



MELHORIAS DE EFICIÊNCIA E QUALIDADE NUM DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

ANDRÉ GALIZA DA SILVA PINTO

outubro de 2021

MELHORIAS DE EFICIÊNCIA E QUALIDADE NUM DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

André Galiza da Silva Pinto
1150988

2020/2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



MELHORIAS DE EFICIÊNCIA E QUALIDADE NUM DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

André Galiza da Silva Pinto
1150988

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 Especialista Eduardo Gil da Costa.

2020/2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor Luís Coelho
Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Especialista Eduardo Gil da Costa
Professor Adjunto, ISEP

Arguente

Doutora Beatriz Oliveira
Professora Auxiliar, FEUP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a toda a minha família, em especial à minha mãe, irmã e ao meu tio, por todo o amor, apoio incondicional e compreensão demonstrados ao longo desta jornada.

Agradeço à Fater Portugal, pela oportunidade de realizar a dissertação de mestrado e aos colegas:

- ✓ Ana Ribeiro, Marisa Enes, Vítor Oliveira e Filipa Silva pela partilha de conhecimentos e cooperação durante o desenvolvimento do projeto;
- ✓ Paulo Alves, José Cesário, José Freitas, José Martins, Pedro Pinto, Paulo Monteiro, Pedro Moreira, Nelson Santos, Claudio Ditommaso, Conceição Castro, Luísa Pereira e Luís Santos pelo apoio e ensinamentos;
- ✓ Aos operadores do enchimento, processo químico e insuflação: Luís Guerra, Artur Sousa, Roberto Ferreira, José Sobral, Júlio Silva, Mário Barros, Marcos Santos e Joaquim Monteiro pela paciência e ajuda que prestaram;

Agradeço ao Professor Eduardo Gil da Costa pela sua orientação durante esta dissertação, pelos conselhos, disponibilidade e correções;

Agradeço à Professora Alcinda Barreiras pela disponibilidade, paciência e preciosa ajuda na fase final do projeto;

Ao Professor Bernardino Andrade pelos conselhos e disponibilidade;

A todos os meus amigos e colegas da faculdade, que se revelaram como um importante pilar para a conclusão desta etapa da minha vida;

Por último, ao Instituto Superior de Engenharia do Porto e a todos os docentes que participaram no meu percurso universitário, pelos ensinamentos transmitidos.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência, Manutenção Autônoma, TPM, Indicadores de Desempenho, *Rate Loss*, *Programação Inteira*

RESUMO

Os KPI - *Key Performance Indicators* (Indicadores de Desempenho) são ferramentas valiosas no que toca à monitorização da *performance* de uma unidade industrial. Através da sua correta avaliação podem ser programadas medidas concretas de melhoria para promover o aumento desses indicadores, que se refletem no desenvolvimento da capacidade dos processos. Essas melhorias são formuladas tendo por base filosofias globais que visam a redução do desperdício e, conseqüentemente, dos custos de um processo produtivo, como é o exemplo do TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total). Porém, para problemas de maior complexidade, a simbiose entre este e outros conceitos pode ser um recurso precioso.

A presente dissertação, realizada numa unidade industrial de produção de lixívia, foi desenvolvida com o objetivo de reduzir as perdas e melhorar a produtividade dos equipamentos e operadores, recorrendo-se para tal à avaliação dos indicadores de desempenho da organização e posterior formulação de diferentes medidas de melhoria. Deste modo, dentro da metodologia apresentada, deu-se maior foco aos pilares de manutenção preventiva e manutenção autónoma. Por outro lado, tendo em conta os problemas diagnosticados a par da avaliação dos KPI, recorreu-se ainda a duas formulações matemáticas de modo a construir uma solução adequada para o caso em estudo.

Assim, após apresentação da situação atual onde se introduz o problema diagnosticado através da monitorização dos indicadores de desempenho, pode-se dividir o trabalho desenvolvido em dois segmentos. O primeiro segmento está relacionado com a aplicação das medidas de melhoria, e no segundo segmento apresenta-se um estudo a alguns elementos do sistema produtivo, de modo a ser possível formular matematicamente uma solução para o problema apresentado anteriormente.

KEYWORDS

Effectiveness, Autonomous Maintenance, TPM, Key Process Indicators, *Rate Loss*, *Integer Mathematics*

ABSTRACT

KPI - Key Performance Indicators are valuable tools when it comes to monitoring the performance of an industrial unit. Through their correct assessment, concrete improvement measures can be programmed to promote the increase of these indicators, which are reflected in the development of the process capability. These improvements are formulated based on global philosophies which primal aim is to reduce waste and, consequently, the costs of a production process, as is the example of TPM – Total Productive Maintenance. However, for more complex problems, the symbiosis between this and other concepts can be a precious resource.

The present dissertation, carried out in an industrial bleach production unit, was developed with the objective of reducing losses and improving the productivity of both the equipment and operators, through the evaluation of the organization's performance indicators and subsequent formulation of different improvement measures. Thus, within the presented methodology, greater focus was given to the pillars of preventive maintenance and autonomous maintenance. On the other hand, considering the problems diagnosed along with the KPI evaluation, two mathematical formulations were also used to build an adequate solution for the case under study.

Thus, after presenting the current situation where the diagnosed problem is introduced through the monitoring of performance indicators, the presentation of the work developed can be divided into two segments. The first segment is related to the application of improvement measures, and the second segment presents a study of some elements of the production system, in order to mathematically formulate a solution to the problem previously presented.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

CIL	<i>Cleaning, Inspection, Lubrication</i>
CL	<i>Centerline</i>
DMS	<i>Daily Management System</i>
DPE	Departamento de Produção de Embalagens
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo médio entre falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo médio para reparação)
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
OT	Ordem de trabalho
PR	<i>Process Reliability</i>
RL	<i>Rate Loss</i>
SU	<i>Standard Unit</i>
TMC	<i>Toyota Motor Company</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TQM	<i>Total Quality Management</i> (Gestão de Qualidade Total)

Lista de Unidades

h	Horas
SU	<i>Standard Unit</i> = 55 litros de lixívia
m	Metros
L	Litros
min	minutos
mm	milímetros
s	segundos

Lista de Símbolos

F	Força
r	Raio
€	Euros

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Benchmark</i>	Valor de referência.
<i>Checklist</i>	Lista de verificações com tarefas rotineiras.
<i>Joint venture</i>	Parceria de negócio entre duas ou mais empresas, que poderá ser ou não definitiva, com fins lucrativos e riscos divididos. O objetivo é explorar determinada área de negócio sem que nenhuma parte perca a sua individualidade jurídica.
<i>Performance</i>	Desempenho.
<i>Run-up</i>	Período de arranque da produção.
<i>Run-down</i>	Período de abrandamento da produção.
<i>Setup</i>	Tempo decorrido entre a última unidade conforme de uma série anterior produzida com eficiência requerida e a primeira unidade conforme da nova série produzida com a eficiência requerida (Kuřar et al., 2010).
<i>Standard</i>	Normalizado.
<i>Stakeholder</i>	Parte interessada.
<i>Target</i>	Valor objetivo.
<i>Work-in-progress</i>	Produtos parcialmente acabados à espera de serem finalizados.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION RESEARCH</i>	28
FIGURA 2 - CASA TPS (ROMVALL ET AL., 2010)	35
FIGURA 3 - OS SETE PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> (ADAPTADA DE PINTO, 2014)	36
FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DO TEMPO DE <i>SETUP</i> AO LONGO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SMED (ADAPTADO DE LOPES ET AL., 2015)	42
FIGURA 5 - PILARES DO TPM (ADAPTADO DE: VORNE, N.D.)	49
FIGURA 6 - MÉTRICAS DO OEE (ADAPTADO DE WUDHIKARN, 2012)	55
FIGURA 7 – FATER PORTUGAL	62
FIGURA 8 - GÉNESE DO PROGRAMA IWS (LUZ, 2008)	63
FIGURA 9 - PILARES IWS	64
FIGURA 10 – FLUXO DE ATIVIDADES PRODUTIVAS DA FATER PORTUGAL	66
FIGURA 11 - INSUFLADORA <i>MAGIC</i>	66
FIGURA 12 - LINHAS DE ENCHIMENTO DE GARRAFAS (L312; L320 E L340)	67
FIGURA 13 – PLANTA DO DPE	68
FIGURA 14 - TAPETES DE TRANSFERÊNCIA DE GARRAFAS	69
FIGURA 15 - FIEIRAS DAS MÁQUINAS DE INSUFLAÇÃO	69
FIGURA 16 - CONSOLA DAS INSUFLADORAS	71
FIGURA 17 - SACOS DE REJEIÇÃO DE GARRAFAS	71
FIGURA 18 - COMPARTIMENTO DE REJEIÇÃO PARA O MOINHO	71
FIGURA 19 - TAPETE DE GITOS (1) E MOINHO (2)	71
FIGURA 20 - TUBAGENS DE TRANSFERÊNCIA	71
FIGURA 21 - SILO DE MOÍDO	71
FIGURA 22 - MISTURADOR	71
FIGURA 23 – <i>PROCESS RELIABILITY STRATEGIC MEASURES</i> (P&G, 2011)	73
FIGURA 24 – DIAGRAMA DE <i>ISHIKAWA</i> REFERENTE AO VALOR ELEVADO DO <i>RATE LOSS</i>	79
FIGURA 25 - CENÁRIO 1: FLUXO NORMAL DE PRODUÇÃO	81
FIGURA 26 - CENÁRIO 2: FLUXO DE PRODUÇÃO INTERROMPIDO NAS 3 LINHAS DE ENCHIMENTO	82
FIGURA 27 - MESA DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DA L312	83
FIGURA 28 - MESA DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DA L340	83
FIGURA 29 - SILO DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DA L320	83
FIGURA 30 - SILO DE ACUMULAÇÃO DE MOÍDO	83
FIGURA 31 - OFICINA DE MANUTENÇÃO NO FINAL DO ESTÁGIO	85
FIGURA 32 - ANTES E DEPOIS DA ARRUMAÇÃO (1)	88
FIGURA 33 - ANTES E DEPOIS DA ARRUMAÇÃO (2)	88
FIGURA 34 - KWOPPL AFIXADA NA OFICINA	89
FIGURA 35 - ROTA DE CIL E LISTA DE LUBRIFICANTES AFIXADAS NA OFICINA	89
FIGURA 36 - PLANTA DO DEPARTAMENTO DE UTILIDADES	90
FIGURA 37 - IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS <i>BUFFERS</i> DO SISTEMA PRODUTIVO	94
FIGURA 38 - MESA DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DE 4L (1)	95

FIGURA 39 - MESA DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DE 4L (2)	95
FIGURA 40 - DIAGRAMA DO PRINCIPAL <i>BUFFER</i> DE GARRAFAS DA L340	95
FIGURA 41 - MESA DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DE 1 L (1)	96
FIGURA 42 - DIAGRAMA DO PRINCIPAL <i>BUFFER</i> DE GARRAFAS DA L312	96
FIGURA 43 - SILO DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DA L320 (1)	97
FIGURA 44 - SILO DE ACUMULAÇÃO DE GARRAFAS DA L320 (2)	97
FIGURA 45 - DIAGRAMA DO PRINCIPAL <i>BUFFER</i> DE GARRAFAS DA L320	97
FIGURA 46 - KIT DE RECOLHA DE TEMPOS	98
FIGURA 47 – SILO DE MOÍDO (3)	99
FIGURA 48 - VARIAÇÃO DO VOLUME DE MOÍDO NO SILO COM TODAS AS INSUFLADORAS A REJEITAR	100
FIGURA 49 - VARIAÇÃO DO PARÂMETRO y_j	102
FIGURA 50 - FERRAMENTA PARA EXECUTAR O PROCEDIMENTO HEURÍSTICO (EXEMPLO L320)	104
FIGURA 51 - EVOLUÇÃO DO PR AO LONGO DO ANO FISCAL 2020/2021	105
FIGURA 52 - EVOLUÇÃO DO Nº DE PARAGENS NÃO PLANEADAS AO LONGO DO ANO FISCAL 2020/2021	106
FIGURA 53 – EVOLUÇÃO DO RL AO LONGO DO ANO FISCAL 2020/2021	106

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – OS SETE TIPOS DE DESPERDÍCIO	38
TABELA 2 - OS SETE TIPOS DE DESPERDÍCIOS (CONTINUAÇÃO)	39
TABELA 3 - FASES DA METODOLOGIA SMED	43
TABELA 4 – ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO COM APLICAÇÃO DO SMED	44
TABELA 5 - DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DA GESTÃO VISUAL (ALTABBAA & ANKRAH, 2016)	46
TABELA 6 - OS OITO PILARES DO TPM	49
TABELA 7 - DESIGNAÇÃO E SIGNIFICADO DOS 5S	52
TABELA 8 -ETAPAS DA APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA (ADAPTADO DE CABRAL, 2006)	53
TABELA 9 - CÁLCULO DO OEE (ADAPTADO DE SOUSA ET AL., 2018)	55
TABELA 10 - TIPOS DE PARAGEM DA PRODUÇÃO (P&G, 2011)	69
TABELA 11 - TESTES DE QUALIDADE DAS GARRAFAS	70
TABELA 12 - CADÊNCIAS TEÓRICAS DE PRODUÇÃO DAS INSUFLADORAS	72
TABELA 13 - CADÊNCIAS TEÓRICAS DE PRODUÇÃO DAS LINHAS DE ENCHIMENTO	72
TABELA 14 - PERFORMANCE PRODUTIVA DA FÁBRICA NO 1º SEMESTRE DO ANO FISCAL 2020/2021	78
TABELA 15 - PONTOS POSITIVOS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS 6S	85
TABELA 16 - PONTOS NEGATIVOS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS 6S	87
TABELA 17 - ROTA DE CIL PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS 6S NA OFICINA DE MANUTENÇÃO	88
TABELA 18 - PARTE DO PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO COMPRESSOR 1	90
TABELA 19 - CATEGORIAS DOS TREINOS DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	92
TABELA 20 - RESUMO DOS CONTROLOS VISUAIS DESENVOLVIDOS	93
TABELA 21 - ETAPAS DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE GARRAFAS ENTRE O DPE E AS ENCHEDORAS	98
TABELA 22 - TEMPOS MÉDIOS DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE GARRAFAS ENTRE O DPE E AS ENCHEDORAS	98
TABELA 23 - <i>PERFORMANCE</i> PRODUTIVA DA FÁBRICA NO 2º SEMESTRE DO ANO FISCAL 2020/2021	105
TABELA 24 - ANÁLISE DOS OBJETIVOS DEFINIDOS NO INÍCIO DO PROJETO	109
TABELA 25 - AÇÕES DE MELHORIA SUGERIDAS PARA O FUTURO	111
TABELA 26 - PILARES IWS	121
TABELA 27 - GAMA DE PRODUTOS DA FATER PORTUGAL	120

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	27
1.2	OBJETIVOS.....	27
1.3	METODOLOGIA	28
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	33
2.1	LEAN MANUFACTURING	34
2.1.1	PERSPETIVA HISTÓRICA E TPS	34
2.1.2	PRINCÍPIOS <i>LEAN</i>	36
2.1.3	DESPERDÍCIOS	38
2.2	FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	40
2.2.1	SMED	40
2.2.2	STANDARD WORK	44
2.2.3	GESTÃO VISUAL	45
2.2.4	VSM	47
2.3	TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM).....	47
2.3.1	OBJETIVOS DO TPM	48
2.3.2	PILARES DO TPM.....	49
2.3.3	5S COMO FUNDAMENTO DO TPM	51
2.3.4	MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	52
2.3.5	BENEFÍCIOS DO TPM	54
2.4	INDICADORES DE DESEMPENHO	54
2.4.1	OEE	54
2.4.2	TAKT TIME	56
2.4.3	TEMPO DE CICLO	57
2.4.4	MTBF E MTTR	57

