



## Aplicação da metodologia SMED na produção de rolhas capsuladas

EDUARDO ALBERTO CUNHA E SOUSA

março de 2018

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NA PRODUÇÃO DE ROLHAS CAPSULADAS

Eduardo Sousa

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NA PRODUÇÃO DE ROLHAS CAPSULADAS

Eduardo Alberto Cunha e Sousa  
1120349

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva.

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

## JÚRI

### **Presidente**

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto  
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Orientador**

Doutor Francisco José Gomes da Silva  
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Arguente**

Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro



## AGRADECIMENTOS

A todos os meus professores ao longo da minha formação no Instituto Superior de Engenharia do Porto, que foram capazes de transmitir todo o seu conhecimento e foram decisivos na minha formação académica.

Ao Professor Francisco Silva pela orientação, por todo o apoio bibliográfico disponibilizado e pelos conhecimentos que me transmitiu de todo o seu conhecimento e experiência na indústria.

Também gostaria de deixar uma palavra de agradecimentos a todos os colaboradores do setor dos *bartops*, bem como aos colegas de trabalho que sempre deram um forte incentivo à realização deste projeto.

Por fim, quero agradecer aos meus pais, pela oportunidade que me concederam de completar a minha formação académica, todo o apoio que prestaram e todo o incentivo dado, e à Vera, minha namorada, por todo o companheirismo, pelo apoio e incentivo.



## PALAVRAS CHAVE

Cortiça, Rolhas Capsuladas, *Lean*, 6S, Redução de Desperdício, Metodologia A3, VSM, *SMED*, *OEE*

## RESUMO

Cada vez mais é exigido às empresas um elevado nível de qualidade e flexibilidade na produção. Para isto, e de forma a permanecer no mercado e se tornarem competitivas, os métodos de trabalho praticados devem ser fiáveis e eficientes.

O presente projeto procurou a melhoria na mudança de referência de um equipamento da indústria da cortiça, através da aplicação de métodos *Lean*.

O equipamento em estudo realiza a junção de uma rolha de cortiça a uma cápsula, sendo esta operação feita através da colagem com *hot-melt*. Como a variedade de produtos produzidos é enorme, isto leva a que os *changeover* sejam realizados com bastante frequência.

O método seguido neste projeto foi o estudo e recolha de informação sobre a filosofia *Lean* de produção e a sua aplicação na indústria da cortiça. Também se analisou as condições de trabalho da máquina de capsular, e quais as oportunidades de melhoria possíveis. Para isto, foi elaborado o *VSM (Value Stream Mapping)*, de forma a perceber quais são as operações que realmente acrescentam valor ao produto.

Foram ainda implementados os 6S, com o objetivo de sensibilizar os operadores para os benefícios resultantes da organização e limpeza do local de trabalho e das ferramentas. A metodologia *SMED (Single Minute of Exchange of Die)*, foi aplicada de forma a reduzir o tempo de paragem provocado por mudanças de ferramenta, sendo que foi obtida uma redução de 43% no tempo total de *changeover*. Para monitorizar todo o desenvolvimento do projeto *SMED*, foi ainda criado um modelo A3.

Por fim, foi implementado o cálculo do *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*, como indicador da eficiência geral do equipamento, e de forma a melhorar a monitorização de possíveis desvios que possam ocorrer durante a produção.

Os resultados obtidos comprovam ainda, que as ferramentas *lean* são um método poderoso para obter resultados sem a necessidade de grandes investimentos.



**KEYWORDS**

*Cork, Bartop Corks, Lean, 6S, Waste Reduction, A3 Methodology, VSM, SMED, OEE*

**ABSTRACT**

*Organizations are increasingly required to have a high level of quality and flexibility in production. In order to remain in the market and become competitive, the working methods practised must be reliable and efficient. The present project sought the improvement in the reference change of an equipment used in cork industry, through the application of Lean methods. The equipment under study performs the union of a cork stopper to a capsule, which is done by glueing it with hot-melt glue. Since the variety of products produced is huge, this almost makes the changeover activity a frequency. The method followed in this work was the study and collection of information on the Lean production philosophy and its application in the cork industry. The working conditions of the assembly machine were also analyzed, searching for improvement opportunities. Thus, it was elaborated the Value Stream Mapping (VSM) in order to perceive which are the operations that really add value to the product. The SMED (Single Minute of Exchange of Die) methodology was applied in a way to reduce the downtime caused by tool changes, and a reduction of 43% in total changeover time was obtained. To monitor the entire development of the SMED project, it was also created an A3 model. Finally, the OEE (Overall Equipment Efficiency) calculation was implemented as an indicator of overall equipment efficiency, in order to improve the monitoring of possible deviations during production. The results obtained also prove that lean tools are a powerful method to obtain results without the need for large investments.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

5S	<i>Seiri (Organização), Seiton (Arrumação), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Limpeza), Shitsuke (Disciplina)</i>
5W	<i>Who, What, Where, When Why</i>
6S	<i>Seiri (Organização), Seiton (Arrumação), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Limpeza), Shitsuke (Disciplina), Sekyuriti (Segurança)</i>
APCOR	Associação Portuguesa da Cortiça
CIPR	Código Internacional de Práticas Rolheiras
CSP	<i>Cork Supply Portugal</i>
DSL	<i>Double sorting line</i>
GEP	Gabinete de Estratégia e Planeamento
INE	Instituto Nacional de Estatística
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MTO	<i>Make to order</i>
MTS	<i>Make to stock</i>
MTSSS	Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social
NTED	<i>No Touch of Die</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OTED	<i>One Touch Exchange of Die</i>
SMED	<i>Single Minute of Exchange Die</i>
SWOT	<i>Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats – Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in progress</i>

### Lista de Unidades

h	Horas
min	Minutos
mm	Milímetros



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

<i>6 sigma</i>	Filosofia de melhoria baseada em dados e que privilegia a prevenção de defeitos em vez da deteção de defeitos ( <i>ASQ - American Society for Quality, 2017</i> ).
<i>Bartop</i>	Rolha de cortiça com adição de uma cápsula
<i>Kaizen</i>	Melhoria Contínua ( <i>Kaizen Institute, 2017</i> )
<i>Lean</i>	Significa maximizar o valor para o cliente e minimizar o desperdício ( <i>Lean Enterprise Institute, 2017</i> ).
Micro-paragens	Paragens com duração inferior a 5 minutos
<i>Muda</i>	Desperdício (Pinto, 2014)

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MONTADO DE SOBREIRO (APCOR, 2015)	7
FIGURA 2 – PRODUÇÃO ANUAL DE CORTIÇA POR PAÍS (CORTICEIRA AMORIM, 2016)	7
FIGURA 3 – EVOLUÇÃO DE VENDAS DOS VÁRIOS PRODUTOS DE CORTIÇA (APCOR, 2016)	8
FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DAS EXPORTAÇÕES PORTUGUESAS DE CORTIÇA (APCOR, 2016)	9
FIGURA 5 - ROLHAS DE CORTIÇA NATURAL	10
FIGURA 6 – ROLHAS COLMATADAS	10
FIGURA 7 – ROLHAS MICRO AGLOMERADAS	10
FIGURA 8 – MACHADO DE DESCORTIÇAMENTO (ARTE & CORK, 2017)	11
FIGURA 9 – ETAPAS DO DESCORTIÇAMENTO (APCOR, 2017)	12
FIGURA 10 – EXEMPLO DE CORTIÇA EMPILHADA DURANTE O PERÍODO DE REPOUSO	12
FIGURA 11 – PROCESSO DE COZEDURA DA CORTIÇA	12
FIGURA 12 – ESTABILIZAÇÃO DA CORTIÇA APÓS COZEDURA	13
FIGURA 13 – PROCESSO DE TRAÇAMENTO	14
FIGURA 14 – APARAS DE TRAÇAMENTO	15
FIGURA 15 – PROCESSO DE RABANEAÇÃO	15
FIGURA 16 – PROCESSO DE BROCAGEM	15
FIGURA 17 – APARA DE BROCA	16
FIGURA 18 – CASA DO TPS, ADAPTADO DE (LIKER, 2004)	18
FIGURA 19 – CICLO <i>LEAN THINKING</i> , ADAPTADO DE (PINTO, 2014)	20
FIGURA 20 – SETE FORMAS DE DESPERDÍCIO	22
FIGURA 21 - EXEMPLO DE <i>VSM</i>	23
FIGURA 22 – OS 6S (5+1) E A ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS, ADAPTADO DE (PINTO, 2014)	25
FIGURA 23 – REPRESENTAÇÃO DO TEMPO DE <i>SETUP</i> , ADAPTADO DE (ULUTAS, 2011)	26
FIGURA 24 - <i>SETUP</i> INTERNO VS. <i>SETUP</i> EXTERNO, ADAPTADO DE (FELD, 2001)	27
FIGURA 25 - ESQUEMA DAS VÁRIAS ETAPAS DO <i>SMED</i> , ADAPTADO DE (SHINGO, 1985)	29
FIGURA 26 - EXEMPLO A3 DA FASE INICIAL, ADAPTADO DE (LIKER & MEIER, 2006)	30
FIGURA 27 – EXEMPLO DE A3 DE DESENVOLVIMENTO, ADAPTADO DE (LIKER & MEIER, 2006)	31
FIGURA 28 – EXEMPLO DE UM A3 FINAL, ADAPTADO DE (LIKER & MEIER, 2006)	31
FIGURA 29 – CÁLCULO DO OEE, ADAPTADO DE (DORNELLES & SELITTO, 2015)	34
FIGURA 30 - <i>BENCHMARKING</i> DO OEE, ADAPTADO DE (ÁVILA, 2016)	34
FIGURA 31 – RELAÇÃO ENTRE AS SEIS GRANDES PERDAS E OS TRÊS FATORES DO OEE, ADAPTADO DE (SINGH, 2013)	35
FIGURA 32 – QUADRO REFERÊNCIA DA ANÁLISE <i>SWOT</i>	37
FIGURA 33 – EXEMPLO DE UM FLUXOGRAMA	39
FIGURA 34 – SIMBOLOGIA DO FLUXOGRAMA, ADAPTADO DE (PEINADO & GRAEML, 2007)	38
FIGURA 35 – EVOLUÇÃO DO GRUPO CORK SUPPLY	44
FIGURA 36 – UNIDADES INDUSTRIAIS DA CORK SUPPLY PORTUGAL	45
FIGURA 37 – EXEMPLOS DE <i>BARTOPS</i>	45
FIGURA 38 – LOGÓTIPO <i>TALIS</i>	46

FIGURA 39 - DIFERENTES TIPOS DE ACABAMENTOS DAS ROLHAS DE CORTIÇA	46
FIGURA 40 – DIFERENTES TIPOS DE CÁPSULAS	47
FIGURA 41 – ROLHAS DE ESPECIALIDADES	47
FIGURA 42 - ÁRVORE DO PRODUTO <i>BARTOP</i>	47
FIGURA 43 – FLUXO PRODUTIVO DESDE A PREPARAÇÃO DA CORTIÇA ATÉ À EXPEDIÇÃO FINAL DO BARTOP	48
FIGURA 44 - DSL ( <i>DOUBLE SORTING LINE</i> )	49
FIGURA 45 – PROCESSO DE TRATAMENTO SUPERFICIAL	49
FIGURA 46 – MÁQUINA DE CAPSULAR	50
FIGURA 47 – EMBALAMENTO E EXPEDIÇÃO	50
FIGURA 48 – EQUIPAMENTO EM ESTUDO – MÁQUINA DE CAPSULAR	51
FIGURA 49 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CÁPSULAS	51
FIGURA 50 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS ROLHAS	52
FIGURA 51 – SISTEMA DE ORIENTAÇÃO DA ROLHA	52
FIGURA 52 – PERCURSO DA ROLHA ATÉ AO PRATO ROTATIVO	53
FIGURA 53 – PONTO DE JUNÇÃO DA CÁPSULA E DA ROLHA	53
FIGURA 54 – SISTEMA DE CONTROLO FINAL CAPSULAGEM	54
FIGURA 55 – TEMPO DE <i>CHANGEOVER</i> – OUTUBRO 2017	55
FIGURA 56 – ANÁLISE <i>SWOT</i> DA SUGESTÃO DO PROJETO <i>SMED</i>	56
FIGURA 57 - ANÁLISE <i>SWOT</i> DA SUGESTÃO DE ADQUIRIR UM NOVO EQUIPAMENTO	56
FIGURA 58 – <i>VSM</i> DO SETOR DOS <i>BARTOPS</i>	57
FIGURA 59 - A3 - 115 - <i>SMED</i> MÁQUINA CAPSULAR <i>BARTOPS</i>	58
FIGURA 60 – DURAÇÃO DE CADA TAREFA NO PROCESSO DE <i>CHANGEOVER</i>	60
FIGURA 61 - MUDANÇA EFETUADA NOS SENSORES DOS TUBOS	61
FIGURA 62 - NOVA FORMA DE TROCA DE TUBOS	62
FIGURA 63 – MELHORIA EFETUADA NA REGULAÇÃO DE VEIOS	62
FIGURA 64 – MELHORIAS NA PEÇA DE ORIENTAÇÃO DA ROLHA	63
FIGURA 65 – MELHORIA EFETUADA NA GUIA QUE LEVA AS ROLHAS PARA O ORIENTADOR	63
FIGURA 66 – MELHORIA IMPLEMENTADA NA ORGANIZAÇÃO DAS PEÇAS	64
FIGURA 67 – MELHORIA IMPLEMENTADA NA ORGANIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS	65
FIGURA 68 – MELHORIA IMPLEMENTADA NO ESPAÇO DE PREPARAÇÃO DO MATERIAL PARA A MUDANÇA	65
FIGURA 69 – MELHORIA IMPLEMENTADA NA MUDANÇA DE “COPOS” DAS ROLHAS	65
FIGURA 70 - DURAÇÃO DE CADA TAREFA NO PROCESSO DE <i>CHANGEOVER</i> APÓS MELHORIAS	66
FIGURA 71 - DADOS DO OEE DA MÁQUINA DE CAPSULAR – TURNO 1	67
FIGURA 72 - DADOS DO OEE DA MÁQUINA DE CAPSULAR – TURNO 2	68
FIGURA 73 – ESTATÍSTICAS DO <i>SOFTWARE</i> DA MÁQUINA DE CAPSULAR	72

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE SMED EM VÁRIAS INDÚSTRIAS	26
TABELA 2 – FERRAMENTAS A UTILIZAR PARA AUMENTAR O OEE, ADAPTADO DE (DA SILVA, 2017)	36
TABELA 3 – MINUTOS, QUANTIDADE DE ROLHAS E VALOR MONETÁRIO PERDIDOS EM MUDANÇAS DE FERRAMENTA	55
TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE <i>CHANGEOVER</i> EM ATIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS	60
TABELA 5 – AÇÕES RESULTANTES DA REUNIÃO MULTIDISCIPLINAR	61
TABELA 6 – TAREFAS DE <i>CHANGEOVER</i> COM POSSÍVEL MELHORIA PELA METODOLOGIA 6S	64
TABELA 7 - DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE <i>CHANGEOVER</i> EM ATIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS, ANTES E APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	66
TABELA 8 – CATEGORIZAÇÃO DAS MICRO- PARAGENS	72



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Enquadramento</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>Metodologia</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Implementação</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>A Indústria da Cortiça</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>A Indústria das Rolhas</b> .....	<b>8</b>
2.2.1	Dados Económicos .....	8
2.2.2	Tipos de Rolhas.....	9
2.2.3	Processo de Fabrico de Rolhas Capsuladas .....	10
<b>2.3</b>	<b>Técnicas de Melhoria de Sistemas Produtivos</b> .....	<b>17</b>
2.3.1	<i>Lean Manufacturing</i> .....	17
2.3.2	Conceito <i>Lean Thinking</i> .....	18
2.3.3	Sete Formas de Desperdício .....	20
2.3.4	<i>VSM (Value Stream Mapping)</i> .....	22
2.3.5	<i>5S</i> .....	24
2.3.6	<i>SMED</i> .....	26
2.3.7	<i>Metodologia A3</i> .....	30
2.3.8	<i>OEE – Índice de Performance Operacional Global</i> .....	32
2.3.9	Análise <i>SWOT</i> .....	36
2.3.10	Fluxograma .....	38
2.3.11	Tempestade de ideias.....	39
<b>2.4</b>	<b>Métodos de Análise de Retorno Financeiro</b> .....	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Apresentação da Empresa</b> .....	<b>43</b>
3.1.1	Cork Supply Portugal.....	43
3.1.2	Caracterização do Setor dos <i>Bartops</i> .....	45
3.1.3	Produtos <i>Talis</i> .....	46
<b>3.2</b>	<b>Identificação do Problema</b> .....	<b>48</b>

3.2.1	Processo Produtivo .....	48
3.2.2	Equipamento em Estudo .....	51
3.3	Análise Crítica da Situação Inicial.....	54
3.4	Tempestade de Ideias.....	55
3.5	Propostas Seleccionadas .....	56
3.6	Desenvolvimento das Propostas.....	57
3.6.1	Elaboração VSM .....	57
3.6.2	Abertura de um modelo A3 .....	58
3.6.3	Projeto <i>SMED</i> .....	59
3.7	Análise de Retorno Financeiro .....	67
3.8	Implementação do Cálculo do OEE do Equipamento .....	67
4	CONCLUSÕES.....	71
4.1	Conclusões.....	71
4.2	Trabalhos Futuros.....	72
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	77
6	ANEXOS .....	85
6.1	ANEXO A - Fluxograma do processo produtivo .....	85
6.2	ANEXO B - Layout do Setor dos Bar.....	87
6.3	ANEXO C - VSM do Setor dos <i>Bartops</i> .....	89
6.4	ANEXO D - Modelo A3 do projeto desenvolvido .....	91
6.5	ANEXO E - Símbolos usados para a representação de um VSM .....	93

# INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA DA IMPLEMENTAÇÃO



# 1 INTRODUÇÃO

Este projeto surge no âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão Industrial. Pretende-se com o presente trabalho aplicar algumas ferramentas *Lean*, de forma a otimizar uma linha de acabamento de rolhas de cortiça, incorporada na empresa Cork Supply Portugal, S.A.

## 1.1 Enquadramento

A indústria da cortiça tem sofrido uma grande evolução e uma elevada expansão global, como tal, para conseguir acompanhar esta evolução e numa lógica de crescimento, a Cork Supply Portugal, como um dos maiores exportadores mundiais de rolhas de cortiça, sentiu a necessidade de aumentar a sua gama de produtos.

Para tal, surgiu a unidade de capsulados, em que à tradicional rolha de cortiça é acrescentado outro produto, neste caso uma cápsula. Como cada cliente tem uma rolha e uma cápsula à sua escolha, eleva muito o número de combinações possíveis de produtos. Sendo quase todos os produtos diferentes, isto leva a que no setor da colagem existam várias trocas de ferramentas.

De forma a conseguir acompanhar o crescimento do mercado e aumentar a produtividade, face às quase constantes trocas de ferramentas, surge a necessidade de aplicar ferramentas *Lean* na eliminação de desperdícios.

## 1.2 Objetivos

Os tempos de *setup* e de mudança de lote são uma das fontes de desperdícios mais comuns nas linhas produtivas. No caso dos equipamentos de capsulagem/colagem de rolhas, o tempo de mudança de lote pode chegar a ultrapassar uma hora retirando capacidade instalada. Este facto e a necessidade de realizar mudanças de condições de operação com frequência, devido a necessidades de mercado, torna este ponto de desperdício prioritário para a aplicação da estratégia *SMED* (Single Minute of Exchange Die).

Neste contexto, o objetivo proposto é elaborar um estudo da situação atual relativamente aos tempos de mudança de ferramentas das máquinas, e iniciar o cálculo do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), sendo possível no final quantificar em termos de produção e em termos monetários, qual o ganho destas melhorias.

### 1.3 Metodologia

Para a elaboração da presente dissertação será feita a seguinte abordagem:

1. Análise das práticas atuais na troca de ferramentas e de todos os processos envolventes relacionados, e descrição da condição atual. Desenvolvimento de várias propostas de melhoria baseadas nos princípios *SMED* e recolha de dados para posterior comparação com a situação final;
2. Seleção das propostas de melhoria mais adequadas e aplicação das mesmas;
3. Elaborar o *VSM* do setor em questão;
4. Criação de um modelo A3 para monitorizar o projeto *SMED*;
5. Análise dos resultados obtidos com as melhorias aplicadas e proposta de novas melhorias;
6. Iniciar o cálculo do *OEE*.

Apesar das várias fases serem apresentadas por ordem cronológica de realização, esta ordem foi bastante flexível, ou seja, durante a fase de aplicação de melhorias foram desenvolvidas novas ideias ou propostas que inicialmente não tinham sido aplicadas, por não parecerem tão promissoras. Foram mais tarde reaproveitadas e colocadas em prática.

### 1.4 Estrutura da Implementação

A dissertação está dividida em quatro capítulos.

Neste, o primeiro, é feita uma introdução ao projeto desenvolvido com uma pequena explicação do enquadramento do mesmo, objetivos e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, é elaborada uma revisão bibliográfica para enquadrar o leitor dos temas envolvidos no projeto. Este capítulo é dividido em outros três subcapítulos. Numa primeira fase é explicada a indústria da cortiça e em que áreas é utilizada, no segundo subcapítulo, é explicada a indústria das rolhas, uma vez que a empresa onde se desenvolve o presente trabalho pertence a esta área. Por fim, na terceira fase, são apresentados os conceitos *lean* necessários ao leitor, para entender tudo o que será aplicado na parte prática.

Já no terceiro capítulo, será descrito o desenvolvimento de todo este processo. Primeiramente, é feita uma descrição da empresa onde se realiza o projeto, dos produtos que são fabricados no setor em questão, bem como é explicado o fluxo produtivo. De seguida, identifica-se o problema, é feita uma análise crítica dessa

situação inicial, e apresentam-se melhorias que podem ser efetuadas. Por fim, é descrito todo o processo de aplicação das ferramentas *lean* no desenvolvimento das melhorias.

Finalmente, no último capítulo, encontram-se as conclusões retiradas com o desenvolvimento deste projeto e sugestões para possíveis projetos futuros de continuação de melhoria nesta área.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A INDÚSTRIA DA CORTIÇA

2.2 A INDÚSTRIA DAS ROLHAS

2.2.1 Dados Económicos

2.2.2 Tipos de Rolhas

2.2.3 Processo de Fabrico de Rolhas Capsuladas

2.3 TÉCNICAS DE MELHORIA DE SISTEMAS PRODUTIVOS

2.3.1 Lean Manufacturing

2.3.2 Conceito Lean Thinking

2.3.3 Sete Formas de Desperdício

2.3.4 VSM (Value Stream Mapping)

2.3.5 5S

2.3.6 SMED

2.3.7 Metodologia A3

2.3.8 OEE – Índice de Performance Operacional Global

2.3.9 Análise SWOT

2.3.10 Fluxograma

2.3.11 Brainstorming



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na presente revisão bibliográfica, será apresentada numa primeira fase a indústria da cortiça, de seguida, e mais especificamente, a indústria das rolhas, e por fim serão apresentadas as várias técnicas que poderão ser aplicadas na redução de desperdício.

### 2.1 A Indústria da Cortiça

Já com alguns séculos de história, a cortiça assume-se como um dos produtos naturais mais apreciados mundialmente, sendo considerada uma joia da economia portuguesa. A indústria corticeira, além da sua forte conexão com a indústria vinícola, possui também uma vasta expansão da sua aplicabilidade a outros tipos de produtos, sendo, portanto, um produto de referência no mercado mundial.



Figura 1 – Montado de Sobreiro (APCOR, 2015)

A indústria corticeira, caracteriza-se por ser uma indústria “portuguesa”, visto que cerca de 49,6% da produção mundial desta matéria-prima (Figura 1) é de origem portuguesa, como é observável na figura 2 (Corticeira Amorim, 2016).

Isto deve-se, em parte, ao facto de que Portugal possui uma elevada área de montado de Sobreiro, representando cerca de 34% da área mundial (APCOR, 2016).

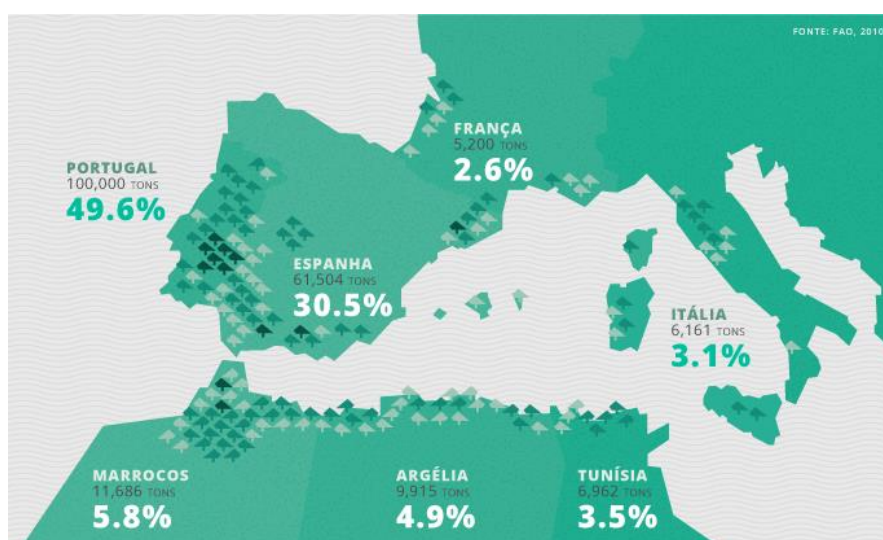


Figura 2 – Produção anual de cortiça por país (Corticeira Amorim, 2016)

Em Portugal, 84% da área ocupada por sobreiro localiza-se a sul do rio Tejo, sendo que

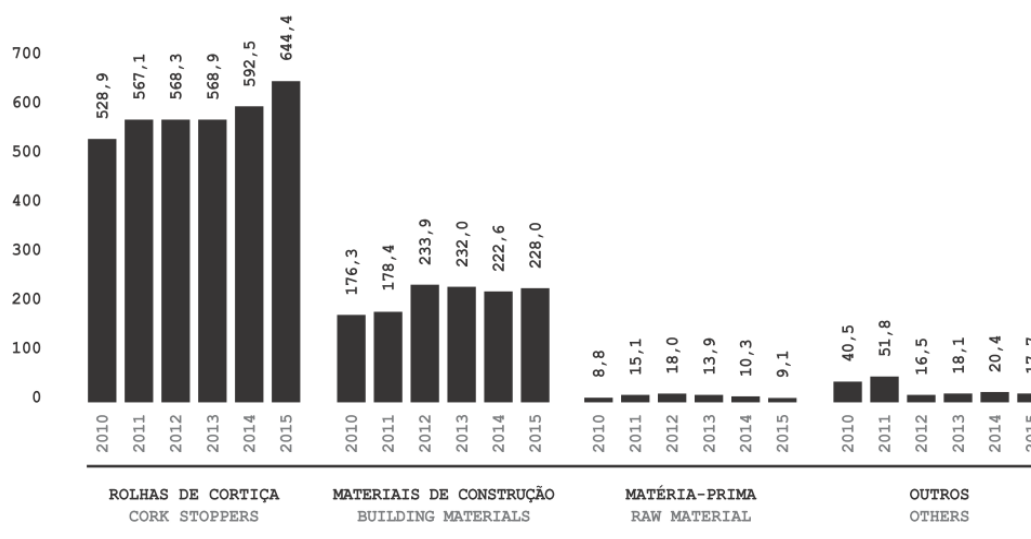


Figura 3 – Evolução de Vendas dos Vários Produtos de Cortiça (APCOR, 2016)

entre 2005 e 2010 se evidenciou um crescimento de 0,8% desta área. O Sobreiro é também a segunda espécie florestal dominante na floresta portuguesa (APCOR, 2016).

