</b>		<b>€ 242,00</b>	<b>3843</b>	<b>€ 3 284,33</b>	<b>100,0</b>			

De acordo com a análise realizada, os 25 tipos de consumíveis do inventário da Ecotejo apresentam um custo total anual de 3 284,33 €, sendo que a classe A é representada por 24% dos artigos, que corresponde a 81,5% do investimento anual. A classe B é representada por 36% dos artigos, correspondendo a 13,6% do investimento anual. E por fim a classe C é representada por 40% dos artigos, correspondendo a 4,8% do investimento anual, como é possível observar de uma forma mais simplificada na tabela 11.

Tabela 11 - Classificação ABC simplificada

Classe	Nº de artigos	Valor acumulado (%)	Artigos por classe (%)
A	6	81,5	24
B	9	13,6	36
C	10	4,8	40
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

De acordo com a análise ABC, constata-se que os consumíveis que necessitam de um controlo mais rigoroso no que toca à gestão de *stocks* são aqueles que estão abrangidos na classe A, que são as abraçadeiras de serrilha, ponteiros isoladas, WD 40, eléctrodos, discos de corte de inox e brocas (diversos tipos). Isto significa que 81,5% dos custos anuais da Ecotejo estão concentrados nestes produtos. Os consumíveis da classe B e classe C, apresentam um grau de importância média e baixa a nível financeiro comparativamente aos produtos da classe A. Na figura 37, está representado graficamente a análise ABC relativamente aos *stocks* da empresa, que representa a relação da proporção de artigos e o valor financeiro que representam, dentro da respetiva classe a que pertencem.

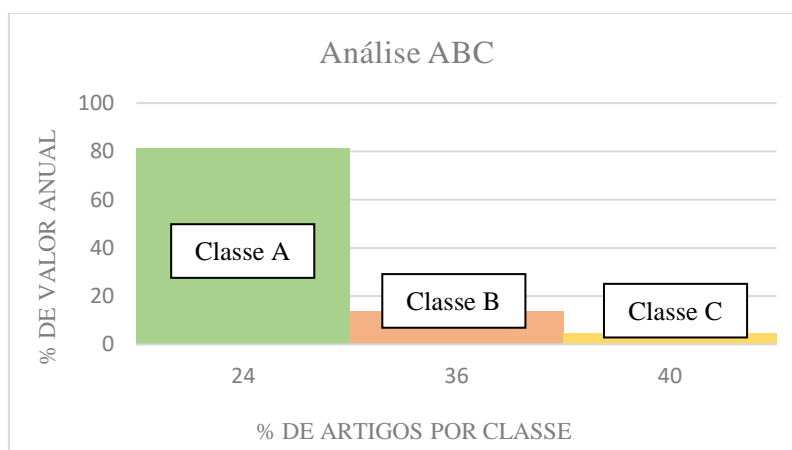


Figura 37 - Representação gráfica da análise ABC

De acordo com a revisão bibliográfica realizada no capítulo anterior, recomenda-se que a Ecotejo sigas as regras descritas na tabela 12.

Tabela 12 - Proposta de regras para a classificação ABC (elaboração própria)

<b>Classe</b>	<b>Produtos</b>	<b>Medidas a implementar</b>
<b>A</b>	Abraçadeiras de serrilha Ponteiras isoladas WD 40 Eléctrodos Disco de corte para inox Brocas (diversos tipos)	Menor <i>stock</i> de segurança Menor tempo de reposição Previsão de procura mais rigorosa Revisões mais frequentes ao nível de <i>stock</i> – revisão de mês a mês
<b>B</b>	Pasta cobreada Disco lamelas Produto desengordurante Lâmpadas (diversos tipos) Petróleo Silicone para juntas Fita teflon Folhas de lixa Vaselina sólida	<i>Stock</i> de segurança intermédio Tempo de reposição intermédio Previsão de procura rigorosa Revisões frequentes do nível de <i>stock</i> – revisão de 3 em 3 meses
<b>C</b>	Diluyente Lamina p/ serra tico tico Arrancadores Cola PVC Disco Diamante Spray óleo de corte Fita isoladora eletrix Fusíveis Balastro Trapos de pano	Maior <i>stock</i> de segurança Maior tempo de reposição Previsão de procura menos rigorosa Revisões menos frequentes do nível de <i>stock</i> – revisão de 6 em 6 meses

A análise realizada permite à empresa perceber quais os consumíveis que tem um maior impacto a nível de custo e causam mais dano na economia da empresa. Os produtos da classe A, necessitam de ter um controlo mais rigoroso no que diz respeito à sua existência ou não em armazém, de forma minimizar o risco de rutura de stock e consequentemente a minimizar custos associados. É recomendado que a Ecotejo dedique mais tempo no controlo dos consumíveis da classe A.

As medidas a implementar propostas, são medidas iniciais e pouco rigorosas de forma a avaliar a viabilidade do procedimento proposto. Uma vez que, atualmente a Ecotejo não faz qualquer tipo de inventários, uma metodologia de controlo de inventário muito apertada não seria viável nem exequível.

Recomenda-se que, daqui a 6 meses as medidas propostas sejam revistas de forma a adequar à realidade da empresa.

## **4. Conclusões e Reflexões**

O presente trabalho surgiu da necessidade por parte da organização em estudo de utilizar abordagens que têm como objetivo a melhoria contínua e que se focam na eliminação de desperdícios na organização. A decisão de utilizar ferramentas *Lean* surgiu do seu papel reconhecido na eliminação de desperdícios aos vários níveis das organizações, sendo fundamentais para as organizações ambientalmente e socialmente responsáveis, uma vez que, a eliminação de desperdícios leva à obtenção de ganhos ambientais, sociais e económicos. A organização em estudo é uma empresa de manutenção na área de tratamento de águas e águas residuais. Neste sentido foi fundamental numa primeira fase compreender o papel da manutenção nas organizações e e que forma o *Lean* pode ser usado na manutenção com grande benefício para este tipo de organizações. Assim numa primeira fase procedeu-se à revisão bibliográfica e através desta foi possível verificar que, a manutenção desempenha um papel cada vez mais importante entre as operações e processos das empresas, e que a utilização de ferramentas *Lean* é uma das abordagens usualmente utilizadas para a melhoria dos processos. Foi possível verificar que, ferramentas *Lean* são usualmente utilizadas pelas mais diversas áreas organizacionais, com o objetivo de eliminar os desperdícios existentes no processo de forma a melhorar o desempenho da organização.

O objetivo principal deste trabalho consistiu na realização de um plano de implementação de ferramentas *Lean*, numa empresa de prestação de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais.

Numa primeira fase foi efetuado um diagnóstico do nível de desperdícios *Lean* da organização. Para efetuar o diagnóstico foi necessário classificar os vários tipos de desperdício *Lean* e construir um questionário para auscultar os vários colaboradores da empresa e melhor entender os principais tipos de desperdícios da organização.

O plano iniciou-se assim com o diagnóstico de desperdícios *Lean*, que foi realizado através da construção de um questionário de desperdícios *Lean* e posterior distribuição pelos colaboradores da empresa. A análise das respostas ao questionário foi de grande utilidade e revelou a existência de alguns problemas de maior relevância. Dentro dos maiores problemas é de destacar a existência do desperdício de tempo de espera, nomeadamente a nível de alguns conflitos na utilização dos equipamentos, no cumprimento dos prazos estipulados para a conclusão de todos os trabalhos programados e no que diz respeito a tempos de entrega de materiais para a realização dos trabalhos.

Para complementar o diagnóstico, foi ainda feita uma avaliação da maturidade *Lean* da organização, tendo sido revelado uma classificação de nível médio de maturidade *Lean* da empresa em estudo para sete dos oito tipos de desperdício em estudo sendo que apenas o desperdício tempo de espera foi considerado como correspondendo a um nível de maturidade fraco e como tal requerendo uma atuação prioritária. O facto dos restantes tipos de desperdícios terem sido classificados num nível de maturidade médio significa que ainda existe trabalho a efetuar e espaço para desenvolver trabalho de melhoria futura.

Os resultados obtidos traduziram-se na necessidade de melhorias nos processos diários da empresa, tendo sido identificadas áreas prioritárias nomeadamente na área de gestão de *stock* e rastreabilidade de equipamentos, organização e limpeza dos espaços, e gestão e avaliação de tarefas.