3	SITUAÇÃO ATUAL.....	61
3.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	62
3.1.1	VISÃO DA FATER PORTUGAL.....	62
3.1.2	MISSÃO DA FATER PORTUGAL.....	62
3.1.3	VALORES DA FATER PORTUGAL.....	62
3.2	INTEGRATED WORK SYSTEM (IWS).....	63
3.2.1	PROCESS RELIABILITY (PR).....	64
3.2.2	HIGH PERFORMANCE WORK SYSTEM (HPWS).....	64
3.2.3	PILARES DO IWS.....	64
3.2.4	IWS NA FATER PORTUGAL.....	65
3.3	PROCESSO PRODUTIVO NA FATER PORTUGAL.....	66
3.4	DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS.....	68
3.5	MONITORIZAÇÃO DA <i>PERFORMANCE</i> PRODUTIVA NA FATER PORTUGAL.....	72
3.5.1	INDICADORES DE DESEMPENHO NA FATER PORTUGAL.....	73
4	SINCRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS.....	77
4.1	ANÁLISE DA <i>PERFORMANCE</i> PRODUTIVA.....	78
4.1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	81
4.2	AÇÕES DE MELHORIA NOS PILARES DE AM E PM.....	84
4.2.1	6S NA FATER PORTUGAL.....	84
4.2.2	MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	89
4.2.3	MANUTENÇÃO AUTÓNOMA.....	91
4.2.4	CONTROLOS VISUAIS.....	93
4.3	MODELO DE APOIO À DECISÃO.....	94
4.3.1	RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS.....	94
4.3.2	MODELOS MATEMÁTICOS.....	100
4.3.3	IMPLEMENTAÇÕES DO PROCEDIMENTO HEURÍSTICO.....	104
4.4	RESULTADOS OPERACIONAIS.....	105
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	109
5.1	CONCLUSÕES.....	109
5.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	111
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	115

6.1	ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E OUTRAS FONTES.....	115
7	ANEXOS.....	120
7.1	ANEXO 1 - GAMA DE PRODUTOS DA FATER PORTUGAL	120
7.2	ANEXO 1 - PILARES IWS.....	121
7.3	ANEXO 3 - <i>PERFORMANCE</i> PRODUTIVA 1º SEMESTRE 2020/2021	122
7.4	ANEXO 4 - ROTA DE CL DAS INSUFLADORAS	122
7.5	ANEXO 5 - <i>PROCESS RELIABILITY STRATEGIC MEASURES</i>	123
7.6	ANEXO 6 - CRONOGRAMA DO PROJETO.....	124
7.7	ANEXO 7 - ROTA DE CIL DA OFICINA.....	125
7.8	ANEXO 8 - 6S NA OFICINA DE MANUTENÇÃO (EXEMPLOS DE KWOPL)	126
7.9	ANEXO 9 - EXEMPLO DE ORDEM DE TRABALHO SAP	127
7.10	ANEXO 10 - PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO DEP. DE UTILIDADES	128
7.11	ANEXO 11 - ROTA DE CL COMPRESSORES	131
7.12	ANEXO 12 - TREINO DE AM CATEGORIA LUBRIFICAÇÃO	132
7.13	ANEXO 13 - ARRANQUE DOS SISTEMAS HIDRÁULICO E PNEUMÁTICO (KWOPL).....	137
7.14	ANEXO 14 - <i>PERFORMANCE</i> PRODUTIVA ANO FISCAL 2020/2021	138
7.15	ANEXO 15 - FOLHAS DE REGISTO DE TEMPOS.....	139

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A aposta em produtos de consumo mundial não é o único ingrediente de uma receita para o sucesso num mercado tão competitivo. É também necessário apostar no fator chave da competitividade entre as empresas da era atual, a diferenciação. No entanto, tendo a “Prateleira em mente”, o foco no cliente, o trabalho com inovação, uma forte aposta na qualidade do produto e significativa atenção à higiene pessoal, a Fater S.p.A., uma *joint venture* entre a Procter & Gamble e o Grupo Angelini, tem alcançado o sucesso nas áreas onde atua.

Não obstante a esse facto, no setor industrial exige-se uma constante procura pela melhoria dos processos produtivos. Trata-se de uma corrida interminável para alcançar e manter uma posição com relevância no mercado, para a qual é necessário encontrar uma filosofia que proporcione o melhor desempenho possível ao longo do trajeto. Neste âmbito, a filosofia *Lean* representa uma parte importante do desenvolvimento de uma *performance* melhorada, com excelência operacional, qualidade nos produtos, aumento da produtividade e redução de todo o tipo de desperdícios.

Assim, aliar diferentes ferramentas *Lean* na busca por resultados superiores é uma estratégia regularmente adotada pelas organizações do setor industrial. Por outro lado, para estudar e avaliar sistemas produtivos completos, muitas vezes as organizações recorrem a métodos avançados de computação e análise de resultados para resolver problemas de complexidade elevada.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos estratégicos da empresa serão enumerados no desenvolvimento da parte experimental desta dissertação, após caracterização do processo produtivo e dos seus parâmetros de controlo. No seguimento desses objetivos, a organização procura implementar medidas eficazes para otimizar o seu processo produtivo, definindo assim os seguintes objetivos para este trabalho:

- ✓ Identificação de oportunidades de melhoria no arranque de cada linha produtiva;
- ✓ Verificação de ineficiências no *setup* no departamento de produção de embalagens (DPE) e aplicação de quatro ações de melhoria;
- ✓ Reduzir o *Rate Loss* (RL) em 8%.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolver o presente trabalho consiste na *Action Research*, que se inicia com a identificação do problema, depois passa pela investigação de soluções e termina com a aplicação de medidas de melhoria. Conforme ilustrado na Figura 1, a metodologia está dividida em quatro fases que consistem no planeamento da solução, na implementação de medidas de melhoria, no controlo dos efeitos dessas medidas e por fim na avaliação da eficácia (Tripp, 2005).



Figura 1 - Ciclo *Action Research*

Num primeiro momento, foram identificados o problema e os objetivos desta dissertação e, posteriormente, realizou-se o enquadramento teórico dos diferentes conceitos e ferramentas apropriados ao caso em estudo. De seguida, foi realizado o levantamento da situação atual da unidade fabril, bem como a recolha de dados referentes ao caso em estudo. Depois de analisada a *performance* produtiva da fábrica, da formulação exata do problema em causa e do planeamento de ações, foram aplicadas diferentes medidas em prol da concretização dos objetivos inicialmente definidos. Posto isto, realizou-se o controlo e medição dos efeitos causados pelas implementações efetuadas. Por fim, realizou-se um processo de recolha e tratamento de dados e posterior formulação de dois modelos matemáticos para encontrar uma solução ótima para o problema enunciado.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos principais. O primeiro capítulo consiste na Introdução, onde se pretendeu introduzir o projeto através de uma breve contextualização sobre o tema em estudo, da apresentação dos objetivos inicialmente definidos, da metodologia utilizada e da estruturação do relatório.

O segundo capítulo é a Revisão Bibliográfica, no qual é realizada uma revisão da literatura disponível sobre os diferentes conceitos que irão sustentar a parte prática do trabalho, dividindo-se em quatro partes. Nas primeiras duas partes apresentam-se os conceitos globais da filosofia *Lean Manufacturing* e descrevem-se as ferramentas *Lean* que terão maior relevância no decorrer do projeto. Na terceira parte caracterizam-se os

fundamentos do modelo TPM. Por último, na quarta parte, descrevem-se alguns indicadores de desempenho.

No terceiro capítulo, denominado por Situação Atual, que diz respeito à apresentação do estado inicial do sistema em causa, é feita uma caracterização da empresa, do seu sistema produtivo e do departamento de produção de embalagens. Ainda neste capítulo, apresentam-se os principais indicadores de desempenho da organização, de modo a ser realizada uma análise da *performance* produtiva da unidade fabril.

O quarto capítulo – Sincronização de Processos – está relacionado com a apresentação do trabalho desenvolvido, dividindo-se em três partes principais. A primeira parte diz respeito à apresentação das quatro ações de melhoria aplicadas. Por outro lado, na segunda parte, pretende-se descrever o processo de formulação de dois modelos matemáticos e as respetivas implementações, com o objetivo de definir uma estratégia de sincronização do sistema produtivo. No terceiro subcapítulo apresentam-se os resultados operacionais das medidas implementadas.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, sendo também apresentadas as propostas de trabalhos futuros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEAN MANUFACTURING

2.2 FERRAMENTAS *LEAN*

2.3 *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)

2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo realiza-se o enquadramento teórico dos diferentes conceitos que sustentaram a parte experimental da presente dissertação.

Inicia-se com uma breve reflexão sobre o conceito *Lean Manufacturing*, onde se descreve a sua origem, bem como a evolução da realidade industrial ao longo do século XX. Seguidamente, abordam-se os princípios da filosofia *Lean* e analisam-se ainda as principais fontes e tipos de desperdícios segundo esta filosofia. Abordam-se depois as ferramentas *Lean* que eram expectáveis de ter maior relevância no trabalho realizado, nomeadamente: *Single Minute Exchange of Die* (SMED); *Standard Work*; Gestão Visual e *Value Stream Mapping* (VSM). No terceiro subcapítulo realiza-se uma breve reflexão sobre o principal conceito associado à manutenção a nível global, o *Total Productive Maintenance* (TPM), um pilar importante do projeto. Por fim, apresentam-se os principais indicadores de desempenho utilizados ao longo do trabalho desenvolvido.

2.1 LEAN MANUFACTURING

“A maioria dos processos produtivos representam 90% de desperdício e 10% de trabalho com valor acrescentado.”
(Jeffrey K. Liker, 2003)

2.1.1 PERSPETIVA HISTÓRICA E TPS

Antes da primeira Guerra Mundial a generalidade das organizações europeias utilizava métodos de produção artesanais. Estes métodos exigiam trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples para produzir exatamente o que o cliente procurava. O problema para a maioria da população estava relacionado com o custo dos produtos, que era demasiado elevado. Neste sentido, era essencial um método de produção que possibilitasse à população o acesso a uma maior variedade de produtos. Assim, após a guerra, Henry Ford e Alfred Sloans da *General Motors* revolucionaram o setor industrial com a introdução do método de produção em massa (Womack et al., 1990).

A produção em massa utilizava especialistas em *design* do produto e linhas de produção, onde os operários manobravam máquinas especializadas em tarefas únicas. Desta forma, obteve-se uma redução dos custos de produção e, por outro lado, um aumento dos custos de alteração do produto. Ou seja, a população passou a ter acesso a produtos de menor custo, mas com menor variedade (Womack et al., 1990).

O Model T, modelo único da Ford no início do século XX, foi o pioneiro da produção em massa. A Ford utilizou um método de produção por etapas, onde cada uma delas era executada utilizando equipamento altamente especializado. Por conseguinte, a duração das atividades de fabrico e montagem dos componentes do veículo eram de poucos minutos. Porém, o facto de existir apenas uma especificação do modelo do veículo resultou na utilização de *chassis* idênticos desde o ano de lançamento, em 1908, até ao final da sua produção, em 1926 (Womack et al., 1990).

Na década de 50, este cenário despertou o interesse de Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, da *Toyota Motor Company* (TMC). Os dois, através de uma série de inovações, conseguiram providenciar continuidade ao processo da Ford e aumentar a variedade de produtos. Assim, com os objetivos de aumentar a eficiência produtiva e eliminar todos os desperdícios, surgiu o *Toyota Production System* (TPS) (Womack et al., 1990).

O sistema é representado pela “casa TPS” (Figura 2), que assenta em dois pilares:

- ✓ *Jidoka*: significa “automação com dedo humano” e representa a capacidade do homem ou da máquina de detetar uma anomalia e parar o processo produtivo, evitando a produção defeituosa (Tekin et al., 2019);
- ✓ JIT (*Just-in-Time*): está relacionado com produzir apenas o necessário no momento adequado, para estabelecer um fluxo contínuo ao longo dos vários processos (Jeffrey K. Liker, 2003).

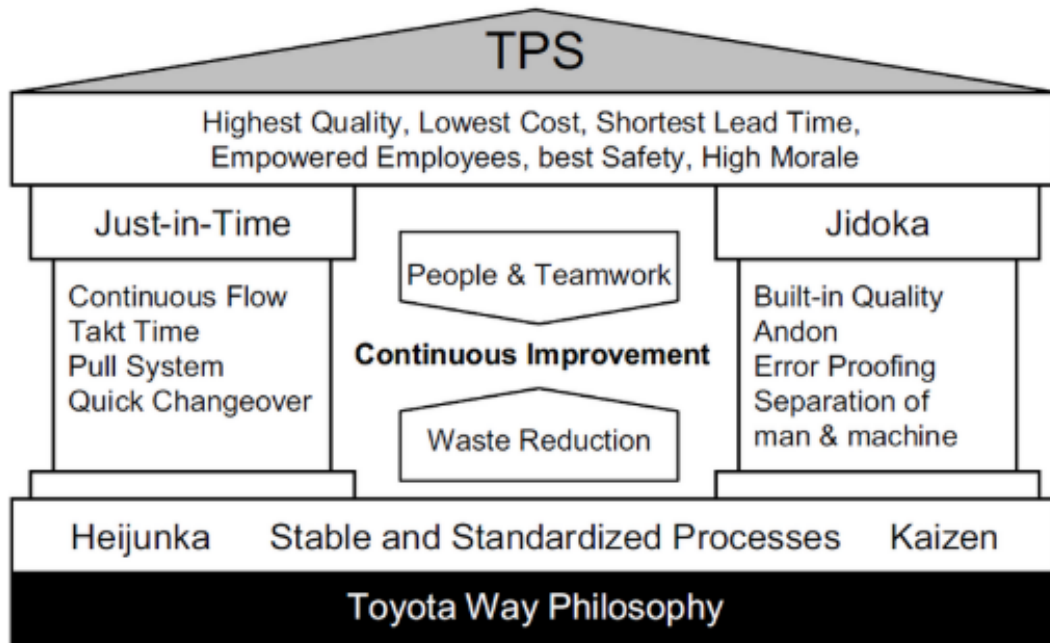


Figura 2 - Casa TPS (Romvall et al., 2010)

A TMC criou esta edificação para incutir mais facilmente uma cultura específica na organização e nos seus colaboradores, a cultura TPS. Na representação da Figura 2 apresenta-se um conjunto de ferramentas, das quais se destacam o JIT, *Kaizen*, *Stable and Standardized Processes*, *Jidoka* e *Heijunka*. Ao serem continuamente e corretamente aplicadas, as ferramentas permitem alcançar os objetivos propostos. No entanto, não são o único ingrediente para o sucesso (J. P. Pinto, 2014).

Segundo Pinto (2014), o sucesso do TPS baseia-se também nos seguintes fatores:

- ✓ capacidade de cultivar a liderança;
- ✓ trabalho em equipa;
- ✓ cultura empresarial;
- ✓ desdobramento e alinhamento da estratégia (*strategy deployment* e *hoshin kanri*);
- ✓ criação de fortes relações com os fornecedores;
- ✓ manutenção de uma organização em permanente aprendizagem (*learning organization*).

Já o conceito de *Lean Manufacturing* foi introduzido em Womack et al. (1990), na obra "*The Machine That Changed the World*", como referência ao TPS. Neste livro os autores relatam um estudo elaborado no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que verificou a superioridade dos resultados das organizações nipónicas do ramo automóvel em detrimento dos resultados das organizações norte-americanas do mesmo ramo.