## 2.2 A Indústria das Rolhas

Ao apresentar a indústria das rolhas, este subcapítulo terá início com os dados económicos deste produto, passando depois a diferenciar os vários tipos de rolhas e, por fim, explicar como é o seu processo de fabrico.

### 2.2.1 Dados Económicos

Em Portugal, existem sete mil empresas ligadas ao sector corticeiro, perfazendo 2% de todas as empresas do País. Destas empresas, a maior fatia, cerca de 72%, dedica-se à produção de vedantes de cortiça para a indústria vinícola (APCOR, 2016).

Segundo os dados do INE (Instituto Nacional de Estatística), em 2015, Portugal atingiu 899,3 milhões de euros em exportações relacionadas com a indústria da cortiça, sendo estas, lideradas pelas exportações de rolhas de cortiça, representando 644,4 milhões de euros (APCOR, 2016).

O principal país de destino das exportações de rolhas de cortiça são os EUA, seguidos pela França, Itália e Espanha, uma vez que são países com forte tradição vinícola.

Na figura seguinte (Figura 3) é possível observar a evolução das exportações de rolhas de cortiça, em relação aos vários tipos de produtos.

Nesta indústria, segundo dados do GEP (Gabinete de Estratégia e Planeamento) e MTSSS (Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social), entre 2011 e 2014, o número de empresas aumentou cerca de 12% (APCOR, 2016).

Na figura seguinte (Figura 4) pode-se verificar que entre 2008 e 2009 existiu uma crise no sector, mas que tem existido recuperação de ano para ano. Em 2014, existiam 670 empresas, empregando cerca de 9 mil trabalhadores, e produzindo cerca de 40 milhões de rolhas por dia (APCOR, 2016).

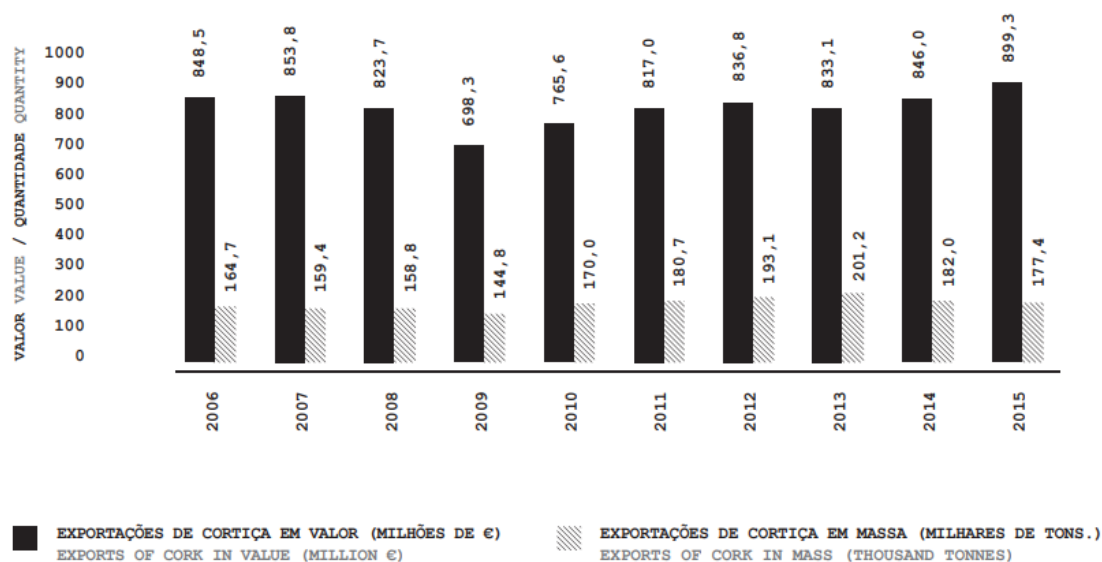


Figura 4 – Evolução das Exportações Portuguesas de Cortiça (APCOR, 2016)

### 2.2.2 Tipos de Rolhas

Na unidade de produção em que se insere este estudo, existem quatro tipos de rolhas, com dois tipos de acabamento diferentes.

As rolhas podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Rolha Natural** – Rolha proveniente de cortiça natural, em que não sofre qualquer tipo de processo de conformação nem de acabamento ao nível da porosidade (Figura 5);
- **Rolha Colmatada** – Esta rolha é uma rolha natural de maior porosidade que é sujeita a uma operação de acabamento ao nível dos poros, em que se tenta melhorar o seu aspeto visual (Figura 6);
- **Rolha micro aglomerada** – Esta rolha é obtida através de processos de extrusão ou moldação, em que é usada cortiça não aproveitada na produção de rolhas naturais (Figura 7).



Figura 5 - Rolhas de Cortiça Natural



Figura 6 – Rolhas colmatadas



Figura 7 – Rolhas Micro Aglomeradas

### 2.2.3 Processo de Fabrico de Rolhas Capsuladas

Para se entender o processo de fabrico das rolhas, é necessário descrever todo o processo, desde a garrafa até ao Sobreiro. A cortiça, inicia o seu ciclo de vida com a extração da casca dos sobreiros, sendo esta operação denominada por descortiçamento, que decorre durante a fase mais ativa do crescimento da cortiça. Esta fase desenvolve-se entre meados de maio ou princípios de junho, até meados ou fim de agosto (APCOR, 2017).

São necessários cerca de 25 anos para que um sobreiro comece a produzir cortiça e a ser rentável. A partir daqui, a sua exploração durará em média cerca de 150 anos. Com este primeiro descortiçamento, denominado por desbóia, extrai-se uma cortiça de estrutura muito irregular e com uma elevada dureza, que se torna quase impossível de trabalhar. Esta é comumente apelidada de cortiça virgem, que será utilizada em outras aplicações que não as rolhas (como pavimentos, isolamentos, etc.), já que está longe de apresentar a qualidade necessária para se destinar às rolhas (APCOR, 2017).

Passados nove anos, dá-se o segundo descortiçamento, em que se obtém um material com uma estrutura mais regular, menos duro, mas ainda não utilizável para fabricar rolhas, e em que se denomina por cortiça secundeira (APCOR, 2017).

Só com o terceiro descortiçamento, e nos seguintes, é que se obtém uma cortiça com as propriedades adequadas para a produção de rolhas com qualidade, pois já apresenta regularidade na sua estrutura com costa e barriga lisas. A partir deste momento, e em ciclos de nove anos, o sobreiro fornecerá cortiça apropriada para o fabrico de rolhas durante cerca de 150 anos, e será alvo de 15 descortiçamentos em toda a sua vida (Costa & Pereira, 2004).

O descortiçamento é uma prática artesanal e tradicional, que se torna bastante árdua dadas as condições climáticas, o terreno e as formigas. É uma arte especializada que requer muita perícia, ou seja, uma certa dureza mas também delicadeza. Os tiradores têm que ter a mão bem treinada para darem a machadada certa que corte a cortiça mas não a árvore. O machado é feito à medida para o descortiçamento, tem um cabo em madeira com uma cunha para levantar a cortiça, sem nunca tocar no tronco (Green Cork Project, 2017) (Figura 8).



Figura 8 – Machado de Descortiçamento (Arte & Cork, 2017)

Segundo a APCOR (Associação Portuguesa da Cortiça, 2017), o processo de descortiçamento é então efetuado em seis etapas:

1. **Abrir:** consiste em golpear a cortiça no sentido vertical, escolhendo a fenda mais profunda do enguiado (as ranhuras da casca). Ao mesmo tempo, torce-se o gume do machado para separar a prancha do entrecasco.
2. **Separar:** neste passo, separa-se a prancha com a introdução do gume do machado entre a barriga da prancha e o entrecasco. Depois, executa-se um movimento de torção do machado entre o tronco e a cortiça que se pretende separar.
3. **Traçar:** com um corte horizontal, delimita-se o tamanho da prancha de cortiça a sair, e aquela que fica na árvore. Durante a traçagem, são frequentes as sequelas deixadas no entrecasco e, por vezes, estas mutilações acabam por alterar a geometria do tronco, devendo ser minimizadas ao máximo.
4. **Extrair:** A prancha é cuidadosamente retirada da árvore para não se partir. Quanto maiores forem as pranchas extraídas, maior será o seu valor comercial. É a destreza e a habilidade dos descortiçadores que permite a obtenção das pranchas por inteiro. Retirada a primeira prancha, repetem-se estas operações para libertar todo o tronco.
5. **Descalçar:** após a extração das pranchas, mantém-se aderentes alguns fragmentos de cortiça junto à base do tronco. Para retirar os possíveis parasitas que existam nos calços do sobreiro, o descortiçador dá algumas pancadas com o olho do machado.
6. **Marcação:** finalmente, marca-se a árvore, usando o último algarismo do ano em que foi realizada a extração.

Na figura seguinte (Figura 9) é possível observar de forma esquemática todos os passos do processo de descortiçamento.



Figura 9 – Etapas do descortiçamento (APCOR, 2017)

Após o processo de descortiçamento, as pranchas de cortiça são empilhadas ou na floresta, ou em estaleiros dentro das instalações de uma fábrica. Aí permanecem expostas ao ar livre, ao sol e à chuva (Figura 10), durante um período nunca inferior a seis meses (CIPR, 2013)



Figura 10 – Exemplo de cortiça empilhada durante o período de repouso

Durante este estágio, as pilhas são formadas seguindo regras muito próprias e muito restritas (definidas pelo Código Internacional de Práticas Rolheiras – CIPR), de maneira a que a cortiça consiga estabilizar (APCOR, 2017).

Desde a prancha até à rolha, a cortiça passa por um conjunto de etapas que se diferenciam quanto ao tipo de rolha que se pretende produzir. As rolhas de cortiça natural são fabricadas por brocagem a partir de uma peça única de cortiça, sendo que as rolhas técnicas são produzidas a partir de um corpo formado por aglomerado de grânulos de cortiça, ao qual se pode aplicar, ainda, nos topos, discos de cortiça natural.

No presente trabalho, como as rolhas no processo se tratam maioritariamente de rolhas naturais, será este processo de fabrico que será abordado.

Após o período de repouso, as pranchas brutas são submetidas a uma operação de cozedura com água. Esta, caracteriza-se por ser um tratamento em tanques ou autoclaves com água em ebulição, durante cerca de 1 hora (Figura 11). Ao ser submetida

a este tratamento, a cortiça expande-se, especialmente na direção radial, e existe também uma diminuição da porosidade, que solubiliza uma pequena fração de extrativos da cortiça, particularmente taninos. Outro propósito desta operação de cozedura, é também melhorar as propriedades mecânicas, facilitando as operações posteriores de corte, quer para a produção de rolhas, quer de discos ou granulados (Costa & Pereira, 2004).



Figura 11 – Processo de cozedura da cortiça

Após a cozedura, decorre a estabilização da cortiça (Figura 12). Só depois deste período, que se estende por duas a três semanas, é que se procede à seleção das pranchas. A estabilização serve para aplanar as pranchas e permitir o seu repouso. Só assim a cortiça obtém a consistência necessária para a sua transformação em rolhas. A estabilização permite que a cortiça atinja, ainda, o teor de humidade ideal para o seu processamento, e que é de cerca de 14 % (APCOR, 2017).

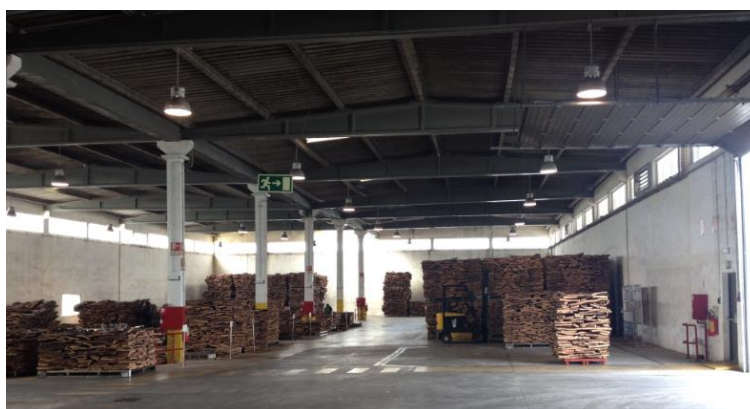


Figura 12 – Estabilização da Cortiça após cozedura

Após o tempo de estabilização, decorre o traçamento, ou seja, as pranchas são cortadas de modo a obter peças de cortiça com calibre e qualidade mais ou menos homogéneos, que são classificadas em classes de calibre e de qualidade (Costa & Pereira, 2004) (Figura 13).



Figura 13 – Processo de Traçamento

Esta operação é realizada por operadores muito especializados, os traçadores, que selecionam, prancha a prancha, se esta é apropriada para a produção de rolhas, apreciando visualmente o seu aspeto na barriga, nas secções transversais e radiais e na costa. Nesta fase, são separados os refugos, ou seja, toda a cortiça que não tem aptidão tecnológica para o fabrico de rolhas ou discos, quer seja por insuficiência de calibre ou de qualidade. Esta operação tem elevado grau de subjetividade do operador e depende da unidade industrial onde se insere, havendo tendência para que numa unidade exclusivamente preparadora, o traçamento e a classificação das pranchas sejam mais rigorosos do que numa unidade rolheira.

No processo de traçamento, o traçador observa a prancha de cortiça e determina as áreas a separar, utilizando facas de traçar, de perfil retilíneo, em bancas de madeira. Para determinar as linhas de corte, são seguidas algumas regras:

1. Aproveitar rachas naturais da costa para estragar o menos possível a prancha;
2. Separar as partes da cortiça que não são aproveitáveis (por insuficiência de espessura ou gravidade de defeitos) e vão constituir refugo;
3. Face às dimensões mínimas normalizadas das pranchas para a rabaneação e consequente produção de rolhas, o critério da espessura pode ser sacrificado;
4. Ter atenção à necessidade de obter dimensões de pranchas com um manuseamento fácil na rabaneação;
5. Separar os bocados, que são pedaços de cortiça sem dimensão para prancha ou utilidade para o processamento industrial rolheiro e destinado, tal como os refugos, à indústria granuladora. De acordo com (CIPR, 2013), os bocados correspondem a peças com uma superfície inferior a 400 cm<sup>2</sup>.

Depois de traçada, a prancha é recortada, endireitando-se um ou mais lados das pranchas por facejamento com uma faca, para facilitar a classificação, melhorar o aspeto da secção e permitir uma melhor rabaneação. Nesta fase, os desperdícios são os bocados, os refugos e as aparas de traçamento ou recorte (Figura 14).



Figura 14 – Aparas de Traçamento

Todas as operações descritas anteriormente (Descortiçamento, Repouso, Cozedura e Traçamento) referem-se à macro tarefa de preparação da cortiça.

Comumente, a maior parte das empresas do setor corticeiro, possuem unidades fabris na zona do Montijo e Ponte de Sor, onde armazenam a cortiça e fazem o traçamento. As etapas seguintes são normalmente efetuadas nas unidades instaladas na zona de Santa Maria da Feira, para onde são transportadas as paletes com pranchas prontas a utilizar na produção de rolhas. Nestas unidades, a primeira operação é a rabaneação (Figura 15), que consiste no corte de tiras transversais de cortiça (traços), perpendicularmente à direção axial da cortiça, numa serra de disco (rabaneadora) com uma altura que depende do comprimento das rolhas pretendidas (Costa & Pereira, 2004).

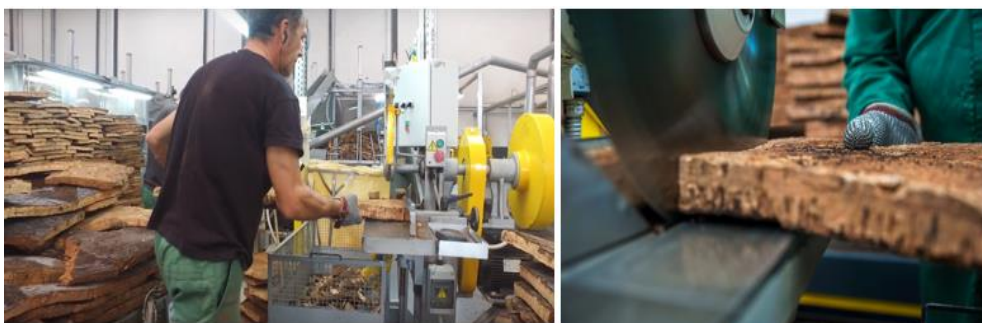


Figura 15 – Processo de Rabaneação

Os traços são brocados por perfuração na secção transversal, com um cilindro oco cortante com diâmetro interno maior 1 mm que o diâmetro pretendido para a rolha, correspondendo, portanto, o eixo axial da rolha ao eixo axial da prancha de cortiça, sendo esta operação denominada por brocagem (Figura 16).



Figura 16 – Processo de Brocagem

O aproveitamento mássico das pranchas traçadas para o fabrico de rolhas é pequeno, representando as rolhas menos de 25% da massa inicial de cortiça preparada. Os subprodutos, que se destinam à trituração, são constituídos principalmente por aparas de rabaneação e pelos traços brocados (aparas de broca) (Figura 17).



Figura 17 – Aparas de Broca

Já com a rolha em formato cilíndrico, estas seguem para uma estufa onde estagiam por 24 horas, para baixar a humidade destas, e de forma a ser possível a sua retificação. Esta operação consiste numa operação mecânica de abrasão/polimento dos topos e superfícies (corpo da rolha), para se obter as dimensões pretendidas (comprimento e diâmetro, normalmente 29x21 mm).

Nesta altura, as rolhas estão prontas para serem submetidas a uma primeira escolha eletrónica, que consiste em separar as rolhas acabadas em classes visuais diferenciadas, sendo que a determinação de cada classe é feita por controlo automático da superfície das rolhas. Durante esta fase, além de serem definidas as qualidades, são também eliminadas as rolhas com defeitos. A correta determinação das classes é o principal fator que influencia a margem de lucro do produto final.

Após as rolhas estarem separadas por classes visuais, estas seguem para outro acabamento mecânico. Como as rolhas partem do calibre 29x21 mm, de seguida pode ser necessário voltar a retificar a rolha para um calibre mais baixo, e realizar uma operação de acabamento.

O acabamento consiste numa operação mecânica de abrasão (à semelhança da retificação), onde se realiza o acabamento chanfrado ou boleado da rolha.

Após a retificação, procede-se à lavagem das rolhas que pode ser feita utilizando água oxigenada ou ácido paracético. Este banho serve para limpar e desinfetar as rolhas, mas podem ser utilizados outros métodos como as micro-ondas ou o ozono, sendo que esta operação confere à rolha um aspeto mais uniforme e uma cor mais clara.

Depois da lavagem/desinfecção, as rolhas são processadas num equipamento denominado INNOCORK®, cuja principal finalidade é a otimização do desempenho sensorial das rolhas. De seguida, dá-se a secagem, em o teor de humidade é estabilizado, obtendo-se assim uma otimização do desempenho da rolha como vedante, e reduzindo, em simultâneo, a contaminação microbológica.

Eventualmente, as rolhas poderão ser submetidas ao processo de colmatagem, dando origem às rolhas colmatadas. A colmatagem consiste em tapar os poros na superfície das rolhas (lenticelas) com uma mistura de pó de cortiça resultante da retificação das rolhas naturais. Para a fixação do pó nos poros (lenticelas) é utilizada uma cola à base de resina natural e uma cola à base de água. Este processo serve para melhorar o aspeto visual da rolha e o seu desempenho.

Estando as rolhas aprovadas, estas seguem para uma segunda escolha eletrónica, em que se realiza um aprimoramento da classe visual do produto. As rolhas são então tratadas superficialmente, e depois disto coladas a uma cápsula, no processo de capsulagem. Esta cápsula pode ser de plástico, madeira, porcelana, metal, vidro ou outros materiais.

Quando finalizada a produção, as rolhas são embaladas em sacos de plástico repletos de SO<sub>2</sub> (anidrido sulfuroso), um gás inibidor do desenvolvimento microbiológico. Só, então, serão transportadas até ao engarrafador de vinhos ou de bebidas espirituosas.

## 2.3 Técnicas de Melhoria de Sistemas Produtivos

Neste subcapítulo serão explicados todos os conceitos *lean* que serão utilizados como base no projeto que será desenvolvido.

### 2.3.1 *Lean Manufacturing*

O conceito de *Lean Manufacturing* foi desenvolvido por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, no livro “*The machine that changed the world*” para designar o TPS (*Toyota Production System*), sendo que este foi originalmente desenvolvido na fábrica japonesa de automóveis, *Toyota Motor Company*, por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, a partir dos anos 50 (Womack, 1990).

A origem do TPS remonta ao período após a 2ª guerra mundial. Com a derrota do Japão, este país tinha grande parte das suas infraestruturas destruídas e atravessava um complicado período a nível económico, o que levou a uma crise nas vendas de automóveis. Face a esta complicada situação, as fábricas sentiram necessidade de reorganizar a sua produção, e foi então que Eiji Toyoda visitou a fábrica americana da *Ford* e ponderou aplicar a sua filosofia para combater os elevados custos associados às mudanças de produto, com a criação de *stocks* enormes e grandes lotes de produção (Womack, 1990). Apesar desta metodologia funcionar muito bem nas fábricas americanas, Eiji Toyoda e o seu engenheiro Taiichi Ohno verificaram que, como no Japão existia uma procura muito diversa de automóveis e pequenos lotes de produção, não poderiam seguir esta metodologia.

Segundo Liker (2004), a chave do sucesso do TPS baseia-se em dois conceitos: a utilização total dos recursos e dos colaboradores, e a redução de custos através da eliminação de todos os fatores que não adicionam valor ao produto.

Esta utilização total de todos os recursos requer um sistema em que exista uma atenção recorrente com a minimização do desperdício de movimentação de operadores, sem colocar em risco a sua segurança, e com o envolvimento dos mesmos na melhoria dos processos (Sugimori, 1977). Por outro lado, a redução de custos pode ser conseguida através da adoção de uma filosofia JIT (*Just-In-Time*). A filosofia JIT rege-se por só se produzir a quantidade necessária, no momento exato e no local pretendido, o que

resulta numa redução de tempo dos processos produtivos, desde a entrada de matéria-prima até à saída do produto final. Liker (2004), refere ainda que o sucesso do TPS depende diretamente da consistência entre os processos da organização. A uniformização dos processos reduz os erros provocados e, como consequência, também reduz o tempo utilizado nestes, aumentando assim o seu desempenho. A figura 18, evidencia todos os elementos do TPS e as suas ligações para atingirem os objetivos. É possível verificar que sem algum destes alicerces, os objetivos não são atingidos, o que corrobora a teoria de Liker (2004).

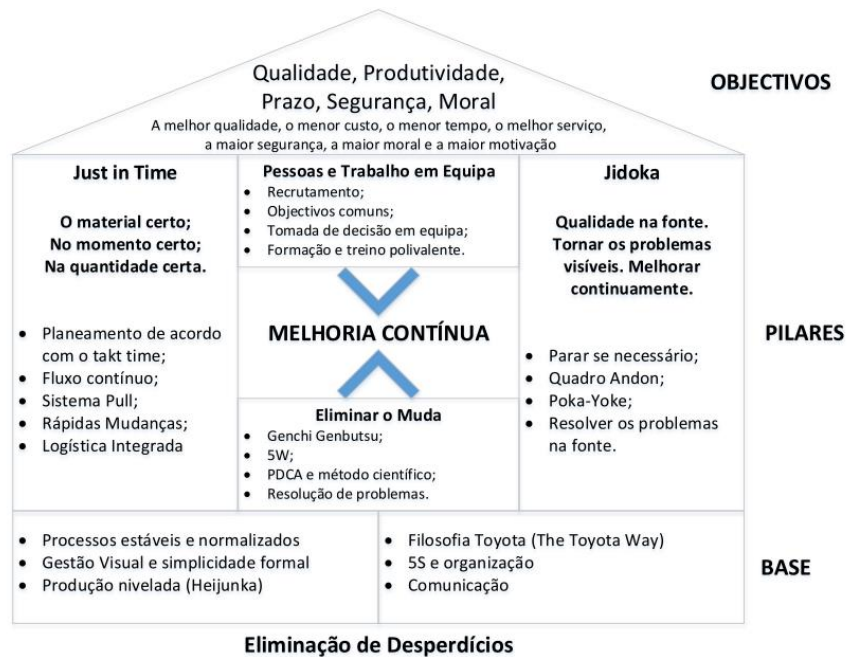


Figura 18 – Casa do TPS, adaptado de (Liker, 2004)

### 2.3.2 Conceito *Lean Thinking*

O conceito de *Lean Thinking* caracteriza-se por ser uma filosofia de gestão e liderança, que consiste na criação de valor para o cliente e para a organização através da eliminação de tudo o que é desperdício. Este conceito tornou-se popular em 1996 com a publicação de uma obra por James Womack e Daniel Jones com este mesmo nome. O pensamento *Lean*, mundialmente conhecido, é uma forma de pensar e reagir a situações, que altera o padrão de observação da produtividade de uma organização. Esta filosofia envolve todos os colaboradores, desde o topo da cadeia hierárquica até ao “chão de fábrica”, incidindo sobre a necessidade de otimizar os recursos, a comunicação e o trabalho de equipa, introduzindo sempre o incentivo constante à formação e motivação das pessoas. Esta filosofia pode ainda ser vista como um conjunto de ferramentas e metodologias que têm como objetivo tornar uma organização mais eficiente, sendo que pode ser aplicada às mais diversas áreas de atividade e de diferentes sectores (Oliveira, 2017).

Esta filosofia de produção tem sido amplamente divulgada nos últimos anos, sendo implementada nos mais diversos setores de atividade. Este grande crescimento surge como resultado do sucesso que esta filosofia tem conseguido quando aplicada em grandes empresas, como a *Zara*, a *Dell* e a *Toyota Motors Corporation* (Pinto, 2014).

Com a publicação de James Womack e Daniel Jones anteriormente referida, foram também definidos os primeiros princípios da filosofia *Lean*, para dar seguimento ao *Lean Manufacturing* e à clarificação mais concreta de alguns pilares, tais como a gestão da cadeia de fornecimento e o serviço ao cliente (Pinto, 2014).

Em 1996, Womack e Jones definiram que a filosofia *Lean Thinking* recai sobre cinco princípios fundamentais (Figura 19), que atualmente, segundo Alefari & Salonitis (2017), são os seguintes:

1. **Especificar o Valor:** consiste na definição de valor, sendo que este deve ser analisado na perspetiva do cliente. Ou seja, o objetivo deve ser satisfazer todos os seus *stakeholders*, podendo ser necessário alterar algumas atividades e reduzi-las às que realmente criam valor;
2. **Identificar a Cadeia de Valor:** neste conceito, são expostos todos os processos necessários para a obtenção do produto, sendo que devem ser eliminadas todas as etapas que não acrescentam valor.
3. **Criar Fluxo:** neste terceiro conceito, é focada a otimização do fluxo de produção. Sendo assim, o objetivo é atingir a sincronização ideal e a fluidez dos processos, reduzindo ou eliminando tempos de espera e de paragem, para que exista uma redução dos *stocks* intermédios e do *lead time*.
4. **Sistema Pull:** Consiste em apenas produzir o estritamente necessário, sendo a produção “puxada” por ordens reais de venda, ou seja, em suma, apenas se deve produzir o que foi realmente encomendado, e não com base em hipotéticas encomendas (Pinto, 2014). Este sistema funciona como um fluxo de informação no sentido oposto ao de produção, uma vez que no “chão de fábrica”, são os colaboradores que “puxam” o fluxo ao setor antecedente. Algumas das vantagens associadas à utilização de sistemas *Pull*, segundo (Jacobs, 2008), são as seguintes:
  - Modelo com baixo *stock* intermédio;
  - Produção de lotes em pequenas quantidades – Controlo do *WIP (work in progress)*, e redução de *stock* de produto final;
  - Melhor sincronização de toda a cadeia de valor;
  - *Lead times* de produção mais curtos;
  - Fluxo de produção e informação mais contínuos.