Foram analisadas as ferramentas *Lean* aplicáveis à empresa no âmbito deste projeto, tendo sido implementadas na prática as ferramentas dos 5S em 3 locais diferentes, assim como a matriz de competências e descritivo de funções. As ferramentas implementadas mostraram resultados positivos a nível de organização e fluidez de trabalho, sendo necessária à sua monitorização contínua para melhoria efetiva do desempenho da organização.

Como sugestões de ações futuras a desenvolver pela empresa, foi elaborado uma proposta de quadro *kamishibai* que poderá ajudar na organização e visualização de tarefas, assim como uma análise ABC aos consumíveis da empresa.

A inclusão dos colaboradores no diagnóstico *Lean* da empresa, foi um aspeto positivo e que ajudou na aceitação por parte dos colaboradores e ajudou na participação ativa na implementação das ferramentas *Lean*. Esta abordagem trouxe-se benefícios pois permitiu perceber facilmente quais as maiores dificuldades e lacunas nas tarefas diárias dos colaboradores.

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

O trabalho realizado foi importante para a organização, e o *feedback* revelado pelos colaboradores da empresa assim o indica. Espera-se que no futuro a organização já tenha implementado mais ferramentas *Lean* que permitam a melhoria do seu desempenho, o aumento da produtividade e satisfação dos trabalhadores.

A secção 3.3.1 referente à etapa de diagnóstico de desperdícios *Lean* na Ecotejo do presente trabalho, serviu de suporte para a elaboração de um trabalho científico com o título: “Diagnóstico dos desperdícios *Lean* numa empresa de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais” (Santos & João, 2022). O trabalho elaborado foi apresentado no XIII Encontro de investigadores da Qualidade, no âmbito da Rede dos Investigadores da Qualidade (RIQUAL), que teve lugar na Coimbra *Business School*.

## **5. Limitações e Trabalho futuro**

A presente dissertação serviu para demonstrar que a adoção de ferramentas *Lean* é uma maneira de reduzir desperdícios e aumentar a produtividade no setor da manutenção.

A principal limitação sentida durante a realização deste trabalho, foi o facto de se tratar de uma empresa de prestação de serviços de manutenção, que trouxe algumas dificuldades acrescidas, nomeadamente o facto de a maioria das metodologias e procedimentos de trabalho serem do controlo do cliente e não da empresa prestadora de serviços.

De qualquer forma a aplicação de ferramentas *Lean* na empresa requer o envolvimento de todos de uma forma ativa, a implementação em todas as áreas da empresa e a dedicação diária que é necessária para que a melhoria de desempenho seja sustentável. Este é um desafio muito grande pois é necessário identificar de uma forma continuada os processos e tarefas que acrescentam valor ao serviço que a empresa presta quer na ótica da empresa quer na ótica do seu cliente. Para tal, é necessário ter os colaboradores motivados e alinhados com os objetivos do *Lean* e também proporcionar-lhes formação numa base periódica. Para trabalhar de uma forma consistente na redução dos vários tipos de desperdícios é necessário um completo envolvimento de todos naquilo que é a compreensão da raiz dos problemas, e o envolvimento de todos na identificação das causas das falhas de produtividade. Desta forma, é possível a minimizar as dificuldades que se possam sentir na implementação de novas e melhoradas práticas de trabalho.

Um dos fatores que constituiu uma limitação no presente trabalho foi o horizonte temporal para a implementação do plano elaborado, visto que a implementação das ações de melhoria só é alcançada a médio ou longo prazo.

De forma a melhorar os resultados obtidos e reunir mais informação que ajude nas próximas etapas do estudo, seria indicado o preenchimento do questionário pela

totalidade de colaboradores da Ecotejo (53 colaboradores à data), uma vez que a taxa de resposta no estudo foi de 69,8%.

Como perspetiva de trabalho futuro, recomenda-se novamente a aplicação do mesmo questionário de diagnóstico de desperdícios *Lean* de forma a, perceber se as ferramentas adotadas eliminaram de forma eficaz os desperdícios identificados e se existe a presença de novos desperdícios.

Recomenda-se a análise dos indicadores de performance da Ecotejo, de forma a melhor perceber se existem fatores que impossibilitem o cumprimento das metas definidas pelo cliente. Caso existam causas que impossibilitem o cumprimento das metas, deve ser feita uma análise das causas raiz adjacentes. Para esta análise, podem ser utilizadas ferramentas de causa raiz, como a ferramenta RCA (análise da causa raiz) e diagramas de *Ishikawa*, também denominadas de diagramas de espinha de peixe.

Propõe-se ainda, a implementação de modelos que permitam determinar a quantidade de material a encomendar, e a frequência da encomenda, isto é, quando encomendar. Para isso, propõe-se a implementação do modelo quantidade económica de encomenda QEE, e do modelo do ponto de encomenda (ROP) ou o método da periodicidade fixa de encomenda (ROL), conforme a aplicabilidade na empresa.

As melhorias propostas no âmbito do presente trabalho constituem apenas o início do processo de implementação da filosofia *Lean*, sendo necessário a monitorização do processo para a obtenção de melhorias significativas no desempenho da organização.

## Bibliografia

- Abdolazimi, O., Shishebori, D., Goodarzian, F., Ghasemi, P., & Appolloni, A. (2021). Designing a new mathematical model based on ABC analysis for inventory control problem: A real case study. *RAIRO - Operations Research*, 55(4), 2309–2335. <https://doi.org/10.1051/ro/2021104>
- Abdullah, N., & Almutairi, N. (2020). Using Lean Principles in Water Maintenance Operations with Application to Water Treatment Plant. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 1345–1351. [https://doi.org/10.47277/JETT/8\(4\)1351](https://doi.org/10.47277/JETT/8(4)1351)
- Adesta, E. Y. T., Prabowo, H. A., & Agusman, D. (2018). Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 290(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>
- Adefy, I. H., Mohib, A., El-Kamash, A. M., & Mahmoud, M. A. (2019). A New Framework of Reliability Centered Maintenance. Em *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering* (Vol. 13, Número 3).
- Anand, G., & Kodali, R. (2008). Development of a Conceptual Framework for Lean New Product Development Process. *International Journal of Product Development*, 6(2), 190–224. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2008.019240>
- Ann Douglas, J., Antony, J., & Douglas, A. (2015). Waste Identification and Elimination in HEIs: The Role of Lean Thinking. Em *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 32, Número 9). <http://researchonline.ljmu.ac.uk/>
- Barbieri, J. C., & Machline, C. (2009). *Logística hospitalar: teoria e prática* (2ª edição). Saraiva.
- Bloch, H. P., & Geitner, F. K. (1997). Major process equipment maintenance and repair (Vol. 4). Elsevier
- Bose, D. C. (2006). *Inventory Management*. PHI Learning Private Limited.
- Brodny, J., & Tutak, M. (2017). Application of Elements of TPM Strategy for Operation Analysis of Mining Machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 95(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/4/042019>
- Burt, D. N., Starling, S. L., & Dobler, D. W. (2003). *World Class Supply Management: The Key to Supply Chain Management* (McGraw-Hill/Irwin).
- Cabral, J. (2006). *Organização e Gestão da manutenção* (Lidel).

- Campbell, J. D., Jardine, A. K. S., & McGlynn, J. (2011). *Asset Management excellence. Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions* (CRC Press).
- Carvalho, J. (2021). *Melhoria Contínua nas Organizações* (Lidel).
- Celente, M. L., De, C., & Libanio, S. (2012). Lean development: diagnóstico dos tipos de perdas ocorridas nos projetos de produto em uma multinacional do ramo automotivo. *XII SEPROSUL - Semana de la Ingeniería de Producción Sudamericana*.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply chain management: creating value added networks* (Fourth Edition). Prentice Hall.
- Cortés-Leal, A., Cárdenas, C., & Del-Valle-Soto, C. (2022). Maintenance 5.0: Towards a Worker-in-the-Loop Framework for Resilient Smart Manufacturing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/app122211330>
- David N. Burt, S. L. S. (2018). Impact of Inventory Management and Procurement Practices on Organization's Performance. *Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies*, 6(3), 32–39. <https://doi.org/10.12816/0044429>
- Dias, S. M., & Santos, S. (2022). *PSST: Plano de segurança e saúde no trabalho*.
- Duffuaa, S. O., & Haroun, A. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi, Eds.; Springer, pp. 3–15). Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Duffy, G. L., & Wong, A. K. (2013). Complementary strengths. *Six Sigma Forum Magazine*, 22–25.
- Fagnani, E., & Guimarães, J. R. (2017). Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *Journal of Cleaner Production*, 147, 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080>
- Farinha, J. (2011). *Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão* (Monitor).
- Farshid, A., Shavarini, S., & Hoseini, S. (2006). Glean lean: How to use lean approach in services industries? *Journal of Services Research*, 6, 191–206.
- Flores, B. E., & Whybark, C. D. (1896). Multiple criteria ABC analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 6(3), 38–46.
- Ford Motor Company. (1919). *Ford Manual for Owners and Operators of Ford Cars and Trucks*. Ford Motor Company.