De acordo com Holweg (2007), o lançamento desta obra desempenhou um papel fundamental na globalização do conceito *Lean Manufacturing*. No mesmo artigo o autor investiga o motivo do acontecimento, considerando que o conceito JIT existia há praticamente uma década e nunca tinha alcançado tal reconhecimento.

2.1.2 PRINCÍPIOS *LEAN*

Em meados da década de 90 identificaram-se cinco princípios *Lean*. Estes princípios, ao serem aplicados sequencialmente em todas as atividades do processo produtivo, representam o método para implementar a filosofia numa organização/empresa. Segundo os próprios autores, os princípios devem ser ordenados da seguinte forma: criar valor; definir a cadeia de valor; otimizar o fluxo; sistema *pull*; perfeição (Womack & Jones, 2003).

Por outro lado, para Pinto (2014), os cinco princípios identificados são insuficientes para atingir o objetivo principal da filosofia, a redução de todos os desperdícios. O autor apresenta críticas relativamente a dois aspetos fundamentais. Começa por apontar a singularidade do segundo princípio identificado: definir a cadeia de valor. Isto no sentido em que se foca apenas no cliente, quando devem existir diferentes cadeias de valor, para os diferentes *stakeholders*¹ da organização. Depois refere o facto de não existir um princípio que impeça as organizações de entrarem em ciclos infinitos de redução de desperdícios, ciclos esses que resultam da falta de inovação de processos, serviços e produtos. Consequentemente, para colmatar as lacunas, o autor propõe a criação de dois novos princípios: conhecer os *stakeholders* e inovar sempre.

Na Figura 3 apresenta-se o modelo conceptual dos novos setes princípios *Lean*, na perspetiva de Pinto (2014).



Figura 3 - Os sete princípios *Lean* (adaptada de Pinto, 2014)

Para além da inclusão de dois novos conceitos, o autor também redefine o segundo princípio. Deste modo, de acordo com Pinto (2014), os novos sete princípios *Lean* consistem em:

1. **Conhecer os *stakeholders*:** uma organização deve considerar todas as partes interessadas, sem concentrar a atenção unicamente no próximo cliente da cadeia de valor. Não deve negligenciar o cliente final, acionistas, colaboradores, entre outros. O ambiente e os recursos naturais também devem ser considerados partes interessadas;
2. **Definir os valores:** é importante considerar todas as atividades que podem gerar valor acrescentado para qualquer uma das partes interessadas. Deve-se prestar atenção às necessidades dos *stakeholders* e incluir a responsabilidade social como uma forma de criar valor para os mesmos;
3. **Definir as cadeias de valor:** é essencial definir todas as operações que acrescentam valor a um determinado produto, bem como identificar e eliminar aquelas que representam desperdício;
4. **Otimizar fluxos:** deve-se procurar a melhoria e continuidade de todos os fluxos de um processo produtivo: pessoas, materiais, informação e capital;
5. **Implementar o sistema *pull*:** deve-se produzir apenas o necessário, em função dos pedidos efetuados pelo cliente ou outros *stakeholders*. Pedidos esses que geram necessidades de produção nos processos anteriores, com quantidades e datas de entrega perfeitamente definidas, para evitar o desperdício e produzir *just-in-time*;
6. **Perfeição:** nesta filosofia a perfeição é considerada como uma meta inalcançável. Isto porque as expectativas, interesses e necessidades dos *stakeholders* estão em constante evolução. Ou seja, ouvindo a voz dos mesmos, deve-se procurar melhorar continuamente;
7. **Inovar sempre:** depois da fase de redução do desperdício é essencial passar à fase de criação de valor, através de novos produtos, novos serviços, novos modelos de negócio, novos processos, entre outros.

Até aos dias de hoje estes conceitos têm vindo a ser aplicados em diferentes setores da indústria, sempre com o mesmo objetivo: reduzir os desperdícios. No entanto, observa-se uma predominância da sua aplicação no setor produtivo. Isto quando podem ser utilizados em todas as atividades de uma organização, desde o desenvolvimento de produtos até às atividades realizadas em contexto corporativo. Neste sentido, alguns autores afirmam a necessidade das empresas definirem estruturas polivalentes de abordagem aos princípios *Lean à priori* da sua implementação, para que não se apliquem de forma particular às atividades de produção (Jastia & Kodali, 2015).

2.1.3 DESPERDÍCIOS

Todas as atividades, ações, materiais e processos que não acrescentam valor aos produtos são considerados desperdício. A palavra *muda* tem origem japonesa e, segundo a filosofia *Lean*, representa todo o desperdício existente nas organizações (Jeffrey K. Liker, 2003).

Para Pinto (2014), existem duas formas de classificação: o puro desperdício e o desperdício necessário. O primeiro está relacionado com as atividades totalmente desnecessárias, por exemplo: reuniões inúteis, transportes, paragens, anomalias, entre outros. O autor afirma que as organizações são obrigadas a eliminar este tipo de *muda*, que chega a corresponder a 65% da globalidade do desperdício numa empresa. O segundo representa as atividades que não acrescentam valor, mas que de qualquer modo têm de ser realizadas, por exemplo: inspeções da matéria-prima, *setups*, entre outras. Neste caso, não sendo possível eliminá-las, deve-se procurar a sua redução através da adoção de alternativas viáveis, como a subcontratação (por exemplo).

Deste modo, considera-se sempre a identificação dos desperdícios, previamente à sua quantificação. Para isso, existem diferentes técnicas e ferramentas a utilizar, sendo que a principal foi criada por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, a par do progresso do TPS, quando definiram as sete categorias de *muda* (Pillet et al., 2007).

Na Tabela 1 são apresentadas as sete categorias de *muda* segundo a visão de alguns autores.

Tabela 1 – Os sete tipos de desperdício








<i>Muda</i>	Descrição
<p><i>Excesso de produção</i></p> 	<p>Significa produzir quando não é necessário e em quantidades exageradas. Deriva de grandes lotes de produção, necessidade de rentabilizar esforços e adiantamento da produção (<i>just-in-case</i>²). Resulta na ocupação de recursos, consumos exagerados de energia e materiais, aumento dos <i>stocks</i> e ausência de flexibilidade no planeamento. Combate-se com programação e uniformização do trabalho, fluxos contínuos, sistema <i>pull</i> e nivelamento da produção (J. P. Pinto, 2014).</p>
<p><i>Esperas</i></p> 	<p>Exprime o tempo que se desperdiça à espera de algo (pessoas ou equipamentos). As causas comuns são: obstrução do fluxo contínuo, <i>layout</i> defeituoso, incumprimento de <i>lead times</i>³ e dessincronização entre capacidade e procura. Reduzem-se com nivelamento de operações, <i>layouts</i> específicos, <i>setups</i> reduzidos e melhoria da compatibilidade entre postos de trabalho (Sayer & Williams, 2011).</p>

Tabela 2 - Os sete tipos de desperdícios (continuação)

Muda	Descrição
<p data-bbox="240 421 448 499"><i>Transporte e movimentações</i></p> 	<p data-bbox="478 349 1356 685">Refere todas as movimentações ou transferências de materiais, produtos, partes ou peças de um local para outro, sem valor acrescentado. Resulta no aumento dos <i>stocks</i> e do tempo de produção e, frequentemente, em danos nos produtos. Devem-se eliminar apenas os transportes desnecessários e reduzir as distâncias percorridas. Para isso corrigem-se <i>layouts</i>, refaz-se o planeamento de operações, utilizam-se células de fabrico, entre outras medidas (J. P. Pinto, 2014).</p>
<p data-bbox="284 779 411 813"><i>Processos</i></p> 	<p data-bbox="478 723 1356 981">Expressa os processos e operações desnecessárias. Pode ter como origem a indefinição da especificação dos mesmos e falta de treino dos colaboradores. Resulta em perdas que devem ser evitadas através de automatização, formação do pessoal ou adoção de processos mais eficientes para substituir os anteriores (Pillet et al., 2007).</p>
<p data-bbox="304 1099 387 1133"><i>Stocks</i></p> 	<p data-bbox="478 1025 1356 1317">Sinónimo de desperdício. Tem como principais causas os <i>layouts</i> defeituosos, elevados tempos de <i>setup</i>, existência de <i>bottlenecks</i>⁴, antecipação da produção, defeitos de qualidade e falta de uniformização dos processos. Podem ser combatidos com fortalecimento do planeamento e controlo de operações, nivelamento da produção, sistema <i>pull</i> e melhoria da qualidade dos produtos (J. P. Pinto, 2014).</p>
<p data-bbox="293 1429 400 1462"><i>Defeitos</i></p> 	<p data-bbox="478 1361 1356 1653">A produção não defeituosa é crucial, pois um produto sem valor causa desperdício de recursos e de matérias primas, aumentando os custos e reduzindo a produtividade. Os defeitos surgem da ausência de padrões nas operações, falhas humanas e transporte de materiais. Evitam-se com qualidade na fonte, incentivo à continuidade do fluxo, automatização e redução das movimentações (J. P. Pinto, 2014).</p>
<p data-bbox="256 1720 437 1798"><i>Trabalho desnecessário</i></p> 	<p data-bbox="478 1686 1356 1944">Significa trabalho sem valor acrescentado, demasiado lento, ou demasiado rápido. Tem como principais causas o isolamento de operações, falta de motivação e formação das pessoas, <i>layouts</i> defeituosos, competências e capacidades reduzidas. Combate-se com a continuidade dos fluxos produtivos, uniformização das tarefas e formação dos operadores (Pillet et al., 2007).</p>

2.2 FERRAMENTAS *LEAN*

Com o crescente dinamismo e imprevisibilidade do ambiente industrial as organizações são forçadas a encontrar métodos de resposta rápidos e eficientes. As exigências do mercado atual obrigam a constantes melhorias no desempenho das empresas, que se concentram na redução dos custos, no aumento dos níveis de produtividade e no cumprimento dos prazos definidos pelos clientes. Ou seja, neste ambiente altamente competitivo, as organizações procuram reduzir os períodos de inatividade e garantir um fluxo contínuo de produção. Paralelamente, pretendem monitorizar todos os processos e ainda separar as atividades que geram valor das que representam desperdício. Neste sentido, para responder a todas as necessidades organizacionais, especialmente ao nível de melhorias de qualidade e eficiência, existe um conjunto de ferramentas *Lean*, que são introduzidas nos subcapítulos seguintes (F. J. G. Silva & Ferreira, 2019).

2.2.1 SMED

A metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) é muitas vezes aplicada para melhorar os processos produtivos e a sua flexibilidade (Sousa et al., 2018).

De acordo com McIntosh et al. (2007), a produção em massa tem consideráveis implicações na forma como os processos são configurados, incluindo problemas de *marketing* e de gestão da cadeia de abastecimento. Por conseguinte, os processos sem valor acrescentado para o produto criam uma pressão constante sobre os custos. Segundo o autor, se simultaneamente assumirmos que não existem muitas linhas produtivas dedicadas a um único produto, os problemas na mudança de formato de produção são inevitáveis, nomeadamente nas operações de *setup*.

Por outro lado, Shingo (1985) identificou que no dimensionamento de lotes é essencial ter em conta os custos de posse. Ou seja, produzir em lotes pequenos evita diferentes tipos de custos desnecessários, nomeadamente os custos de aquisição de espaço para armazenamento de *stocks*. Deste modo, surgiu a necessidade de melhorar os processos de *setup*, tendo-se verificado que diminuir a sua duração tem um impacto significativo nos custos de inatividade (McIntosh et al., 2007).

Assim surgiu o SMED, entre o final da década de 50 e início da década de 60, através da combinação de técnicas e medidas que permitissem a redução dos tempos de *setup*. Foi uma ferramenta desenvolvida por Shigeo Shingo, no Japão, para apoiar os sistema de produção *Lean*, cujo principal objetivo é a redução do desperdício (Dillon & Shingo, 1985).

Segundo Shingo (1985), o SMED refere-se “à teoria e às técnicas para desempenhar operações de *setup* em menos de 10 minutos”, i.e. reduzir os tempos de *setup* para números de minutos expressos num único dígito. Tal feito só é possível através da redução do tempo despendido na preparação das máquinas, troca de ferramentas, calibração dos equipamentos e de todas as restantes atividades sem valor acrescentado.

Desde a sua criação, esta metodologia tem vindo a ser implementada com inúmeros relatos de sucesso (A. Silva et al., 2020). Deste modo, apresentam-se de seguida três das principais vantagens da sua implementação, na perspetiva de diferentes autores:

- ✓ Para Ahmad & Soberi (2018), destaca-se a redução do tempo de inatividade e consequente aumento da produtividade, através da simplificação e normalização das tarefas de *setup*, com a utilização de técnicas simples e de fácil aplicação;
- ✓ Segundo Das et al. (2014), promove a redução do desperdício nas linhas de produção através do aumento da eficiência dos equipamentos, redução dos inventários, melhoria do aproveitamento do espaço e da qualidade da manutenção;
- ✓ De acordo com Silva et al. (2020), simplifica as tarefas executadas, o que resulta numa menor necessidade de trabalhadores com competências elevadas e de ferramentas complexas, bem como num aumento da segurança e organização dos espaços de trabalho.

Porém, também existem alguns relatos de falhas na implementação da metodologia, sendo que a informação sobre as causas inerentes aos insucessos é consensualmente reduzida (A. Silva et al., 2020). Neste sentido, são destacados três aspetos que possivelmente dificultam a implementação da ferramenta, na visão de diferentes autores:

- ✓ Os requisitos essenciais para aplicar corretamente o SMED são: ter um conhecimento sólido das características técnicas intrínsecas aos equipamentos e ferramentas; saber como o trabalho está organizado; conhecer todas as funções, responsabilidades e o método de trabalho na totalidade (Ferradás & Salonitis, 2013);
- ✓ A informação existente sobre a metodologia é escassa, na medida em que o procedimento não refere a ações específicas de implementação, o que pode resultar no desperdício de oportunidades de melhoria (Sabadka et al., 2017).
- ✓ A metodologia tem como principal objetivo reduzir os tempos de *setup* dos equipamentos. No entanto, a maioria dos processos também envolve recursos humanos. Ou seja, a falta de consideração do fator humano, muitas vezes resulta em falta de motivação e consequente fracasso (A. Silva et al., 2020).

Um aspeto fundamental do SMED está relacionado com a classificação das operações de *setup*. Entendem-se por operações internas todas as atividades que implicam a paragem do equipamento. Por outro lado, as operações externas não interferem diretamente com o equipamento, podendo ser executadas sem interromper a produção (Sousa et al., 2018).

Segundo Ferradás & Salonitis (2013), é importante dividir o tempo total de *setup* em três períodos distintos: *setup*; *run-up* e *run-down*. O autor afirma que o período de *run-up* representa o arranque até à estabilização da produção. Por outro lado, o *run-down* trata-se do abrandamento.

De acordo com Dillon & Shingo (1985), para se obter uma redução considerável dos tempos de *setup* deve-se seguir um procedimento rigoroso composto por quatro fases:

- ✓ *Fase 1* – Estudar o processo e obter os tempos de todas as operações realizadas no *setup*, aplicando os seguintes métodos: cronometragem; estudo do processo; entrevistas aos operadores; análise da filmagem da operação.
- ✓ *Fase 2* – Distinguir entre atividades internas e externas. Deve-se procurar definir o máximo de atividades externas, possibilitando uma redução do tempo de *setup* interno para um valor entre 30% e 50% do tempo total.
- ✓ *Fase 3* – Converter as atividades internas em externas. Para tal, deve-se reavaliar a distinção efetuada na fase anterior e tentar adotar novas perspectivas sobre a função das atividades.
- ✓ *Fase 4* – Analisar todos os aspetos das atividades de *setup*. Apesar da semelhança com a fase anterior, o autor reforça a necessidade de uma nova análise profunda, para garantir os melhores resultados possíveis.