- 5. Melhoria Contínua:** por fim, este último conceito incide sobre a busca contínua pela perfeição. Segundo a filosofia *Kaizen*, a perfeição não é alcançável, mas existe sempre a oportunidade de melhorar cada vez mais. Desta maneira, e para responder à constante evolução do mercado e das expectativas dos clientes, é fulcral apostar numa prática constante de melhoria contínua, incentivando e juntando todos os elementos da cadeia de valor, para eliminar todos os tipos de desperdícios.

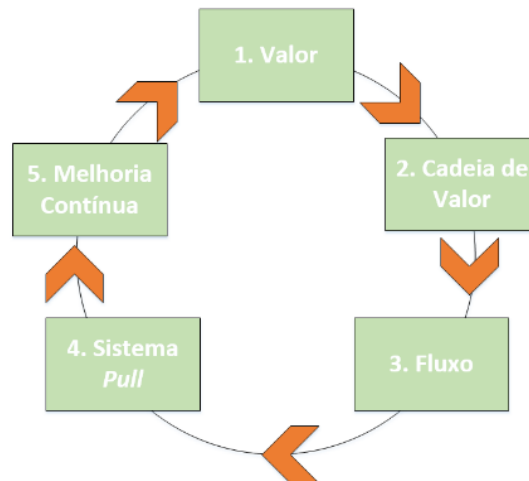


Figura 19 – Ciclo *Lean Thinking*, adaptado de (Pinto, 2014)

### 2.3.3 Sete Formas de Desperdício

*Muda*, é a palavra que em japonês significa desperdício, e que segundo Míkva, *et al.* (2016), é um conjunto de atividades que são realizadas, que consomem tempo e recursos, mas que não acrescentam valor.

A eliminação do *muda*, teve como grade pioneiro o engenheiro Taiichi Ohno durante o desenvolvimento do *TPS* e, segundo Pinto (2014), este *muda* pode ser dividido em dois grupos: Desperdício puro e desperdício necessário.

O desperdício puro, resulta de todas as atividades de valor não acrescentado, sendo exemplos deste desperdício as paragens por espera de material ou informação e as atividades de sobre processamento. Por outro lado, os desperdícios necessários provêm das atividades que são fundamentais ao processo produtivo, mas que não adicionam valor ao produto final, sendo exemplos deste desperdício as deslocações dos operadores para o abastecimento das linhas e as trocas de ferramentas de um operador para outro. A eliminação de ambos os tipos de desperdício é fundamental para o crescimento e sustentabilidade da empresa a longo prazo.

As atividades de valor não acrescentado podem ser facilmente eliminadas sem prejudicar o processo produtivo. De outro modo, terá de existir bastante ponderação na eliminação das atividades necessárias, uma vez que para isto ser possível, poderá existir a necessidade de realizar uma mudança de *layout* (Fercoq, 2016).

De acordo com Shingo (1989) e segundo Hicks (2007), os desperdícios dividem-se em sete categorias:

1. **Excesso de Produção:** ocorre quando as operações continuam, quando já deveriam ter terminado, ou seja, quando se produz mais do que a procura efetiva do mercado, ou se produz antecipadamente. Este excesso de produção pode trazer consequências negativas para a organização, tais como o excesso de inventário, defeitos, custos adicionais e ocupação excessiva de espaço, para além do desperdício existente no mau uso da mão de obra e equipamentos;
2. **Tempo de espera:** representa o tempo que é desperdiçado quando o operador ou uma máquina estão parados e, por consequência, o cliente está a aguardar pelo produto final. Este tipo de desperdício pode ser gerado por um balanceamento defeituoso, ou um mau planeamento da produção.
3. **Transporte:** refere-se a todo o tipo de movimentações associadas ao processo produtivo de qualquer produto e armazenagem. Apesar destas movimentações serem frequentemente necessárias, estas não acrescentam valor ao produto. É de salientar ainda o facto de que, quanto maior for a quantidade de movimentações, maior será a possibilidade de existirem produtos danificados. Não sendo de todo possível eliminar este desperdício, deve-se tentar minimizá-lo.
4. **Excesso de processamento:** Este tipo de desperdício ocorre sempre que são realizados processos, mas que não adicionam valor ao produto. Como exemplos deste tipo, podemos referir as atividades adicionais (reprocessamentos) que podem surgir de erros, ou então atividades que adicionem um excesso de qualidade, que os clientes não estão dispostos a pagar. Um bom método para reduzir as perdas é através da uniformização e sistematização dos processos, para que não existam erros de sobreprocessamento.
5. **Inventário:** consiste em todo o inventário que não é estritamente necessário para cumprir as ordens de produção, incluindo matéria-prima, produto semiacabado e produto final. Este excesso de inventário pode resultar em gastos adicionais para a empresa, resultantes do custo da manutenção do local ocupado por este, bem como do custo de material parado. Este tipo de desperdício pode ainda ser mais grave, quando os produtos em excesso possam torna-se obsoletos. Algumas razões atribuídas para a geração deste desperdício prendem-se com a falta de planeamento e o desconhecimento real dos consumos de materiais, e a consequente criação de *stocks*.
6. **Movimento:** este desperdício ocorre sempre que um operador tem a necessidade de se deslocar, dobrar ou pegar em algum objeto, quando estas ações poderiam ser evitadas. Este tipo de movimentos, muitas vezes pouco

ergonómicos podem diminuir consideravelmente a eficácia dos postos de trabalho. Frequentemente, este tipo de desperdício acontece quando o *layout* instalado é pouco funcional, a área de trabalho está pouco organizada (procurar ferramentas quando poderiam estar organizadas, por exemplo) e as instruções de trabalho não são normalizadas (Courtois, 2003).

7. **Defeitos:** esta definição inclui os defeitos ou os problemas de qualidade, que podem originar um reprocesso e, conseqüentemente, aumentar o valor com operações que não acrescentam valor ao cliente final. O cenário mais grave é quando um defeito não é detetado e segue para o cliente, podendo mesmo colocar a credibilidade da empresa em causa. É de salientar ainda que, para reduzir os defeitos, a causa raiz tem de ser encontrada, uma vez que a inspeção deteta peças com defeito, mas não é a solução para eliminar os defeitos (Pinto, 2014). Na figura 20, é possível visualizar um esquema que engloba todos os desperdícios.

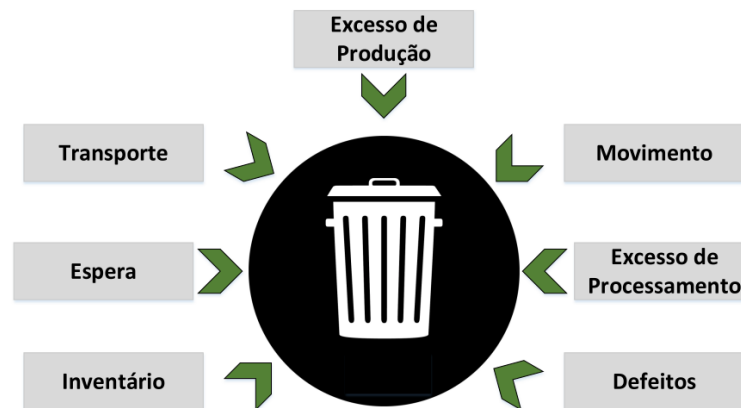


Figura 20 – Sete formas de desperdício

#### 2.3.4 VSM (*Value Stream Mapping*)

Sempre que se inicia um projeto de transformação *Lean*, o ponto de partida deverá ser a observação da situação inicial. É fulcral ter uma visão realista sobre o estado atual do processo de forma a ser possível identificar todas as oportunidades de melhoria. É com esta linha de pensamento que as empresas têm recorrido cada vez mais ao mapeamento do processo (Figura 21), com recurso ao *VSM*.

Segundo Nash & Polin (2008), o mapeamento do fluxo de valor (*VSM*), deve permitir a identificação de todas as atividades, quer estas acrescentem valor ou não, desde a matéria prima até ao cliente, mas que sejam necessárias no processo produtivo.

O *VSM* agrega os fluxos de valor e de informação ao longo de toda a produção, sendo uma ótima ferramenta na análise e implementação da filosofia *Lean*. Esta, caracteriza-se também por acrescentar valor ao produto ou serviço requerido pelo cliente. Deve-se

ainda evidenciar a importância desta ferramenta na identificação de desperdícios e nas possíveis melhorias na realização de um produto (Rother & Shook, 2009).

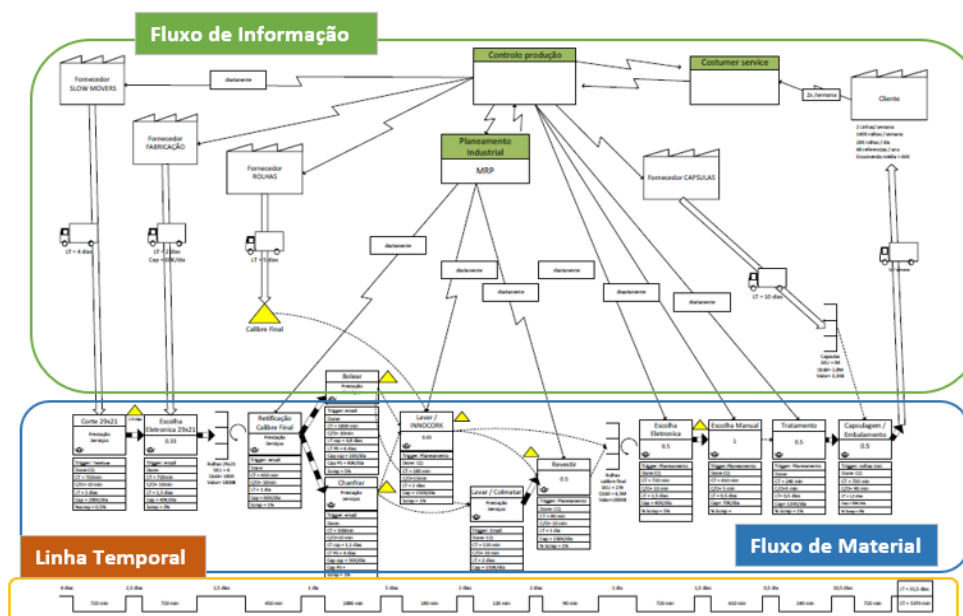


Figura 21 - Exemplo de VSM

Na obra intitulada "Value Stream Mapping for the Process Industries - Creating a Roadmap for Lean Transformation", King (2015), divide o VSM em três secções:

- **Fluxo de Material:** mostra o fluxo de material desde a matéria prima, através de cada etapa principal do processo, até ao produto final. Corresponde a uma visão de alto nível, que mostra apenas os maiores equipamentos ou processos, com caixas de dados que ilustram o desempenho de cada máquina ou processo. Todo o stock intermédio existente ao longo do processo é também representado.
- **Fluxo de Informação:** representa o fluxo de todos os principais tipos de informação que decidem o que deve ser feito e quando deve ser feito. Inicia-se com os pedidos do cliente, passa pelo planeamento industrial e termina com a informação para a produção. A informação normalmente flui na direção oposta ao fluxo de material.
- **Linha temporal:** representa o tempo de valor agregado e o contrasta com o tempo sem valor agregado. É uma linha na parte inferior do VSM na forma de uma onda quadrada. Trata-se de um indicador chave de desperdícios no processo: mostra o efeito do desperdício, mas não a causa deste, que deve ser identificada a partir dos outros dois componentes do VSM.

As características que segundo Rother & Shook (2009) tornam o VSM bastante interessante são:

- Auxílio na observação de todo o fluxo produtivo, e não apenas dos processos de forma individual;
- Permite claramente identificar formas de desperdício em todo o fluxo produtivo;
- Utiliza por base uma linguagem comum para representar os processos;

- Evidencia de forma direta as decisões sobre a cadeia de valor;
- Torna possível uma melhor visualização de toda a relação entre o fluxo de informação e o fluxo produtivo;
- É capaz de descrever como deve a produção trabalhar, com o objetivo de criar fluxo, permitindo uma clara comparação entre a situação atual e a situação futura.

### 2.3.5 5S

A metodologia dos 5S refere-se a um conjunto de práticas que visam a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma abordagem muito simples, que assenta na manutenção das condições adequadas dos locais de trabalho, sendo que significa que estejam ordenados, organizados e limpos (Arunagiria & Gnanavelbabub, 2014)

Segundo Imai (2012), a metodologia 5S é um dos três pilares da melhoria continua no *gemba*, sendo que deve ser sempre uma das primeiras ações a ser praticada em qualquer organização, serviço ou indústria.

Esta metodologia assenta sobre 5 palavras japoneses, iniciadas pela letra “S” (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*).

#### 1. *Seiri* – Organização

A primeira etapa desta metodologia consiste em fazer uma distinção entre os itens que são necessários dos que não são, e descartar os segundos do “chão de fábrica”.

Os itens que sejam considerados não necessários devem ser transferidos para uma zona pré-definida, e colocada uma etiqueta vermelha (*Red Tag*), para posteriormente ser analisado o seu destino.

Para contrariar a tendência Humana de guardar tudo para uma eventualidade futura, devem ser criados limites máximos para o número de objetos que sejam considerados necessários (Jiménez, 2015)

#### 2. *Seiton* – Arrumação

Já estando apenas presentes na área de trabalho os itens necessários, é necessário arrumá-los. A localização de cada item tem de ser relacionada com a sua utilização. De forma evitar desperdícios de movimento, os itens que serão mais utilizados têm de estar em posições mais próximas do operador. Para facilitar também o uso do posto de trabalho, é importante que exista também uma boa gestão visual do espaço. Neste “S” aplica-se ainda a seguinte frase: “Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar” (Courtois, 2003).

#### 3. *Seiso* – Limpeza

Esta etapa caracteriza-se por ser uma etapa em paralelo às duas anteriores. Pretende-se principalmente que exista uma limpeza regular de equipamentos,

ferramentas e superfícies de trabalho. Sempre que o material deixa de ser utilizado, este tem de ser limpo e deixado de forma a que esteja pronto a utilizar sempre que alguém precise dele. Com esta limpeza regular, é possível também fazer uma inspeção aos equipamentos, pois, por exemplo, uma fuga de óleo ou um parafuso mal apertado são facilmente detetáveis, e assim, evitam-se paragens posteriores por avarias. Deve-se então, identificar, e se possível eliminar as causas de sujidade, bem como definir o que deve ser limpo, os meios para o conseguir e a frequência de limpeza (Weigel, 2016).

#### 4. *Seiketsu* – Normalização

“É fácil aplicar pontualmente os 5S. Fazer disso um hábito é que se torna mais difícil” (Courtois, 2003). Esta etapa consiste em criar normas e práticas comuns para manter um plano de melhoria continua. Para isso, é fundamental formalizar regras gerais de arrumação e limpeza para os postos de trabalho, identificar ajudas visuais e procedimentos de forma a normalizar todos os postos de trabalho, para isto, normalmente são utilizados “*Standard Works*” (Antoniolli, 2017)

#### 5. *Shitsuke* – Autodisciplina

Esta última etapa consiste principalmente em estabelecer um controlo da aplicação de todas as regras e decisões que foram implementadas ao longo dos 4 S anteriores e promover o processo de melhoria continua.

Para isto, deve-se instaurar regras de comportamento por meio da comunicação visual e formação, de forma a incutir nos colaboradores a responsabilidade de manter este processo como um hábito do dia-a-dia, tornando-se uma prática comum da organização (Nagy, 2013).

Segundo Pinto (2014), existe cada vez mais empresas a acrescentar um sexto “S” ao anteriormente referidos (Figura 22). Trata-se, portanto, do S da Segurança, sendo que este não pode ser dissociado dos anteriores, nem de qualquer atividade realizada na empresa.



Figura 22 – Os 6S (5+1) e a eliminação de desperdícios, adaptado de (Pinto, 2014)

As etapas apresentadas, mantêm a ordem e a organização numa empresa e são essenciais para a otimização e eficiência das atividades realizadas. Por outro lado, são também responsáveis por encorajarem os colaboradores a melhorar o seu local de trabalho e facilitam o esforço na redução de desperdícios. Os 6S formam então uma base essencial para a implementação de várias soluções *lean*, tais como o *TPM (Total Productive Maintenance)* e o 6 Sigma.

### 2.3.6 SMED

A muito conhecida metodologia *SMED* aborda o tema da redução de tempo na preparação, troca e afinação de equipamentos e das ferramentas associadas a estas trocas (Figura 23) (Rosa, 2017). Esta metodologia foi desenvolvida por Shigeo Shingo, como forma de resposta à necessidade cada vez mais emergente da indústria automóvel Japonesa de reduzir o tamanho dos lotes (Ulutas, 2011).

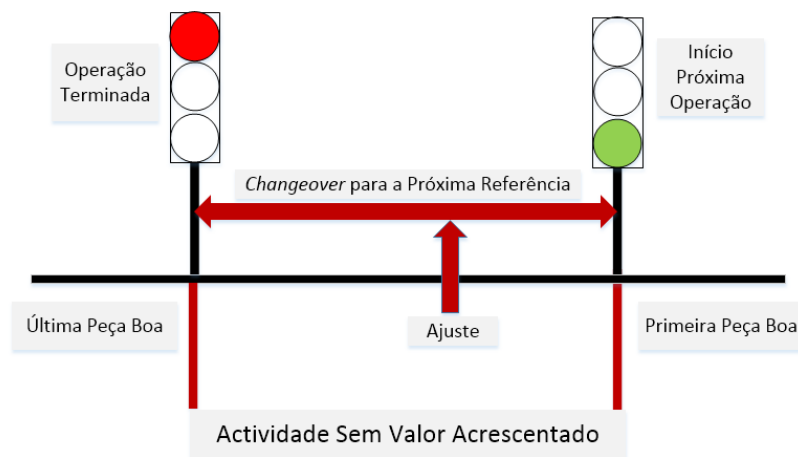


Figura 23 – Representação do tempo de *setup*, adaptado de (Ulutas, 2011)

Atualmente, esta metodologia é aplicada às mais variadas áreas da indústria, como se pode observar na tabela 1.

Tabela 1 - Artigos publicados sobre SMED em várias indústrias

Título	Referência	Indústria
<i>SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry</i>	(Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017)	Componentes Automóvel
<i>Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells</i>	(Ferradás & Salonitis, 2013)	Soldadura
<i>Methodology for Assessing the Factors Affecting the Quality and Efficiency of Flexographic Printing Process</i>	(Lipiak, 2017)	Impressão
<i>Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study</i>	(Azizi & Manoharan, 2015)	Componentes Eletrónicos

<i>Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company</i>	(Roriz, Nunes, & Sousa, 2017)	Cartão
<i>A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques</i>	(Almomani, Aladeemy, Abdelhadi, & Mumani, 2013)	Extrusão de Plástico

O processo de trocar ferramentas e ajustes que podem acontecer ao longo dos processos produtivos, é normalmente denominado por *setup* ou *changeover*. Durante este processo de *changeover* de um equipamento, não existe acréscimo de valor ao produto, e também aumenta o tempo de produção e o seu custo, tratando-se, portanto, de um desperdício e, como tal, deve ser restringido ou eliminado (Pinto, 2014).

O objetivo principal desta metodologia não é, no entanto, reduzir o tempo total de produção, mas sim, desenvolver a possibilidade de realizar o maior número possível de *changeovers* necessários à produção no mesmo intervalo de tempo, reduzindo desta forma o tempo de troca de ferramentas. Desta maneira, por exemplo, uma célula de produção pode realizar duas vezes mais *changeovers* no mesmo espaço de tempo, alcançando-se assim uma maior flexibilidade de produção (Feld, 2001).

Ao longo de 19 anos, Shigeo Shingo desenvolveu a metodologia *SMED*, sendo que se podem distinguir três etapas (Shingo, 1985), conforme se descreve seguidamente.

Na primeira etapa, que decorreu em 1950 na unidade fabril da Toyo Kogyo Mazda, onde Shingo realizou uma análise das atividades relacionadas com a troca de matrizes de uma prensa e procedeu à identificação e classificação destas como sendo tarefas internas ou externas (Figura 24). Shingo (1985), considerou que as atividades que têm de ser realizadas com a máquina parada, como por exemplo, montagem e/ou desmontagem de matrizes, são classificadas como *Setup Interno (IED, Inside Exchange of Die)*. Por outro lado, as atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, como por exemplo, transporte de uma matriz antiga e preparação de uma nova, são denominadas como *Setup Externo (OED, Outside Exchange of Die)*.

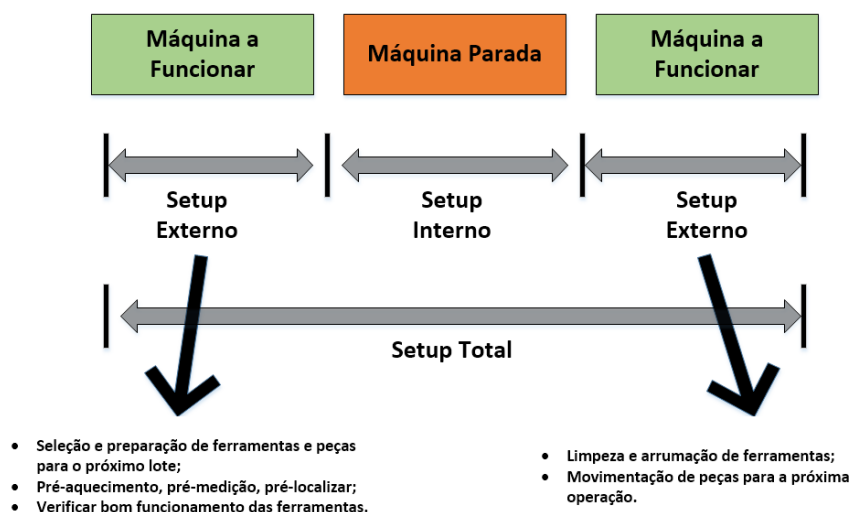


Figura 24 - Setup Interno vs. Setup Externo, adaptado de (Feld, 2001)

Numa segunda etapa, ainda nos anos 50, no estaleiro da *Mitsubishi Heavy Industries*, Shingo teve a ideia de realizar uma duplicação de ferramentas para que o *changeover* passasse a ser efetuado numa mesa à parte do equipamento (Shingo, 1985).

Shingo (1985), referiu que: "*Why not install a second planer table and perform the setup operation on it separately? That way, we could switch tables as we shifted from one lot to the next, and there would be a significant reduction in the amount of time the planning operation was interrupted for each setup*".

Esta estratégia permitiu ao estaleiro em questão aumentar a produção em 40%.

Por fim, como sendo a terceira etapa, anos mais tarde, e na Toyota Motor Company, existia uma prensa de 1000 toneladas em que a operação de *changeover* demorava 4 h. Shingo afirma que nesta época estaria a ser utilizada pela Volkswagen uma prensa igual e em que a operação de *changeover* seria de 2 h (Shingo, 1985).

De forma a reduzir este tempo de *changeover*, com a análise e separação de tarefas entre internas e externas, este tempo foi reduzido para 90 minutos. Contudo, devido à competitividade existente na indústria automóvel, os responsáveis pela Toyota pretendiam reduzir ainda mais o tempo de *changeover*, para cerca de menos de 3 minutos (Shingo, 1985), e foi assim que começou a ser utilizada a sigla *SMED*.

Em suma, para aplicar a metodologia *SMED*, segundo Shingo (1985) e de acordo com (Brito, 2017), é necessário seguir algumas etapas:

- **Etapa Preliminar:** proceder ao levantamento de todas as atividades relacionadas com a troca de ferramentas do equipamento em que se pretende realizar o estudo. Pode-se recorrer a filmagens, utilização de cronómetro ou entrevista com os operadores.
- **Etapa 1:** separar as atividades como *Setup* interno ou *Setup* Externo; Sendo esta a etapa mais importante no *SMED*, consiste em realizar a análise de todas as tarefas associadas ao processo de mudança (a partir das filmagens da etapa anterior), classificando-as como internas ou externas. Este processo, na maioria dos casos, consegue reduções no tempo de mudança entre 30 a 50 %.
- **Etapa 2:** converter atividades de *setup* interno em *setup* externo; Apesar da etapa anterior, por si só, ser capaz de garantir a redução do tempo de mudança entre 30 e 50%, isto poderá ser insuficiente para se atingir o objetivo pretendido. Portanto, esta segunda etapa consiste em analisar de novo e com um maior detalhe, todas as atividades relacionadas com o processo de *changeover* e verificar se possivelmente alguma atividade externa terá sido assumida como interna. Após esta análise, deve-se tentar encontrar melhorias que possam ser efetuadas de maneira a que seja possível fazer a conversão de atividades internas em externas.
- **Etapa 3:** melhorar continuamente os processos, de forma a reduzir o tempo de duração das atividades de *setup* interno e externo;

Apesar de o objetivo de obter um só dígito na duração do tempo de *changeover*, comumente designado por *single-minute range*, ser possível de alcançar ocasionalmente com a conversão de atividades internas para externas, isto não acontece na maior parte dos casos. Por esta razão, é necessário fazer uma análise mais detalhada de cada tipo de atividades, com vista à sua otimização e conseqüente redução de tempo.

Shingo (1985) apresenta como exemplo de boa aplicação das etapas 1,2 e 3 o seguinte caso:

*“At Toyota Motor Company, the internal setup time of a bolt-maker — which had previously required eight hours — was cut to fifty-eight seconds.”*

Ou seja, com uma boa aplicação das etapas do *SMED*, conseguiu-se uma redução de 8 horas para 58 segundos, no *changeover* de uma máquina de fazer parafusos.

É também importante salientar que as etapas 2 e 3 não precisam ser realizadas em seqüência, podendo mesmo ser realizadas em simultâneo. Na figura 25, é possível observar um esquema representativo das várias etapas do *SMED*.

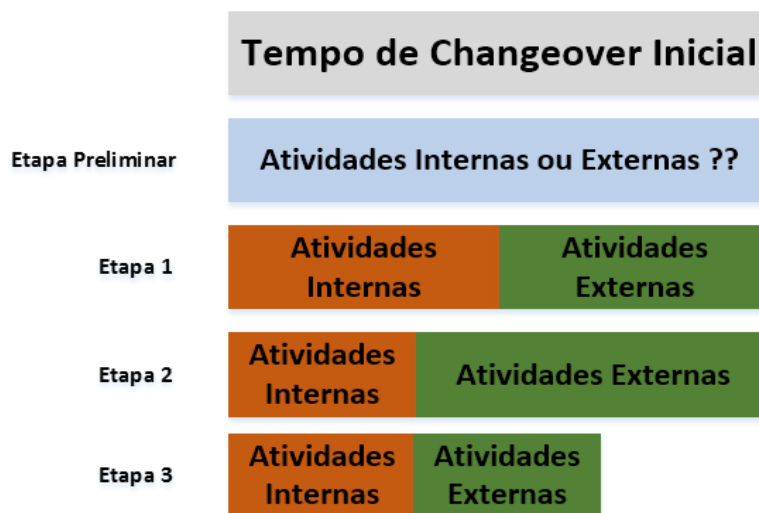


Figura 25 - Esquema das várias etapas do *SMED*, adaptado de (Shingo S. , 1985)

Segundo Moreira & Pais (2011), os seguintes aspetos surgem como benefícios da aplicação do *SMED*:

- Diretos
  - Redução do tempo de mudança de ferramenta;
  - Redução do tempo gasto no ajuste;
  - Menos erros durante a mudança de ferramenta;
  - Maior segurança.
- Indiretos
  - Redução do inventário;
  - Maior flexibilidade de produção;
  - Racionalização dos instrumentos.