- Gits, C. W. (1994). Structuring Maintenance Control Systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(7).
- Gulati, R. (2009). *Maintenance and Reliability - Best practices*. Industrial Press, Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management* (Tenth). Pearson Education.
- Hernández-Chover, V., Castellet-Viciano, L., & Hernández-Sancho, F. (2020a). Preventive maintenance versus cost of repairs in asset management: An efficiency analysis in wastewater treatment plants. *Process Safety and Environmental Protection*, 141, 215–221. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2020.04.035>
- Hernández-Chover, V., Castellet-Viciano, L., & Hernández-Sancho, F. (2020b). Preventive maintenance versus cost of repairs in asset management: An efficiency analysis in wastewater treatment plants. *Process Safety and Environmental Protection*, 141, 215–221. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2020.04.035>
- Ito, A., Hagström, M., Bokrantz, J., Skoogh, A., Nawcki, M., Gandhi, K., Bergsjö, D., & Barring, M. (2022). Improved root cause analysis supporting resilient production systems. Em *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 64, pp. 468–478). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.07.015>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Saniuk, A. (2018). *How to Make Maintenance Processes More Efficient Using Lean Tools? IGI Book «Lean Thinking in Industry 4.0 and Services for Society» View project Cyber Industry Networks View project*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0_2)
- Johansson, A., & Nafisi, M. (2020). Process mapping in industry - the self-centred phenomenon and how it effects continuous improvements. *Procedia CIRP*, 93, 718–723. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.046>
- John Moubray. (1997). *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press Inc.
- Kaizen Institute. (2013). *Kamishibai*. <https://kaizeninstituteindia.wordpress.com/2013/05/03/kamishibai/>
- Kaltenbrunner, M., Bengtsson, L., Mathiassen, S. E., & Engström, M. (2017). A questionnaire measuring staff perceptions of Lean adoption in healthcare: development and psychometric testing. *BMC Health Services Research*, 17(1), 235. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2163-x>
- Khairy A. H. Kobbacy, & D. N. Prabhakar Murthy. (2008). *Complex System Maintenance Handbook* (Springer-Verlag).

- Khaswala, Z. N., & Irani, S. A. (2001). Value Network Mapping (VNM): Visualization and Analysis of Multiple Flows in Value Stream Maps. *Proceedings of the Lean Management Solutions Conference*.
- Kilonzo, J. M., Memba, F. S., & Njeru, A. (2016). Effect of Inventory Management on Financial Performance of Firms Funded by Government Venture Capital in Kenya. *European Journal of Business and Management* [www.iiste.org](http://www.iiste.org) ISSN, 8(5). [www.iiste.org](http://www.iiste.org)
- Knop, K., & Ulewicz, R. (2018). Analysis of the possibility of using the Kamichibai audit in the area of quality inspection process implementation. *Organization and Management*, 3(43). <https://doi.org/10.29119/1899-6116.2018.43.3>
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph Of The Lean Production System. *Sloan Management Review*, 41–52.
- Liker, J., & Ross, K. (2017). *The Toyota Way to Service Excellence. Lean Transformation in service organizations* (McGraw-Hill Education, Ed.).
- McIntosh, B., Sheppy, B., & Cohen, I. (2014). Illusion or delusion – Lean management in the health sector. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 27(6), 482–492. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-03-2013-0028>
- Merkt, O. (2019). On the use of predictive models for improving the quality of industrial maintenance: An analytical literature review of maintenance strategies. *Proceedings of the 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2019*, 693–704. <https://doi.org/10.15439/2019F101>
- Mobility Work. (2021, Maio). *How Inventory Management Supports Predictive Maintenance*. <https://mobility-work.com/blog/inventory-management-maintenance/>
- Morgan, J., & Liker, J. K. (2006). *The Toyota Product Development System*. Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9781482293746>
- Mostafa, S., & Dumrak, J. (2015). Waste elimination for manufacturing sustainability. *Procedia Manufacturing*, 2, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.003>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2, 434–444. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2015.07.076>
- Mouzani, I. AL, & Bouami, D. (2019). The integration of Lean manufacturing and Lean maintenance to improve production efficiency. *International Journal of Mechanical and Production*, 6(1), 601–612. [www.tjprc.org](http://www.tjprc.org)

- Muiambo, C. C. E., Joao, I. M., & Navas, H. V. G. (2022). Lean waste assessment in a laboratory for training chemical analysts for the pharmaceutical industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(1), 178–202. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2020-0184>
- Mulyana, I. J., Hartanti, L. P. S., Herdianto, V. A., Gunawan, I., & Herwinarso, H. (2022). *Lean Waste Identification in Higher Education Institution Using Waste Assessment Model* (Vol. 30). <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0025>
- NP 13306:2021. (2021). Manutenção – Terminologia da Manutenção. Em *Instituto Português da Qualidade*. Instituto Português da Qualidade.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system* (Productivity Press).
- Panigrahi, A. K. (2013). Cash conversion cycle and firm's profitability - A study of cement manufacturing companies of India. *International Journal of current research*, 5(6), 1484–1488. <http://www.journalcra.com>
- Pessôa, M. V. P., Seering, W., Rebentisch, E., & Bauch, C. (2009). Understanding the waste net: A method for waste elimination prioritization in product development. *Global Perspective for Competitive Enterprise, Economy and Ecology - Proceedings of the 16th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*, 233–242. [https://doi.org/10.1007/978-1-84882-762-2\\_22](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-762-2_22)
- Pessôa, M. V. P., & Trabasso, L. G. (2017). Lean Thinking. Em *The Lean Product Design and Development Journey* (pp. 43–53). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46792-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46792-4_3)
- Pieńkowski, M. (2014). *Waste Measurement Techniques For Lean Companies*. 5(1). <http://blog.toyota.co.uk/muda-muri-mura-toyota-production-system>
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean* (1ª). Lidel.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (Lidel). *methodologies and quality*.
- Poor, P., Basl, J., & Zenisek, D. (2019). Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering*, SCSE 2019, 245–253. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842659>
- Poor, P., Ženíšek, D., Basl, J., & Poór, P. (2019). *Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions*. <https://www.researchgate.net/publication/335444202>

- Prometheus Group. (2022, Setembro). *The 7 Wastes of Enterprise Maintenance Departments*. <https://www.prometheusgroup.com/resources/posts/the-7-wastes-of-enterprise-maintenance-departments>
- Psarommatis, F., May, G., & Azamfirei, V. (2023). Envisioning maintenance 5.0: Insights from a systematic literature review of Industry 4.0 and a proposed framework. Em *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 68, pp. 376–399). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.009>
- Pyzdek, T. (2021). *The Lean Healthcare Handbook. A Complete Guide to Creating Healthcare Workplaces: Vol. Second edition* (Second edition). Springer. <http://www.springer.com/series/10101>
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Total Quality Management in Indian Manufacturing SMEs. Em *Procedia Manufacturing* (Vol. 21, pp. 541–548). Elsevier.
- Sajaradj, Z., Huda, L. N., & Sinulingga, S. (2019). The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012058>
- Santos, S., & João, I. (2022). Diagnóstico dos desperdícios Lean numa empresa de serviços de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais. *Techniques, methodologies and quality*.
- Sarkar, D. (2008). *Lean for Service Organisation and Offices* (ASQ Quality Press).
- Sharma, A., Yadava, G. S., & Deshmukh, S. G. (2011). A literature review and future perspectives on maintenance optimization. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(1), 5–25. <https://doi.org/10.1108/13552511111116222>
- Sharp, M., Sexton, T., Brundage, M. P., & Brundage, M. (2017). *Toward Semi-Autonomous Information Extraction for Unstructured Maintenance Data in Root Cause Analysis*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6\\_50i](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_50i)
- Silva, V., Assis, R., & Kawakame, M. (2016). *Utilização de Kamishibai para gestão visual: Uma pesquisa-ação em empresa do setor metalúrgico*. <https://www.researchgate.net/publication/357015618>
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management* (Sixth). Pearson Education Limited.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance* (Elsevier).
- Taj, S. (2005). Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries. *Management Decision*, 43(4), 628–643. <https://doi.org/10.1108/00251740510593602>