Na Figura 4 estão representadas as diferentes fases do processo, atividades internas (a verde), externas (a laranja) e períodos de trabalho (a cinzento). É importante destacar que à medida que se avança na implementação do método, o tempo de inatividade do equipamento vai reduzindo (J. Singh et al., 2018).

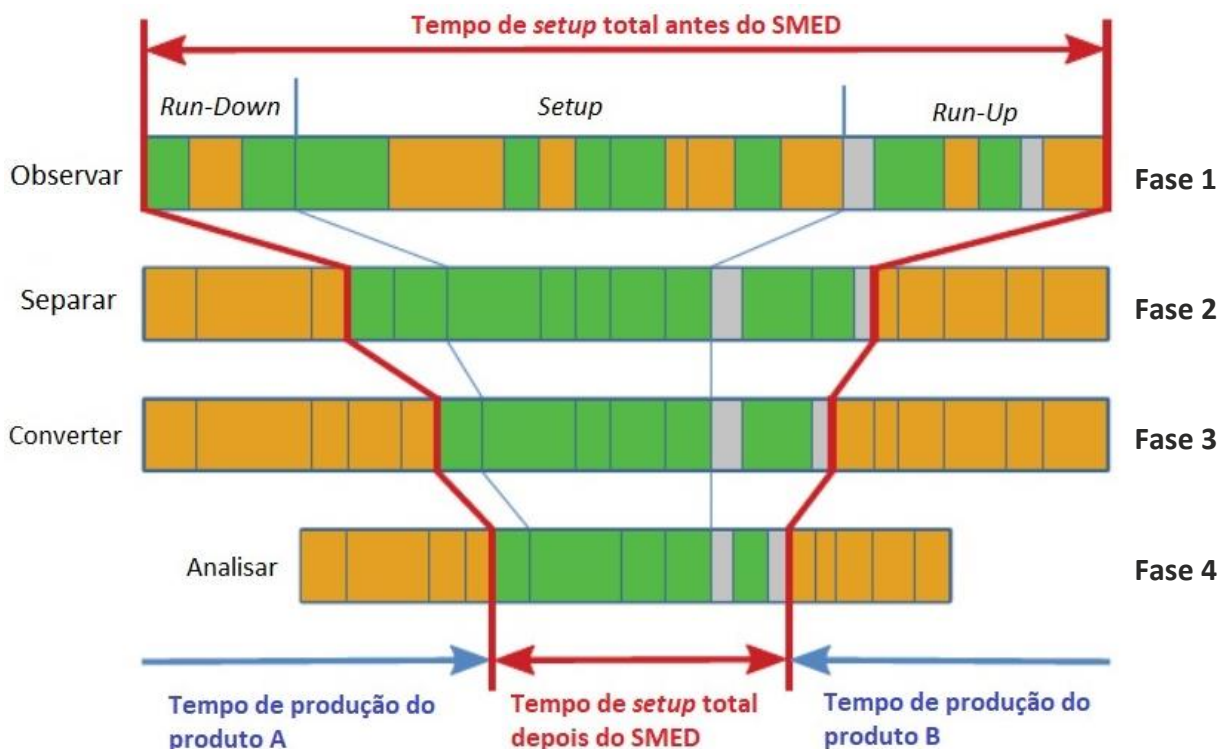


Figura 4 – Evolução do tempo de *setup* ao longo da implementação do SMED (adaptado de Lopes et al., 2015)

Para além das fases anteriores, na obra “*A Revolution in Manufacturing: the SMED System*” o autor descreve de forma exaustiva um conjunto de procedimentos, que se pode resumir em (Dillon & Shingo, 1985):

1. Estudar o procedimento atual;
2. Classificar as diferentes operações entre internas e externas;
3. Converter as operações internas em externas;
4. Desenvolver métodos que permitam diminuir o tempo de atividades internas;
5. Desenvolver métodos que permitam reduzir o tempo de atividades externas;
6. Criar procedimentos normalizados com o intuito de diminuir o número de falhas na realização das atividades de *setup*;
7. Repetir o processo desde o início até se obter o menor tempo de *setup* possível.

Depois de aplicados estes procedimentos, deve-se registar todo o método operacional decorrente do resultado obtido. O objetivo desse registo é promover a normalização do trabalho, servindo de base para a formação e melhoria das equipas de trabalho (Sousa et al., 2018).

De acordo com McIntosh et al. (2007), para garantir os resultados desejados é essencial monitorizar continuamente todo o processo. É também fundamental quantificar e compreender o impacto dos resultados no equipamento. Sempre que se aplica a metodologia são implementadas novas soluções, que originam ganhos produtivos. Neste sentido, é possível identificar um conjunto de ferramentas auxiliares que melhoram a implementação do procedimento, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Fases da metodologia SMED

Fases	Ferramentas auxiliares
<i>Fase 1</i>	Utilização de <i>checklists</i> ; Definição das funções de cada operário; Melhoria do método de transporte das ferramentas;
<i>Fase 2</i>	Preparação prévia das atividades de <i>setup</i> ; Automatização das tarefas (<i>standard work</i>); Utilização de diferentes apertos;
<i>Fases 3 e 4</i>	Melhoria do armazenamento e transporte de ferramentas; Implementação de operações paralelas; Eliminação de ajustes; Mecanização;

No seguimento da ideia transmitida pela Tabela 3, na Tabela 4 é apresentada a análise de três casos de estudo onde se descrevem os efeitos práticos da aplicação da metodologia SMED, com a utilização de algumas ferramentas auxiliares.

Tabela 4 – Análise de casos de estudo com aplicação do SMED

(A. Silva et al., 2020)	<p>Realizou-se um estudo no departamento de corte de rolhas de uma empresa de cortiça, com o objetivo de reduzir o tempo de <i>setup</i> para 64 minutos, ou seja, uma redução de 15%. Para tal, foram implementadas as seguintes medidas: reorganização do posto de trabalho (PT); alteração dos trajetos percorridos pelos operadores nas atividades de <i>setup</i>; criação de folhas de dados históricos nos PT para acelerar a verificação dos requisitos de conformidade do produto; conversão de tarefas internas em externas; alteração de ferramentas. Apesar do tempo de <i>setup</i> obtido de 66 minutos (2 minutos acima do objetivo), destacou-se a eliminação de um PT, sendo que as atividades passaram a ser desempenhadas por apenas dois operadores.</p>
(Rita & Henriques, 2018)	<p>Num outro estudo conduzido nas três linhas de embalamento de uma fábrica de produtos farmacêuticos identificaram-se os seguintes problemas: falta de procedimentos normalizados; falta de formação dos operários nas atividades de <i>setup</i>; falta de manutenção e limpeza dos equipamentos. Para combater estes problemas criaram-se várias <i>One Point Lesson</i> (OPL) para normalizar o trabalho, reorganizou-se o PT e realizaram-se treinos com as equipas de limpeza e manutenção. Essas medidas permitiram uma redução de 40 minutos do tempo médio de <i>setup</i> das três linhas. Segundo os autores, a aplicação da metodologia SMED também teve um impacto importante na motivação dos trabalhadores. Destacou-se ainda a imprevisibilidade das paragens para <i>setup</i> como o principal obstáculo à normalização do trabalho.</p>
(Sousa et al., 2018)	<p>Foi realizado um projeto de melhoria de um equipamento na indústria da cortiça, através da utilização de diferentes ferramentas <i>Lean</i>. A metodologia SMED foi utilizada para reduzir o tempo de inatividade do equipamento, fruto das mudanças de formato, tendo-se obtido uma redução de 43% no tempo total de <i>setup</i> após a aplicação. O autor destaca a utilização do <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) para obter conhecimento sobre o processo, nomeadamente sobre as atividades que acrescentavam valor. Utilizou também um modelo A3 para monitorizar todo o desenvolvimento na aplicação do SMED. No final implementou a OEE, como indicador de eficiência do equipamento.</p>

2.2.2 STANDARD WORK

O *Standard Work* é uma ferramenta do contexto produtivo que tem como objetivo a normalização da sequência de tarefas a desempenhar num posto de trabalho. Deste modo, garante-se que todos os procedimentos são executados de igual forma, independentemente do trabalhador envolvido nas tarefas (Antoniolli et al., 2017).

Segundo Lu & Yang (2015), este método visa eliminar a variabilidade e inconsistência dos resultados através da instrução dos trabalhadores, de modo a que realizem as tarefas produtivas seguindo procedimentos perfeitamente definidos. Para tal, tem de ser definida toda a documentação necessária sobre as características que cada operador deve procurar obter na execução do trabalho. Essa documentação deverá ser o mais simples, clara e visual possível, por forma a evitar qualquer dúvida nos procedimentos. Ou seja, não há espaço para o improvisado.

É também importante salientar que a normalização do trabalho possibilita a definição do conteúdo de trabalho otimizado para cada operador, de modo a ser alcançado um fluxo balanceado e uma taxa de saída constante para o tempo de ciclo determinado (Lu & Yang, 2015).

Numa perspetiva análoga, Santos (2019) afirma que normalizar o trabalho assenta no fluxo de informação em diferentes formatos. Esses formatos englobam técnicas e ferramentas auxiliares que trazem inúmeros benefícios para as organizações, se forem corretamente aplicadas, dos quais se destacam:

- ✓ Redução da variabilidade;
- ✓ Redução de custos;
- ✓ Melhoria de qualidade;
- ✓ Envolvimento dos trabalhadores;
- ✓ Melhoria contínua.

Na visão de Lu & Yang (2015), a criação de um *standard* pode ser feita através de métodos por escrito, como é o exemplo das *checklists*. No entanto, o autor defende que o impacto é bastante superior se o método for visual.

“Num local de trabalho onde esteja implementada a Gestão Visual, o desvio ao que é considerado a situação *standard* é imediatamente perceptível e assim os funcionários podem facilmente corrigir.” (Lu & Yang, 2015).

2.2.3 GESTÃO VISUAL

Segundo Tezel et al. (2016), a Gestão Visual é uma estratégia para aumentar a disponibilidade de informação generalizada, que proporciona auxílio através dos sentidos e remove conscientemente os bloqueios do fluxo de informação num espaço de trabalho. Tem como objetivo a melhoria do desenvolvimento de operações através da introdução de controlos visuais nos postos de trabalho.

Controlos visuais nos postos produtivos podem ser projetados para suportar iniciativas de segurança nas organizações ou para anunciar orientações estratégicas dos processos aos trabalhadores. No entanto, um motivo ainda mais importante para implementar sistemas de Gestão Visual é o facto de potenciar o alcance de um fluxo de produção adequado, balanceando o consumo e movimento de inventário, bem como a utilização de recursos durante as operações (Ortiz & Park, 2018).

De acordo com Ortiz & Park (2018), os principais resultados da sua aplicação são:

- ✓ Diminuição das perdas de tempo em esperas;
- ✓ Decisões mais corretas e atempadas no espaço de trabalho;
- ✓ Melhoria da qualidade à primeira tentativa e redução do retrabalho;
- ✓ Redução dos níveis de inventário;
- ✓ Redução dos níveis de *work-in-progress* (WIP).

Na Tabela 5 são apresentadas as principais oito funções conceptuais da estratégia de Gestão Visual, com as respetivas definições, na visão de AlTabbaa & Ankrah (2016):

Tabela 5 - Definição das funções da gestão visual (AlTabbaa & Ankrah, 2016)

Função	Definição
Transparência	A possibilidade de um processo ou equipamento comunicar com o operador.
Disciplina	Normalizar a correta execução dos procedimentos.
Melhoria contínua	Um processo organizacional de inovação contínua, focada e sustentada.
Facilitação do trabalho	Método consciente para facilitar a execução do trabalho de rotina, a nível físico e mental, através de auxílios visuais.
Treino durante o trabalho	Forma alternativa de aprender com a experiência ou integrar o trabalho com a aprendizagem.
Sensação de posse compartilhada	Promoção de um sentimento de posse e ligação cognitiva entre o homem e a máquina.
Gestão factual	Utilização de dados factuais e controlo estatístico.
Simplificação	Método contínuo para monitorizar, processar, visualizar e partilhar informação sobre o sistema com as equipas e operadores.
Unificação	Criação de um espírito de empatia na organização através da partilha de informação eficiente.

Segundo Tezel et al. (2016), as funções conceptuais anteriores são resultado da aplicação de um conjunto de ferramentas visuais que se dividem em quatro tipos, com diferentes objetivos, nomeadamente: (1) transmitir informação; (2) sinalizar e prevenir falhas de qualidade; (3) limitar ações e controlar processos; e (4) garantir uma resposta do operador. De um total de 13 ferramentas, destacam-se as seguintes:

- ✓ *OPL* - Folhas individuais (com uma página) que expõem ideias, novos conhecimentos e pontos críticos sobre um assunto específico;
- ✓ *VSM* - Documentação visual do fluxo de informação e de materiais requeridos para produzir um produto ou um serviço;
- ✓ *Sinais, etiquetas, setas, etc.* - Sinalização sistemática para estruturação e arrumação do local de trabalho.

2.2.4 VSM

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta visual de elevada importância na filosofia *Lean*, que tem como principal objetivo identificar as atividades que acrescentam valor a um processo produtivo, bem como as que representam desperdício. Neste sentido, as atividades podem ser classificadas segundo três tipologias (Garza-Reyes et al., 2018):

- ✓ *Non-value-adding* (NVA) - Não possuem valor acrescentado para o consumidor e para a organização;
- ✓ *Necessary but non-value-adding* (NNVA) - Não possuem valor acrescentado para o consumir, mas são necessárias para a rotina da organização;
- ✓ *Value adding* (VA) - Atividades que acrescentam valor diretamente ao produto final.

Segundo Stadnicka & Ratnayake (2017), o primeiro passo depois de efetuada a classificação de todas as atividades consiste em eliminar as atividades de tipologia NVA. Se possível, também se devem eliminar as atividades NNVA, precisamente porque o cliente não lhes reconhece valor. No entanto, é usual a sua eliminação tornar-se numa ação bastante complexa devido à relevância que este tipo de tarefas tem para a organização, resultando muitas vezes em alterações significativas dos processos operacionais.

A grande vantagem desta ferramenta é a possibilidade que oferece de se caracterizar o fluxo completo, apresentando a relação existente entre o fluxo de informação e o fluxo material (Rother, 1999).

Na parte superior fica representado o fluxo de material, enquanto na parte inferior destaca-se o fluxo de informação. Para além da divisão horizontal, ao realizar o mapeamento é importante utilizar a simbologia *standard*, que permite a representação visual de todo o processo produtivo de forma inequívoca. A implementação pressupõe a criação dois mapas, um para o estado atual e outro para o estado futuro (Garza-Reyes et al., 2018).

2.3 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Como referido anteriormente, a crescente competitividade no setor empresarial obriga as organizações a procurar de forma contínua melhores resultados e processos. Ou seja, numa unidade produtiva com foco na redução de custos, tentam-se criar bases de trabalho que permitam atingir uma relação sinérgica entre todas as funções organizacionais, sobretudo entre a produção e a manutenção. Para tal, é essencial utilizar ao máximo a capacidade disponível de todos os equipamentos, especialmente daqueles que têm maior probabilidade de parar devido a imprevistos (Pillet et al., 2007).

O modelo TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), desenvolvido no Japão na década de 70, concentra-se na maximização da produtividade e redução de falhas dos equipamentos, através de concepções base: “zero perdas”, “zero defeitos” e “zero acidentes”. A combinação que originou este modelo abrange conceitos americanos de manutenção preventiva, bem como princípios japoneses de gestão de qualidade e total envolvimento dos operadores (Ben-Daya et al., 2014).