Pinto (2014), refere também como benefícios o facto de existir uma redução de custos, bem como a redução do tamanho dos lotes de fabrico.

O método *SMED* tem sofrido algumas alterações e evoluções ao longo do tempo, começando por se estender para o método *OTED* (*One Touch Exchange of Die*), que consiste em restringir ao máximo as intervenções dos operadores nas mudanças de ferramenta. A mais recente evolução do método *SMED*, é o *NTED* (*No Touch of Die*), que passa por efetuar a mudança de ferramenta em tempos nulos e sem a intervenção do operador (Courtois, 2003).

### 2.3.7 Metodologia A3

A metodologia A3 consiste num modelo de resolução de problemas que foi desenvolvido com o propósito de resolver problemas de comunicação na Toyota, pois a comunicação entre as várias fábricas era através de fax e o tamanho de folha A3 era o de maior dimensão que poderia ser enviado. Assim, o fator mais relevante nunca foi o aspeto visual, mas sim todo o processo de comunicação, sendo que é uma parte integrante da resolução de problemas e de algumas tomadas de decisão, uma vez que permite que apenas a informação mais crítica seja partilhada. O modelo A3 deve conter apenas informação clara e objetiva, que seja perceptível num curto espaço de tempo (Bassuk & Washington, 2013).

O primeiro modelo A3 construído, apresentado na figura 26, deve representar a proposta de melhoria e ter como finalidade o acesso a informação explícita e concisa, para que a gestão possa decidir se financia o projeto. Ao desenvolver esta primeira fase, toma-se consciência de que um problema existe e que devem implementar-se melhorias sobre ele. Nesta fase, também se determina a causa raiz (Liker & Meier, 2006).

Tema/Objetivo			
<b>Introdução</b>	<b>Plano</b>		
Conceito; Estratégia; Fundamentos e de que forma se adapta aos objetivos da organização.	Condições Necessárias	Efeito Esperado	Responsável
	O quê ? Como ? Porquê ?	O quê ?	Quem ?
<b>Proposta</b>	<b>Problemas Por Resolver</b>		
Como se irá desenvolver a melhoria; Pontos vitais	Como serão ultrapassadas as dificuldades; Problemas antecipados; Hipóteses de resolução.		
<b>Agenda do plano de Acção</b>			
Data das fases de intervenção			

Figura 26 - Exemplo A3 da fase inicial, adaptado de (Liker & Meier, 2006)

Se o modelo anterior for aprovado e financiado pela gestão, é então desenvolvido mais um modelo A3, como apresentado na figura 27, mas desta vez relativo ao ponto de situação do projeto. Pretende-se nesta fase, apresentar informação atualizada sobre o

estado do processo, quais os objetivos, como serão desenvolvidas as melhorias e eventuais problemas que possam existir.

Tema/Objetivo	
<b>Contexto</b>	<b>Efeitos Obtidos</b>
Relembrar pontos principais	Descrever efeitos atuais no problema (Usar dados concretos, preferencialmente visuais em vez de texto)
<b>Objectivos</b>	
Relembrar objetivos principais	
<b>Implementação</b>	<b>Problemas/Ações</b>
Como se irá desenvolver a melhoria; Pontos vitais	
Autor _____ Data _____	

Figura 27 – Exemplo de A3 de desenvolvimento, adaptado de (Liker & Meier, 2006)

Usualmente, são também analisadas opções que permitam atingir os objetivos nas datas planeadas (Liker & Meier, 2006).

Segundo Liker & Meier (2006), os objetivos do modelo A3 são os seguintes:

- Melhorar resultados, através de uma visualização mais concisa e precisa de um determinado problema;
- Os benefícios provenientes da resolução do problema;
- Metodologias implementadas;
- Definição de equipas.

É importante também ressaltar que uma resolução de problemas ineficaz torna o relatório A3 um desperdício, como tal, deve ser bastante conciso, com uma linguagem perceptível por todas as pessoas e estando a informação disposta de forma clara e cíclica, permitindo que qualquer pessoa tenha acesso ao A3 em questão e possa introduzir *inputs* de melhoria (Liker & Meier, 2006).

Liker & Meier (2006), apresentam ainda uma proposta para elaborar um A3 que funcione como relatório final do projeto (Figura 28). Este, só é desenvolvido quando se atinge o objetivo, e após todos os revés e possíveis problemas terem sido ultrapassados e solucionados, para ser possível reconhecer toda a equipa pelo bom trabalho desenvolvido.

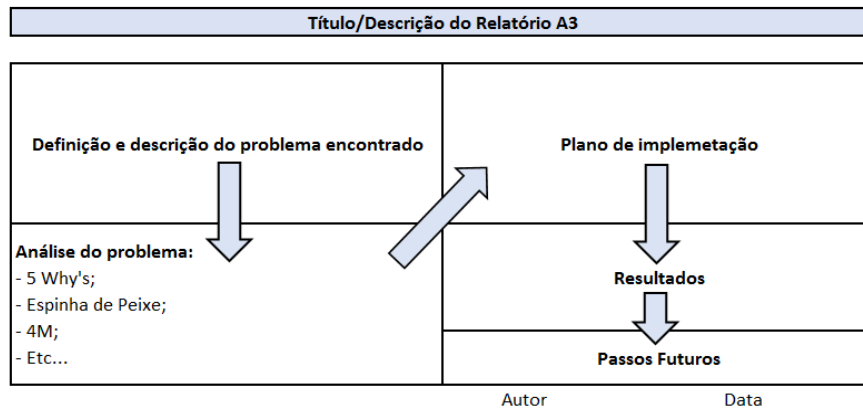


Figura 28 – Exemplo de um A3 final, adaptado de (Liker & Meier, 2006)

### 2.3.8 OEE – Índice de Performance Operacional Global

O OEE foi apresentado por Nakajima em (1988), no contexto da Gestão da Qualidade Total, como um indicador chave do desempenho de equipamentos/máquinas. Comumente, este indicador geral, simples e claro, desperta mais o interesse dos gestores em vez de diversos indicadores individuais (De Ron & Rooda, 2006). Este indicador é influenciado por três fatores: a **disponibilidade** do equipamento, o seu **desempenho** e a sua **qualidade** na produção. Ao utilizar este indicador como métrica, é possível categorizar as falhas do equipamento, bem como as causas do seu mau desempenho, sendo então possível definir as melhorias prioritárias. Como indicador, permite ainda acompanhar a eficiência do equipamento ao longo do tempo (Muchiri & Pintelon, 2008).

Atualmente, o OEE é muito utilizado na indústria como um KPI (*Key Performance Indicator*), para medir o desempenho real dos processos, pois como anteriormente descrito, consiste numa métrica simples, que agrega três fatores cruciais. Estes, quando analisados individualmente, permitem uma análise minuciosa da condição atual dos processos, evidenciando ineficiências que possam existir de forma invisível nas operações produtivas (Serra, 2010).

Através do OEE, é então possível quantificar o quão eficaz são os processos de uma organização e identificar claramente a máxima eficácia possível dos sistemas. Por outras palavras, o OEE mede o valor agregado que cada equipamento produz num determinado período de tempo (Serra, 2010).

Segundo Nakajima (1988), para se atingir a máxima eficiência dos equipamentos, é necessária a eliminação de seis grandes perdas, e atualmente segundo Hedman (2016) estas perdas são:

1. **Paragens Não Programadas:** normalmente associadas à manutenção corretiva, falta de energia, falta de matéria-prima, falta de operador, etc.;
2. **Paragens por Setup ou Ajustes:** relacionadas com a troca de produto, mudança de linha, preparação da máquina e pequenos ajustes ao longo da produção;

3. **Pequenas paragens:** caracterizadas por serem rápidas interrupções no ciclo normal de funcionamento do equipamento, geralmente originadas por quebras na linha de produção, provocando arranques e paragens constantes;
4. **Perdas por redução da velocidade de trabalho:** sucedem quando a cadência de produção teórica é diferente da que é realmente conseguida;
5. **Falhas durante o processo (Refugos, retrabalho e não conformidades):** relacionadas com o fabrico de produtos fora do padrão especificado pelo cliente ou às sobras do processo;
6. **Falhas no início da produção (start-up):** comumente relacionadas com restrições técnicas de certos equipamentos, que necessitam de um período para estabilização das suas condições, após períodos sem produção.

Convém ainda referenciar que neste conceito das seis grandes perdas, existem paragens planeadas que não são consideradas, tais como (Da Silva, 2017):

- Tempo para refeições do operador e pausas obrigatórias;
- Tempo programado para manutenção autónoma pelo operador (Ex.-10 minutos no início de cada turno);
- Tempo programado para manutenção planeada (preventiva, inspeções, corretiva);
- Tempo para formação do operador;
- Tempo para reuniões (desde que previstas no plano de produção);
- Testes de produção (Ex.: Ensaios de produtos);
- Ausência de programa de produção.

Estas seis perdas, já explicadas, afetam diretamente ou indiretamente os três fatores do cálculo do OEE (disponibilidade, desempenho e qualidade), sendo que o OEE resulta da multiplicação destes três fatores, como demonstra a expressão (1) (Andersson & Bellgran, 2015):

$$\text{OEE} = (\text{A}) \text{ DISPONIBILIDADE} \times (\text{P}) \text{ DESEMPENHO} \times (\text{Q}) \text{ QUALIDADE} \quad (1)$$

O fator de **disponibilidade (A)** é dado pela percentagem que demonstra o quão o equipamento esteve disponível, quando foi necessário para produzir. Isto acumula também as duas primeiras perdas já referidas anteriormente (as paragens não programadas e as paragens por *setup*) que é o tempo de inatividade medido no equipamento (Puvanasvaran, 2013).

O fator **desempenho (P)**, está relacionado com a terceira e quarta das seis grandes perdas (pequenas paragens e perdas por redução da velocidade), e quantifica a velocidade com que o equipamento é posto em funcionamento durante o tempo de produção que estava planeado, em função da sua capacidade nominal (Puvanasvaran, 2013).

Por fim, o fator **qualidade (Q)**, calcula o número total de peças boas produzidas, comparado com o número total de peças produzidas (Puvanasvaran, 2013).

Segundo Muchiri & Pintelon (2008), os fatores disponibilidade, desempenho e qualidade, podem ser calculados pelas seguintes expressões (2), (3) e (4), respetivamente:

$$(A) \text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Operação-Paragens}}{\text{Tempo Planeado}} \times 100 \quad (2)$$

$$(P) \text{Desempenho} = \frac{\text{Total de peças/Tempo de produção}}{\text{Peças por ciclo}} \times 100 \quad (3)$$

$$(Q) \text{Qualidade} = \frac{\text{Nº Peças Boas}}{\text{Nº Total de peças produzidas}} \times 100 \quad (4)$$

Na figura 29 é apresentado um esquema que resume de forma sistemática as formulas anteriores:

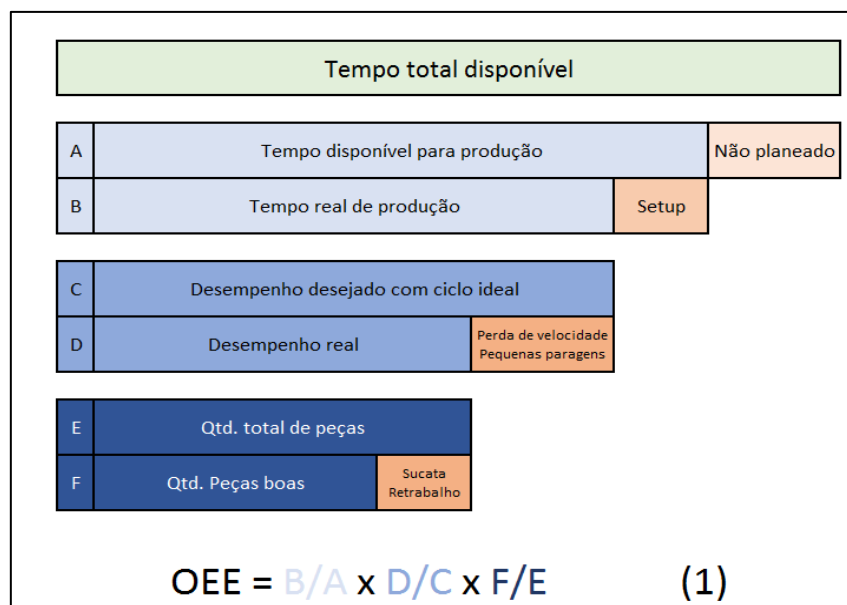


Figura 29 – Cálculo do OEE, adaptado de (Dornelles & Sellitto, 2015)

De acordo com Nakajima (1988), e segundo Santos & Santos (2015), um OEE de 85% deve ser considerado como objetivo ideal para os equipamentos, sendo que para este objetivo ser alcançável, as empresas tentam atingir os seguintes valores, nos três fatores que influenciam o OEE:

- Maior que 90% na disponibilidade;
- Maior que 95% para o desempenho;
- Maior que 99% para a qualidade.

É possível observar na figura 30, o *benchmarking* do OEE, que tem como base os dados fornecidos anteriormente.

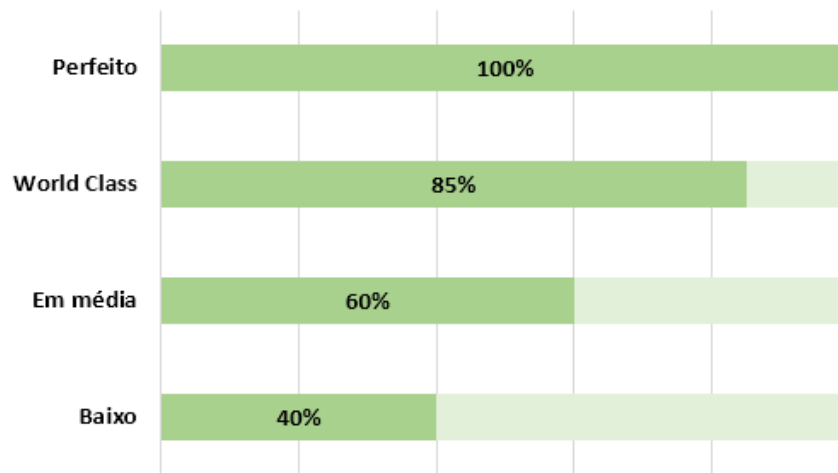


Figura 30 - *Benchmarking* do OEE, adaptado de (Ávila, 2016)

Na figura 31, é possível visualizar de que forma cada uma das seis grandes perdas afeta cada um dos três fatores do OEE (Singh, 2013).

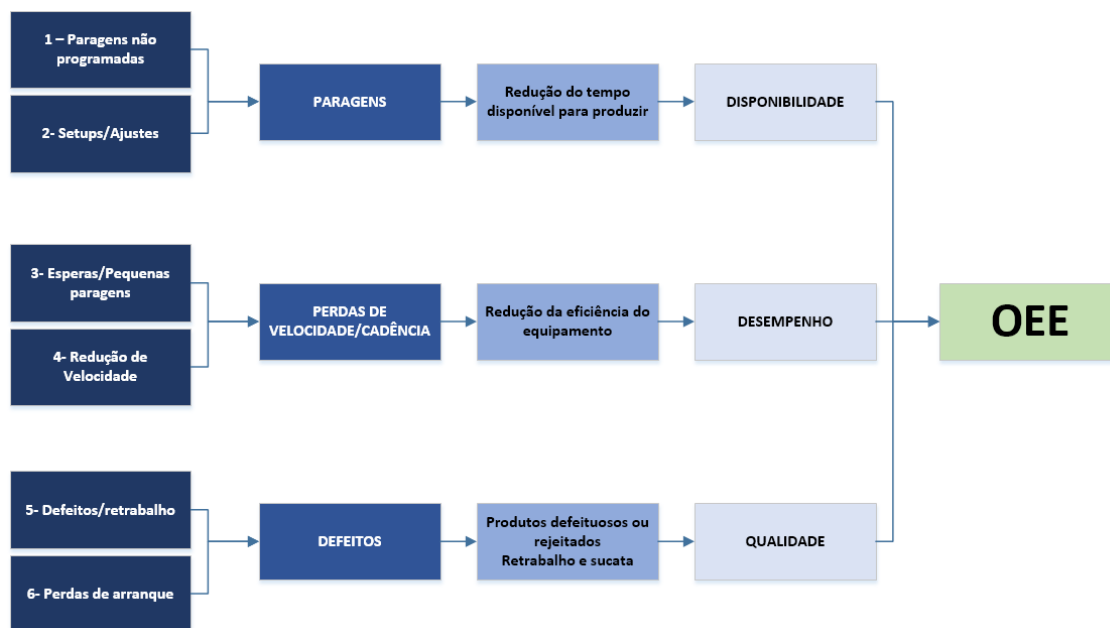


Figura 31 – Relação entre as seis grandes perdas e os três fatores do OEE, adaptado de (Singh, 2013)

Segundo Da Silva (2017), a melhoria do OEE é um processo contínuo, que comumente é associado a programas de TPM ou à implementação de conceitos de *Lean Manufacturing* nas unidades industriais. Para eliminar as seis grandes perdas, e como consequência melhorar o OEE, existem algumas estratégias que podem ser usadas. Na Tabela 2 é apresentada a relação entre as seis perdas e o tipo de estratégia a utilizar, bem como algumas ferramentas que podem ser utilizadas.

Tabela 2 – Ferramentas a utilizar para aumentar o OEE, adaptado de (Da Silva, 2017)

Perda	Estratégia de eliminação	Ferramentas a utilizar
Paragens não programadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparação rápida e eficaz</li> <li>• Detetar e corrigir as causas das avarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• Diagrama de Ishikawa</li> </ul>
Paragens por Setup ou Ajustes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o tempo de mudança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>SMED</i></li> <li>• <i>Poka-Yoke</i></li> <li>• Sistemas visuais</li> <li>• <i>Standard Work</i></li> </ul>
Pequenas paragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminação das pequenas paragens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• Diagrama de Ishikawa</li> <li>• Formação e treino</li> <li>• Diagrama de Pareto</li> </ul>
Perdas por redução da velocidade de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceamento das linhas de produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• FTA - Análise da árvore de falhas</li> <li>• <i>Kaizen</i></li> </ul>
Falhas durante o processo (Refugos, retrabalho e não conformidades):	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detetar e corrigir as causas dos problemas de qualidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEP - Controlo estatístico do processo</li> <li>• Seis-Sigma</li> <li>• <i>Poka-Yoke</i></li> <li>• Trabalho padronizado</li> </ul>
Falhas no início da produção ( <i>start-up</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detetar e corrigir as causas das perdas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>SMED</i></li> <li>• Formação e treino</li> <li>• Lições de tema único</li> <li>• Trabalho padronizado</li> <li>• <i>Kaizen</i></li> </ul>

Da tabela 2 é possível observar que o *SMED* se encontra presente como ferramenta de melhoria do OEE, e é com o intuito de melhorar o OEE que o presente trabalho irá incidir sobre a utilização desta ferramenta.

### 2.3.9 Análise SWOT

Na década de 60, Kenneth Andrews e Roland Christensen, ambos professores da *Havard Business School*, desenvolveram a análise *SWOT*. Contudo foi apenas nos anos 70 que esta ferramenta de análise começou a ser utilizada com mais frequência, tanto a nível académico como a nível empresarial. Na atualidade é uma das ferramentas mais comuns para a análise de indústrias e países (Helms & Nixon, 2010).

Segundo Helms & Nixon (2010), e de acordo com Glaister & Falshaw (1999), a análise *SWOT* corresponde a uma das mais importantes análises, sendo que os autores consideram esta como a principal ferramenta do plano estratégico.

Daychoum em (2007), afirmou que esta ferramenta funciona como um sistema simples, para verificar a posição estratégica da organização em relação ao meio envolvente.

Segundo Nazarko, *et al.*, (2017), a análise *SWOT* consiste então num quadro dividido em quatro referências (Figura 32), sendo as seguintes:

- *Strengths* (forças);
- *Weaknesses* (fraquezas);
- *Opportunities* (oportunidades);
- *Threats* (ameaças).

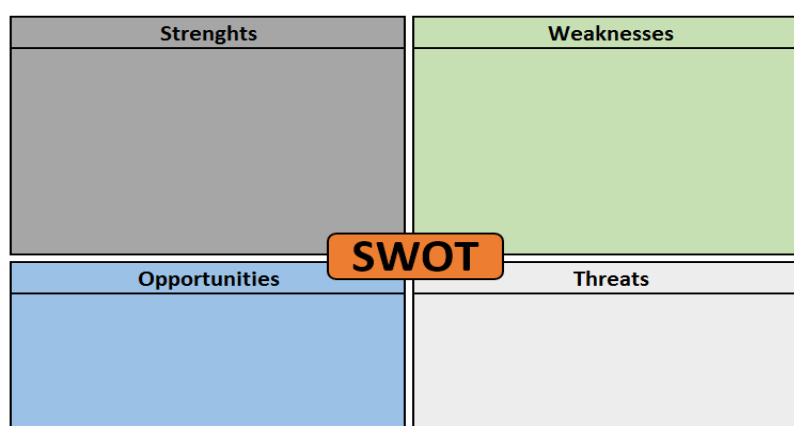


Figura 32 – Quadro referência da análise *SWOT*

Através destas quatro variáveis, é então possível identificar todos os pontos fortes e fracos da organização, bem como as oportunidades e as ameaças no meio em que a organização se insere. Quando os pontos fortes de uma organização estão de acordo com os fatores críticos de sucesso para satisfazer as oportunidades de mercado, a empresa será, por certo, competitiva no longo prazo (Rodrigues, 2005).

De acordo com Valentin (2001), na análise *SWOT*, a organização identifica os principais aspetos que caracterizam a sua posição estratégica num determinado momento, tanto a nível interno como externo.

Os fatores internos são aqueles que podem ser controlados pela empresa, uma vez que este é o resultado das estratégias de atuação definidas pelos próprios membros da organização. O ambiente externo está totalmente fora do controlo da organização. Mas, apesar de não poder controlar o mercado, a empresa pode conhecê-lo, de forma a aproveitar as oportunidades e a evitar as ameaças (ou pelo menos tentar minimizar os seus efeitos). Na análise interna, são então identificadas as forças e as fraquezas, sendo que as oportunidades e ameaças fazem parte da análise externa da organização (Wright, 1998).

É também possível descrever cada uma das variáveis da análise *SWOT*:

- **Força ou pontos fortes:** São os aspetos de uma organização, que podem influenciar positivamente o seu desempenho em relação à concorrência, sendo que estes devem ser amplamente explorados (Rezende, 2008).
- **Fraquezas:** corresponde aos aspetos que poderão colocar a empresa em desvantagem em relação à concorrência (Phadermroda, 2016).
- **Oportunidades:** Aspetos positivos do ambiente que envolve a empresa, com potencial de lhe trazer vantagem competitiva e melhorar o seu desempenho (Phadermroda, 2016).
- **Ameaças:** Aspetos negativos do ambiente que envolve a empresa, com potencial para comprometer a vantagem competitiva que ela possui e prejudicar o seu desempenho (Calaes, 2006).

Em suma, o objetivo da análise *SWOT* é então compreender os fatores que influenciam e afetam a organização, analisando estas quatro variáveis, com o objetivo de retirar informações fundamentais para elaborar novas estratégias (Helms & Nixon, 2010).

### 2.3.10 Fluxograma

Um fluxograma caracteriza-se por ser um diagrama utilizado para representar, por meio de símbolos gráficos, a sequência de todos os passos seguidos em um processo. Este diagrama pode também servir para identificar quais as atividades que acrescentam ou não valor (Damelio, 2011).

Quando um processo é descrito em forma de fluxograma fica mais fácil visualizar e entender o seu funcionamento (Peinado & Graeml, 2007).

Segundo a Joiner Associates (2002), e de acordo com Peinado & Graeml (2007), o fluxograma é uma ferramenta muito útil, podendo ter as seguintes aplicações:

- Melhorar a compreensão do processo de trabalho;
- Mostrar como o trabalho deve ser feito; e/ou
- Criar um padrão de trabalho ou uma norma de procedimento

Na figura 33, abaixo, é mostrado o exemplo de um Fluxograma, e na figura 34 é possível visualizar alguma da simbologia da sua nomenclatura.

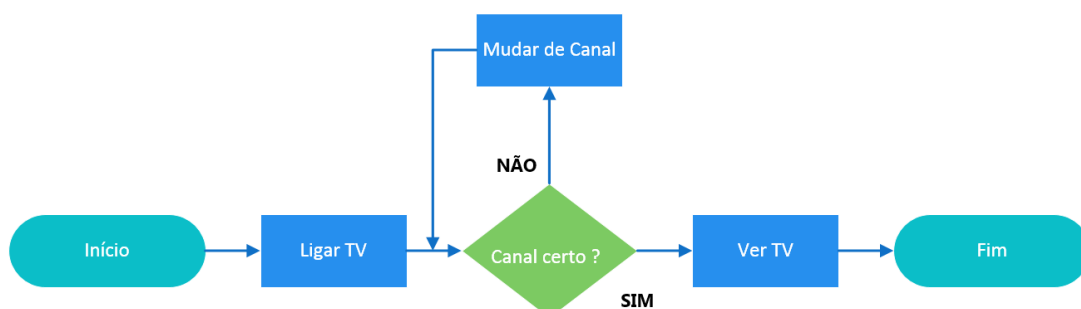


Figura 33 – Exemplo de um fluxograma

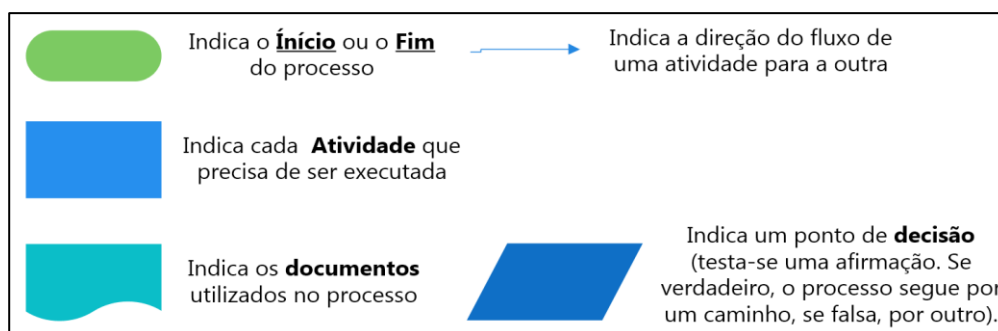


Figura 34 – Simbologia do Fluxograma, adaptado de (Peinado & Graeml, 2007)

### 2.3.11 *Tempestade de ideias*

O *brainstorming* é uma ferramenta simples, que pode ser utilizada em qualquer situação, sendo mais utilizada para a criação de ideias ou para evidenciar problemas. Esta, surgiu na década de 30, com o publicitário Alex Osborn, e tinha o propósito de criar um ambiente onde “chovessem ideias”, daí o seu nome, que também é comumente utilizado como “tempestade de ideias”. Esta técnica deve ser utilizada em grupo e, pelas suas características, desenvolve no mesmo um sentimento de compromisso com a causa analisada, responsabilidade compartilhada e é muito útil quando é pretendido também um maior envolvimento do grupo (Behr, 2008).

Segundo Behr (2008), o *brainstorming* deve dar prioridade à quantidade e não à qualidade das ideias.

Peinado e Graeml (2007), afirmam que as ideias, por mais absurdas que possam parecer, nunca devem ser criticadas nem descartadas em um primeiro momento. Deve-se incentivar o fluxo de ideias, que devem ser registadas com as mesmas palavras utilizadas pelo proponente.