- Tejesh, B. S. S., & Neeraja, S. (2018). Warehouse inventory management system using IoT and open source framework. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3817–3823. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.02.003>
- Thogori M., & Gathenya, J. (2014). Role of Inventory Management on Customer Satisfaction among the Manufacturing Firms in Kenya: A Case Study of Delmonte Kenya. *European Journal of Business and Management* [www.iiste.org](http://www.iiste.org) ISSN, 6(27). [www.iiste.org](http://www.iiste.org)
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa Mendoza, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Cawley Vergara, A. F. M., Sunder M, V., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., Forstner, F. F., & Macias de Anda, E. (2022). Digitalization of maintenance: exploratory study on the adoption of Industry 4.0 technologies and total productive maintenance practices. *Production Planning and Control*. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2083996>
- Trojan, F., & Marçal, R. F. M. (2017). Proposal of Maintenance-types Classification to Clarify Maintenance Concepts in Production and Operations Management. *Journal of Business and Economics*, 8(7), 560–572. [https://doi.org/10.15341/jbe\(2155-7950\)/07.08.2017/005](https://doi.org/10.15341/jbe(2155-7950)/07.08.2017/005)
- Visual Paradigm Online. (2023). *Mapeamento do fluxo de valor*. <https://online.visual-paradigm.com/pt/diagrams/templates/value-stream-mapping/>
- Viveros, P., Miqueles, L., Mena, R., & Kristjanpoller, F. (2021). Opportunistic strategy for maintenance interventions planning: A case study in a wastewater treatment plant. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/app112210853>
- Wilson, R. H. (1934). A scientific routine for stock control. *Harvard Business Review*, 3(1), 116–128.
- Womack, J. (2011). *Gemba Walks* (Lean Enterprise Inst).
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: Based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*. . Rawson Associates.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1996). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the World: The Story of Lean Production-Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That*

Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais

*Is the Machine That Changed the World- Now Revolutionizing World Industry*  
(Rawson Macmillan).

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2017). *The machine that changed the World: The Story of Lean Production-Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is the Machine That Changed the World- Now Revolutionizing World Industry*  
(Rawson Macmillan).

## Anexos

### Anexo I – Questionário de diagnóstico de desperdícios *Lean* na Ecotejo



#### Diagnóstico *Lean* - ECOTEJO

O presente questionário faz parte de um trabalho de investigação para o **Trabalho final de Mestrado** para a obtenção do grau de mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O presente questionário tem como objetivo a recolha de dados de forma a permitir uma **avaliação do nível de desperdícios *Lean* da ECOTEJO**. Desta forma, será possível compreender melhor o nível de maturidade *Lean* na organização e quais as ações a melhorar no desempenho da ECOTEJO.

Este apresenta-se dividido num conjunto de oito secções, correspondendo aos vários tipos de desperdícios *Lean* e, são feitas questões com três opções de resposta **Sim/Não**.

Utilize a opção **Não aplicável unicamente se a pergunta não se aplicar ao trabalho que realiza**.

Assinale com (X) a opção que considera correta.

Os dados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos e será garantido o anonimato das respostas.

**Nota: Este questionário é referente a aspetos controlados apenas e exclusivamente pela ECOTEJO**


Obrigada pela colaboração!


Questões			
<b>Qual a função que desempenha na ECOTEJO?</b>			
a) Mecânico			
b) Serralheiro			
c) Eletricista			
d) Lubrificador			
e) Instrumentista			
f) Técnico de automação			
g) Motorista			
h) Técnico de manutenção condicionada			
i) Técnico administrativo			
j) Engenheiro de manutenção			
l) Outra			
1. Transporte	Resposta		
	Sim	Não	Não aplicável
1.1. Sente dificuldade no transporte de material, peças, equipamentos e/ou pessoas?			
1.1.1. Se sim, que tipo de dificuldade sente?			
1.2. Considera que as viaturas encontram-se sempre limpas e arrumadas, de forma a facilitar a deslocação e o transporte?			
1.3. Considera que tem ao seu dispor uma viatura sempre que dela precisa?			
1.4. Quando necessita de um material/equipamento, este está imediatamente disponível?			
1.5. Existe equipamento apropriado para o transporte de equipamentos/material (ex: porta paletes, guinchos elétricos, camião grua)?			
1.5.1. Se não, que tipo de equipamento sente falta?			
1.6. Acontece muitas vezes ficar parado à espera de material?			
1.7. Acontece muitas vezes ficar parado à espera da chegada de um colega de trabalho e/ou aprovação?			
2. Inventário/Stock	Sim	Não	Não aplicável
2.1. Em caso de necessidade, sabe a quem pedir material/ equipamentos/ EPI, etc ?			
2.2. Acontece ter de ir comprar material, sem que isso faça parte da sua função?			
2.2.1. Se sim, com que frequência acontece?			
2.3. Considera que o armazém/contentor está sempre arrumado e organizado?			
2.4. Considera que existe sempre stock de material, equipamentos e consumíveis adequado às necessidades de trabalho?			
2.4.1. Se não, que tipo de produto(s) está mais vezes em falta?			


2.5. Existe sempre um stock de segurança (stock mínimo) em caso de emergência?			
2.6. Verifica a data de validade dos produtos sujeitos a controlo de validade (ex: produtos químicos) que utiliza?			
2.7. É frequente utilizar equipamento que está obsoleto (não apto para utilização)?			
2.8. É frequente utilizar equipamentos que já ultrapassaram o tempo de inspeção/ calibração (ex: detetor de gases, arneses, alinhadores, etc)?			
2.8.1. Se sim, que tipo de equipamento total acontece?			
2.9. É sempre feito o preenchimento da ordem de trabalho, por si ou pela chefia, após a conclusão dos trabalhos?			
2.9.1. Se não, porque não é feito?			
2.10. Atividades administrativas como o fecho das ordens de trabalho, é sempre realizada dentro do prazo estipulado (5 dias após a execução do trabalho)?			
2.10.1. Se não, porque não é feito?			
<b>3. Movimentação</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
3.1. Considera que a disposição do seu espaço de trabalho (oficina/ escritório) está otimizada, de modo a facilitar a execução dos trabalhos?			
3.1.1. Se não, o que poderia ser feito para melhorar?			
3.2. Considera que a sua movimentação é sempre a menor possível, de forma a executar o trabalho rapidamente?			
3.3. Costuma comunicar sempre o que foi feito durante o dia de trabalho, á sua chefia?			
3.4. A comunicação do que foi feito durante o dia de trabalho é verbal ou em papel (folha de registo de trabalhos)?			
<b>4. Competência pessoal/ Skill</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
4.1. A função que desempenha vai de encontro as suas capacidades e habilitações?			
4.2. Tem formação adequada para as tarefas que executa?			
4.3. A empresa faz o levantamento das necessidades de formação e elabora planos de acordo com as suas necessidades?			
4.4. Existe um mapa geral que indica exatamente quais as suas funções e responsabilidades?			
4.5. Existe um mapa geral que identifica todas as formações técnicas que possui?			
4.6. Está familiarizado com os documentos e procedimentos do seu trabalho?			
4.6.1. Se não, que tipo de documentos e procedimentos não está familiarizado?			
<b>5. Tempos de espera</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
5.1. Considera que o volume de trabalho é sempre distribuído uniformemente ao longo do dia/semana?			
5.1. Se não, Com que frequência o trabalho não é distribuído uniformemente?			
5.2. Existem conflitos na utilização de equipamentos (ex: duas equipas em simultâneo necessitam da escada de 3 lances)?			
5.2.1. Se sim, para que equipamentos e com que frequência é que tal acontece?			
5.3. Durante a execução de um trabalho, considera que o tempo é sempre utilizado da melhor forma (ex: não existem "tempos mortos") ?			
5.4. Existem sempre prazos definidos para a conclusão de todos os trabalhos?			
5.4.1. Se não, em que circunstâncias não existem esses prazos definidos?			
5.5. As interrupções de trabalhos não planeadas são registadas?			
5.6. Considera que os fornecedores cumprem o prazo estipulado de entrega?			
5.7. Considera que a relação do prestador de serviços (ECOTEJO) e o cliente (AdTA) é eficiente, e que facilita o trabalho para ambas as parte?			
5.7.1. Se não, o que poderia ser melhorado na relação prestador de serviços/cliente?			
<b>6. Superprodução (Excesso de produção)</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
6.1. Acontece a realização do mesmo trabalho em intervalos de tempo pequenos (ex: reparação do mesmo equipamento ou equipamento semelhante várias vezes por semana)?			
6.1.1. Se sim, com que frequência costuma acontecer?			
6.2. Considera que os procedimentos de trabalho são sempre otimizados de modo a consumir a mínima quantidade de material?			
6.3. O trabalho realizado pelo prestador de serviços (ECOTEJO) é verificado/validado pelo cliente (AdTA)?			
6.3.1. Se não, quais os principais motivos e com que frequência é que a verificação/validação não é feita?			
6.4. Considera que a metodologia de registo de informação (registo de tempos, fecho de ordens de trabalho) é fácil e simples?			