Segundo Nakajima (1988), o modelo assenta na premissa de que a manutenção produtiva deve incluir a participação de todos os membros da organização, desde a gestão de topo até à produção. O envolvimento de toda a estrutura organizacional no processo é essencial, em particular dos departamentos com maior influência no ciclo de vida dos equipamentos (Kigsirisin et al., 2016).

O termo “total” do TPM tem três significados associados (Nakajima, 1988):

- ✓ *Eficiência Total* – procura eficiência económica e rentabilidade;
- ✓ *Manutenção Total* – os equipamentos são pensados e desenhados com foco na fiabilidade e simplicidade de manutenção;
- ✓ *Participação Total* – todos os níveis e funções da organização estão envolvidos, desde os cargos de liderança até aos operadores de produção.

De acordo com Smith & Hawkins (2004), o TPM foca-se no trabalho executado no chão de fábrica e abrange o ciclo de vida completo dos equipamentos, construindo assim um sistema firme e capaz de eliminar todas as perdas.

2.3.1 OBJETIVOS DO TPM

Para aplicar este modelo é necessário alinhar os seus objetivos com os objetivos de cada organização, de modo a elaborar a melhor estratégia possível para cada caso. No entanto, em qualquer programa de TPM existem princípios básicos que passam por otimizar a produtividade e a qualidade, e ainda motivar e promover a satisfação dos operadores no local de trabalho (dos Reis et al., 2019).

Em seguida, são apresentados os objetivos gerais do modelo TPM, na visão de Ribeiro et al. (2019) e Smith & Hawkins (2004):

- ✓ Eliminar todas as perdas, defeitos e desperdícios;
- ✓ Aumentar a eficácia global dos equipamentos, através de melhorias no seu desempenho e disponibilidade, bem como na qualidade dos produtos;
- ✓ Conceder mais conhecimento aos operadores e técnicos de manutenção, através de treinos e formações, com elevado nível de autonomia;
- ✓ Envolver todos os funcionários e departamentos das organizações no processo;
- ✓ Apostar em estratégias de manutenção preventiva para o ciclo de vida completo dos equipamentos;
- ✓ Aperfeiçoar as tarefas de manutenção, através de pequenas equipas com mais autonomia.

2.3.2 PILARES DO TPM

De modo a serem atingidos resultados de classe mundial, todas as atividades e metodologias do TPM estão estruturadas em diferentes pilares, que são adaptados em função do autor ou dos requisitos da organização (Ben-Daya et al., 2014 e Smith & Hawkins, 2004). O modelo mais amplamente divulgado foi criado por Nakajima (1988), e inicialmente era composto por cinco pilares. Mais tarde foi adaptado pelo JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance* (Instituto Japonês de Manutenção), sendo que atualmente consiste em oito pilares, representados (a cinzento) na Figura 5.



Figura 5 - Pilares do TPM (adaptado de: Vorne, n.d.)

Para se executar na totalidade o programa TPM numa organização são necessários, em média, dois a três anos. Ao longo desse processo, se forem implementados de forma metódica e estruturada os oito pilares apresentados, destacam-se as seguintes vantagens (Chong et al., 2012):

- ✓ Treino de todos os membros da organização;
- ✓ Criação de moral e aumento do espírito de trabalho em equipa;
- ✓ Organização e aumento da sanidade dos postos de trabalho;
- ✓ Comparação e avaliação de resultados dos diferentes postos de trabalho;
- ✓ Medidas contínuas para promover consciência relativamente a matérias de saúde e segurança no trabalho.

Na Tabela 6 faz-se uma breve descrição de qual o papel desempenhado por cada um dos oito pilares definidos por Nakajima.

Tabela 6 - Os oito pilares do TPM

Pilar	Descrição
<i>Foco na Melhoria Contínua</i>	Foca-se essencialmente na identificação das áreas de melhoria do equipamento onde o custo/esforço de implementação é menor e o impacto é mais significativo. A principal função deste pilar é a eliminação sistemática de perdas e desperdícios através da análise do estado do equipamento. Depois da análise, devem ser definidas regras de funcionamento para promover um maior rendimento operacional dos equipamentos (Ben-Daya et al., 2014).

Pilar	Descrição
<i>Manutenção Autónoma</i>	Este pilar está baseado na premissa de que se os operadores forem responsáveis por pequenas tarefas de manutenção, isso vai permitir que os técnicos de manutenção mais qualificados se concentrem em atividades de maior valor acrescentado e reparações técnicas. O cuidado diário com os equipamentos deve ser responsabilidade dos operadores, de modo a evitar o deterioramento (R. Singh et al., 2013).
<i>Manutenção Planeada</i>	Visa a eliminação de todas as anomalias e paragens nos equipamentos, o que resulta na produção de componentes com qualidade para satisfazer os requisitos dos clientes. Mantém a total disponibilidade das máquinas, a um nível ótimo de custo, com redução dos stocks de peças e materiais de reserva. Tem como objetivo melhorar a eficiência dos equipamentos durante todo o ciclo de vida, através de atividades de manutenção proativas. É importante utilizar bases de dados com registo contínuo e rigoroso do comportamento dos equipamentos. As equipas devem estar motivadas para dar apoio às atividades de Manutenção Autónoma e evitar a deterioração dos equipamentos através de inspeções e monitorização contínua (J. Pinto, 2013).
<i>Treino e Formação</i>	É um pilar fundamental na medida em que tem relevância na implementação dos restantes pilares. Consiste na formação dos trabalhadores para que estes consigam desenvolver aptidões de manutenção e melhorar os níveis de rendimento no posto de trabalho. Destaca-se a importância de motivar e dar habilitações para compreensão dos processos, bem como experiência para lidar com diferentes situações. Estas competências são muitas vezes adquiridas com formação no local de trabalho (Chong et al., 2012).
<i>Gestão Inicial</i>	Consiste na identificação de falhas na fase de projeto dos equipamentos, para evitar que surjam anomalias durante o seu funcionamento. Pretende-se a execução de atividades de planeamento e tomadas de decisão com base na deteção antecipada de parâmetros que potenciem falhas nos equipamentos. Para tal, é importante utilizar a experiência adquirida com sistemas existentes (J. Pinto, 2013).
<i>Manutenção da Qualidade</i>	Corresponde ao grupo de atividades que visam garantir que o produto cumpre os requisitos definidos pelo cliente, no aspeto qualitativo. Tem por base uma análise contínua de não conformidades, com o objetivo de definir o grau de relação entre os parâmetros de qualidade e o equipamento ou componentes elas responsáveis. Visa conservar o bom estado dos equipamentos para obter produtos de qualidade (Chong et al., 2012).

Pilar	Descrição
<i>TPM nos Escritórios</i>	Expande o conceito de eliminação de todas as perdas para o trabalho administrativo. Este pilar tem como fundamento a análise de processos e procedimentos para melhorar a produtividade, aumentar a eficiência e padronizar as tarefas de suporte. O principal objetivo é a otimização do fluxo de informação. Pretende também dar uma visão integrada de todos os processos à equipa de suporte, de modo a ser possível avaliar, analisar e melhorar os mesmos de forma contínua (Ben-Daya et al., 2014).
<i>Higiene, Segurança e Ambiente</i>	Procura assegurar que em todas as tarefas realizadas existe segurança, de modo a alcançar os “zero acidentes” no local de trabalho. Para tal é necessário garantir todas as condições de trabalho com o objetivo de reduzir ou eliminar os riscos de acidente, cumprindo com os requisitos legais específicos de cada setor (J. Pinto, 2013).

2.3.3 5S COMO FUNDAMENTO DO TPM

A metodologia 5S foi introduzida no Japão, a par da criação do TPS, e mais tarde adotada por Nakajima como a base do modelo TPM, conforme representado na Figura 5. O nome 5S deriva da primeira letra de cinco palavras japonesas – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. Trata-se de uma ferramenta para organização do posto de trabalho de forma limpa, eficiente e segura, de modo a alcançar um ambiente de trabalho produtivo (Randhawa & Ahuja, 2017).

Entre outras ferramentas utilizadas para dar vantagem competitiva às organizações, esta metodologia tem um papel importante para facilitar a introdução e desenvolvimento de outras filosofias de melhoria. Para além disso, é um dos melhores métodos para gerar uma mudança na mentalidade dos trabalhadores, promovendo uma cultura de organização e limpeza nas empresas (Ablanedo-Rosas et al., 2010).

De acordo com Veres et al. (2018), a implementação contínua da metodologia 5S pode resultar em diversos benefícios, nomeadamente: local de trabalho limpo; aumento da eficiência e eficácia dos processos; aumento da disciplina e envolvimento dos trabalhadores; melhoria do sentido de responsabilidade; melhoria da fiabilidade do equipamento; aumento da segurança; redução de desperdícios; entre outras.

Na Tabela 7 são apresentadas as designações em português e em inglês de cada etapa de aplicação da metodologia, bem como uma breve descrição do seu significado, na visão de diferentes autores.

Tabela 7 - Designação e significado dos 5S

5S	Designação em inglês	Designação em português	Significado
<i>Seiri</i>	<i>Sort</i>	Organizar	Refere-se a manter apenas o necessário no posto de trabalho, eliminando todos os materiais, ferramentas e outros resíduos sem valor acrescentado (Randhawa & Ahuja, 2017).
<i>Seiton</i>	<i>Systematize</i>	Arrumar	Visa a colocação dos objetos necessários em locais de fácil acesso, de modo a reduzir as perdas de tempo e o esforço na busca pelos mesmos (Zhou, 2016).
<i>Seiso</i>	<i>Sweep</i>	Limpar	Tem como objetivo incentivar à limpeza regular, na medida em que um posto de trabalho limpo facilita a identificação de anomalias e inspeção dos equipamentos (Rewers & Trojanowska, 2016).
<i>Seiketsu</i>	<i>Standardize</i>	Padronizar	O intuito é normalizar os procedimentos de limpeza no posto de trabalho. Para isso, devem ser adotados mecanismos de gestão visual e regras que garantam a prática e monitorização contínuas dos 3S anteriores (Randhawa & Ahuja, 2017).
<i>Shitsuke</i>	<i>Sustain</i>	Sustentar	Foca-se na promoção da melhoria contínua em toda a organização, através da disciplina. Os colaboradores devem estar motivados para executar todas as tarefas de modo regular e eficiente (Pillet et al., 2007).

2.3.4 MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

A Manutenção Autónoma é um pilar essencial do TPM e, conforme referido anteriormente, consiste no compromisso dos operadores fabris, como principais responsáveis pela identificação e resolução de anomalias produtivas, através da execução regular de pequenas tarefas de manutenção preventiva. O objetivo é o desenvolvimento de competências técnicas nos trabalhadores, de modo que consigam conservar as condições iniciais dos equipamentos, eliminando as paragens produtivas que resultam na diminuição do desempenho dos processos produtivos. Este método passa pela delegação de poderes e aumento da autonomia de cada operador, que é

responsável pelo seu posto de trabalho e pela redução do tempo de inatividade não planeado das máquinas (J. Pinto, 2013).

Na visão de Ben-Daya et al. (2014), as principais responsabilidades dos operadores dos equipamentos são:

- ✓ Preservar as condições iniciais das máquinas (limpeza, lubrificação, eliminação de folgas);
- ✓ Através de tarefas de inspeção, detetar indícios de deterioração e identificar atempadamente as anomalias durante os processos;
- ✓ Preservar as condições das operações (operar de acordo com as normas estipuladas e executar inspeções visuais regularmente).

Na Tabela 8 são apresentadas as sete etapas de aplicação da metodologia de Manutenção Autónoma (Cabral, 2006).

Tabela 8 -Etapas da aplicação da Manutenção Autónoma (adaptado de Cabral, 2006)

Etapa	Denominação	Conteúdo da Atividade
1ª	<i>Limpeza inicial</i>	Detetar anomalias que precisam de ser reparadas e eliminar toda a sujidade existente no equipamento.
2ª	<i>Medidas de combate às fontes de contaminação ou locais de difícil acesso</i>	Eliminar as fontes de sujidade no equipamento, elaborar planos de precaução para derrames em locais de difícil acesso para limpeza e reduzir o tempo despendido nesses procedimentos.
3ª	<i>Planeamento e criação de regras de limpeza e lubrificação</i>	Elaborar regras de limpeza e lubrificação, de modo a reduzir o tempo despendido nessas atividades.
4ª	<i>Inspeção geral</i>	Aplicar práticas de inspeção geral, com o intuito de detetar e corrigir as falhas nos equipamentos.
5ª	<i>Inspeção autónoma</i>	Conceber e utilizar folhas de inspeção autónoma.
6ª	<i>Organização e standards</i>	Executar e padronizar os itens com necessidade de serem controlados e sistematizar totalmente a sua manutenção.
7ª	<i>Consolidação</i>	Desenvolver as metas e diretrizes necessárias para executar com regularidade as atividades de melhoria.

2.3.5 BENEFÍCIOS DO TPM

Os principais benefícios do modelo TPM abrangem seis dimensões com intervalos de resultados concretamente definidos, nomeadamente (Ben-Daya et al., 2014):

- ✓ Produtividade – ganhos de produtividade entre 100% e 200% e redução das paragens por avarias até 97%;
- ✓ Qualidade – diminuição dos defeitos até 99% e das reclamações de clientes em 50%;
- ✓ Custo – diminuição até 50% dos custos diretos de produção e até 30% dos custos de manutenção e de energia;
- ✓ Distribuição – diminuição de 50% nos níveis de inventário e aumento de 100% da rotatividade dos stocks;
- ✓ Segurança – Diminuição dos riscos e eliminação total dos incidentes ambientais e de segurança;
- ✓ Moral – aumento do número de sugestões e propostas de melhoria em 200% e aumento geral dos índices de participação nas reuniões de equipa.

2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Todas as alterações e melhorias aplicadas aos processos de um negócio, onde o fluxo de informação é um recurso valioso, impõem medidas de controlo e monitorização do desempenho das organizações diferentes dos métodos tradicionais de avaliação dos indicadores financeiros. Uma abordagem comum consiste na avaliação do desempenho por via da utilização de KPI - *Key Performance Indicators* (Indicadores Chave de Desempenho). Os KPI são indicadores de cariz financeiro e não financeiro que as organizações usam para avaliar o grau de sucesso alcançado na concretização de objetivos de longa duração. Aplicam-se a equipamentos individuais, subprocessos ou processos completos (Velimirović et al., 2011).

De acordo com Stamatović & Zakić (2010), para além de funcionarem como medida de controlo, os KPI têm duas funções importantes, nomeadamente:

- ✓ Desenvolver e orientar – na medida em que são a base para formular e implementar novas estratégias organizacionais;
- ✓ Motivar – pois influenciam a gestão de topo a cumprir objetivos e motivam os *stakeholders* a concretizar esses objetivos em níveis elevados.

2.4.1 OEE

Segundo Sousa et al., (2018), o OEE - *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Global do Equipamento) é uma ferramenta de análise utilizada para avaliar o impacto das medidas de melhoria aplicadas aos processos e equipamentos. Foi introduzida por Nakajima no contexto do TQM - *Total Quality Management* (Gestão Total de Qualidade), como o principal indicador de desempenho das máquinas e equipamentos.

De acordo com Hedman et al., (2016), é a métrica mais importante para avaliar o sucesso da implementação do TPM nas organizações. No entanto, não se aplica apenas na manutenção. Um dos principais motivos da expansão desta medida para outras áreas, deve-se à simplicidade da sua utilização para medir a eficiência real das melhorias nos equipamentos.