Segundo Pande *et al.* (2002), para se conduzir uma reunião de *brainstorming*, é necessário seguir o seguinte procedimento:

1. Decidir e deixar claro o assunto que se deseja discutir;
2. Pedir cinco ideias a cada pessoa;
3. Dar um minuto ou dois a cada pessoa para anotarem as suas ideias;
4. Pedir às pessoas as ideias e apontar num quadro, sem comentários;
5. Continuar o processo, até que o grupo sinta que esgotou todas as ideias sobre o assunto;
6. Então, as ideias podem ser discutidas e esclarecidas.

Behr (2008), aponta ainda alguns fatores que devem ser tidos em conta ao realizar uma reunião de *brainstorming*:

- **Ambiente:** é importante que seja desenvolvido num ambiente confortável, para que os participantes deem as suas ideias sem se inibirem perante o grupo. A espontaneidade do grupo é um fator preponderante para que as ideias sejam criativas e variadas.

- **Grupo:** quanto mais distinto for o grupo, mais ricas serão as ideias colhidas. Contudo, é fundamental que todos os envolvidos estejam focados para a obtenção de um resultado, pois só assim existirá objetividade e compromisso.
- **Organização:** a presença de um moderador na reunião é importante para que a técnica seja desenvolvida com objetividade, e para que se assegurem a espontaneidade e a originalidade das ideias. As palavras ditas, não devem ser interpretadas nem alteradas pelo moderador, e este também deve evitar críticas às ideias, para que nenhum participante se sinta inibido.

Por fim, é ainda possível resumir as etapas do desenvolvimento da reunião de *brainstorming*. Segundo Pande *et al.* (2002), são as seguintes:

- **Introdução:** onde se apresenta a questão a ser desenvolvida;
- **Criação de ideias:** a tempestade propriamente dita;
- **Organizar ideias e identificar prioridades:** muitas vezes, da etapa anterior surge uma lista de ideias muito heterogênea. Nesta etapa, pretende-se classificar essas opções e decidir quais melhor atendem aos objetivos da reunião;

## 2.4 Métodos de Análise de Retorno Financeiro

Quando as organizações realizam investimentos, espera-se que ganhem algum tipo de retorno. A informação sobre os fluxos de caixa líquidos, que reflete as entradas e saídas de dinheiro da empresa num determinado período, é um *input* para uma simples e frequentemente utilizada técnica de orçamentação, denominada por período de retorno financeiro (*Payback*). Este método, tem o objetivo de determinar qual será o período (tempo) que leva a recuperar o investimento inicial. Para calcular este período, divide-se o investimento pelo retorno esperado. O resultado apresentará o horizonte temporal que leva para recuperar o investimento. Quanto menor, melhor. O *payback* de um projeto apenas está completo quando a organização recuperar o seu investimento (Kinney & Raiborn, 2011).

Por outro lado, o período de retorno mede o nível de risco do projeto, concentrando-se no horizonte temporal dos fluxos de caixa. O pressuposto é que, quanto mais demorar a recuperar o investimento inicial, maior é o risco do projeto, porque os fluxos de caixa que possuem um horizonte temporal mais distante, são mais incertos do que os fluxos de caixa com um horizonte temporal mais curto. Outro motivo de preocupação com os períodos de retorno com horizonte temporal mais longo, é o reinvestimento de capital. Quanto mais rápido o capital investido for recompensado, mais rapidamente pode ser investido em outros projetos. A fórmula utilizada para calcular o retorno financeiro de um projeto é a seguinte (Kinney & Raiborn, 2011):

$$\text{Período de retorno (Payback)} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Retorno Esperado}} \quad (5)$$

# DESENVOLVIMENTO

## 3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1.1 Cork Supply Portugal

3.1.2 Caracterização do Setor dos Bartops

3.1.3 Produtos Talis

## 3.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

3.2.1 Processo Produtivo

3.2.2 Equipamento em Estudo

## 3.3 ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL

### 3.4 TEMPESTADE DE IDEIAS

### 3.5 PROPOSTAS SELECIONADAS

## 3.6 DESENVOLVIMENTO DAS PROPOSTAS

3.6.1 Elaboração VSM

3.6.2 Abertura de um modelo A3

3.6.3 Projeto SMED

## 3.7 ANÁLISE DE RETORNO FINANCEIRO

## 3.8 IMPLEMENTAÇÃO DO CÁLCULO DO OEE DO EQUIPAMENTO



## 3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será descrito todo o desenvolvimento deste trabalho. Será composto por oito subcapítulos. Inicialmente será realizada uma apresentação da empresa, assim como a identificação do problema em estudo. Após isto, será feita uma análise crítica da situação inicial, bem como quais as soluções encontradas para resolver este problema, através de um *brainstorming* (tempestade de ideias). Posteriormente, haverá uma seleção de propostas, seguido do desenvolvimento das ideias que foram selecionadas e qual o seu retorno financeiro. Por fim, será apresentada uma proposta para início do cálculo do *OEE*.

### 3.1 Apresentação da Empresa

Com este subcapítulo, pretende-se realizar uma apresentação da empresa onde decorreu este projeto, elaborando também uma caracterização do setor e dos produtos produzidos.

#### 3.1.1 Cork Supply Portugal

A Cork Supply Portugal (CSP) é uma empresa que integra o grupo Cork Supply, o qual começou por ser constituído em 1981 pela Cork Supply USA (na reconhecida região vinícola do Norte da Califórnia), e dedica-se à produção de vedantes de cortiça. A CSP constituiu aliás, o primeiro passo da CS para a integração vertical total, tendo o Grupo adotado como lema “Redefinir Qualidade”. Nas três décadas que se seguiram, sob a liderança pioneira de Jochen Michalski, a empresa multiplicou os seus colaboradores e a sua atividade por todo o mundo. Tendo iniciado a atividade com cerca de 25 colaboradores, emprega hoje cerca de 260, produzindo e vendendo cerca de 240 milhões de rolhas de cortiça por ano. A faturação consolidada do grupo em 2016 foi de 113 milhões de euros, sendo 45 milhões faturados em Portugal (Cardoso, 2016).

Através de uma produção global e de um centro de Investigação & Desenvolvimento implementado em Portugal, com operações de serviço ao cliente por toda a Europa, América do Norte, América do Sul, Austrália, África do Sul e China, a Cork Supply fornece os seus produtos e serviços de qualidade em todas as principais zonas produtoras de vinho do mundo (Cork Supply Portugal, 2017).

Na figura 35 é possível observar a evolução do grupo Cork Supply desde a sua constituição até aos dias de hoje.

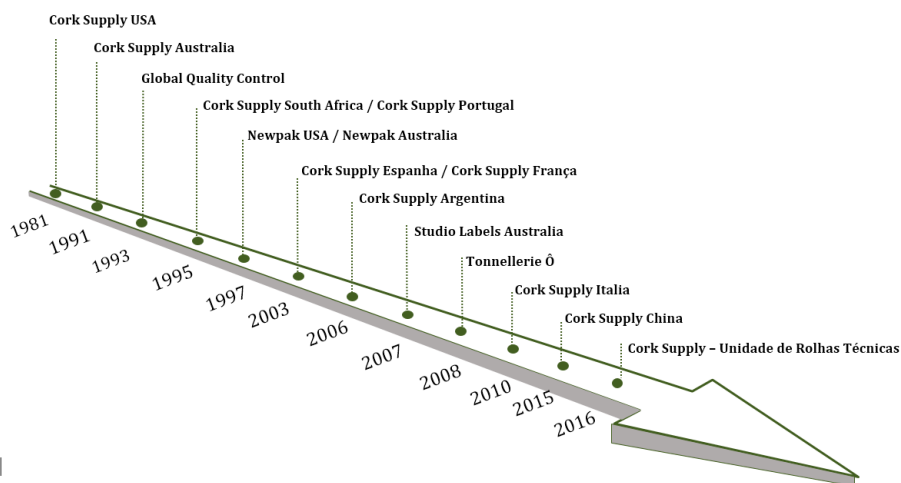


Figura 35 – Evolução do Grupo Cork Supply

Hoje em dia, a Cork Supply é um dos maiores fabricantes de rolhas naturais para a indústria vinícola a nível global, e é o maior fornecedor de rolhas naturais da América do Norte. Todos os produtos da Cork Supply são fabricados com o mesmo compromisso: orientado para a satisfação do cliente, com garantia de qualidade, que fez com que a empresa fosse considerada como especialista em engarrafamento no seio da indústria vinícola (Cork Supply Portugal, 2017).

Atualmente, a CSP encontra-se repartida em quatro unidades industriais (Figura 36):

- **Unidade de Preparação** – Localizada no Montijo e dedicada à etapa de preparação da cortiça, que inclui, o armazenamento, cozedura, estabilização e traçamento.
- **Unidade de Rolhas Naturais** – Localizada em São Paio de Oleiros, Santa Maria da Feira, em que se dedica à produção de rolhas exclusivamente naturais, com uma capacidade instalada para a produção anual de 350 milhões de rolhas por ano.
- **Unidade de Rolhas Técnicas** – Sediada em São João de Ver, Santa Maria da Feira, e é nesta unidade que são aproveitados os desperdícios da produção de rolhas naturais para produzir rolhas técnicas, tendo uma capacidade instalada de 500 milhões de rolhas por ano
- **Unidade de Acabamento Europa** – Instalada em Rio Meão, Santa Maria da Feira, esta unidade dedica-se à marcação, tratamento de superfície, embalagem e controlo de qualidade das rolhas fornecidas para a Europa, possuindo uma capacidade para fornecimento de 150 milhões de rolhas por ano.



Figura 36 – Unidades Industriais da Cork Supply Portugal

### 3.1.2 Caracterização do Setor dos *Bartops*

O projeto da presente dissertação vai ser desenvolvido na Unidade de Rolhas naturais, no setor dos *Bartops* (Rolhas capsuladas), mas que fisicamente se encontra integrado na Unidade de Rolhas Técnicas.

Este setor é o único da CSP especializado e dedicado à produção de *bartops*, rolhas exclusivas com design diferenciador, apostando no desenvolvimento de soluções inovadoras e personalizadas (Figura 37).



Figura 37 – Exemplos de *Bartops*

Além deste tipo de rolhas, este setor é também responsável pela comercialização das rolhas designadas por especialidades, que se tratam de rolhas com configuração fora do comum. Ambas têm um mercado menos abrangente do que a restante indústria corticeira. Apenas cerca de 25 milhões, comparativamente com os 150 milhões de rolhas comercializadas pela Unidade de Acabamento Europa.

No setor dos *bartops*, a cortiça é a base de todas as rolhas produzidas, mas é o único setor que trabalha com produtos que não são feitos exclusivamente de cortiça (elemento capsula). O produto final apresenta os mais variados visuais e são produzidas

para as mais conceituadas bebidas. Este produto está direcionado para o mercado de bebidas espirituosas e vinhos licorosos, tendo a denominação de **Talis** (Figura 38), que significa grandeza e excelência, em latim.



Figura 38 – Logótipo Talis

O setor dos *bartops* apresenta uma produção diária de, aproximadamente, 200 mil rolhas e realiza expedições para clientes em mais de 15 países. Este setor é composto por 10 colaboradores, repartidos da seguinte forma: 1 no laboratório, 3 no escritório e 6 colaboradores na fábrica, estes divididos em dois turnos diários.

Atualmente, os *bartops* apresentam um aumento da procura, que devido à possibilidade da personalização do artigo, leva a que exista uma grande variabilidade das especificações. Isto resulta num aumento do número de referências, que se reflete nos vários percursos que a rolha tem até ao seu estado final e no elevado número de *changeovers*. Esta complexidade exigiu a adoção de medidas de melhoria contínua ao longo dos anos, através de práticas *kaizen*, já implementadas nas restantes unidades industriais, como, por exemplo, a utilização de ferramentas de 5S, Gestão Visual e metodologia A3. Contudo, o aumento da procura e da atividade tem exercido maior pressão na redução de desperdícios e na utilização dos recursos disponíveis como base importante para os próximos desafios.

### 3.1.3 Produtos Talis

Os produtos fabricados no setor dos *bartops*, podem ser classificados em dois géneros de rolhas: as rolhas de cortiça natural (naturais ou colmatadas) e as rolhas micro aglomeradas.

Cada tipo de rolhas anteriormente referido possui um acabamento, sendo as rolhas boleadas ou chanfradas (Figura 39).



Figura 39 - Diferentes tipos de acabamentos das rolhas de cortiça

Para além dos diferentes tipos de rolhas produzidas, apropriadas a cada cliente, existe ainda mais um elemento que diferencia o produto final, a cápsula, sendo o elemento não cortiça.

À rolha já finalizada, é ainda acrescentada uma cápsula. Esta cápsula pode ser de madeira, plástico, metal ou mesmo vidro (Figura 40).



Figura 40 – Diferentes tipos de cápsulas

Este é o principal fator que justifica a enorme heterogeneidade do produto *bartop*. A cápsula pode superar o valor da rolha, tornando-se o principal elemento de valor acrescentado para o cliente.

Em grande parte das encomendas, são utilizadas cápsulas de madeira e de plástico, sendo ambas adquiridas a fornecedores externos. Para além do material, as cápsulas também se diferenciam através das suas dimensões, cor, relevo, estampagem, entre outras características.

Existem ainda as denominadas Especialidades, que consistem numa rolha que pode ser em cortiça natural ou micro aglomerada, e caracteriza-se por ser um *bartop* (produto resultante da junção de uma cápsula a uma rolha) todo em cortiça, sem ter um topo em madeira ou plástico (Figura 41).



Figura 41 – Rolhas de Especialidades

Como é perceptível, existe uma elevada gama de produtos, sendo possível na figura 42 visualizar a árvore do produto.

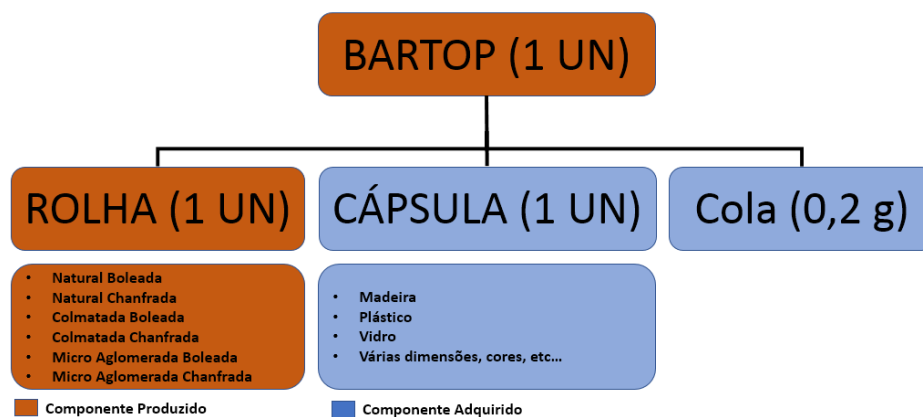


Figura 42 - Árvore do produto *bartop*

## 3.2 Identificação do Problema

De forma a tornar possível o enquadramento para a identificação do problema, neste capítulo será apresentado o fluxo produtivo, bem como o equipamento onde foi desenvolvido o presente projeto.

### 3.2.1 Processo Produtivo

Nesta secção, será analisado com maior pormenor o fluxo produtivo das rolhas capsuladas. No seguinte fluxograma está representado o fluxo produtivo, desde a unidade de preparação, passando pela unidade de rolhas naturais, até ao setor dos *bartops*, onde se realiza o acabamento e expedição (figura 43).

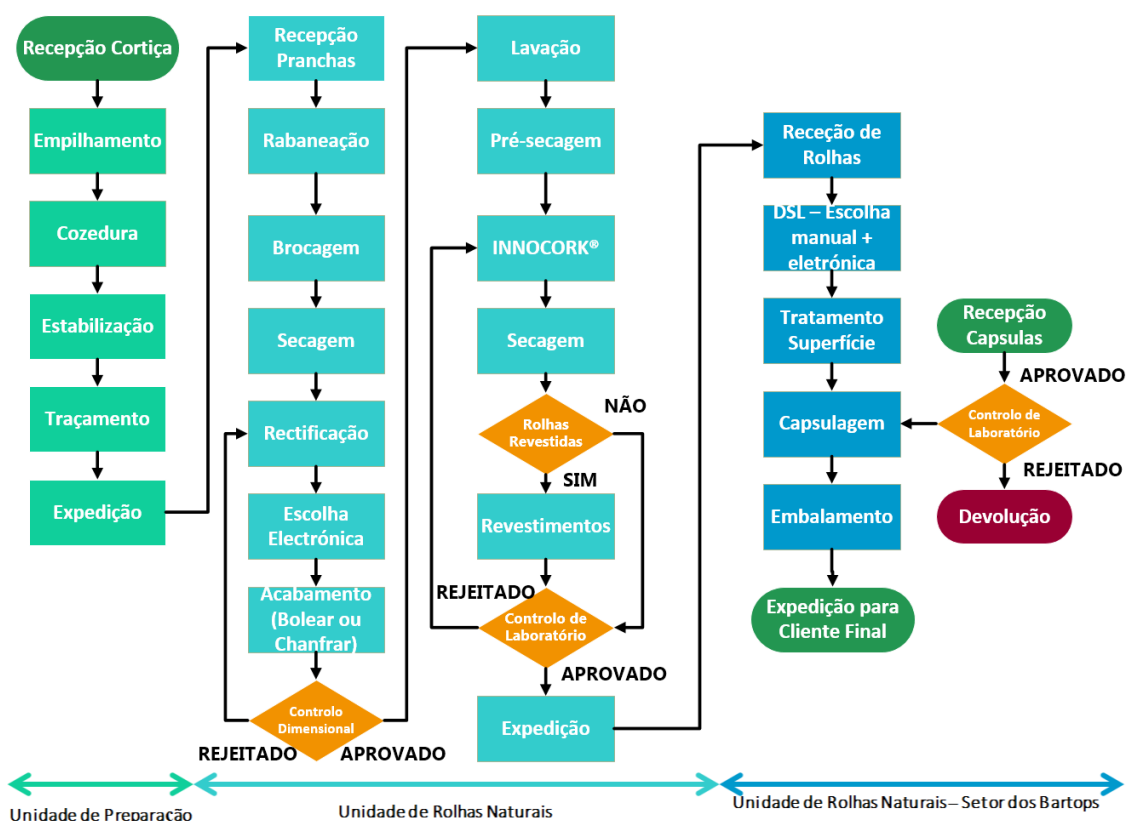


Figura 43 – Fluxo produtivo desde a preparação da cortiça até à expedição final do bartop

A parte da preparação da cortiça, e da sua fabricação na unidade de rolhas naturais, estão anteriormente explicados na revisão bibliográfica, sendo que para melhor se compreender o fluxo produtivo do setor onde se insere o projeto realizado, se descreve brevemente cada um dos processos envolvidos, na parte final do processo:

- **Receção de rolhas:** é, a par da receção das cápsulas, as atividades que iniciam o fluxo produtivo do setor dos *bartops*. As rolhas são fornecidas pela unidade de rolhas naturais e já são entregues aprovadas pelo laboratório e pré escolhidas.

- **Receção de cápsulas:** consiste na receção do material não cortiça, as cápsulas. Tanto as de madeira como plástico, são entregues por fornecedores externos, conforme as necessidades da produção. As cápsulas passam ainda por um controlo de qualidade, e só após aprovação é que seguem para a capsulagem.
- **DSL (*double sorting line*):** consiste numa linha dupla de escolha, em primeiro lugar com uma escolha manual num tapete mecânico, para retirar defeitos críticos, e em segundo lugar uma escolha eletrónica para aprimorar a classe visual do cliente, por equipamentos de seleção por visão artificial (Figura 44).

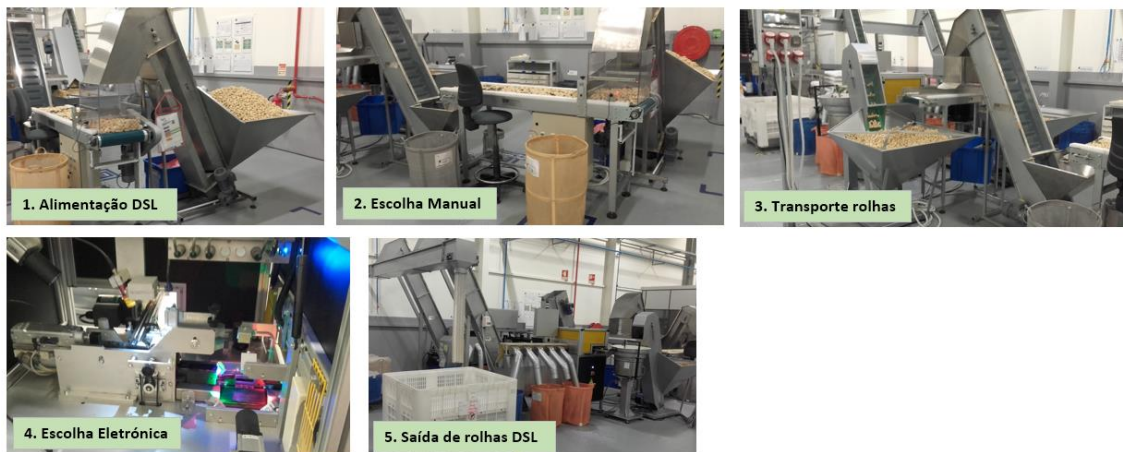


Figura 44 - DSL (*double sorting line*)

- **Tratamento de superfície:** estando a classe visual dos lotes das rolhas aprovada, estas passam por um processo de tratamento de superfície, para permitir a adequada funcionalidade do produto (lubrificação e impermeabilização da superfície da rolha) (Figura 45).



Figura 45 – Processo de Tratamento Superficial

- **Capsulagem:** completando o tratamento, que dura uma hora, as rolhas seguem para a capsulagem. Nesta operação, é acrescentada à rolha uma cápsula através do processo de colagem com cola *hot-melt*, formando o produto final, o *bartop*. Estas cápsulas podem ser de materiais como madeira, plástico, vidro ou metal, e são sempre adquiridas a fornecedores externos. Estando já as rolhas coladas às cápsulas, estas passam por uma operação de controlo final (no tapete do equipamento), em que o operador retira eventuais defeitos antes destas seguirem para o saco, que vai diretamente para o cliente (Figura 46).



Figura 46 – Máquina de Capsular

- **Embalamento e expedição:** por fim, tendo os sacos com a quantidade pretendida (a própria máquina faz a contagem), estes são selados com  $\text{SO}_2$  (de forma a garantir a preservação e condições de transporte dos *bartops*), são embalados em caixas de cartão, colocados em paletes e expedidos (Figura 47).



Figura 47 – Embalamento e Expedição

### 3.2.2 Equipamento em Estudo

O equipamento onde irá incidir o estudo da presente dissertação é a máquina de capsular (Figura 48).



Figura 48 – Equipamento em estudo – Máquina de Capsular

Neste equipamento, realiza-se a operação de junção de dois produtos (cápsula e rolha). Estes, podem variar muito de encomenda para encomenda, tornando as mudanças de ferramenta uma atividade constante.

No equipamento em estudo, a alimentação das cápsulas é feita com o operador a depositar as cápsulas numa moega (recipiente de abastecimento), e estas, através de um vibrador, são orientadas com o topo superior para baixo, ou seja, sempre que se muda de referência de cápsulas existem ajustes que são necessários realizar (Figura 49).

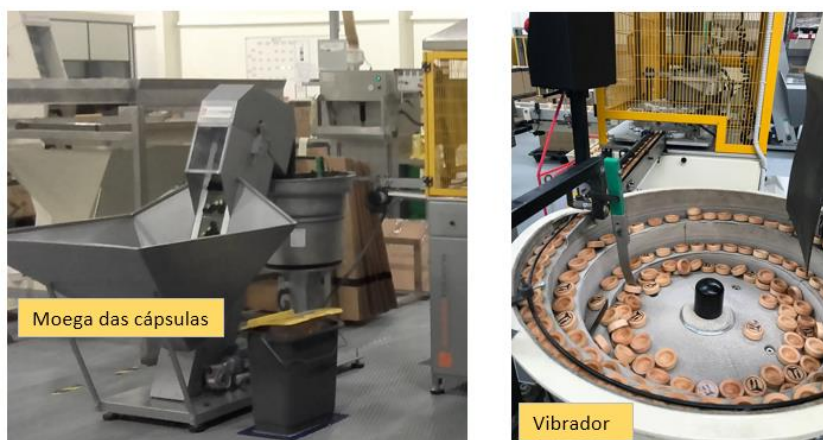


Figura 49 – Sistema de abastecimento de cápsulas

No que toca às rolhas, estas são abastecidas através de um carrinho que fica fixo num suporte, onde as rolhas caem para uma moega, e posteriormente são guiadas para os tubos através de um vibrador (Figura 50).

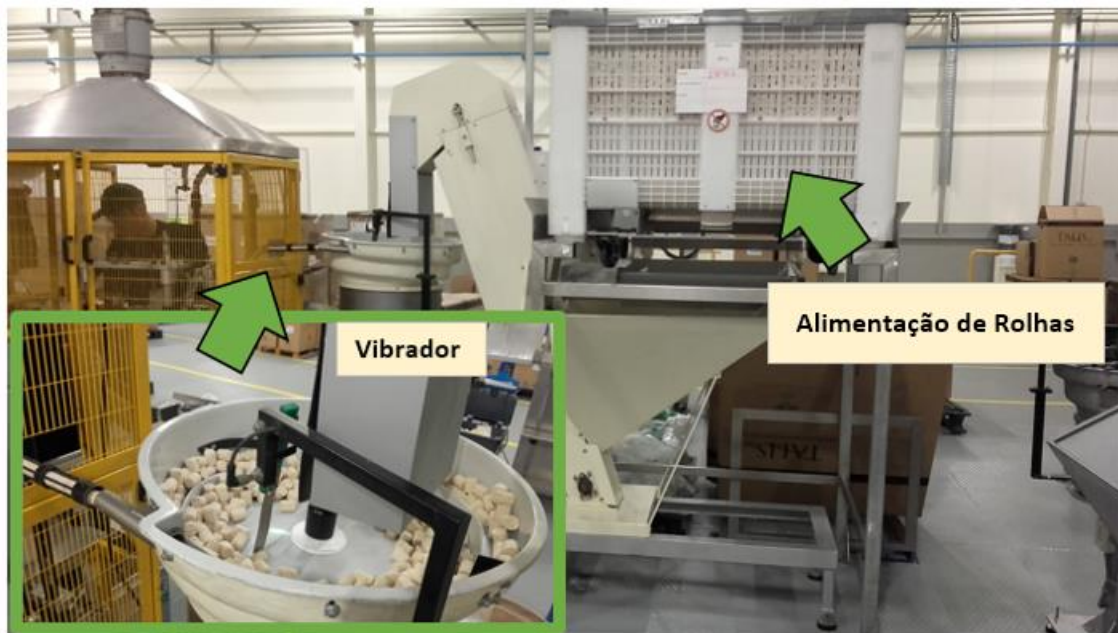


Figura 50 – Sistema de abastecimento das rolhas

Após as rolhas estarem nos tubos que as guiam para a máquina, estas passam num sistema de orientação. Este sistema, serve para detetar a posição da rolha e rodá-la, para que não seja colada ao contrário na cápsula (Figura 51).