6.4.1. Se não, o que poderia ser feito para simplificar?			
6.5. Considera que na metodologia de registo de informação (registo de horas, fecho de ordens de trabalho) existe a repetição de informação e elaboração de documentos			
<b>7. Sobre processamento (processamento desnecessário)</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
7.1. Existem indicadores de processo que monitorizam o desempenho do prestador de serviços (ECOTEJO)?			
7.1.1. Se sim, que indicadores existem?			
7.2. Considera que as atividades a realizar são planeadas com a antecipação necessária?			
7.2.1. Se não, Porque é que tal acontece, e qual seria a periodicidade adequada?			
7.3. No início de cada dia de trabalho é lhe comunicado a sequência de atividades a realizar?			
7.4. Acontece muitas vezes a marcação de trabalhos sobrepostos?			
7.4.1. Se sim, com que frequência acontece?			
7.5. O plano de atividades de manutenção definido pelo cliente (AdTA) é monitorizado e cumprido?			
7.6. Existem procedimentos de trabalho para orientar as actividades de manutenção (ex: procedimento de trabalho escrito para medição de vibrações, procedimento de trabalho escrito para calibração de uma sonda de oxigênio)?			
7.7. O prestador de serviços (ECOTEJO) tem autonomia para simplificar processos de trabalho (eliminar tarefas desnecessárias, reduzir o tempos de realização de tarefas)?			
7.8. Considera que as reuniões com o cliente são eficientes e remetem para a resolução de problemas?			
<b>8. Defeitos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não aplicável</b>
8.1. Quando deteta algum erro/defeito no seu trabalho, costuma reportá-lo á sua chefia?			
8.2. Existe um plano de verificação para os equipamentos de trabalho (EPI, ferramentas, equipamentos operacionais)?			
8.2.1. Se não, que equipamentos não possuem plano de verificação?			
8.3. Existe um plano de calibração definido para equipamentos de trabalho (detetor de gases, pinças amperimétricas, etc)?			
8.3.1. Se não, que equipamentos não tem definido plano de calibração?			
8.4. Todos os trabalhos que executa possuem ordem de trabalho?			
8.5. O cliente (AdTA) identifica de forma clara e exata o trabalho a executar (descrição das ordens de trabalho)?			
8.6. Acontece muitas vezes o cliente (AdTA) corrigir relatórios enviados pela ECOTEJO?			
8.6.1. Se sim, com que frequência acontece?			

**Anexo II – Checklist 5S**

		<b>Checklist 5S - Armazém</b>	
<b>Nome:</b>		<b>Data:</b>	
<b>Instruções de preenchimento:</b> Avalie de 1-5 os critérios abaixo.			
<b>1 - Mau 2 - Fraco 3 - Satisfatório 4 - Bom 5 - Muito bom</b>			
<b>5S</b>	<b>Itens a avaliar</b>		<b>Avaliação</b>
Triagem	O armazém não possui objetos pessoais?		
	Existem apenas materiais e/ou objetos necessários para a realização do trabalho?		
	Existe material não conforme no armazém?		
Organização	Os materiais e/ou equipamentos encontram-se nos locais corretos?		
	Não existem materiais e/ou equipamentos armazenados no pavimento?		
	As prateleiras estão devidamente identificadas?		
Limpeza	As prateleiras e o pavimento encontram-se limpos?		
	Existem equipamentos e/ou ferramentas sujas ou em mau estado de conservação?		
	Todos os resíduos encontram-se no respetivo recipiente?		
Normalização	O quadro de rastreabilidade de equipamentos está a ser utilizado?		
	A lista dos consumíveis está a ser preenchida?		
	Os colaboradores zelam pela limpeza e organização do armazém?		
Disciplina	Os colaboradores estão comprometidos com os padrões do 5S?		
	De um modo geral, o armazém transmite ser um ambiente disciplinado?		
	As não conformidades levantadas na <i>checklist</i> anterior foram resolvidas?		

		<b>Checklist 5S - Escritório</b>	
<b>Nome:</b>		<b>Data:</b>	
<b>Instruções de preenchimento:</b> Avalie de 1-5 os critérios abaixo.  <b>1 - Mau 2 - Fraco 3 - Satisfatório 4 - Bom 5 - Muito bom</b>			
<b>5S</b>	<b>Itens a avaliar</b>	<b>Avaliação</b>	
Triagem	O armário não possui objetos pessoais?		
	Existem apenas materiais e/ou objetos necessários para a realização do trabalho?		
	Existe material não conforme no armário?		
Organização	Os materiais e/ou equipamentos encontram-se nos locais corretos?		
	Não existem materiais e/ou equipamentos armazenado no pavimento?		
	As prateleiras estão devidamente identificadas?		
Limpeza	As prateleiras encontram-se limpas?		
	Existem equipamentos e/ou ferramentas sujas ou em mau estado de conservação?		
	Todos os resíduos encontram-se no respetivo recipiente?		
Normalização	O modelo de rastreabilidade de equipamentos está a ser preenchido?		
	Existem padrões e procedimentos claros para manter a organização, limpeza e ordem?		
	Os colaboradores zelam pela limpeza e organização do armário de equipamentos?		
Disciplina	Os colaboradores estão comprometidos com os padrões do 5S?		
	De um modo geral, o armário de equipamentos transmite ser um ambiente disciplinado?		
	As não conformidades levantadas na <i>checklist</i> anterior foram resolvidas?		

		<b>Checklist 5S - Viatura</b>	
<b>Nome:</b>		<b>Data:</b>	
<b>Instruções de preenchimento:</b> Avaliae de 1-5 os critérios abaixo.  <b>1 - Mau 2 - Fraco 3 - Satisfatório 4 - Bom 5 - Muito bom</b>			
5S	Itens a avaliar	Avaliação	
Triagem	A viatura não possui objetos pessoais?		
	Existem apenas materiais e/ou objetos necessários para a realização do trabalho?		
	Existe material não conforme na viatura?		
Organização	Os materiais e/ou equipamentos encontram-se nos locais corretos?		
	Não existem materiais e/ou equipamentos armazenado no pavimento?		
	As prateleiras estão devidamente identificadas?		
Limpeza	As prateleiras e o pavimento encontram-se limpos?		
	Existem equipamentos e/ou ferramentas sujas ou em mau estado de conservação?		
	Não existem resíduos na viatura?		
Normalização	Existem padrões e procedimentos claros para manter a organização, limpeza e ordem?		
	As não conformidades encontradas são reportadas?		
	Os colaboradores zelam pela limpeza e organização da viatura?		
Disciplina	Os colaboradores estão comprometidos com os padrões do 5S?		
	De um modo geral, a viatura transmite ser um ambiente disciplinado?		
	As não conformidades levantadas na <i>checklist</i> anterior foram resolvidas?		