Existem três fatores que influenciam o cálculo deste indicador: a disponibilidade do equipamento, o desempenho e a qualidade na produção. Ou seja, de acordo com Ron & Rooda (2006), o cálculo de cada um dos parâmetros é efetuado através das expressões representadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Cálculo do OEE (adaptado de Sousa et al., 2018)

Parâmetros	Expressão de cálculo
Disponibilidade (D)	$= \frac{\text{tempo total disponível (h)} - \text{tempo de paragens (h)}}{\text{tempo total disponível (h)}}$
Desempenho (P)	$= \frac{\text{tempo de ciclo (h)} \times \text{número de peças produzidas (unidades)}}{\text{tempo de produção (h)}}$
Qualidade (Q)	$= \frac{\text{número de peças conformes (unidades)}}{\text{número de peças produzidas (unidades)}}$
OEE	$= \text{Disponibilidade (D)} \times \text{Desempenho (P)} \times \text{Qualidade (Q)}$

Conforme ilustrado na Figura 6, os três parâmetros dependem de diferentes tipos de perdas na produção, nomeadamente: perdas por paragem; perdas de velocidade; perdas por defeitos (Hedman et al., 2016).



Figura 6 - Métricas do OEE (adaptado de Wudhikarn, 2012)

De acordo com Hedman et al. (2016), essas perdas foram retratadas por Nakajima como as “seis grandes perdas” de um sistema produtivo. Na Tabela 10 é apresentada a descrição de cada uma delas.

Tabela 10 - As seis grandes perdas (adaptado de Hedman et al., 2016)

Perdas	Causas	Descrição
Perdas por paragem	1 Perdas de tempo	Produtividade reduzida
	Perdas de quantidade	Causadas por produtos defeituosos
Perdas de velocidade	2 <i>Setup</i> e ajustes	Operações de <i>setup</i>
	3 Esperas ou micro paragens	Falhas de funcionamento temporárias ou desperdício
Perdas por defeito	4 Velocidade reduzida	Diferença entre a velocidade programada e a velocidade nominal
	5 Defeitos de qualidade e retrabalho	Falhas de funcionamento do equipamento
	6 Arranques e mudança de produtos	Antes da estabilização da cadência de produção

Segundo N. Ahmad et al. (2018), existem valores *standard* estabelecidos como os níveis de classe mundial do OEE. Nesse sentido, a OEE deve atingir um valor percentual mínimo de 85%, com valores de disponibilidade, desempenho e qualidade mínimos de 90%, 95% e 99%, respetivamente.

2.4.2 TAKT TIME

O *Takt Time* é um parâmetro de *design* de linhas produtivas associado ao ritmo de produção, implementado para garantir que a procura é satisfeita, e não superada. A palavra alemã “*Takt*” significa “ritmo” ou “cadência”, ou seja, a regularidade com que algo é realizado (Frandsen et al., 2013).

Segundo Sundar et al. (2014), as organizações devem demonstrar capacidade de flexibilizar e ajustar a produção aos pedidos dos clientes, em função da procura existente. Assim, quando a necessidade dos clientes diminui, o objetivo passa por aumentar o *Takt Time*, ou seja, não produzir em excesso. O contrário acontece quando a procura dos clientes aumenta. Deste modo, o *Takt Time* pode ser calculado pela razão entre o tempo disponível de produção e a procura do mercado, ou seja:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ disponível\ de\ produção}{Output\ necessário}$$

Em suma, o *Takt Time* mede a cadência de produção consoante a procura, balanceando o consumo de matéria prima, o que resulta num sistema de produção sem desperdícios (Sundar et al., 2014).

2.4.3 TEMPO DE CICLO

Segundo Sundar et al. (2014), o tempo de ciclo é o tempo total entre a produção de dois produtos sucessivos. Pode ser também definido como o tempo equivalente à atividade de maior duração, porque dita a cadência produtiva de uma linha. Assim, o tempo de ciclo pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo disponível de produção}}{\text{Output efetivo}}$$

2.4.4 MTBF E MTTR

O *Mean Time Before Failure* (MTBF) representa o tempo médio entre as falhas de um determinado processo. Por outro lado, o *Mean Time To Repair* (MTTR) é um indicador que representa o tempo médio de reparação, ou seja, o tempo médio para o processo voltar ao seu normal funcionamento após uma falha (Pillet et al., 2007).

Os dois indicadores são calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tempo total de atividade}}{\text{Nº de falhas}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo total de inatividade}}{\text{Nº de falhas}}$$

Para consolidar os conceitos abordados neste subcapítulo, na Tabela 11 é apresentado um resumo dos cinco indicadores de desempenho identificados.

Tabela 11 - Resumo dos indicadores de desempenho

Indicador	Definição	Expressão de cálculo
<i>OEE</i>	Eficiência global do equipamento	= Disponibilidade (D) × Desempenho (P) × Qualidade (Q)
<i>Takt Time</i>	Cadência de produção	= $\frac{\text{Tempo disponível de produção}}{\text{Output necessário}}$
<i>Tempo de ciclo</i>	Tempo de produção entre dois produtos sucessivos	= $\frac{\text{Tempo disponível de produção}}{\text{Output efetivo}}$
<i>MTBF</i>	Tempo médio entre falhas	= $\frac{\text{Tempo total de atividade}}{\text{Nº de falhas}}$
<i>MTTR</i>	Tempo médio de reparação	= $\frac{\text{Tempo total de inatividade}}{\text{Nº de falhas}}$

SITUAÇÃO ATUAL

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.2 *INTEGRATED WORK SYSTEM* (IWS)

3.3 PROCESSO PRODUTIVO NA FATER PORTUGAL

3.4 DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

3.6 MONITORIZAÇÃO DA *PERFORMANCE* PRODUTIVA NA FATER
PORTUGAL

3 SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é efetuada uma descrição de todos os aspetos que refletem o estado inicial do sistema no qual foi desenvolvido o projeto, previamente à aplicação das medidas de melhoria.

Desde uma apresentação da empresa de acolhimento, onde se aborda a visão e cultura da organização, passando por uma descrição do sistema de gestão implementado na unidade fabril, bem como do seu modelo organizacional, apresenta-se o sistema produtivo, realizando-se de seguida uma abordagem mais aprofundada a um dos departamentos da fábrica, o DPE. No fim apresentam-se os principais indicadores de desempenho da organização, utilizados na monitorização da *performance* produtiva da unidade fabril.

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O Grupo Fater S.p.A foi fundado em 1958 pela Família Angelini, em Pescara, Itália, e funciona como uma *joint venture* entre a Procter & Gamble (P&G) e o Grupo Angelini, desde 1992. Ao longo de mais de 50 anos, a empresa dedicou-se à produção de vários produtos de higiene pessoal (fraldas, lenços de papel, tampões, pensos higiênicos, entre outros), tendo adquirido o negócio da P&G de produção de lixívia e produtos de limpeza para casa em janeiro de 2013. Atualmente é uma organização que produz para 39 países e conta com cerca de 1600 colaboradores distribuídos por cinco instalações no continente europeu, sendo que as fábricas de produção de lixívia localizam-se em Campochiaro (Itália) e no Porto, a Fater Portugal (Fater, 2020).

A fábrica do Porto, representada na Figura 7, aproveitou o *know-how* e formação de outra unidade de produção de lixívia, em Bariano, Itália, e depressa foi implementando novos sistemas de produção aliados à melhoria das tecnologias que possuía. Através da experiência técnica e profissional, conseguiu tornar-se uma referência para a P&G neste segmento. Mais tarde, diversas equipas da P&G de outros países (México, África do Sul, Marrocos, Espanha, Brasil, Grécia e Turquia) que pretendiam melhorar ou iniciar a produção de lixívia vieram a ter formação na unidade do Porto.



Figura 7 – Fater Portugal

3.1.1 VISÃO DA FATER PORTUGAL

“Visamos a gratidão dos clientes e consumidores, pensamos que feito é melhor do que perfeito, estamos prontos para abraçar todos os desafios” (Fater, 2020).

3.1.2 MISSÃO DA FATER PORTUGAL

A *NeoBlanc* é líder no mercado português. Nesse sentido, a Fater Portugal assume como missão “satisfazer sempre os consumidores e clientes fornecendo produtos de qualidade excepcional, dentro das especificações, livre de contaminações, em conformidade com os requisitos e legislação aplicável” (Fater, 2020).

3.1.3 VALORES DA FATER PORTUGAL

- ✓ Importância do cliente externo e interno;
- ✓ Competitividade em relação ao mercado externo;
- ✓ Inovação;
- ✓ Espírito de equipa e sentimento de pertinência;
- ✓ Liderança;
- ✓ Integridade.

3.2 INTEGRATED WORK SYSTEM (IWS)

Na década de 60 o Grupo P&G começou a implementar estratégias de gestão em todas as suas unidades produtivas, com o objetivo de potenciar o desempenho dos seus colaboradores e assim alcançar melhores resultados. Deste modo, até meados da década de 90 existiam três filosofias distintas, aplicadas individualmente e numa perspetiva local em diversas fábricas da organização. Eram elas: o *High Performance Work System* (HPWS); *Process Reliability* (PR) e o TPM, apresentado anteriormente. Na época, cada um destes três princípios representava uma melhoria entre 10 e 15% das métricas críticas onde se focavam. Assim, no começo da década de 90, após a verificação de importantes melhorias da *performance* produtiva nas fábricas onde eram aplicadas as três ferramentas de forma independente, a P&G desenvolveu o conceito de *Integrated Work System* (IWS). A ideia passou inicialmente por uma fase experimental em 12 unidades fabris da companhia, e consistia fundamentalmente na integração das três estratégias já utilizadas num programa singular (Figura 8). Os resultados observados foram bastante satisfatórios e impulsionaram a organização a expandir globalmente o conceito IWS a todas as suas unidades produtivas (Oliveira, 2010).

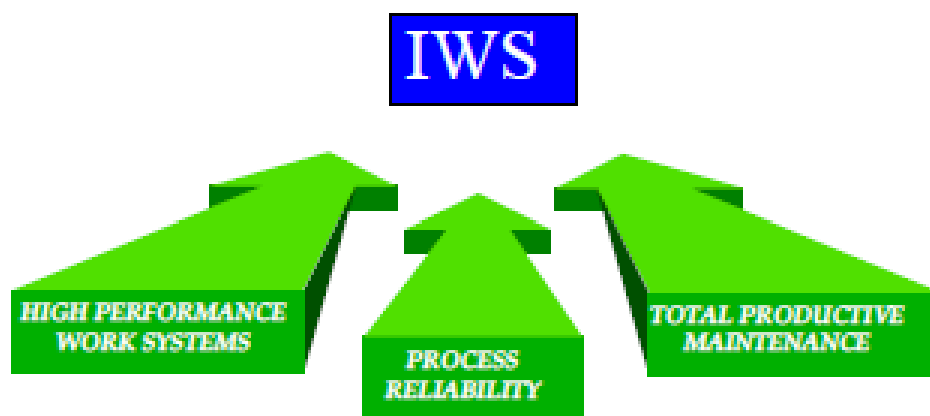


Figura 8 - Gênese do Programa IWS (Luz, 2008)

O IWS é uma estratégia de desenvolvimento da capacidade organizacional direcionada para alcançar e sustentar resultados, através de 100% de envolvimento dos colaboradores e implementação de uma mentalidade de zero perdas e defeitos. Para tal, assegura-se de que todos os membros da organização estão alinhados, empenhados e participam ativamente na percussão dos objetivos de negócio, ou *Compelling Business Needs* (CBN), através de uma aprendizagem contínua e utilização das capacidades que vão adquirindo. A mentalidade Zero Perdas promove a identificação de perdas no sistema, permitindo às organizações priorizar as mesmas e, conseqüentemente, eliminá-las de modo a obter um fluxo contínuo na criação de valor, com zero desperdício (Oliveira, 2010).

3.2.1 PROCESS RELIABILITY (PR)

O *Process Reliability* (PR) é uma ferramenta criada pela P&G que assenta no conhecimento profundo das exigências de manutenção, *setups*, recursos organizacionais, consumos de materiais, capacidades produtivas e eficiência dos equipamentos. Através da valorização da relação homem-máquina, esta filosofia permite às equipas atingir níveis de desempenho elevados aliados ao prolongamento do tempo de vida útil dos ativos do processo de trabalho. Essa simbiose torna também possível prever, analisar e planear as necessidades dos equipamentos, para garantir o correto funcionamento dos mesmos, reduzindo o número de falhas. Por conseguinte, resultando numa diminuição do número de paragens não planeadas, o PR é uma filosofia que promove o cumprimento das metas e objetivos delineados para o negócio.

3.2.2 HIGH PERFORMANCE WORK SYSTEM (HPWS)

O HPWS - *High Performance Work System* (Sistema de Trabalho de Alta Performance) trata-se de uma estratégia de gestão baseada na premissa de que o sucesso da organização depende do total envolvimento, capacidade, formação e autogestão dos seus colaboradores. Uma organização que adote este tipo de sistema procura ao máximo valorizar o seu capital humano para alcançar uma vantagem competitiva no mercado, através da diferenciação pelo potencial intelectual. Para tal, tem como características principais: segurança no emprego; processos de recrutamento rigorosos e seletivos; equipas autónomas e descentralização de tomadas de decisão como princípios fundamentais do *design* organizacional; sistemas de compensação fortemente associados à elevada *performance*; ênfase no desenvolvimento de competências dos colaboradores; redução dos fatores de estratificação e diferenciação entre os vários níveis hierárquicos (Pfeffer, 1998).

3.2.3 PILARES DO IWS

Na Figura 9 apresentam-se 10 dos 11 pilares que sustentam o IWS, que, por sua vez, albergam um conjunto de sistemas e ferramentas que possibilitam às organizações atingir os resultados de negócio projetados. Resultados esses que se obtêm através da implementação sequencial e metódica de uma série de passos devidamente definidos e com objetivos calculados. Esse trabalho é executado por equipas determinadas para cada pilar, oriundas de diferentes áreas da organização, fazendo com que todas as necessidades operacionais e departamentais sejam tidas em conta na implementação das ferramentas.



Figura 9 - Pilares IWS

No *Anexo 2* apresentam-se os 11 pilares que suportam o sistema IWS.

3.2.4 IWS NA FATER PORTUGAL

A par do programa IWS, existe um conjunto de ferramentas e metodologias aplicadas em todas as filiais do Grupo Fater S.p.A. Neste sentido, apresentam-se de seguida quatro pontos de conceitos implementados na Fater Portugal, que promovem o bom desempenho das equipas e servem de guia para alcançar os objetivos proclamados pela organização.

1. ***Compelling Business Needs (CBN)***

A *Compelling Business Needs (CBN)* é uma metodologia utilizada na Fater Portugal, que permite aliar os princípios orientadores da visão e cultura da empresa com objetivos quantificáveis do negócio – indicadores. As metas propostas na CBN são definidas a médio prazo e o objetivo é que as sinergias dos pilares do IWS permitam alcançar os resultados pretendidos.

2. ***Daily Management System (DMS)***

O Sistema de Gestão Diário é uma abordagem de gestão, que promove o envolvimento dos colaboradores na resolução de problemas. Diariamente, em cada área da unidade fabril, é realizada uma reunião onde são expostos os resultados da *performance* da empresa, resultados esses que são balizados de acordo com as metas de cada pilar IWS. Face aos resultados apresentados, as equipas identificam problemas, definem metodologias para a sua resolução e estabelecem metas de melhoria.

3. ***Cleaning, Inspection, Lubrication (CIL)***

O conceito CIL está relacionado com a manutenção autónoma e refere-se ao conjunto de tarefas de Limpeza, Inspeção e Lubrificação definido para cada área ou equipamento da fábrica. As tarefas de CIL são fundamentais para uma boa operacionalidade dos processos, e para que a equipa de operação compreenda os equipamentos, o seu modo de funcionamento, encontre anomalias e as previna, de modo a produzir com: zero defeitos, zero avarias, zero desperdícios, zero retrabalho, zero incidentes de segurança e zero paragens.