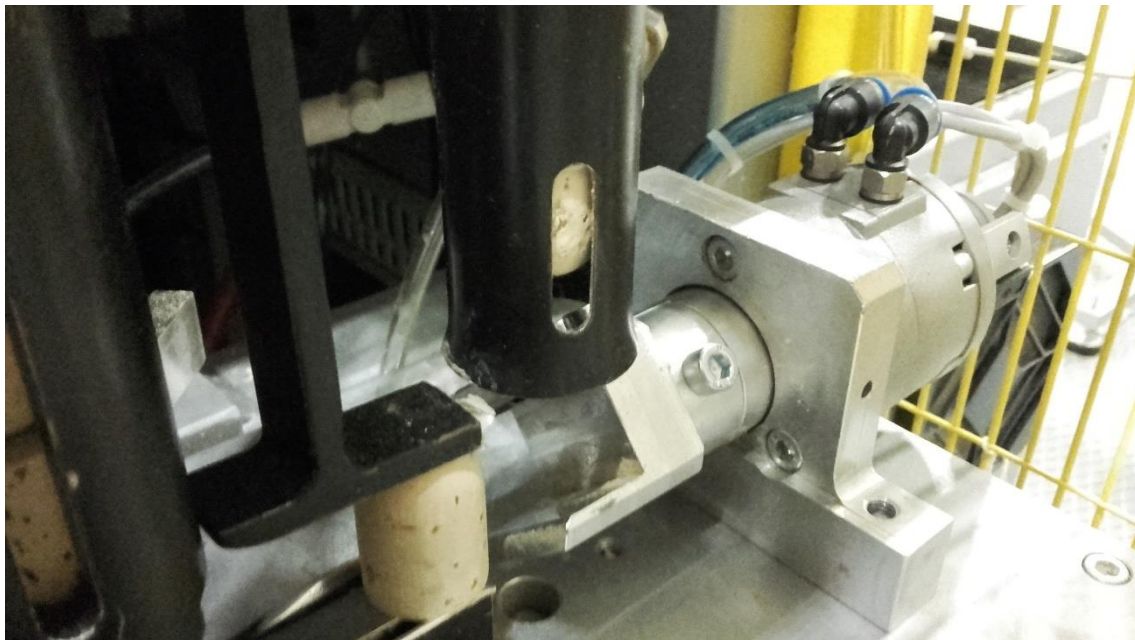


Figura 51 – Sistema de orientação da rolha

Após as rolhas estarem na posição correta, são “empurradas” através de um cilindro para cima, onde percorrem um circuito em “U” invertido, até que são colocadas no prato rotativo (Figura 52).



Figura 52 – Percurso da rolha até ao prato rotativo

As rolhas são então colocadas no prato rotativo (uma a uma) e, durante a rotação deste, a cola é aplicada na rolha, e num certo ponto, a estrela das cápsulas e o prato com as rolhas encontram-se, realizando a junção da rolha com a cápsula (Figura 53).

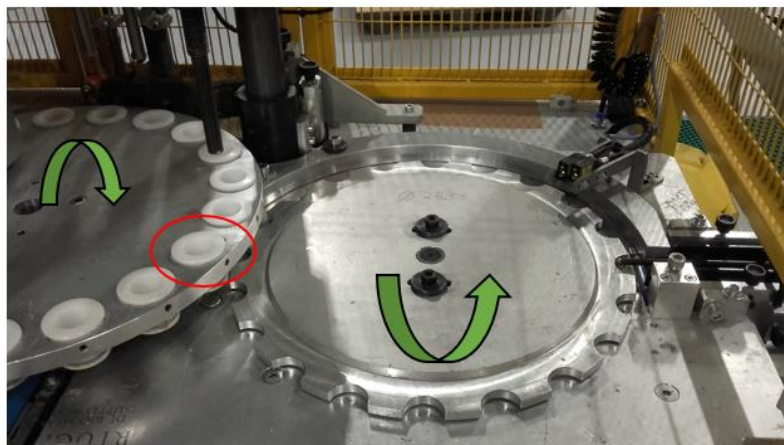


Figura 53 – Ponto de junção da cápsula e da rolha

Após a junção, os *bartops* são deixados num tapete que os movimenta até à mesa final de inspeção visual, passando por um sensor que deteta rolhas inclinadas (Figura 54). O operador retira eventuais produtos defeituosos, e é então que termina o processo de capsulagem.



Figura 47 – Sistema de controlo final capsulagem

### 3.3 Análise Crítica da Situação Inicial

Como anteriormente referido, o setor dos *bartops* engloba a receção de cápsulas e rolhas, e termina na montagem destes dois produtos. A montagem acontece na Capsulagem, área de produção foco do projeto, que se procura detalhar, identificando e analisando os problemas aí encontrados.

A Capsulagem é constituída no total por três máquinas iguais. O *layout* do setor pode ser consultado no Anexo B.

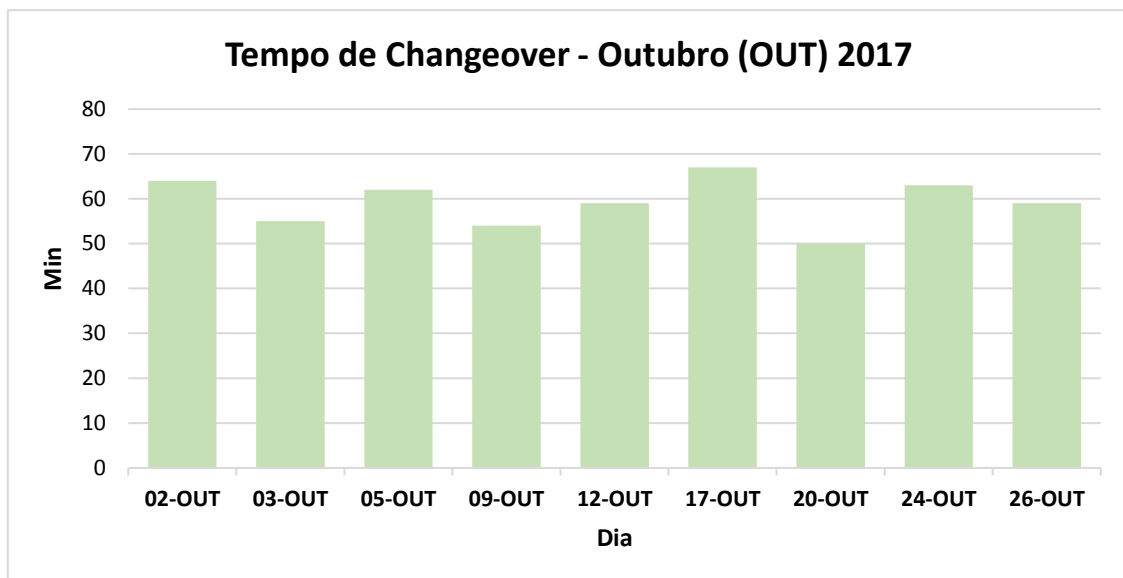
Uma vez que pode existir uma combinação quase infinita de rolhas e capsulas, leva a que no processo da sua junção, existam trocas frequentes de ferramentas.

Como em alguns casos existem mudanças entre calibres muito diferentes, este tipo de trocas de ferramentas acaba por retirar muito tempo produtivo. Para caracterização da situação inicial do equipamento, foram agrupados os dados das mudanças de ferramenta, referente ao mês de outubro de 2017.

Neste cenário, foi considerada a mudança que requer um maior tempo, sendo que existem outras em que o tempo de *changeover* é menor (em são necessários mudar apenas alguns componentes), mas com as melhorias neste cenário sofrerão também melhorias.

O conjunto de dados total tem uma dimensão relativamente pequena, e existe uma grande heterogeneidade nos registos, não só a nível numérico (produção diária, tempos de *changeover*, etc.), como do ponto de vista da escrita (registo de causas).

De forma a facilitar a análise da condição atual, os dados relativos ao tempo de mudança de ferramenta foram organizados no gráfico da figura 55:

Figura 55 – Tempo de *Changeover* – Outubro 2017

Após análise dos dados, pode-se visualizar na Tabela 3 os valores de tempo, quantidade de rolhas e valor monetário perdido em mudanças de ferramenta durante o mês de Outubro.

Tabela 3 – Minutos, quantidade de rolhas e valor monetário perdidos em mudanças de ferramenta

Mês	Minutos	Quantidade de rolhas	Valor €
Outubro/2017	533	62.000	4.500

Através destes dados é possível, portanto, perceber que existe uma enorme oportunidade de melhoria. No capítulo seguinte, serão apresentadas ideias para se tentar atingir uma redução do tempo de *changeover* e, conseqüentemente, diminuir todo o desperdício que existe por cada paragem para troca de ferramenta.

### 3.4 Tempestade de Ideias

Como visto na situação anterior, existia a necessidade de diminuir o tempo de troca de ferramentas. Como tal, foi reunido um grupo multidisciplinar para debater quais as propostas que poderiam ser implementadas, através de uma sessão de *brainstorming*. As propostas idealizadas foram as seguintes:

- Abertura de um A3 para um projeto *SMED* da máquina de capsular;
- Melhorar a gestão visual das peças a utilizar nas mudanças de calibre;
- Possível aquisição de novo equipamento mais versátil;
- Número de operadores disponíveis para a mudança;

### 3.5 Propostas Seleccionadas

Para determinar qual das propostas seria seleccionada, foram então elaboradas duas análises *SWOT*: uma à sugestão de desenvolver um projeto *SMED* e melhorar a gestão visual das ferramentas (Figura 56) e outra à sugestão de adquirir um equipamento novo, ou contratar mais operadores para auxílio na mudança de ferramentas (Figura 57).

<b>Strenghts - Pontos Fortes</b> 1. Não necessita de elevados investimentos; 2. Possibilidade de alcançar resultados num curto espaço de tempo; 3. "Know How" dos operadores nas máquinas de capsular.	<b>Weaknesses - Fraquezas</b> 1. Recursos humanos que têm de ser dispensados para a realização do projeto;
<b>SWOT</b>	
<b>Opportunities - Oportunidades</b> 1. Envolvimento das pessoas; 2. Desenvolvimento de um compromisso para com o projeto; 3. Consolidação do pensamento na melhoria contínua dos processos.	<b>Threats - Ameaças</b> 1. Possível "resistência" de alguns operadores à mudança.

Figura 56 – Análise *SWOT* da sugestão do projeto *SMED*

<b>Strenghts - Pontos Fortes</b> 1. Não necessita de recursos humanos do setor.	<b>Weaknesses - Fraquezas</b> 1. Nenhum envolvimento dos operadores; 2. Inexistência de pensamento de melhoria contínua dos processos; 3. Elevado Investimento; 4. <i>Lead time</i> de entrega do fabricante.
<b>SWOT</b>	
<b>Opportunities - Oportunidades</b> 1. Adquirir equipamento mais recente; 2. Equipamentos com mais funções/opções.	<b>Threats - Ameaças</b> 1. Não aproveitar o "Know How" dos operadores;

Figura 57 - Análise *SWOT* da sugestão de adquirir um novo equipamento

Após reflexão sobre as propostas para a redução do tempo de mudança de ferramentas, foi decidido, tendo em consideração as anteriores análises *SWOT*, que iria ser desenvolvido um projeto *SMED* do equipamento de capsular, em parceria com o fabricante, sendo este projeto acompanhado por um modelo A3.

Esta decisão assenta também no facto de a empresa pretender seguir o caminho *Lean*, ou seja, acreditar no potencial das pessoas, e numa lógica de melhoria contínua para reduzir o desperdício.

### 3.6 Desenvolvimento das Propostas

Este capítulo, como o próprio nome indica, visa desenvolver as propostas selecionadas. Será numa primeira fase elaborado o VSM, de forma a identificar quais são as operações que geram valor acrescentado, sendo que de seguida será elaborado o modelo A3 que acompanhará o projeto. Por fim, será descrito todo o projeto *SMED* desenvolvido.

#### 3.6.1 Elaboração VSM

Tendo em conta o layout apresentado no Anexo B e os processos apresentados no Capítulo 3.2.1 Processo Produtivo, recorreu-se à ferramenta VSM com o objetivo de melhor se entender os principais fluxos de informação e materiais dos principais processos que intervêm no processo produtivo.

Para a elaboração do VSM, acompanhou-se o fluxo desde o início, ou seja, desde a produção das rolhas, até ao momento em que os *bartops* se encontram prontos para serem expedidos, de forma a perceber as principais movimentações do produto em causa. No que diz respeito ao fluxo de informação, foi necessário convocar uma reunião com todos os intervenientes no processo. Os principais símbolos que foram usados para a representação do VSM podem ser visualizados no Anexo E.

O VSM teve como produto base *bartops* constituídos por uma cápsula de madeira e com uma rolha própria para bebidas brancas, pois são os que os fornecedores têm um lead time de entrega maior, a rolha tem um tipo de tratamento de superfície também com um *lead time* superior, e o tamanho de lote considerado foi de 52 mil *bartops*, pois é o valor médio de encomenda, segundo o histórico do ano anterior. Tendo isto em conta, realizou-se o VSM do estado atual, que pode ser observado na Figura 58 e mais em pormenor no Anexo C.

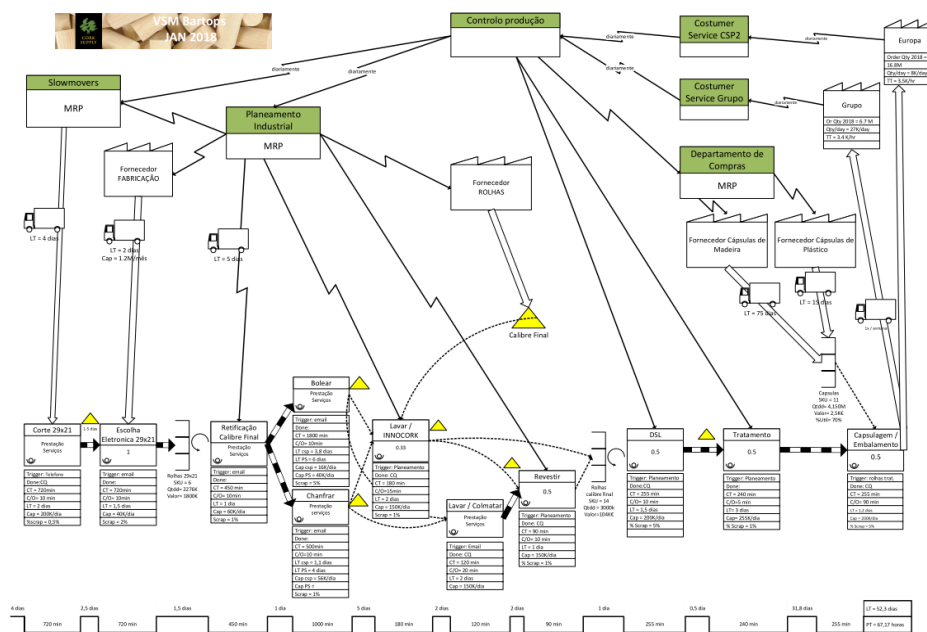


Figura 58 – VSM do setor dos *bartops*

A Escolha Eletrónica 29x21 mm é um processo *MTS (make to stock)* e não tem um fluxo contínuo relativamente ao processo seguinte, retificação de calibre final, pois como se trata de um produto natural, a obtenção de rolhas das classes desejadas ainda é um processo imprevisível e depende sempre da qualidade do lote. Daqui em diante, o processo é todo ele contínuo, fazendo apenas *stock* nos calibres finais antes de capsular, isto porque existem clientes em que o *lead time* requerido não permite fazer *MTO (make to order)*, e existe, portanto, a necessidade de ter rolhas já com acabamento em stock. A operação de Capsulagem é o processo que determina o ritmo do fluxo produtivo. Analisando o VSM, é possível verificar que o *lead time* é de 52,3 dias e o tempo de processamento é de 67,16 horas. Isto revela a necessidade de eliminar ou minimizar atividades que não acrescentam valor.

### 3.6.2 Abertura de um modelo A3

Para se iniciar e acompanhar o desenvolvimento do projeto em questão, foi então criado o seguinte modelo A3 (Figura 59 e também disponível no anexo D).

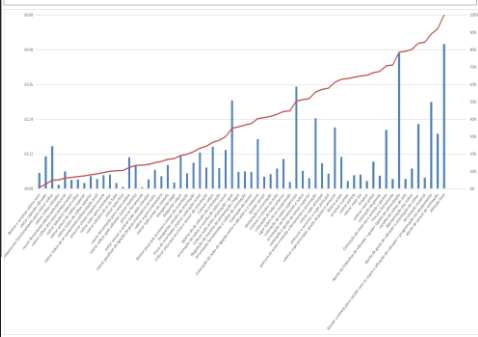
A3 Problem Solving						Team Sponsor	FM	Team Members	ES:FM:RPS:J.L.J.S.	TO:																								
A3 - 115 - SMED Máquina Capsular Bartops						Team Leader	ES			BY:																								
People	Env	Quality	Delivery	Cost	Growth					DATE: 24-05-2017																								
<b>BACKGROUND</b> <span style="float:right">Completed</span> Os tempos de set-up e de mudança de lote são umas das fontes de desperdícios mais comuns nas linhas produtivas. No caso dos equipamentos de capsulagem/colagem de rolhas, o tempo de mudança de lote pode chegar a ultrapassar 1 hora retirando capacidade instalada. Este facto e a necessidade de realizar mudanças de condições de operação com frequência, devido a necessidades de mercado, torna este ponto de desperdício prioritário para a atuação da estratégia LEAN-SMED. Neste contexto, o objetivo proposto é elaborar um estudo da situação atual relativamente aos tempos de set-up das máquinas, e tentar melhorar o OEE, sendo possível no final quantificar em termos de produção e em termos monetários qual o ganho destas melhorias.						<b>GAP ANALYSIS</b> <span style="float:right">Completed</span> Máquinas com bastantes peças para alterar de calibre, requerem a presença de um operador com alguma experiência em contexto de manutenção; Falta de ajudas mais visuais nos ajustes dos equipamentos e demasiados parafusos de diferentes furações; Falta de Kit de mudança de ferramentas; Falta de GS em equipamentos e ferramentas; Registos e recolha de informação do equipamento realizadas.																												
<b>CURRENT CONDITION</b> <span style="float:right">Completed</span> Recolha informação para a mudança completa de máquina (Calibre de rolha 27x195 para 27x22,5 e cápsula de diâmetro 28 para diâmetro 34)						<b>STRATEGY</b> <span style="float:right">In Progress</span> Implementação do programa ES eficaz. Alteração do equipamento para melhorar acessibilidade a peças para substituição. Padronização da tarefa de mudança de calibre/lote. Criação de tarefas em paralelo. Eliminação de todas as tarefas externas que estão a ser realizadas no change over.																												
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Row Labels</th> <th>Sum of %</th> <th>Sum of Duração</th> <th>Tempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Externa</td> <td>15%</td> <td>0,45</td> <td>10:45</td> </tr> <tr> <td>Interna</td> <td>84%</td> <td>2,34</td> <td>56:06</td> </tr> <tr> <td><b>Grand Total</b></td> <td><b>100%</b></td> <td><b>2,79</b></td> <td><b>66:52</b></td> </tr> </tbody> </table>					Row Labels	Sum of %	Sum of Duração	Tempo	Externa	15%	0,45	10:45	Interna	84%	2,34	56:06	<b>Grand Total</b>	<b>100%</b>	<b>2,79</b>	<b>66:52</b>								
Row Labels	Sum of %	Sum of Duração	Tempo																															
Externa	15%	0,45	10:45																															
Interna	84%	2,34	56:06																															
<b>Grand Total</b>	<b>100%</b>	<b>2,79</b>	<b>66:52</b>																															
<b>TARGETS TO IMPROVE</b> <span style="float:right">Completed</span> Redução do tempo total de change over para 30 min. Redução cerca 55%.						<b>PLANNED MILESTONES</b> <span style="float:right">In Progress</span> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Action Item</th> <th>Owner</th> <th>Due Date</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ES: CR</td> <td></td> <td>31/05/2017</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo</td> <td>FM</td> <td>31/05/2017</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Criação de STWork com tarefas em paralelo (ver folha: análise de externo_internos)</td> <td>ES</td> <td>31/05/2017</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes</td> <td>FM; ES</td> <td>go do</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reunir com AZEVEDOS para análise do vídeo da mudança com apresentação de soluções</td> <td>FM</td> <td>31/05/2017</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Action Item	Owner	Due Date	Status	ES: CR		31/05/2017		Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo	FM	31/05/2017		Criação de STWork com tarefas em paralelo (ver folha: análise de externo_internos)	ES	31/05/2017		Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes	FM; ES	go do		Reunir com AZEVEDOS para análise do vídeo da mudança com apresentação de soluções	FM	31/05/2017	
Action Item	Owner	Due Date	Status																															
ES: CR		31/05/2017																																
Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo	FM	31/05/2017																																
Criação de STWork com tarefas em paralelo (ver folha: análise de externo_internos)	ES	31/05/2017																																
Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes	FM; ES	go do																																
Reunir com AZEVEDOS para análise do vídeo da mudança com apresentação de soluções	FM	31/05/2017																																
<b>NEW CONFIRMED STATE</b> <span style="float:right">In Progress</span>						<b>LEARNINGS</b> <span style="float:right">Completed</span>																												

Figura 59 - A3 - 115 - SMED Máquina Capsular Bartops

- **Antecedentes:** os tempos de *setup* e de mudança de lote são uma das fontes de desperdícios mais comuns nas linhas produtivas. No caso dos equipamentos de capsulagem/colagem de rolhas, o tempo de mudança de lote pode chegar a ultrapassar 1 hora retirando capacidade instalada. Este facto e a necessidade de realizar mudança de condições de operação com frequência, devido a necessidades de mercado, torna este ponto de desperdício prioritário para a atuação da estratégia *SMED*. Neste contexto, o objetivo proposto é elaborar um estudo da situação atual relativamente aos tempos de mudança de ferramentas

das máquinas, e iniciar o cálculo do OEE, sendo possível no final quantificar em termos de produção e em termos monetários, qual o ganho destas melhorias.

- **Condição atual:** Recolha de informação para a mudança completa de máquina (Calibre de rolha 27x19,5 mm para 27x22,5 mm e cápsula de diâmetro 28 mm para diâmetro 34 mm).
- **Metas para melhorar:** Redução do tempo total de *changeover* para 30 min. Redução em cerca de 55%.
- **Análise de lacunas:**
  - Máquinas com bastantes peças para alterar de calibre, requerem a presença de um operador com alguma experiência em contexto de manutenção;
  - Falta de ajudas mais visuais nos ajustes dos equipamentos e demasiados parafusos de diferentes dimensões;
  - Falta de *Kit* de mudança de ferramentas;
  - Falta de 6S em equipamentos e ferramentas;
  - Registos e recolha de informação do equipamento realizadas.
- **Estratégia:**
  - Implementação do programa 6S eficaz;
  - Alteração do equipamento para melhorar acessibilidade a peças para substituição;
  - Padronização da tarefa de mudança de calibre/lote;
  - Criação de tarefas em paralelo;
  - Eliminação de todas as tarefas externas que estão a ser realizadas no *changeover*.

### 3.6.3 Projeto *SMED*

Para se identificarem corretamente os problemas, é necessário compreender os processos internos do setor e, em maior detalhe, todas as atividades relacionadas com o processo de *setup* da capsulagem. Como descrito no capítulo da revisão bibliográfica, o primeiro passo do *SMED* é a entrevista com os operadores, e que é deveras importante para se perceber o que estava bem, o que estava mal e onde existiam possibilidades de melhoria, bem como a filmagem da situação inicial da mudança.

Após a filmagem estar concluída, foi efetuada uma reunião com os operadores, a fim de se analisar quais são as tarefas que são internas ou externas (etapa 1 do *SMED*). Desta análise, resultou que 84% das tarefas são internas e 16% são externas, sendo que

demoram respetivamente, 56:06 minutos e 10:46 minutos, totalizando a mudança 66:52 minutos (tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição do tempo de *changeover* em atividades externas e internas

Tipo de Tarefa	%	Tempo (mm:ss)
Externa	16%	10:46
Interna	84%	56:06
Total	100%	66:52

Na Tabela 4 é indicado como se distribui o tempo total das tarefas de mudança de ferramenta observados entre Atividades Externas e Atividades Internas. Estes dados possibilitam desde logo concluir que há aspetos a melhorar no processo de mudança de linha. A enorme parte do tempo ocupada em atividades que poderiam possivelmente ser externas, pode ser explorada e trabalhada, para que deixe de ser tão significativa, reduzindo desde logo consideravelmente o tempo gasto. Na figura 60 é possível verificar a evolução do tempo de *changeover* ao longo do processo e verificar quais as atividades com maior duração.

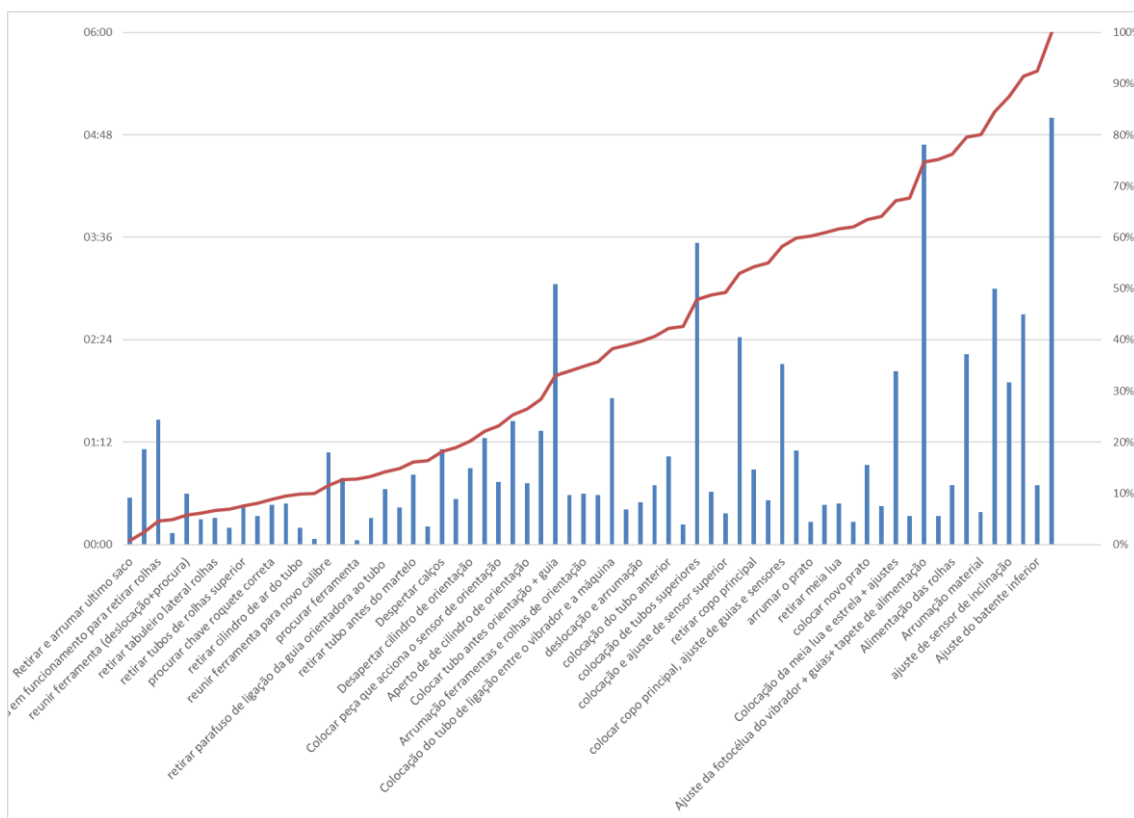


Figura 60 – Duração de cada tarefa no processo de *changeover*

Passando à etapa 2 da metodologia *SMED*, foi convocada uma reunião multidisciplinar envolvendo os operadores das máquinas, o supervisor de produção, o diretor de engenharia do processo e o fabricante das máquinas. O intuito desta reunião era analisar o gráfico anterior e determinar de que forma se poderia melhorar cada um dos

passos da mudança de ferramentas. Desta reunião, determinou-se que seria necessário melhorar a componente dos 6S nas ferramentas. Verificou-se também que algumas tarefas deveriam ser efetuadas em paralelo, bem como a alteração de alguns componentes nos equipamentos, sendo determinadas datas e objetivos futuros, presentes na tabela Tabela 5.