**Anexo III** – Modelo de registo de rastreabilidade de equipamentos do escritório



**RASTREABILIDADE DE EQUIPAMENTOS**

Equipamento	Nome do colaborador	Data de saída
Alicate de cravar terminais (Sofamel)		
Analizador de corrente (HT)		
Alinhador de polias (SKF)		
Alinhador de veios (SKF)		
Caixa de calços grandes (SKF - TMAS 340/KIT)		
Caixa de calços médios (SKF - TMAS 75/KIT)		
Caixa de calços pequenos (SKF - TMAS 50/KIT)		
Chave dinamometrica de 70-350 Nm (Toptul)		
Chave dinamometrica de 20-110 Nm (toptul)		
Conjunto de roquete isolado (EGA)		
Quebra porcas (Kukko)		
Injetor de sinal (Fluke)		
Máquina de cintar (Bandit)		
Máquina de indução para rolamentos (SKF)		
Analizador de vibrações lubrificação (Adash)		
Óculos de realidade aumentada (Realwear)		
Retrátil anti queda (Koala)		
Linha de vida (Irudek)		

Anexo IV - Matriz de competências da Ecotejo



Matriz de competências - Gestão de manutenção

Nome	Software de manutenção (Aquaman)				Atividades administrativas				Gestão				Total
	Abertura de OT's	Gestão de OT's (mudança de estado)	Descrição de trabalhos/ Colocação de relatório	Colocação de horas	Notas de encomendas/Orçamentos	Gestão de stock (EPI, economato, consumíveis,...)	Realização de relatório de atividade	Controlo RH (folhas de ponto, processamento salarial, ausências)	Gestão das equipas	Gestão de frota	Planeamento dos trabalhos	Gestão orçamental do ACE	
António Henriques	3	3	3	3	-	3	-	-	3	3	3	-	24
Carlos Salvador	-	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	15
Nuno Bairras	3	3	3	3	3	-	3	3	3	3	3	3	33
Otelo Costa	-	-	-	-	-	2	-	-	3	-	3	-	8
Regina Neto	-	2	2	2	-	-	-	3	-	-	-	-	9
Ricardo Videira	3	3	3	3	2	2	-	-	3	-	3	-	22
Tiago Marques	3	3	3	3	2	2	-	-	3	-	3	-	22
	12	17	17	17	10	12	3	6	15	6	15	3	

Escala	Significado
-	Não aplicável
0	Não Apto à atividade
1	Quase apto
2	Apto à atividade
3	Apto à atividade e sabe formar



**Matriz de competências - Manutenção Elétrica**

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de manutenção					Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Requisição de material	Liderança de equipa	Planeamento de trabalhos	Manutenção geral dos QE (limpeza, reapertos, substituição de componentes simples)	Ensaios de circuitos e despiste de avarias	Instalação e reparação de circuitos de iluminação e tomadas	Instalação e programação de variadores	Ligação elétrica de ventiladores, bombas e motores	
André Almeida	2	2	1	2	2	1	2	0	1	13
António Valeriano	1	2	1	2	2	2	2	1	2	15
Artur Nunes	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Diogo Rebelo	2	2	2	2	2	2	2	1	2	17
Domingos Raposo	1	2	1	2	2	2	2	0	2	14
Ednilson Cláudio	2	2	2	2	3	3	3	2	3	22
João Cascarejo	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4
João Oliveira	2	2	2	2	3	3	3	2	2	21
José Sereno	2	2	2	2	2	2	2	0	2	16
Nuno Veiga	2	0	1	2	2	2	2	0	0	11
Paulo Pereira	1	0	1	2	2	1	2	2	2	13
Pavel Gulica	1	0	1	1	2	2	2	2	2	13
Pedro Alves	2	2	2	2	3	3	3	3	3	23
Rogério Garatugueiro	2	2	1	2	2	1	2	0	1	13
Sérgio Batista	2	2	1	2	3	2	2	2	2	18
Viktor Khomenko	3	3	2	2	3	3	3	2	3	24
	27	23	20	27	35	30	33	17	27	

Escala	Significado
-	Não aplicável
0	Não Apto à atividade
1	Quase apto
2	Apto à atividade
3	Apto à atividade e sabe formar



**Matriz de competências - Manutenção Mecânica e Serralharia**

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de manutenção							Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Requisição de material	Liderança de equipa	Planeamento de trabalhos	Reparação de bombas (desmontagem, reparação e montagem)	Reparação de ventiladores (desmontagem, reparação e montagem)	Reparação de equipamentos móveis * (desmontagem, reparação e montagem)	Alinhamentos de veios	Trabalhos de serralharia simples	Trabalhos de serralharia construção (estruturas)	Trabalhos a quente (soldadura)	
Bruno Linhares	2	2	1	1	3	2	3	2	2	1	2	21
Bruno Martins	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	17
Fernando Barrocas	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	31
Francisco Navalho	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	9
João Conceição	3	3	1	1	2	2	2	2	2	1	2	21
José Troncão	3	3	2	2	2	2	2	0	3	3	3	25
Mário Valente	2	2	0	0	2	2	3	1	2	1	2	17
Micael Almeida	3	3	2	2	3	3	3	3	2	1	2	27
Nuno Pinheiro	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	24
Nuno Moreira	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	17
Rui Santos	3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	1	26
Valdemar Pereira	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	27
Vítor Ramalho	3	3	2	2	2	2	2	0	3	3	3	25
	32	31	20	21	31	30	32	18	28	19	25	

Escala	Significado
-	Não aplicável
0	Não Apto à atividade
1	Quase apto
2	Apto à atividade
3	Apto à atividade e sabe formar

\*agitadores, tamisadores, grades, caixas redutoras, pontes rolantes

## Gestão *Lean* numa empresa de manutenção de sistemas de tratamento de águas residuais



### Matriz de competências - Manutenção Preventiva

#### Lubrificadores

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de Lubrificação			Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Identificação de anomalias	Requisição de material	Planeamento de trabalhos	Lubrificações de rolamentos	Mudança de óleo	Atesto de óleo	
Bruno Freches	2	2	2	2	2	2	2	14
Francisco Navalho	2	2	2	2	2	2	2	14
Hélder Ribeiro	3	3	3	3	3	3	3	21
Jorge Grancho	2	2	2	2	2	2	2	14
Máximo Calçada	2	3	3	3	3	3	3	20
	11	12	12	12	12	12	12	

#### Instrumentistas

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de instrumentação			Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Identificação de anomalias	Requisição de material	Planeamento de trabalhos	Calibração de equipamentos (ex: sondas)	Instalação e programação de equipamentos (transmissores e sondas)	Despiste de avarias	
Denis Rueda	1	2	-	1	2	1	2	9
Luis Piçarra	3	3	3	3	3	3	3	21
Wesley Oliveira	3	3	3	3	3	3	3	21
	7	8	6	7	8	7	8	

#### Técnicos de manutenção condicionada

Nome	Procedimentos/ Tarefas				Trabalhos de manutenção condicionada		Total
	Preenchimento dos registos de trabalhos/ Relatório de avaria	Identificação de anomalias	Requisição de material	Planeamento de trabalhos	Medição termográfica	Medição de vibração	
Dirceu Carlos	2	2	-	1	2	2	9
João David	2	3	-	1	3	3	12
Rafael Gonçalves	2	3	-	2	3	3	13
	6	8	0	4	8	8	

Escala	Significado
-	Não aplicável
0	Não Apto à atividade
1	Quase apto
2	Apto à atividade
3	Apto à atividade e sabe formar

## Anexo V – Descritivo de funções da Ecotejo



### DESCRITIVO DE FUNÇÕES

Direção		Descrição Funções
<b>Direção</b>	Responsável da Prestação de Serviços	<a href="#">RPS</a>
<b>Direção</b>	Engenheiro de manutenção mecânica	<a href="#">EMM</a>
<b>Direção</b>	Engenheiro de manutenção elétrica	<a href="#">EME</a>
<b>Direção</b>	Engenheiro de manutenção	<a href="#">EM</a>
Gerais		Descrição Funções
<b>Gerais</b>	Administrativo	<a href="#">ADM</a>
<b>Gerais</b>	Técnico DL 50	<a href="#">TC50</a>
<b>Gerais</b>	Técnica de Qualidade, Ambiente e Segurança	<a href="#">TQAS</a>
<b>Gerais</b>	Motorista	<a href="#">MT</a>
Manutenção		Descrição Funções
<b>Manutenção</b>	Mecânico	<a href="#">MECN</a>
<b>Manutenção</b>	Eletricista	<a href="#">ELETR</a>
<b>Manutenção</b>	Eletricista Noturno	<a href="#">ELETRNOT</a>
<b>Manutenção</b>	Serralheiro	<a href="#">SERRL</a>
<b>Manutenção</b>	Lubrificador	<a href="#">LUBR</a>
<b>Manutenção</b>	Instrumentista	<a href="#">INSTR</a>
<b>Manutenção</b>	Técnico de Automação	<a href="#">TECAUT</a>
<b>Manutenção</b>	Técnico de manutenção condicionada	<a href="#">TECCOND</a>



### DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
<b>Organização</b> ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	<b>Data:</b>
<b>Função</b> RPS - Responsável da Prestação de serviços	<b>Aprovado por:</b>
MISSÃO	
Assegurar a gestão do contrato, em conformidade com as condições contratualmente estabelecidas, e articulação com as Águas do Tejo Atlântico.	
PERFIL REQUERIDO	
<b>Habilitações/Experiência</b> Formação superior em engenharia e no mínimo 5 anos de experiência como responsável em Contratos similares (em regime total ou parcial)	
RESPONSABILIDADES	
<b>Definição</b>	
1. Supervisionar a gestão do contrato em áreas de carácter técnico, científico e administrativo, pela verificação do cumprimento integral dos compromissos assumidos pela AGRUPAMENTO perante a ÁGUAS DO TEJO ATLÂNTICO;	
2. Procurar novas oportunidades de negócio para a empresa e colabora na elaboração de propostas;	
3. Representar localmente a empresa em toda a atividade, quer ao nível técnico, quer dos recursos humanos, informando e fazendo cumprir a todos os colaboradores, as normas e procedimentos gerais em vigor e ordens internas de trabalho;	
4. Elaborar e enviar ao Cliente e à Coordenação, de acordo com a periodicidade estabelecida, os relatórios de atividade do contrato. Avaliar e justificar à Coordenação, os resultados financeiros do contrato;	
5. Verificar, coordenar e vigiar a correta realização de todos os trabalhos adjudicados, a gestão de toda a equipa e subcontratados nos capítulos técnicos, de planeamento, de distribuição e controlo das atividades de cariz disciplinar.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Toda a equipa do ACE	Na