4. ***Centerline (CL)***

Ao conjunto de todos os parâmetros cuja variabilidade interfere no normal funcionamento dos equipamentos, chama-se internamente *Centerline (CL)*. As rotas de *Centerline* são rotinas diárias de inspeção desses parâmetros, que devem permanecer fixos ou dentro de intervalos pré-estabelecidos. Em cada turno, no início da laboração, os operadores executam a rota de CL dos diversos equipamentos da sua área de trabalho.

3.3 PROCESSO PRODUTIVO NA FATER PORTUGAL

Até 2012, a fábrica do Porto produzia em parceria com a fábrica de Mataró, em Espanha, quantidades suficientes para satisfazer a procura mensal de lixívia na Península Ibérica: aproximadamente 35 MSU⁵ em Portugal e 40 MSU⁵ em Espanha. Após o encerramento da fábrica espanhola nesse ano, a Fater Portugal ficou responsável por satisfazer as necessidades de lixívia da Península Ibérica. Segundo estimativas internas, à data de outubro de 2020 registou-se uma produção de 500 MSU⁵ anuais. Deste modo, denota-se a exigência do processo produtivo da unidade fabril, composto por quatro áreas principais, conforme representado na Figura 10.

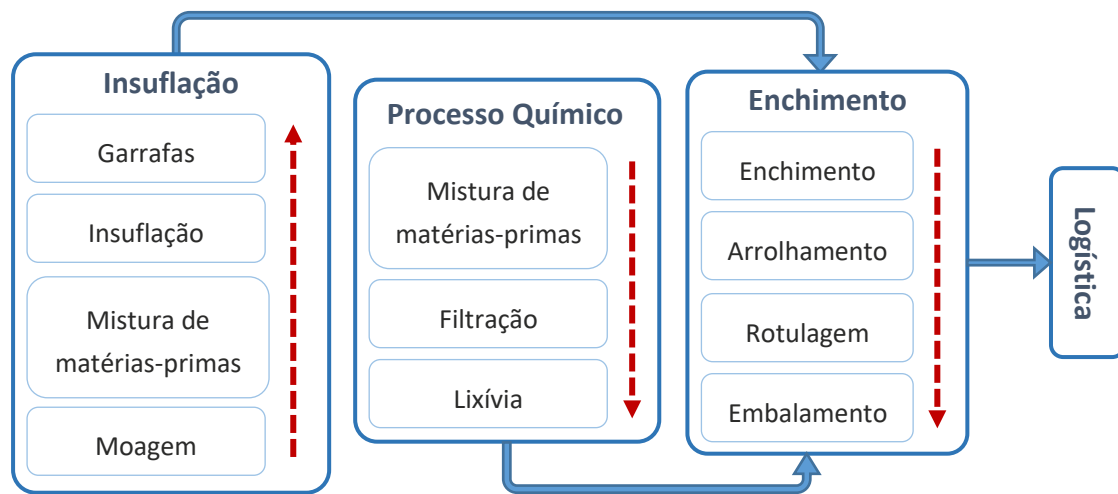


Figura 10 – Fluxo de atividades produtivas da Fater Portugal

Também conhecido por Departamento de Produção de Embalagens (DPE), é no setor de insuflação onde são produzidas as garrafas com diferentes capacidades para acondicionar a lixívia. As matérias-primas utilizadas neste processo são polietileno, pigmento branco (ou de cor) e reaproveitamento de garrafas. As doses foram otimizadas de modo a ser obtida uma mistura que proporcione garrafas robustas, opacas, estanques, com resistência à queda e com o tamanho correto. Desta forma, as garrafas devem armazenar lixívia durante um ano, sem quaisquer alterações na sua composição e propriedades. Neste setor existem oito insufladoras *Magic* (Figura 11), responsáveis pelo fabrico das garrafas.

Ainda no setor de insuflação, a moagem é realizada com o objetivo de reaproveitar as matérias-primas provenientes de garrafas rejeitadas e desperdícios de produção. A dimensão das partículas resultantes deste processo pode influenciar a mistura com o polietileno e com o corante, e a fusão destes no fuso da Tremonha⁶ das insufladoras. Por conseguinte, em caso de parâmetros de fabrico incorretos, surgem defeitos de qualidade.



Figura 11 - Insufladora *Magic*

⁵SU = *Standard Unit* (SU); 1 MSU = 1000 SU (valores adulterados por questão de confidencialidade);

⁶Tremonha - componente cilíndrico das insufladoras com um sem-fim interior. A mistura das matérias-primas é aquecida ao longo do sem fim (fuso) passando do estado sólido ao estado líquido.

Paralelamente à área de insuflação, no setor do processo químico são produzidas quatro variantes de lixívia – *Tradicional*, *Perfumada Campo*, *Perfumada Marselha* e *Densoperfumada Mintaka*. A variante *Tradicional* consiste numa mistura de água, hipoclorito de sódio e uma solução tampão. Para se obterem as restantes variantes são adicionados corantes, aromas e aditivos. De seguida, as misturas são encaminhadas para uma das etapas mais importantes do processo produtivo da *Neoblanc*, a filtração. Esta técnica foi desenvolvida para eliminar os contaminantes prejudiciais ao desempenho do produto, nomeadamente metais presentes nas diversas matérias primas.

No *Anexo 3* encontra-se a gama dos diferentes tipos de lixívia produzida na Fater Portugal, apresentando as composições químicas de cada produto.

Posteriormente, o processo de enchimento está dividido em três linhas produtivas para produção de garrafas com diferentes capacidades: a número 312, a 320 e a 340. Na sua constituição, cada linha possui um conjunto de equipamentos totalmente automatizados, responsáveis pela receção e enchimento das garrafas com lixívia, o aperto da rolha na garrafa, a rotulagem, a formação de caixas, o embalamento, a selagem das caixas e o transporte automatizado entre as operações, através de um conjunto de tapetes transportadores.

Na Figura 12 são apresentadas as plantas das três linhas de enchimento, com os respetivos equipamentos.

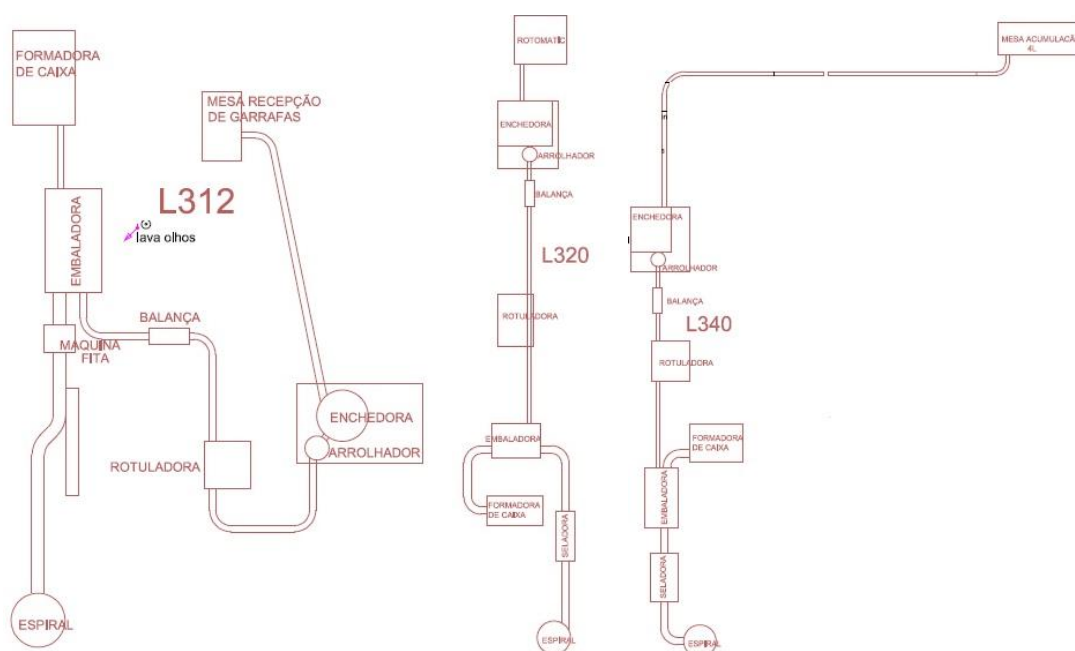


Figura 12 - Linhas de enchimento de garrafas (L312; L320 e L340)

Por fim, as caixas com produto acabado provenientes das linhas de enchimento chegam ao último setor do processo produtivo, a Logística. Neste departamento executa-se a alocação das caixas em paletes, a receção das matérias-primas e o processamento de encomendas, quer seja no armazenamento em *stock* ou na expedição do produto. O armazém tem capacidade para 600 paletes.

Existe ainda um setor onde estão localizados todos os equipamentos responsáveis por abastecer os sistemas pneumático e hidráulico da unidade fabril, denominado por Departamento de Utilidades. Neste departamento não é exigida a presença regular de trabalhadores, pois todos os equipamentos funcionam de forma automática e sem necessidade de monitorização constante.

Atualmente, o processo produtivo conta com 38 colaboradores distribuídos pelas diferentes áreas, onde são realizados dois turnos: o turno da manhã entre as 7:00h e as 15:00h; e o turno da tarde entre as 15:00h e as 23:00h. Existe ainda um departamento de serviços administrativos, que conta com 18 colaboradores, responsáveis por todas as atividades de suporte à produção, entre as quais o planeamento da produção, compras e controlo de custos.

3.4 DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

Conforme referido anteriormente, é no setor denominado por DPE que são produzidas as garrafas utilizadas para acondicionar a lixívia *Neoblanc*. Para tal, utilizam-se atualmente oito insufladoras *Magic*, sendo que: as insufladoras 112, 114 e 115 fornecem garrafas para a linha L312; as insufladoras 120, 121 e 125 fornecem garrafas para a linha L320; e as insufladoras 140 e 141 fornecem garrafas para a linha L340. Este departamento é constituído por três linhas de insuflação, conforme apresentado na Figura 13. Não é apresentado na figura, no entanto, no final de cada linha existe um moinho, responsável pela moagem das garrafas rejeitadas e desperdícios de produção. As insufladoras 116, 117 e 122, também representadas na Figura 13, encontram-se fora de funcionamento e perspectiva-se que venham a ser introduzidas no sistema produtivo no início de 2022.

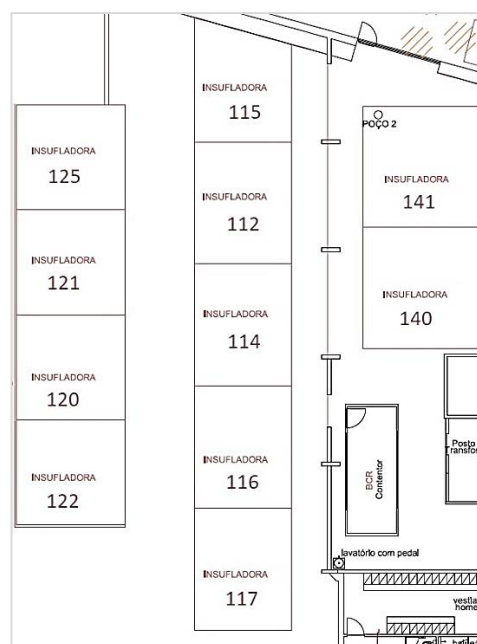


Figura 13 – Planta do DPE

Analogamente às restantes áreas da planta fabril, no DPE existem dois turnos, sendo que neste setor cada turno conta com dois técnicos de operação. Em cada turno, o técnico é responsável pela execução do CIL⁸ a quatro insufladoras, que inclui a limpeza e lubrificação dos tapetes de transferência de garrafas (Figura 14) e das fieiras (Figura 15). Estas tarefas são de realização indispensável no início de cada turno, previamente ao arranque do sistema produtivo. Todas as segundas-feiras, das 7:00h às 12:00h, é realizado o CIL semanal no DPE.



Figura 14 - Tapetes de transferência de garrafas

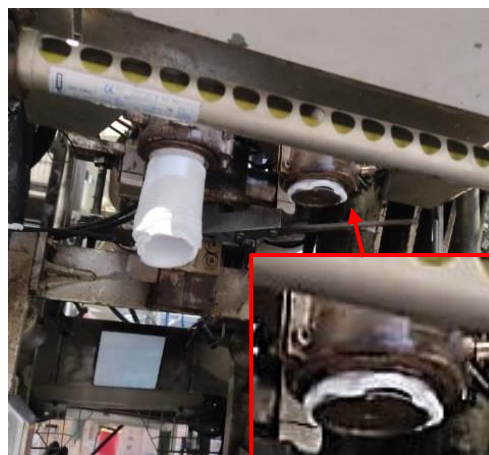


Figura 15 - Fieiras das máquinas de insuflação

Outra função destes colaboradores é arrancar e parar as insufladoras, seguindo um *Standard Operation Procedure (SOP)* que difere de acordo com o tipo de paragem. Ou seja, existem cinco procedimentos semelhantes no que toca ao arranque e paragem de uma máquina de insuflação:

- ✓ arranque após paragem inferior a uma hora;
- ✓ arranque após paragem superior a uma hora;
- ✓ paragem inferior a uma hora;
- ✓ paragem superior a uma hora;
- ✓ paragem de fim de semana.



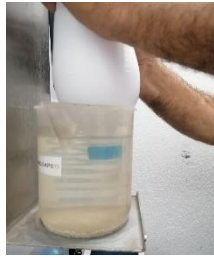

Por sua vez, existem dois tipos de paragens da produção classificados como paragens planeadas ou paragens não planeadas, conforme representado na Tabela 10.

Tabela 10 - Tipos de paragem da produção (P&G, 2011)

Paragens planeadas	Paragens não planeadas
Manutenção planeada	Avarias
Mudança de produto	Falhas do processo
CIL	Pequenas anomalias
Descontaminações	Bloqueio/falha da produção
<i>Start-up/Run-down</i>	Fornecimento de material
Atividades de inspeção regulamentadas	Desastres naturais
Ordens experimentais	Falta de material
Treino e formação	Falta de recursos humanos
Reuniões	
Pausas para almoço	

Ainda, conforme expresso no SOP referido anteriormente, após o arranque de uma máquina e a cada quatro horas de funcionamento, o operador está incumbido de recolher três amostras de garrafas para efetuar os testes de compressão, peso, estanquidade e queda apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Testes de qualidade das garrafas

Teste	Método	Ilustração
Compressão	Verificar que a garrafa não é danificada quando comprimida a uma determinada força, para possibilitar o transporte e armazenamento em paletes.	
Peso	Pesar as unidades de amostra e verificar que o peso está dentro dos valores <i>standard</i> .	
Estanquidade	Verificar que o gargalo da garrafa veda e que o cliente não vai ter um derrame de lixívia se entornar a garrafa fechada com a rolha.	
Queda	Verificar que a uma determinada altura (prateleira da loja), em caso de queda, a garrafa não rebenta criando um incidente de segurança.	

Durante o funcionamento das insufladoras, compete aos técnicos monitorizar os parâmetros de fabrico na consola de cada equipamento (Figura 16), ao executarem a rota de CL (Anexo 6), uma vez por turno. Caso algum parâmetro se encontre fora do intervalo definido, o operador é responsável por identificar e corrigir a anomalia. É igualmente do seu encargo controlar o nível de garrafas rejeitadas pelas insufladoras nos sacos de rejeição (Figura 17). No momento em que os sacos se encontrarem cheios, o colaborador deve trocar o saco e, suplementarmente, abastecer o moinho que se encontra no final da linha com as garrafas rejeitadas, inserindo-as no compartimento que dá acesso ao tapete de gitos (Figura 18).