Tabela 5 – Ações resultantes da reunião multidisciplinar

<u>Acção</u>	<u>Quem ?</u>	<u>Data</u>
6S, kit C/O	ES; JM	31-11-2017
Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo	FM	31-11-2017
Criação de <i>Standard Work</i> com tarefas em paralelo	ES	31-11-2017
Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes	FM; ES	go do
Reunir com fabricante para análise do vídeo da mudança com apresentação de soluções	FM	31-11-2017

Das mudanças no equipamento que ficaram definidas com o fabricante dos equipamentos, pretendia-se passar tarefas internas para externas, e mesmo assim diminuir as internas. De seguida, serão descritas algumas modificações efetuadas.

Sempre que se pretendia realizar uma mudança, um dos pontos que ocupa 04:32 min do tempo total de *changeover* (7% do total) prendia-se com o facto de que cada vez que se trocava de diâmetro de rolhas e se tinha de substituir os tubos, estes tinham fixos a eles sensores, e para retirar estes tubos era necessário desapertar os sensores e repartir os tubos em partes. Foi então implementada a solução de fixar os sensores externamente aos tubos (Figura 61).

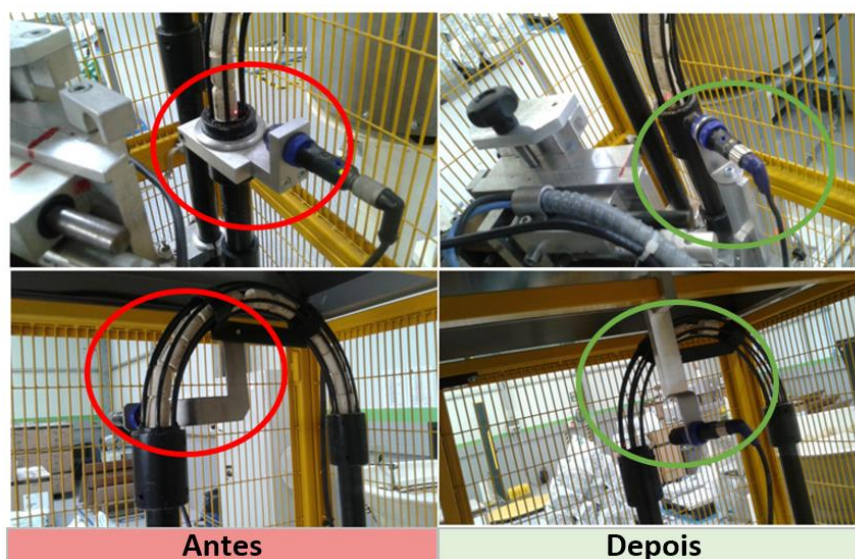


Figura 61 - Mudança efetuada nos sensores dos tubos

Com esta modificação deixou-se de ter de desapertar os sensores e depois ter de os fixar novamente de os ajustar, bem como deixou de ser necessário repartir os tubos, tornando possível preparar previamente o *kit* de tubos a usar, e no momento da troca, ao desapertar apenas dois parafusos, é efetuada a troca completa dos tubos (Figura 62).



Figura 62 - Nova forma de troca de tubos

Outra possibilidade de melhoria identificada dizia respeito à regulação da altura de três veios. No procedimento inicial, os operadores realizavam o ajuste de um veio, e com a ajuda do paquímetro mediam a altura desse veio e tentavam ajustar os outros dois, consumindo 02:42 min (4% do tempo total). De forma a melhorar este sistema, foi criada uma peça em que, com apenas um ajuste manual, ao rodar um manípulo, os três pinos ficassem todos à mesma altura (Figura 63). Com esta melhoria, eliminou-se o recurso ao paquímetro, bem como à chave utilizada, passando os três pinos a ser ajustados com apenas a rotação de um manípulo.

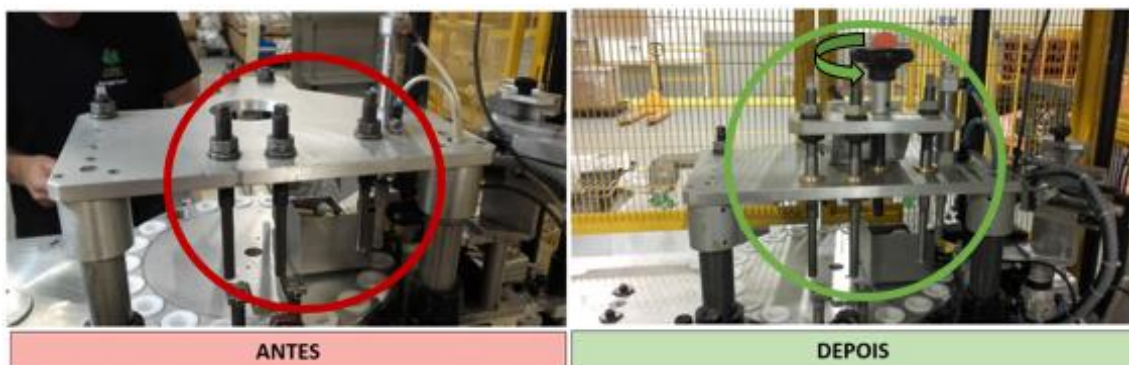


Figura 63 – Melhoria efetuada na regulação de veios

Na parte da orientação da rolha, também se identificaram melhorias que poderiam ser aplicadas. Cada vez que se troca a ferramentas, a peça do orientador da rolha também tinha de ser alterada, mas o parafuso de fixação desta peça, tinha tão mau acesso, que os operadores tinham de ir por baixo e desapertar o cilindro para conseguirem removê-la. A melhoria que se implementou foi modificar a peça de encaixe, para que o parafuso fosse de fácil acesso, de forma a facilitar a troca da mesma, já não sendo necessário desapertar o cilindro (Figura 64).

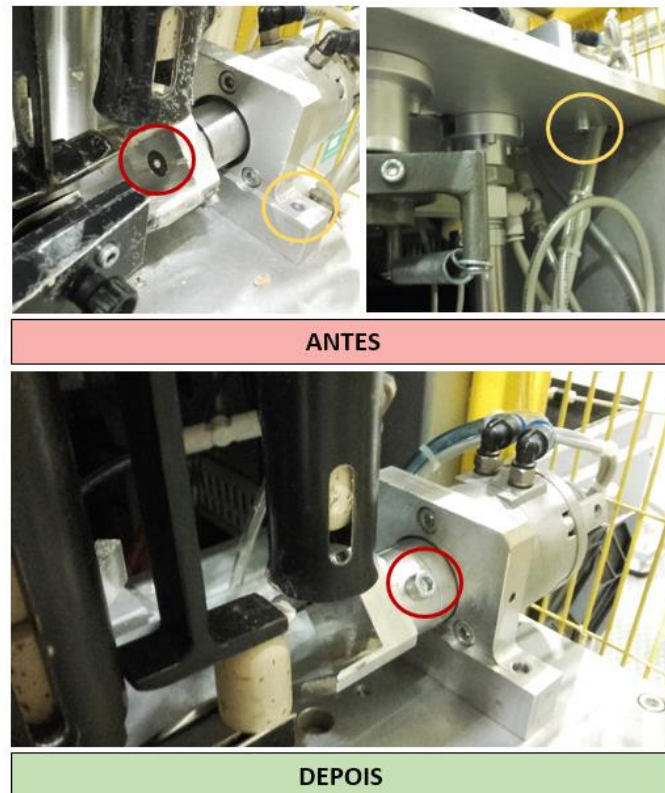


Figura 64 – Melhorias na peça de orientação da rolha

Na mesma secção da máquina, as guias que levavam a rolha até à peça anteriormente referida, foram modificadas. Antes, para mudar as guias, o operador tinha de utilizar uma chave para desapertar e voltar a apertar, sendo que o aperto rápido que estas guias tinham, apenas servia para o operador as abrir. A melhoria que foi efetuada, foi substituir estes parafusos por aperto rápido, melhorando o acesso ao operador e eliminando mais uma chave (Figura 65).

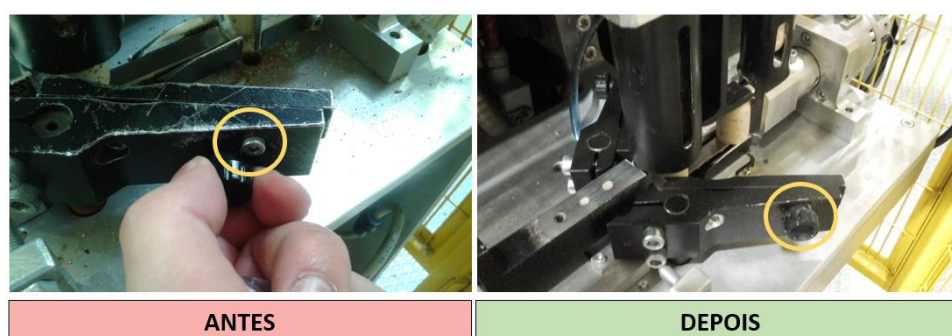


Figura 65 – Melhoria efetuada na guia que leva as rolhas para o orientador

Além das mudanças efetuadas em determinados componentes do equipamento, que levou a uma redução do número de chaves necessárias e da normalização do tamanho de parafusos, foi utilizada a metodologia 6S nas ferramentas.

Das tarefas identificadas na análise do vídeo, 08:55 min, ou seja, 12% do tempo de troca de ferramentas estavam relacionadas com procura de ferramentas e/ou má organização destas (Tabela 6).

Tabela 6 – Tarefas de *changeover* com possível melhoria pela metodologia 6S

Descrição	Duração (min)
Reunir ferramenta (deslocação e procura)	00:36
Procurar chave roquete correta	00:28
Reunir ferramenta para novo calibre	01:05
Procurar ferramenta	00:03
Arrumação de tubos e recolha de tubos novos	01:20
Arrumação ferramentas e rolhas de orientação	00:36
Deslocação e arrumação	00:30
Arrumação de ferramenta e tubos	00:37
Procura do prato, estrela e ferramentas	02:26
Procurar e arrumar o copo principal	00:31
Procura de ferramenta	00:20
Arrumação do material	00:23
<b>Total</b>	<b>08:55</b>

De forma a reduzir este tempo improdutivo, foram ainda implementadas as seguintes melhorias:

- Identificação de cada conjunto de “copos” com o diâmetro correspondente (Figura 66).
- Criação de um Kit para mudança de ferramentas (Figura 67).



Figura 66 – Melhorias implementadas na organização das peças

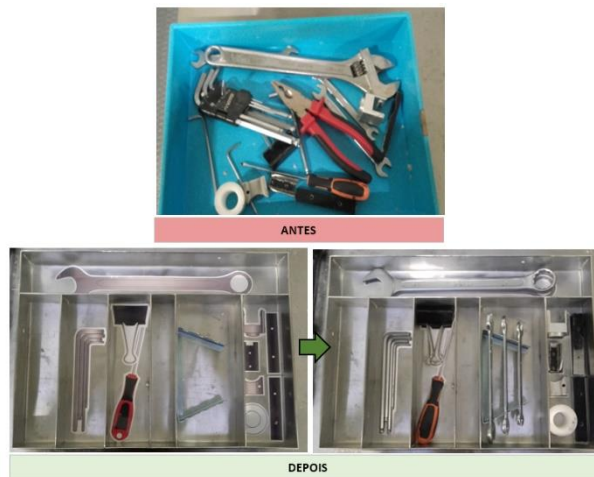


Figura 67 – Melhoria implementada na organização das ferramentas

- Melhoria do espaço de preparação das peças antes da mudança (Figura 68). Procurou-se melhorar a zona de preparação para a mudança de ferramentas, de forma a que o operador tivesse mais espaço e as ferramentas estivessem organizadas.

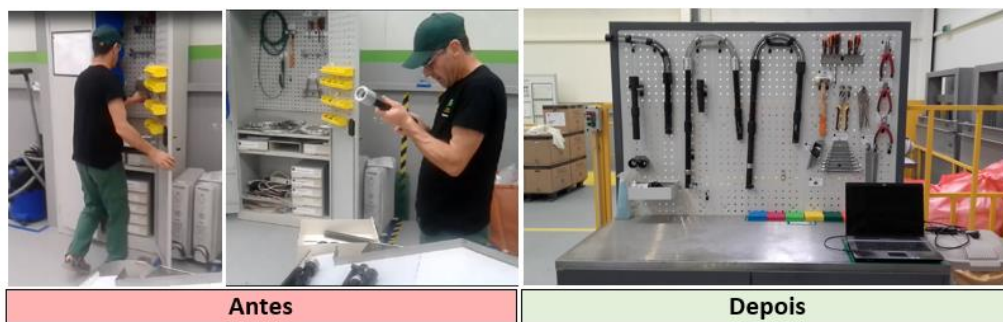


Figura 68 – Melhoria implementada no espaço de preparação do material para a mudança

- A atividade de trocar os “copos” das rolhas (peça de compósito que segura a rolhas antes da junção à cápsula) é considerada interna, e não foi possível passar a externa, contudo foi encontrada uma solução para diminuir a sua duração. Antes do projeto *SMED*, o operador trocava estas peças uma a uma, utilizando uma pequena chave. Como melhoria foi então adquirido um prato novo (peça em forma de roda, onde estão fixos os “copos”), de forma a que o operador pudesse externamente preparar os “copos” para o próximo calibre de rolha. Apenas desapertando dois parafusos, esta troca é realizada, em vez de trocar copo a copo. Com esta melhoria, existiu uma redução de 02:32 min para 00:30 min, nesta atividade (Figura 69).



Figura 69 – Melhoria implementada na mudança de “copos” das rolhas

De forma a finalizar o projeto *SMED*, foi então efetuada a gravação em vídeo da mudança de ferramenta já com todas as melhorias implementadas, de forma a ser possível aferir se o objetivo foi atingido e, porventura, realizar mais sugestões de melhoria.

Na tabela 7, é possível verificar a nova divisão entre tarefas internas e externas. É notória a diferença de duração total da mudança de ferramenta, descendo de 66:52 min para 37:59 min, perfazendo uma redução de 28:53 min. O tempo despendido em tarefas externas desceu de 10:46 min para 03:59 min, mas a descida mais significativa foi no tempo despendido em tarefas internas, que desceu de 56:06 min para 34:00 min. Em termos de distribuição das tarefas entre internas e externas, antes da implementação, estas eram 84% e 16%, respetivamente, sendo que após a implementação das melhorias, passaram a repartir-se em 90% e 10%. Este aumento de percentagem nas internas deve-se, em grande parte, à redução de etapas no *setup*, passando de 66 para 47, sendo que também contribuiu o facto de algumas atividades externas terem sido eliminadas.

Tabela 7 - Distribuição do tempo de *changeover* em atividades externas e internas, antes e após implementação de melhorias

Tipo de Tarefa	Antes das Melhorias			Após Melhorias		
	Percentagem (%)	Time (mm:ss)	Nº de etapas	Percentagem (%)	Time (mm:ss)	Nº de etapas
Externa	16%	10:46	16	10%	03:59	11
Interna	84%	56:06	50	90%	34:00	36
Total	100%	66:52	66	100%	37:59	47

Na figura 70, é possível visualizar a evolução das tarefas de mudança de ferramenta. Apesar de muitas melhorias já terem sido implementadas, existem ainda atividades com oportunidade de melhoria. Grande parte das tarefas tem uma duração inferior a 1 min, e todas as que possuem uma duração superior a esta, estão relacionadas com afinações. Convém também ainda salientar que para estes resultados serem alcançados, contribuiu bastante a motivação e envolvimento dos afinadores. É fundamental manter uma equipa pró-ativa, de forma a continuar o ciclo de melhoria e procurar sempre chegar mais longe.

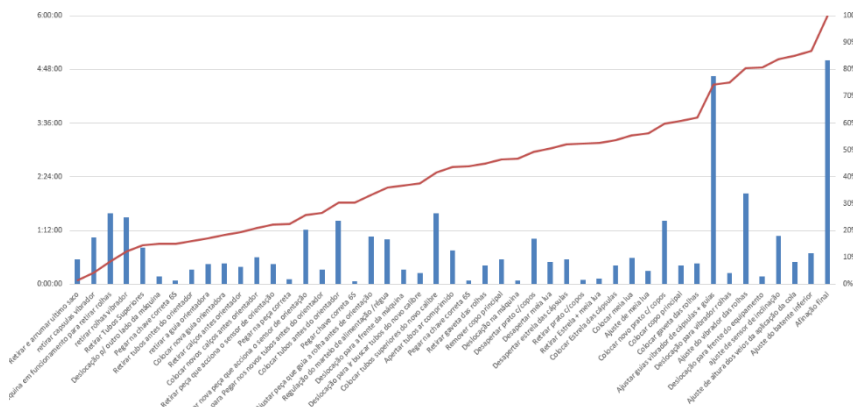


Figura 70 - Duração de cada tarefa no processo de *changeover* após melhorias

### 3.7 Análise de Retorno Financeiro

Nos componentes que foram modificados, o fabricante não realizou nenhuma cobrança de mão de obra/desenvolvimento, pois trata-se uma parceria *win-win*. Isto é, a empresa beneficia, uma vez que os equipamentos ficam mais eficientes e sem a realização de avultados investimentos, enquanto o fabricante pode também utilizar as ideias das modificações em futuros equipamentos que fabrique, beneficiando do *know-how* dos operadores para as ideias de melhoria. Apesar de não ter sido cobrada mão-de-obra, existiu um investimento em alguns componentes que perfaz um total de 1838 euros.

Com as melhorias implementadas, pode-se ainda concluir que em cada mudança de ferramenta, com a redução de 28:53 min, a empresa ganha 3,3 mil *bartops* em produção, traduzindo-se num ganho de 234 euros por mudança efetuada.

Aplicado a formula (5), temos:

$$\text{Período de retorno (Payback)} = \frac{1838 \text{ €}}{234 \text{ €}} = 7,85 \cong 8 \text{ mudanças de ferramenta}$$

É então possível concluir que para o investimento realizado, este será recuperado ao fim de 8 mudanças de ferramenta, que com uma média de 10 por mês, será de cerca de 16 dias úteis de trabalho.

### 3.8 Implementação do Cálculo do OEE do Equipamento

Como já foi anteriormente referido, o OEE é uma métrica simples que engloba três fatores que contribuem para a eficiência de um dado equipamento. Foi proposto o cálculo do OEE da máquina de capsular, como complemento ao trabalho de melhoria que seria desenvolvido, de forma a auxiliar na monitorização da evolução do desempenho da máquina ao longo do tempo.

Para se calcular o OEE, é então necessário analisar os registos de produção, bem como das paragens que o equipamento teve. Ao realizar esta análise, e aplicando as fórmulas (1), (2) e (3), é possível obter os valores das figuras 71 e 72.

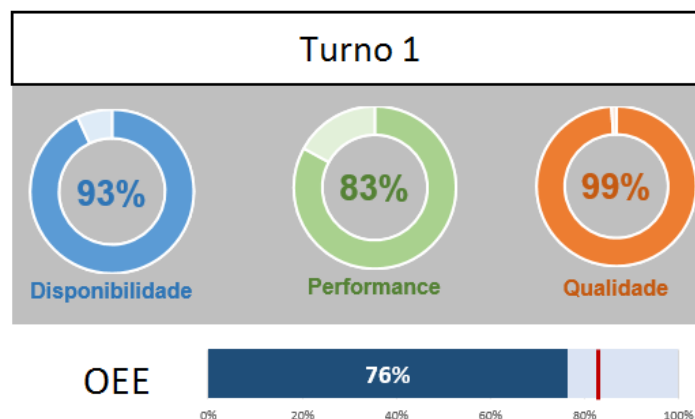


Figura 71 - Dados do OEE da máquina de capsular – Turno 1

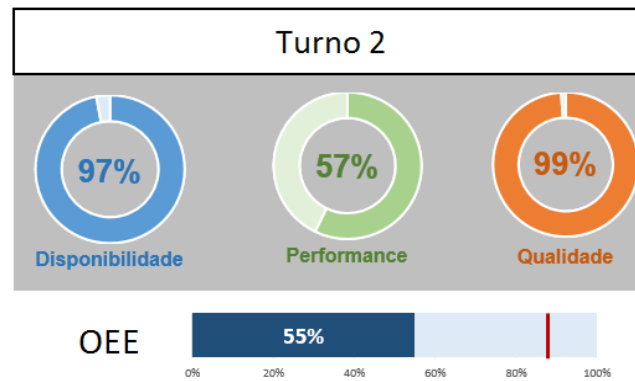


Figura 72 - Dados do OEE da máquina de capsular – Turno 2

Os valores calculados do OEE revelam que a operação do equipamento tem alguns pontos que devem ser melhorados, e que a principal causa do baixo rendimento é a elevada quantidade de micro-paragens (duração inferior a 5 minutos), e a baixa velocidade de trabalho, que contribuem para que o fator com menor valor de percentagem é o do desempenho. Com efeito, observando o funcionamento da máquina de capsular, é visível que as velocidades recomendadas pela produção muitas vezes não são atingidas, e que o equipamento é parado por uma diversidade de razões ao longo do tempo de trabalho.

A forma como os registos são efetuados pelos operadores também está na origem da grande diferença entre o índice de disponibilidade e de desempenho. Muitas das paragens que estão a influenciar o desempenho da máquina são com certeza superiores a 5 minutos, e as suas causas deveriam ser registadas.

Relativamente aos valores calculados para os dois turnos, verifica-se que o índice de disponibilidade é maior no segundo turno, enquanto o índice de desempenho é superior no primeiro turno. Isto provavelmente dever-se-á ao facto do operador responsável pelos registos no primeiro turno ser mais rigoroso, e fornecer informação mais detalhada sobre as paragens registadas, permitindo uma melhor separação das paragens e das micro-paragens.

# CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES

Neste capítulo são descritas as considerações relativas ao trabalho apresentado, sendo este dividido entre conclusões e propostas de trabalhos futuros. No subcapítulo das conclusões, é elaborado um balanço sobre o trabalho elaborado em relação aos objetivos inicialmente propostos, enquanto que de seguida são apresentados futuros trabalhos que podem ser implementados.

### 4.1 Conclusões

Partindo de uma situação inicial em que os *changeovers* da máquina de capsular eram um processo com bastante espaço para melhoria e várias dificuldades a nível de organização e normalização, o desafio proposto passava por conseguir uma redução de 50% no tempo de paragem para mudança de ferramentas, e também iniciar o cálculo do OEE do equipamento de capsulagem.

Esta experiência prática de aplicação do método *SMED*, permitiu perceber que este método está fortemente ligado à compreensão dos conceitos *lean*, que muitas vezes são indispensáveis para que se criem condições de trabalho que permitam aos operadores trabalhar de forma mais eficiente. Exemplo disso mesmo foram as atividades que foram identificadas como internas, e que com apenas a instalação de dois suportes, foram eliminadas do *setup*, não necessitando o operador de realizar ajustes.

As melhorias implementadas tiveram um impacto positivo no processo e os objetivos foram quase alcançados. A redução de 43% no tempo médio de *changeover* é significativa, mas, existem três equipamentos iguais, mas com peças diferentes, pelo que existe a necessidade de, no futuro normalizar as ferramentas dos vários equipamentos, para que exista uma certa estabilidade no processo de *setup*.

A redução do tempo médio de *changeover* de 66:56 min para 37:59 min, permite em cada mudança de ferramenta uma poupança de 234 €, e com uma média de 10 mudanças por mês, totaliza 2340 € de poupança por mês. Em termos de OEE, não foi possível quantificar a melhoria alcançada pois apenas se iniciou o cálculo deste. Um dos objetivos do início do cálculo deste indicador foi para que num projeto futuro de melhoria do tempo de *changeover*, fosse possível quantificar qual a melhoria em termos de eficiência do equipamento.

Considerando todas as hipóteses que estão ainda por ser exploradas, as melhorias implementadas representam apenas um pequeno passo. A busca pela melhoria deve ser uma constante e não se restringir à duração de um projeto apenas. Se este pensamento for seguido, não só serão mantidas as melhorias que existem atualmente, como certamente existirão muitas mais a serem desenvolvidas e aplicadas no futuro.

Por fim, importa ressaltar o bom ambiente que é sentido no local de trabalho, a confiança nos colaboradores e o trabalho de equipa entre todos, que são fundamentais

para o sucesso de qualquer projeto. Isto é ainda mais claro num projeto deste tipo, em que é requerido o envolvimento por parte de todos e uma mudança de perspetiva relativamente à forma como o trabalho é feito. Um grupo de trabalho motivado é uma ferramenta poderosa, sendo que neste projeto em particular, essa foi uma grande vantagem. Deste envolvimento nasceram várias das ideias de melhoria implementadas e propostas. Essa dinâmica deve ser mantida e, certamente continuará a trazer benefícios, quer para a empresa, quer para todos os colaboradores.

#### 4.2 Trabalhos Futuros

Nesta secção, serão apresentadas oportunidades de melhoria que podem ainda ser implementadas, de forma a dar continuidade ao trabalho realizado.

Apesar de todos os operadores terem cooperado bastante no projeto *SMED* na máquina de capsular, existe a necessidade de continuar a trabalhar de forma a se obter uma normalização no processo de *changeover*, e de desenvolver mais *standard works*, para reduzir ao máximo as variações nos métodos entre operadores.

Em termos da implementação do cálculo do *OEE*, como foi possível apurar, existem algumas lacunas no registo de paragens, que levam a que os dados obtidos possam não ser os mais corretos. Isto deve-se ao método utilizado para realizar estes registos, que está muito dependente do operador. A oportunidade de melhoria encontrada é de o próprio *software* da máquina registar a quantidade produzida por turno, bem como as paragens. Na figura 73, é possível observar o sistema atual, que tem os dados relativos desde que a máquina está em funcionamento.



Figura 73 – Estatísticas do *software* da máquina de capsular

A ideia seria, portanto, além de registar a quantidade total produzida, bem como as paragens, desenvolver um menu no *software* com as causas principais de paragens, de forma a que sempre que ocorram paragens, o operador tenha de selecionar imediatamente uma opção (Tabela 8).

Tabela 8 – Categorização das micro- paragens

Causa das Paragens		
Afinação	Rolhas c/ Cola	Cápsulas encravadas
Erro de Drive	Mudança de Calibre	Falha elétrica
Rolhas encravadas	Problema Mecânico	Outra Causa

Estes dados poderiam ainda ser enviados automaticamente para um ficheiro que fizesse este registo de forma automática. Desta maneira, os resultados do OEE seriam muito mais fidedignos e precisos.



BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE  
INFORMAÇÃO



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Alefari, M., & Salonitis, K. (2017). The role of leadership in implementing lean manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756 – 761 . doi: 10.1016/j.procir.2017.03.169
- Almomani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 66 (2), 461-469. doi:10.1016/j.cie.2013.07.011
- Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144-154. doi:10.1016/j.jmsy.2014.12.003
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.173
- APCOR. (2015). *Manual Técnico das Rolhas*. Santa Maria de Lamas: APCOR.
- APCOR. (2016). *Anuário Apcor 2016*. Santa Maria da Feira.
- APCOR. (24 de Outubro de 2017). Obtido de Rolhas Naturais: <http://www.apcor.pt/cortica/processo-de-transformacao/percurso-industrial/rolhas-naturais/>
- APCOR. (23 de Outubro de 2017). *Descortiçamento*. Obtido de <http://www.apcor.pt/cortica/processo-de-transformacao/descortimento/>
- Arte & Cork. (20 de Novembro de 2017). *Machado de descortiar*. Obtido de Arte & Cork: <http://arteecork.webnode.pt/products/machado%20de%20descortiar>
- Arunagiria, P., & Gnanavelbabub, A. (2014). Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, 97, 2072 – 2080. doi:10.1016/j.proeng.2014.12.450
- ASQ - American Society for Quality. (10 de Dezembro de 2017). *What is Six Sigma ?* Obtido de LEARN ABOUT QUALITY: <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>
- Ávila, P. (2016). *Sebenta da Disciplina de Planeamento e Análise de Processo: OEE*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 2, 153-158. doi:doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.027
- Bassuk, J. A., & Washington, I. M. (2013). The A3 Problem Solving Report: A 10-Step Scientific Method to Execute Performance Improvements in an Academic Research Vivarium. *PLoS ONE*, 8 (10), 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0076833
- Behr, A. (2008). Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. *Ciência da Informação*, 37 (2), 32-42. doi:10.1590/S0100-19652008000200003
- Brito, M., Ramos, A., Carneiro, P., & Gonçalves, M. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production

- area. *Procedia Manufacturing*, 13, 1112–1119. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.172
- Calaes, G. D. (2006). *Planejamento Estratégico. Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral: dois casos de não metálicos no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Brasil: Cytel, ISBN: 85-7227-232-1.
- Cardoso, M. (10 de Dezembro de 2016). Jochen, em busca da rolha perfeita. *Jornal Público*, 20.
- CIPR. (2013). *C. E. Liège - Código Internacional de Práticas Rolheiras*.
- Cork Supply Portugal. (31 de Outubro de 2017). Obtido de <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/perfil-da-empresa/>
- Corticeira Amorim. (14 de Maio de 2016). *Floresta com Futuro*. Obtido de <http://www.amorim.com/a-cortica/localizacao-do-montado/>
- Costa, A., & Pereira, H. (2004). Caracterização e Análise de Rendimento da Operação de Traçamento na Preparação de Pranchas de Cortiça para a Produção de Rolhas. *Silva Lusitana*, 12 (1), 51-66, ISSN: 0870-6352.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2003). *Gestion de Production*. Paris, France: Éditions d'Organisation. ISBN: 978-972-757-469-8.
- Da Silva, J. P. (20 de Outubro de 2017). *OEE – A forma de medir a eficácia dos equipamentos*. Obtido de <https://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>
- Damelio, R. (2011). *The Basic of Process Mapping*. Florida, USA: Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-4398-9127-8.
- Daychoum, M. (2007). *40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento*. Rio de Janeiro, Brasil: Brasport. ISBN: 978-85-7452-433-7.
- De Ron, A., & Rooda, J. (2006). OEE and equipment effectiveness: an evaluation. *International Journal of Production Research*, 44, 4987-5003. doi:10.1080/00207540600573402
- Dornelles, J. V., & Sellitto, M. A. (2015). Overall Equipment Effectiveness (OEE) for Diagnosis and Productivity Improvement in the Foundry Industry. *Revista GEINTEC*, 5 (3), 2366- 2379. doi:10.7198/S2237-0722201500030013
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing : tools, techniques, and how to use them*. Florida, USA: St. Lucie Press. ISBN: 1-57444-297-X.
- Fercoq, A., Lamouri, S., & Carbone, V. (2016). Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, 137, 567-578. doi:10.1016/j.jclepro.2016.07.107
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP* 7, 7, 598 – 603. doi:10.1016/j.procir.2013.06.039
- Glaister, K. W., & Falshaw, J. R. (1999). Strategic Planning: Still Going Strong? *Long Range Planning*, 32, 107-116. doi:10.1016/S0024-6301(98)00131-9
- Green Cork Project. (24 de Outubro de 2017). *O descortiçamento e a cortiça*. Obtido de <http://www.greencork.org/a-floresta-a-cortica-e-a-rolha/o-descortiçamento-e-a-cortica/>

- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. *Procedia CIRP* , 57, 128-133. doi:10.1016/j.procir.2016.11.023
- Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3 (3), 215-251. doi:10.1108/17554251011064837
- Hicks, B. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management* , 27 (4), 233-249. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001
- Imai, M. (2012). *A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. New York, USA: McGraw-Hill. ISBN: 0071790357.
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2008). *Operacions and Supply Management: The Core*. New York, USA: McGraw-Hill. ISBN: 978-0-07-340330-4.
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. d. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. doi:10.1016/j.ssci.2015.04.022
- Joiner Associates. (2002). *Flowcharts: Plain & Simple: Learning & Application Guide*. Madison, USA: Oriell Inc. ISBN: 1-884731-03-1.
- Kaizen Institute. (10 de Dezembro de 2017). *About Us*. Obtido de What is Kaizen? - Definition of Kaizen: <https://in.kaizen.com/about-us/definition-of-kaizen.html>
- King, P. L., & King, J. S. (2015). *Value Stream Mapping for the Process Industries - Creating a Roadmap for Lean Transformation*. New York, USA: Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-4822-4769-5 .
- Kinney, M. R., & Raiborn, C. A. (2011). *Cost Accounting - Foundations and Evolutions*. Ohio, USA: Cengage Learning. ISBN: 978-1-4390-4461-2.
- Lean Enterprise Institute. (10 de Dezembro de 2017). *What is Lean?* Obtido de What is Lean?: <https://www.lean.org/WhatsLean/>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, USA: McGraw-Hill. ISBN: 0-07-139231-9.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook - A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York, USA: McGraw-Hill. ISBN: 0-07-150211-4.
- Lipiak, J. (2017). Methodology for Assessing the Factors Affecting the Quality and Efficiency of Flexographic Printing Process. *Procedia Engineering 2017*, 182, 403-411. doi:10.1016/j.proeng.2017.03.122
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurinc, I. (2016). Standardization - one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329 – 332. doi:10.1016/j.proeng.2016.06.674
- Moreira, A. C., & Pais, G. C. (2011). Single Minute Exchange of Die: A Case Study. *Journal of Technology Management & Innovation* , 6, 129-146. doi:10.4067/S0718-27242011000100011
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review & Practical Application Discussion.

- International Journal of Production Research*, 46, 3517-3535.  
doi:10.1080/00207540601142645
- Nagy, P., Knechtges, P., & J. Bell, C. (2013). Utilizing the 5S Methodology for Radiology Workstation Design: Applying Lean Process Improvement Methods. *Journal of the American College of Radiology*, 10 (8), 633-634.  
doi:10.1016/j.jacr.2013.05.001
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press Inc. ISBN: 0-915299-23-2.
- Nash, M. A., & Poling, S. R. (2008). *Mapping The Total Value Stream - A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*. New York, USA: Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-56327-359-9.
- Nazarko, J., Ejdy, J., Halicka, K., Magruk, A., Nazarko, L., & Skorek, A. (2017). Application of Enhanced SWOT Analysis in the Future-oriented Public Management of Technology. *Procedia Engineering* 2017, 182, 482 – 490.  
doi:10.1016/j.proeng.2017.03.140
- Oliveira, J., Sá, J., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.139
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanaugh, R. R. (2002). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance*. New York, USA: McGraw-Hill. ISBN: 0-07-143149-7.
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Curitiba, Brasil: UnicenP.
- Phadermroda, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (2016). Importance-Performance Analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: a A filosofia das organizações vencedoras*. Venda do Pinheiro, Portugal: Lidel. ISBN: 978-989-752-032-7.
- Puvanasvaran, A., Mei, C., & Alagendran, V. (2013). Overall Equipment Efficiency Improvement Using Time Study in an Aerospace Industry. *Procedia Engineering* 2013, 68, 271 – 277. doi:10.1016/j.proeng.2013.12.179
- Rezende, D. A. (2008). *Planejamento Estratégico para Organizações: públicas e privadas*. Rio de Janeiro, Brasil: Brasport. ISBN: 978-85-7452-361-3.
- Rodrigues, J. N. (2005). *50 Gurus da Gestão para o século XXI*. Lisboa, Portugal: Centro Atlântico. ISBN: 989-615-016-8.
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing* 2017, 11, 1069–1076.  
doi:10.1016/j.promfg.2017.07.218
- Rosa, C., Silva, F. J., & Ferreira, L. P. (2017). Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing* 2017, 11, 1035 – 1042. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.214

- Rosa, C., Silva, F., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing* 2017, 13, 1034–1042. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.110
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Value-stream mappig to create value and eliminate muda*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute, ISBN: 0-9667743-0-8.
- Serra, N. R., Beltrão, N. E., Santos, N. S., & Quaresma, J. D. (2010). Utilização do Indicador OEE na Análise do Desempenho dos Processos e melhoria Contínua na Produção de condutores Elétricos. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (pp. 1-13). São Carlos: ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Tokyo, Japan: Japan Management Association. ISBN: 0-915299-03-8.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge, USA: Productivity Press. ISBN: 0-915299-17-8.
- Singh, R., Shah, D. B., Gohil, A. M., & Shah, M. H. (2013). Overall Equipmement Effectiveness (OEE) Calculation - Automátion through Hardware & Software Development. *Procedia Engineering* 2013, 51, 579-584. doi:10.1016/j.proeng.2013.01.082
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system: materialisation of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15 (6), 1-13. doi:10.1080/00207547708943149
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 5 (7), 1194-1197. doi:10.1999/1307-6892/14919
- Valentin, E. K. (2001). Swot Analysis from a Resource-Based View. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 9 (2), 54-69. doi:10.1080/10696679.2001.11501891
- Weigel, W. A. (2016). Redesigning an airway cart using lean methodology. *Journal of Clinical Anesthesia*, 33, 273–282. doi:10.1016/j.jclinane.2016.04.025
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*. New York, USA: Macmillan Publishing Company. ISBN: 0-89256-350-8.
- Womack, J., & Jones, D. T. (1996). *Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, USA: Free Press. ISBN: 0-7432-4927-5.
- Wright, P., Kroll, M., & Parnell, J. A. (1998). *Strategic management: concepts*. Illinois, USA: Prentice Hall. ISBN: 978-0136316237.



## ANEXOS

6.1 ANEXO A - FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO

6.2 ANEXO B - LAYOUT DO SETOR DOS BAR

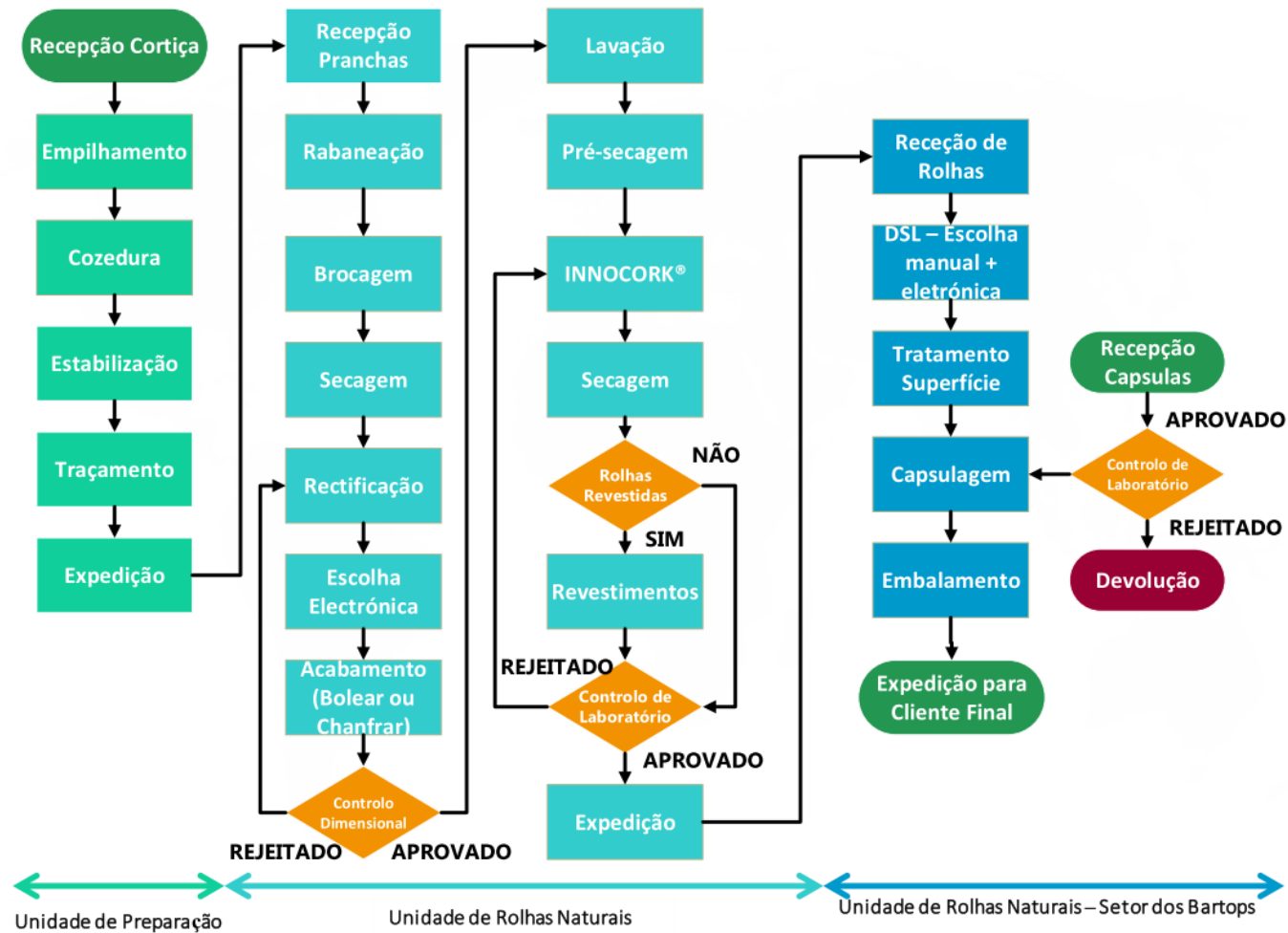
6.3 ANEXO C - VSM DO SETOR DOS BARTOPS

6.4 ANEXO D - MODELO A3 DO PROJETO DESENVOLVIDO

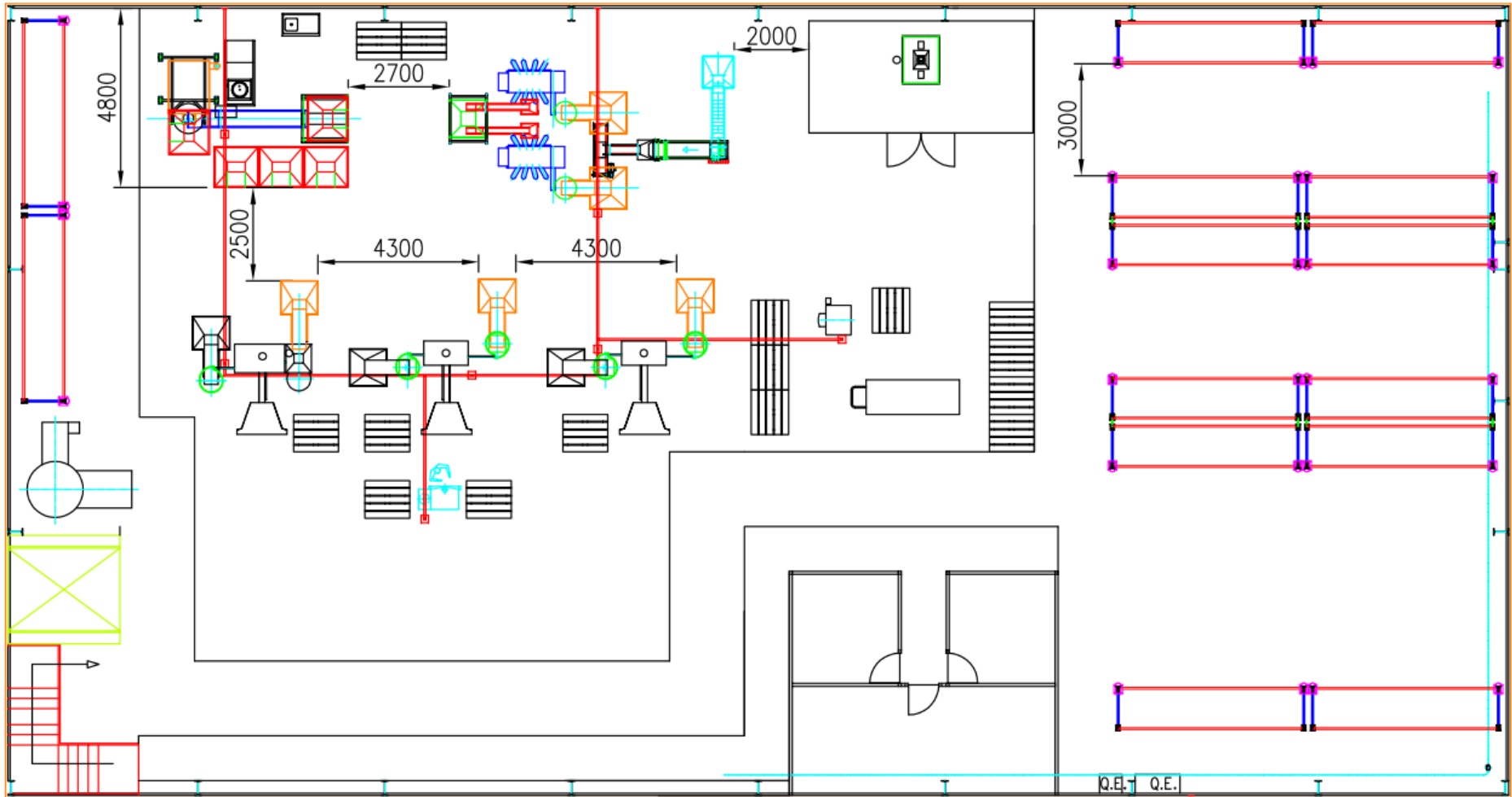


## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO A - Fluxograma do processo produtivo

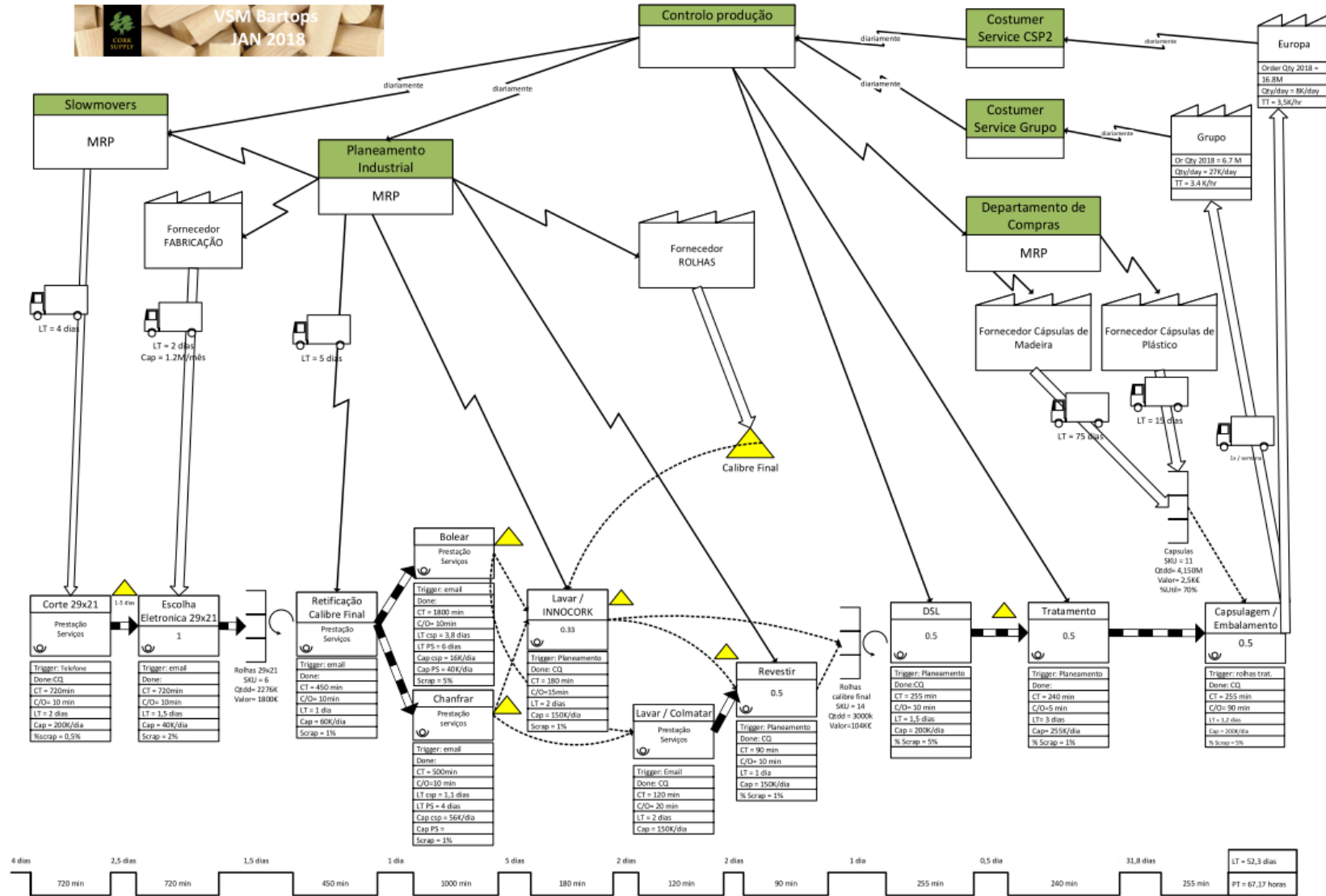




6.2 ANEXO B - *Layout do Setor dos Bar*



6.3 ANEXO C - VSM do Setor dos Bartops



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NA PRODUÇÃO DE ROLHAS CAPSULADAS



### 6.4 ANEXO D - Modelo A3 do projeto desenvolvido

<b>A3 Problem Solving</b>	<b>People</b>	<b>Env</b>	<b>Quality</b>	<b>Delivery</b>	<b>Cost</b>	<b>Growth</b>
A3 - 115 - SMED Máquina Capsular Bartops				X	X	

<b>BACKGROUND</b>	Complete
<p>Os tempos de setup e de mudança de lote são umas das fontes de desperdícios mais comuns nas linhas produtivas. No caso dos equipamentos de capsulagem/colagem de rolhas, o tempo de mudança de lote pode chegar a ultrapassar 1 hora retirando capacidade instalada. Este facto e a necessidade de realizar mudanças de condições de operação com frequência, devido a necessidades de mercado, torna este ponto de desperdício prioritário para a atuação da estratégia SMED (Single Minute of Exchange Die).</p> <p>Neste contexto, o objetivo proposto é elaborar um estudo da situação atual relativamente aos tempos de mudança de ferramentas das máquinas, e iniciar o cálculo do OEE (Overall Equipment Effectiveness), sendo possível no final quantificar em termos de produção e em termos monetários qual o ganho destas melhorias.</p>	

<b>CURRENT CONDITION</b>	Complete
<p>Recolha informação para a mudança completa de máquina (Calibre de rolha 27x195 para 27x22,5 e cápsula de diâmetro 28 para diâmetro 34)</p>	

<b>TARGETS TO IMPROVE</b>	Complete
<p>Redução do tempo total de changeover para 30 min. Redução cerca 55%.</p>	

Team Sponsor	FM	Team Members	ES;FM;RPS;JL;JS;	TO:
Team Leader	ES			BY:
				DATE: <b>09-12-2017</b>

<b>GAP ANALYSIS</b>	Complete
<p>Máquinas com bastantes peças para alterar de calibre, requerem a presença de um operador com alguma experiência em contexto de manutenção;</p> <p>Falta de ajudas mais visuais nos ajustes dos equipamentos e demasiados parafusos de diferentes furações;</p> <p>Falta de Kit de mudança de ferramentas;</p> <p>Falta de 6S em equipamentos e ferramentas;</p> <p>Registos e recolha de informação do equipamento realizadas.</p>	

<b>STRATEGY</b>	Complete																
<p>Implementação do programa 6S eficaz.</p> <p>Alteração do equipamento para melhorar acessibilidade a peças para substituição.</p> <p>Padronização da tarefa de mudança de calibre/lote.</p> <p>Criação de tarefas em paralelo.</p> <p>Eliminação de todas as tarefas externas que estão a ser realizadas no change over.</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Row Labels</th> <th>Sum of %</th> <th>Sum of Duração</th> <th>Tempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Externa</td> <td style="text-align: center;">16%</td> <td style="text-align: center;">0,45</td> <td style="text-align: center;">10:46</td> </tr> <tr> <td>Interna</td> <td style="text-align: center;">84%</td> <td style="text-align: center;">2,34</td> <td style="text-align: center;">56:06</td> </tr> <tr style="font-weight: bold;"> <td>Grand Total</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">2,79</td> <td style="text-align: center;">66:52</td> </tr> </tbody> </table>		Row Labels	Sum of %	Sum of Duração	Tempo	Externa	16%	0,45	10:46	Interna	84%	2,34	56:06	Grand Total	100%	2,79	66:52
Row Labels	Sum of %	Sum of Duração	Tempo														
Externa	16%	0,45	10:46														
Interna	84%	2,34	56:06														
Grand Total	100%	2,79	66:52														

<b>PLANNED MILESTONES</b>	Complete																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="border-top: 2px solid red; border-bottom: 2px solid red;"> <th style="text-decoration: underline;">Acção</th> <th style="text-decoration: underline;">Quem ?</th> <th style="text-decoration: underline;">Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6S, kit C/O</td> <td>ES; JM</td> <td>31-11-2017</td> </tr> <tr> <td>Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo</td> <td>FM</td> <td>31-11-2017</td> </tr> <tr> <td>Criação de STWork com tarefas em paralelo</td> <td>ES</td> <td>31-11-2017</td> </tr> <tr> <td>Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes</td> <td>FM; ES</td> <td>go do</td> </tr> <tr style="border-bottom: 2px solid red;"> <td>Reunir com fabricante para análise do video da mudança com apresentação de soluções</td> <td>FM</td> <td>31-11-2017</td> </tr> </tbody> </table>			Acção	Quem ?	Data	6S, kit C/O	ES; JM	31-11-2017	Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo	FM	31-11-2017	Criação de STWork com tarefas em paralelo	ES	31-11-2017	Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes	FM; ES	go do	Reunir com fabricante para análise do video da mudança com apresentação de soluções	FM	31-11-2017
Acção	Quem ?	Data																		
6S, kit C/O	ES; JM	31-11-2017																		
Alteração de procedimento com criação de tarefas em paralelo	FM	31-11-2017																		
Criação de STWork com tarefas em paralelo	ES	31-11-2017																		
Novo procedimento de contagem certa de cápsulas e rolhas na finalização dos lotes	FM; ES	go do																		
Reunir com fabricante para análise do video da mudança com apresentação de soluções	FM	31-11-2017																		

<b>NEW CONFIRMED STATE</b>	Complete												
<p>Redução de 43% para 37:59 min no tempo de changeover;</p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Row Labels</th> <th>Sum of %</th> <th>Sum of Duração</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Externa</td> <td style="text-align: center;">10%</td> <td style="text-align: center;">03:59</td> </tr> <tr> <td>Interna</td> <td style="text-align: center;">90%</td> <td style="text-align: center;">34:00:00</td> </tr> <tr style="font-weight: bold;"> <td>Grand Total</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">37:59:00</td> </tr> </tbody> </table>		Row Labels	Sum of %	Sum of Duração	Externa	10%	03:59	Interna	90%	34:00:00	Grand Total	1	37:59:00
Row Labels	Sum of %	Sum of Duração											
Externa	10%	03:59											
Interna	90%	34:00:00											
Grand Total	1	37:59:00											

<b>LEARNING'S</b>	Complete
<p>Os resultados obtidos comprovam ainda que as ferramentas lean são um método poderoso para obter resultados sem a necessidade de grandes investimentos.</p>	



## 6.5 ANEXO E - Símbolos usados para a representação de um VSM