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
<b>Organização</b> ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	<b>Data:</b>
<b>Função</b> Engenheiro de manutenção elétrica	<b>Aprovado por:</b>
MISSÃO	
Apoio na supervisão a gestão do contrato em áreas de carácter técnico, científico e administrativo, pela verificação do cumprimento integral dos compromissos assumidos pela AGRUPAMENTO perante a ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A., nomeadamente a verificação, coordenação e vigilância da correta realização de todos os trabalhos adjudicados, a gestão de equipas no terreno.	
PERFIL REQUERIDO	
<b>Habilitações/Experiência</b>	
Técnico com formação superior na área da eletrotécnica, que deverá possuir experiência mínima comprovada de pelo menos 3 (três) anos de experiência profissional em funções de manutenção de instalações industriais de preferência de tratamento de água ou de tratamento de águas residuais.	
RESPONSABILIDADES	
<b>Definição</b>	
1. Apoio nas atividades de Gestão em auxílio do Responsável da prestação de Serviços;	
2. Suporte à Gestão das equipas nos capítulos técnico, de planeamento, de distribuição e controlo das atividades, bem como de cariz disciplinar;	
3. Suporte à Gestão das equipas nos capítulos técnico, de planeamento, de distribuição e controlo das atividades, bem como de cariz disciplinar;	
4. Gestão do plano de manutenção na vertente de elétrica o que será essencial para apoio às equipas do terreno, nesta especialidade.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Equipa de manutenção elétrica; Instrumentação; Automação; Equipa manutenção condicionada; Equipa CO Beirolas; Equipa CO Alverca/Arruda dos Vinhos; Equipa CO VFX	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
<b>Organização</b> ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	<b>Data:</b>
<b>Função</b> Engenheiro de manutenção mecânica	<b>Aprovado por:</b>
MISSÃO	
Apoio na supervisão a gestão do contrato em áreas de carácter técnico, científico e administrativo, pela verificação do cumprimento integral dos compromissos assumidos pela AGRUPAMENTO perante a ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A., nomeadamente a verificação, coordenação e vigilância da correta realização de todos os trabalhos adjudicados, a gestão de equipas no terreno.	
PERFIL REQUERIDO	
<b>Habilitações/Experiência</b>	
Técnico com formação superior na área da mecânica, que deverá possuir experiência mínima comprovada de pelo menos 3 (três) anos de experiência profissional em funções de manutenção de instalações industriais de preferência de tratamento de água ou de tratamento de águas residuais	
RESPONSABILIDADES	
<b>Definição</b>	
1. Apoio nas atividades de Gestão em auxílio do Responsável da prestação de Serviços;	
2. Suporte à Gestão das equipas nos capítulos técnico, de planeamento, de distribuição e controlo das atividades, bem como de cariz disciplinar;	
3. Garantir o fornecimento dos meios necessários ao adequado desempenho das tarefas que lhe são atribuídas, em conformidade com o estabelecido contratualmente;	
4. Gestão do plano de manutenção na vertente de mecânica o que será essencial para apoio às equipas do terreno, nesta especialidade.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Equipa de manutenção mecânica; Lubrificação; Serralheiros; Manutenção condicionada; Equipa CO Guia; Equipa CO Alcântara; Equipa CO Frielas	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Engenheiro de manutenção	
MISSÃO	
Implementação de planos de manutenção	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Técnico com formação superior em qualquer das seguintes áreas: mecânica ou eletrotécnica que deverá possuir experiência mínima comprovada de pelo menos 3 (três) anos de experiência profissional em funções de manutenção de instalações de tratamento de água ou de tratamento de águas residuais, de preferência em instalações semelhantes às em apreço, valorizando-se trabalhos de desenvolvimento de programas de manutenção preventiva, idealmente baseados na metodologia RCM	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Responsabilizar-se pela manutenção do conjunto dos equipamentos e instalações que fazem parte do contrato de Prestação de Serviços;	
2. Solucionar todas as avarias e anomalias que surjam no decorrer do serviço;	
3. Analisar e apresentar soluções, para resolução de problemas de manutenção;	
4. Identificar equipamentos e acessórios necessários às intervenções de manutenção, para posterior aquisição;	
5. Participar na elaboração dos relatórios periódicos de manutenção.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Equipa CO Mafra	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Administrativo	
MISSÃO	
Apoio administrativo à gestão do contrato e apoio à preparação dos trabalhos	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Apoio administrativo e técnico à função compras e registo de dados de manutenção	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Gestão, Planeamento, Acompanhamento e Interação com o software de manutenção,	
2. Garantir o correto carregamento da informação em AQUAMAN;	
3. Carregamento de OT no software de manutenção, com toda a informação exigida contratualmente;	
4. Garantir a qualidade dos diversos registos, associados à gestão da prestação de serviços;	
5. Suporte na elaboração dos relatórios de intervenção;	
6. Apoio administrativo nas compras;	
7. Gestão de resíduos.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	Data:
Função Técnica de Qualidade, Ambiente e Segurança	Aprovado por:
MISSÃO	
Verificação do cumprimento dos requisitos contratuais, através de auditorias periódicas aos processos e instalações, bem como da aplicação de Normas e pelas quais o AGRUPAMENTO e a ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A. se encontrem certificadas.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Experiência na função e qualificação legal para o desempenho dessas funções.	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Verificar o cumprimento das normas de Higiene, Segurança e Saúde no Trabalho resultantes da identificação dos riscos associados às tarefas efetuadas e de acordo com as normas atualmente implementadas na ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A.;	
2. Fazer cumprir os procedimentos estabelecidos e comunicados pela ÁGUAS DO TEJO ATLÁNTICO, S.A na área de Higiene e Segurança;	
3. Efetuar auditorias internas de verificação dos trabalhos efetuados;	
4. Acompanhar as auditorias internas e externas às instalações;	
5. Desenvolver processos de avaliação de riscos profissionais;	
6. Promover a informação e a formação dos trabalhadores e demais intervenientes nos locais de trabalho.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	Data:
Função Técnico DL 50/2005	Aprovado por:
MISSÃO	
Verificação conformidade dos equipamentos das Águas do Tejo Atlântico, de acordo com o DL nº 50/2005	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Formação e experiência adequada para verificação de equipamentos de acordo com o DL nº 50/2005	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Executa tarefas especializadas na área de avaliação de equipamento ao abrigo do DL nº 50/2005;	
2. Executa tarefas especializadas na área de avaliação de equipamento ao abrigo do DL nº 50/2005;	
3. Respeita e cumpre as normas de segurança e higiene da instalação e aplica os dispositivos de garantia da qualidade;	
4. Participa na elaboração dos relatórios periódicos de manutenção.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Motorista	
MISSÃO	
O Motorista de pesados dará o apoio necessário à realização dos trabalhos de manutenção preventiva, curativa e corretiva, no que à mobilidade de equipamentos disser respeito.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Carta de condução de pesados há mais de 5 anos e experiência de movimentação de guas	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Conduzir veículos pesados manobrando mecânicos complementares das viaturas, nomeadamente guas;	
2. Zelar pela conservação e limpeza das viaturas;	
3. Comunicar ao seu superior hierárquico toda e qualquer anomalia que decorra durante o período de trabalho, incluindo os danos verificados nas viaturas, equipamentos e contentores em geral;	
4. Cumprir o Código da Estrada;	
5. Respeita e cumpre com as normas de segurança e higiene da instalação e aplica os procedimentos relativos aos dispositivos de garantia da qualidade.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Mecânico	
MISSÃO	
Desempenha tarefas especializadas de mecânica no âmbito da manutenção dos equipamentos integrantes do sistema a concurso.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Com experiência, no mínimo, de 5 anos manutenção de equipamentos de saneamento ou semelhantes, na área mecânica.	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Responsabilizam-se pela manutenção do conjunto dos equipamentos e instalações que fazem parte do contrato de prestação de serviços;	
2. Realizam rondas de controlo de manutenção nas instalações executando tarefas de montagem e desmontagem dos equipamentos eletromecânicos, identificação e reparação de eventuais avarias, reparação de componentes mecânicos de equipamentos, etc;	
3. Solucionam todas aquelas avarias e anomalias que surjam no decorrer do serviço e solicita ao gestor de contrato os meios externos que devam intervir como apoio;	
4. Identificam equipamentos e acessórios necessários às intervenções de manutenção, para posterior aquisição;	
5. Organizam e mantêm a oficina da instalação e/ou a viatura de assistência, bem como o acondicionamento de utensílios e ferramentas;	
6. Executam os trabalhos de Manutenção Preventiva e Corretiva previstos nas Ordens de Trabalho.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Eletricista Noturno	
MISSÃO	
Desempenha tarefas especializadas de eletricidade no âmbito da manutenção.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Titulares de carteira de média tensão em exploração atestada através do disposto no Decreto Regulamentar 31/83, de 18 de Abril, com as alterações incluídas pelo Decreto-Lei n.º229/2006, de 24 de Novembro, referente ao Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas, e no mínimo 5 anos de experiência na área de manutenção industrial	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Efetuar manutenção, limpeza e reapertos nos quadros elétricos e instalações elétricas, no âmbito do plano de manutenção preventiva sistemática.	
2. Verificação de iluminação interior e exterior;	
3. Verificação do circuito de tomadas, estado das esteiras e das UPS.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Eletricista	
MISSÃO	
Desempenha tarefas especializadas de eletricidade no âmbito da manutenção.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Titulares de carteira de média tensão em exploração atestada através do disposto no Decreto Regulamentar 31/83, de 18 de Abril, com as alterações incluídas pelo Decreto-Lei n.º229/2006, de 24 de Novembro, referente ao Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas, e no mínimo 5 anos de experiência na área de manutenção industrial	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Efetuar manutenção, limpeza e reapertos nos quadros elétricos e instalações elétricas, no âmbito do plano de manutenção preventiva sistemática;	
2. Orienta o assentamento de estruturas para suporte de aparelhagem eléctrica; participa nos ensaios de circuitos, máquinas e aparelhagem, inspecionando periodicamente o seu funcionamento, com vista a detectar deficiências de instalação e funcionamento;	
3. Substituir pontualmente troços de esteiras ou caminhos de cabos e colocar "shunts" nas esteiras de cabos quando retirados;	
4. Instalar iluminação temporária (ex.: gambiarras, projetores);	
5. Manter os equipamentos em boas condições de funcionamento, segurança e/ou restabelecer as condições de funcionamento;	
6. Retirar e colocar o equipamento completo, incluindo o transporte do campo para a oficina e vice-versa, cumprindo as normas de segurança;	
7. Fixar esteiras, cabos ou caminhos de cabos;	
8. Substituir peças avariadas ou defeituosas.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Serralheiro	
MISSÃO	
Manutenção e conservação dos sistemas.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Com experiência, no mínimo, de 3 anos em serralharia mecânica e de construção civil.	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Desempenhar tarefas simples e traçagem, corte, soldadura e aquecimento a maçarico, quando sejam necessárias ao desempenho das tarefas em curso;	
2. Desempenha tarefas simples de traçagem e soldadura e utilização de máquinas específicas, quando sejam necessárias ao desempenho das tarefas em curso;	
3. Executa peças, monta, repara e conserva vários tipos de máquinas, motores e outros conjuntos mecânicos, com excepção dos instrumentos de precisão e das instalações eléctricas.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Lubrificador	
MISSÃO	
Responsáveis pela lubrificação dos equipamentos das Águas do Tejo Atlântico.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Com experiência, no mínimo, de 3 anos de manutenção de equipamentos de saneamento ou semelhantes	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Executar o Plano de Lubrificação, efetuando a lubrificação dos equipamentos e/ou dos seus componentes e acessórios.	
2. Avaliar níveis de óleo de equipamentos.	
3. Reposição e substituição de óleo e massa lubrificante.	
4. Reposição e substituição de óleo e massa lubrificante.	
5. Propor a aquisição dos materiais e das peças de reserva necessárias para o seu trabalho	
6. Verificar e controlar a qualidade de materiais, peças de reserva e equipamentos que cheguem ao armazém da Unidade	
7. Preencher as folhas de registos de trabalhos correspondentes e fornecer toda a informação referente aos trabalhos realizados, informando de qualquer situação anómala que detém.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Instrumentista	
MISSÃO	
Desempenha tarefas especializadas de manutenção, no âmbito da instrumentação.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Formação e certificação adequadas, e experiência profissional relevante de pelo menos 3 (três) anos na área de manutenção e calibração de instrumentação com experiência nas marcas instaladas no Sistema de Saneamento.	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Detetação de avarias, manutenção preventiva, manutenção corretiva e instalação de equipamentos de instrumentação;	
2. Definir e otimizar periodicidades de intervenção para o plano de manutenção preventiva dos equipamentos de instrumentação/automação;	
3. Otimizar, em função das condições e do sistema onde se encontra integrado, o funcionamento da instrumentação/automação existente. Efetuar backups's regulares dos programas dos autómatos;	
4. Participar na elaboração dos relatórios periódicos de manutenção.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Técnico de automação	
MISSÃO	
Programação e parametrização de sistemas de Controlo Industrial. Realizar, instalar, manter e aprimorar circuitos e sistemas informatizados de automação e controlo industrial.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilitações/Experiência	
Formação e certificação adequadas, e experiência profissional relevante de pelo menos 3 (três) anos na área da automação e programação, com experiência nas marcas instaladas no Sistema de Saneamento	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Execução do plano de manutenção de automação;	
2. Definição de soluções técnicas na área de Automação Industrial;	
3. Seleção e dimensionamento de componentes/equipamentos de Automação Industrial;	
4. Programação e parametrização de sistemas de Controlo Industrial;	
5. Participar na elaboração dos relatórios periódicos de manutenção.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços



DESCRIÇÃO DE FUNÇÃO

IDENTIDADE	
Organização	Data:
ECOTEJO – Serviços de manutenção do Tejo atlântico, A.C.E	
Função	Aprovado por:
Técnico de manutenção condicionada	
MISSÃO	
Desempenha tarefas especializadas de manutenção, no âmbito da instrumentação.	
PERFIL REQUERIDO	
Habilidades/Experiência	
Formação adequada e no mínimo 3 anos de experiência em análise de condição em equipamentos industriais (termografia, análise de vibrações/aceleração, análise de redes elétricas, etc ...)	
RESPONSABILIDADES	
Definição	
1. Realização de ensaios de base condicionada (vibrometria e termografia);	
2. Contribuir para a melhoria contínua da prestação, participando ativamente na revisão dos planos de manutenção preventiva e de base condicionada;	
3. Análise de causas e falhas;	
4. Realização de todo o tipo de relatórios referentes aos ensaios de base condicionada.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
PESSOAL NA SUA DIRETA DEPENDÊNCIA	NÍVEL HIERÁRQUICO A QUE REPORTA
Na	Responsável da Prestação de Serviços