Figura 16 - Consola das insufladoras

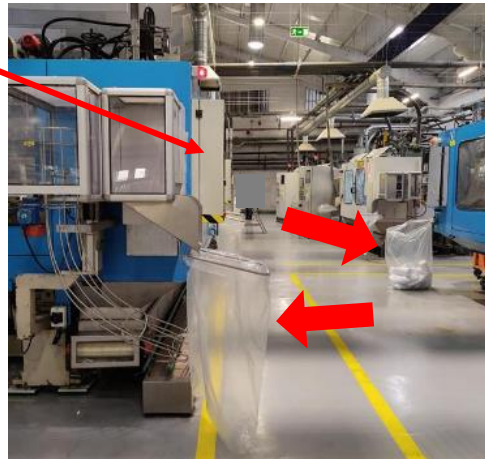


Figura 17 - Sacos de rejeição de garrafas



Figura 18 - Compartimento de rejeição para o moinho

Assim, as garrafas rejeitadas, juntamente com os desperdícios de produção provenientes de cada insufladora, são transportadas por um tapete (Figura 19.1) até ao moinho (Figura 19.2), onde acontece o processo de moagem. Por conseguinte, o moído que resulta dessa transformação é transportado por tubagens de ar comprimido (Figura 20) até um silo (Figura 21), onde é armazenado, e posteriormente enviado para o misturador de matérias-primas (Figura 22) para produção de novas garrafas. Deste modo, reaproveita-se todo o material de produção, com zero desperdício.

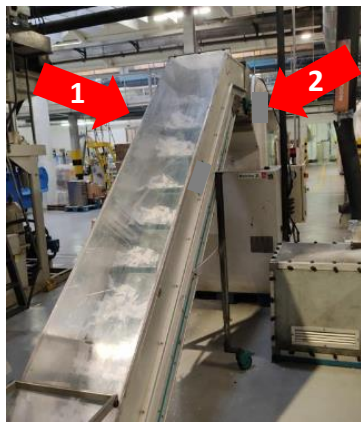


Figura 19 - Tapete de gitos (1) e moinho (2)



Figura 20 - Tubagens de transferência



Figura 21 - Silo de moído



Figura 22 - Misturador

A mistura é então composta por uma dose de moído, uma dose de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e uma dose de pigmento branco (ou de cor). Por sua vez, a dose de moído utilizada na mistura é controlada pelos técnicos do departamento, em função da quantidade de matéria-prima disponível no silo. Ou seja, tendo como objetivo reaproveitar o máximo de desperdício possível, os técnicos regulam a dose de moído a ser utilizado na mistura de hora em hora, para que o silo permaneça sempre com a mínima quantidade de moído acumulada no seu interior. Para tal, existe uma pequena janela na parte superior do equipamento, por onde é possível observar o seu interior e assim controlar a dose que compõe a mistura de matérias-primas.

No que diz respeito à cadência teórica de produção, o setor DPE conta com uma produção de 1 440 garrafas por hora⁹, que equivale a 17,4 garrafas por minuto⁹, sendo as cadências produtivas de cada insufladora apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Cadências teóricas de produção das insufladoras⁹

Insufladora	112	114	115	120	121	125	140	141
<i>Cadência (garrafas/min)</i>	2,4	2,4	3,6	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5

Analogamente, é possível somar as cadências produtivas das máquinas de insuflação de modo a obter as cadências teóricas de produção dos processos subsequentes, isto é, das linhas de enchimento (L312, L320 e L340), conforme representado na Tabela 13.

Tabela 13 - Cadências teóricas de produção das linhas de enchimento⁹

Linha	L312	L320	L340
<i>Cadência (garrafas/min)</i>	8,4	6,0	3,0

No DPE existe ainda um coordenador de manutenção, denominado internamente por *Unit Leader*, que realiza um turno diário entre as 7:00h e as 15:00h. As suas funções passam por gerir as operações de produção e as peças de reserva, supervisionar os técnicos e equipamentos, planear a manutenção dos equipamentos e executar tarefas de manutenção de maior exigência técnica. Para além disso, devido à sua experiência, é também responsável por transmitir aos colaboradores conhecimento sobre os equipamentos (através de treinos e formações regulares), bem como auxiliar na comunicação entre a gestão de topo e os operadores de linha.

3.5 MONITORIZAÇÃO DA PERFORMANCE PRODUTIVA NA FATER PORTUGAL

Para monitorizar de forma competente o desempenho de um processo produtivo de elevada complexidade, é imprescindível que existam ferramentas capazes de auxiliar os órgãos de gestão nos momentos de tomada de decisão. Na Fater Portugal as equipas de liderança e manutenção contam com um *software* inovador denominado por *Maple Suit*, para analisar a *performance* do processo produtivo e aumentar a eficiência do mesmo, com foco na redução do tempo de inatividade do sistema. Considerando que as paragens não planeadas resultam em perda de produtividade e consequentemente, perda de lucros, o *software Maple Suit* tem com fundamento uma teoria da manutenção associada à indústria 4.0 que facilita a previsão de falhas nos equipamentos, a Manutenção Preditiva. Para tal, o sistema informático está conectado a todos os equipamentos das linhas de enchimento, recolhendo informação detalhada (e.g. pressões, velocidades, tempos, entre outros) sobre a condição dos mesmos.

Desenvolvido pela *Fortech*, o *Maple Suit* trata-se de um *Manufacturing Execution System* (MES), bastante útil quanto às melhorias de eficiência do processo produtivo. Através da recolha e análise de dados em tempo real, permite aos utilizadores mais experientes fazer uma avaliação imediata da fiabilidade dos equipamentos. Utilizando algoritmos adaptados a cada tipo de equipamento, o *software* providencia uma vasta gama de ferramentas e KPI, como gráficos, *scorecards*, entre outros. Deste modo, ao avaliar o *output* do sistema torna-se possível delinear estratégias de melhoria de forma proativa e estruturada, aumentando a eficiência e reduzindo os tempos de paragem.

3.5.1 INDICADORES DE DESEMPENHO NA FATER PORTUGAL

Conforme referido anteriormente, o OEE é o principal indicador de desempenho dos equipamentos e processos na filosofia TPM. Porém, quando esta ferramenta começou a ser implementada em empresas norte-americanas, o OEE teve uma interpretação ligeiramente diferente e passou a ser utilizado como uma estratégia de medição da *performance* operacional da empresa.

Neste sentido, a P&G apelidou o OEE de *Process Reliability* (PR) e desenvolveu o sistema *Process Reliability Strategic Measures*, que se trata de uma estratégia essencial ao aumento da produtividade, eficiência e melhoria de todos os resultados do negócio. A essência desta estratégia reside no conhecimento de quanto os ativos e equipamentos da organização podem produzir ao longo do tempo, incluindo as várias necessidades operacionais desde manutenção, *setups*, matérias, entre outros. Para isso é necessário aumentar a visibilidade de todas as perdas do processo e dos equipamentos, permitindo a sua eliminação e conseqüente aumento do PR e dos resultados do negócio. Tal como Nakajima refere um OEE de 85% como sendo o *benchmark* de uma unidade produtiva típica, o *target* definido pela P&G para o PR é igualmente 85%.

Assim, através deste sistema é possível calcular os indicadores de utilização, capacidade e *performance* do processo produtivo, atendendo às principais perdas e falhas, incluindo paragens não programadas, paragens programadas, perdas de qualidade, perdas de atividades complementares ao processo e as perdas por produção abaixo do *target rate*, conforme é apresentado na Figura 23 (ampliação no Anexo 5).

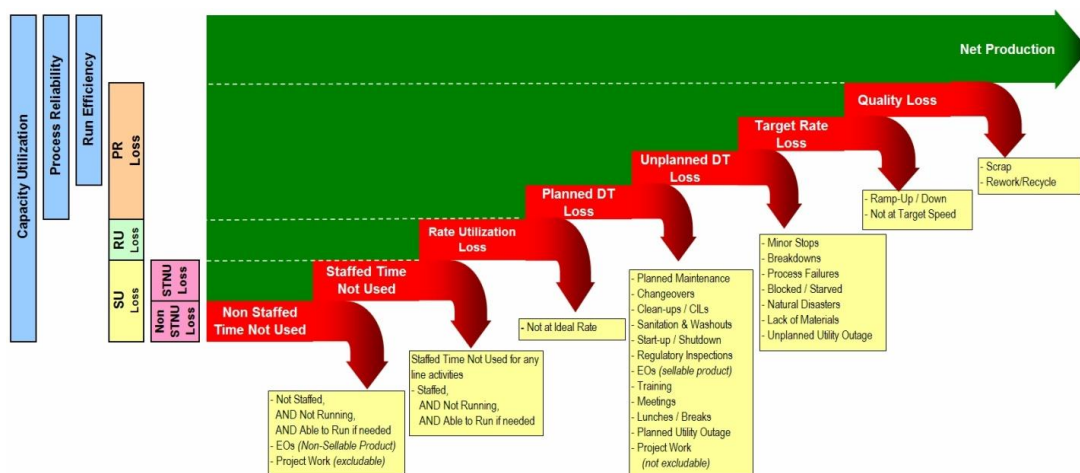


Figura 23 – *Process Reliability Strategic Measures* (P&G, 2011)

Qualquer estratégia de melhoria do processo produtivo passa pela redução das perdas apresentadas na Figura 23. Neste sentido, algumas dessas perdas já são reduzidas pelo próprio sistema da unidade fabril, através de mecanismos e subsistemas que foram sendo desenvolvidos ao longo dos anos. Por exemplo, uma fração das perdas de qualidade é facilmente eliminada pelo sistema de rejeição de garrafas do departamento de produção de embalagens, conforme apresentado no subcapítulo 3.4.

Por outro lado, reduzir o valor do indicador que representa as perdas por produção abaixo do *target rate*, conhecido internamente por *Rate Loss* (RL), requer uma abordagem mais complexa, com a consideração da cadência média de produção. Isto na medida em que o cálculo deste indicador (Equação 3) tem em conta o tempo total de atividade, t_{total} , (Equação 1) e o tempo equivalente em que a linha de enchimento esteve a produzir com uma cadência inferior à cadência teórica planeada, t_{RL} , (Equação 2), num dado intervalo composto por N períodos (Fortech, 2021).

$$t_{total} = t_{produção} + t_{paragens\ não\ planeadas} + t_{paragens\ planeadas} \quad (1)$$

$$t_{RL} = \frac{\sum_{i=0}^N ((C_{planeada,i} - C_{real,i}) \times t_{produção,i})}{\sum_{i=0}^N (C_{planeada,i}/N)} \quad \forall i = 1, \dots, N \quad (2)$$

$$RL = \frac{t_{RL}}{t_{total}} \times 100 \quad (3)$$

onde:

N = número de períodos de produção;

C = cadência;

Por exemplo, consideremos um cenário hipotético em que no plano diário de produção da linha de enchimento L320 está definido produzir 600 unidades de lixívia *Neoblanc Tradicional*, no período entre as 9:00h e as 10:00h. Então, no final da hora de atividade, caso a cadência registada pela enchedora da linha se verifique, em média, igual ou superior a 10 garrafas/min, concluir-se-á que o plano de produção terá sido cumprido com RL nulo. Contrariamente, caso a cadência se verifique inferior a 10 garrafas/min, então, o plano não terá sido cumprido dentro do prazo, e o valor de RL será positivo. Um valor de RL positivo significa mais tempo de produção, logo mais custos.

Deste modo, o RL é um dos indicadores mais valorizados pela equipa de produção, desde os operadores dos equipamentos aos líderes das diferentes áreas, para avaliar a *performance* global do processo produtivo. Para o ano fiscal 2020/2021 definiu-se como *glidepath*¹⁰ mensal da fábrica, um valor de 3% de RL. Adicionalmente a esse objetivo, diariamente, nos momentos de tomada de decisão, são ponderados outros indicadores importantes, nomeadamente:

- ✓ *Unplanned Downtime Process Reliability Loss* (%): Percentagem do tempo disponível dispensado com linha parada de forma não planeada. Inclui o tempo consumido em resolução de avarias, falhas de processo, paragens, falhas no abastecimento de materiais e bloqueios;
- ✓ *Unplanned Stops* (número): Número de paragens do equipamento, fomentando o objetivo de zero paragens do sistema IWS;
- ✓ MTBF (minutos): Período de tempo médio entre falhas;
- ✓ MTRR (minutos): Período de tempo médio para reparação.

SINCRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS

4.1 ANÁLISE DA *PERFORMANCE* PRODUTIVA

4.2 AÇÕES DE MELHORIA DOS PILARES DE AM E PM

4.3 MODELO DE APOIO À DECISÃO

4.4 RESULTADOS OPERACIONAIS

4 SINCRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS

O presente trabalho tem como mote a análise efetuada no ponto 4.1. Deste modo pretende-se delinear uma estratégia de melhoria da *performance* produtiva, que vise melhorias concretas de eficiência e qualidade através da avaliação dos principais indicadores de desempenho da organização.

Após a formulação dos problemas a solucionar, neste caso referentes ao desempenho produtivo dos operadores e equipamentos e ainda à descoordenação dos processos de trabalho dos diferentes departamentos, efetuou-se um estudo aprofundado do processo de produção da unidade fabril, que durou aproximadamente três meses. Neste período foi possível perceber as particularidades do sistema de produção de garrafas, que se revelaram importantes na definição da estratégia de sincronização. Simultaneamente, aplicaram-se quatro medidas de melhoria para combater as falhas no funcionamento dos equipamentos e desenvolver a capacidade de trabalho dos operadores da unidade fabril, nomeadamente: a organização de dois dias de treinos de manutenção autónoma; a criação de diversos controlos visuais; o planeamento da manutenção preventiva de alguns equipamentos; e ainda a implementação da ferramenta 5S na oficina de manutenção.

Depois de obtido o conhecimento necessário sobre o sistema produtivo, desenvolveu-se uma ferramenta de apoio na definição de uma estratégia de coordenação dos processos de trabalho do DPE com as linhas de enchimento. O objetivo principal desta ferramenta é servir os técnicos do DPE ao informar quais os momentos indicados para parar e arrancar os equipamentos, em função das paragens nas linhas de enchimento. Deste modo, criou-se um modelo de apoio à decisão para promover a sincronização total entre os recursos (humanos e materiais) dos dois departamentos. No entanto, face à incapacidade do MS Excel para suportar os cálculos do modelo inicialmente idealizado, foi necessário desenvolver uma solução alternativa que passou pela formulação de um procedimento heurístico do tipo construtivo.

No *Anexo 6* apresenta-se um cronograma do projeto.

4.1 ANÁLISE DA PERFORMANCE PRODUTIVA

Para executar uma avaliação fiável do desempenho produtivo da unidade fabril, é importante conhecer as metas e resultados programados para o negócio. Neste sentido, conforme referido anteriormente, o principal indicador na Fater Portugal que reflete esse desempenho é o PR, com valor *target* definido pela P&G de 75% para o primeiro semestre do ano fiscal 2020/2021. O cálculo deste indicador é efetuado de forma automática pelo sistema *Maple Suit*, de acordo com a seguinte expressão (P&G, 2011):

$$PR = 1 - P_{planeadas} - P_{\text{n\~{a}o planeadas}} - P_{qualidade} - RL \quad (4)$$

onde:

$$P_{planeadas} = \text{perdas por paragens planeadas} = \frac{t_{\text{paragens planeadas}}}{t_{\text{total}}};$$

$$P_{\text{n\~{a}o planeadas}} = \text{perdas por paragens n\~{a}o planeadas} = \frac{t_{\text{paragens n\~{a}o planeadas}}}{t_{\text{total}}};$$

$P_{qualidade}$ = perdas de qualidade (n\~{a}o consideradas);

RL = perdas por produ\~{c}\~{a}o abaixo da cad\~{e}ncia ideal.

No seguimento da medida apresentada, realizou-se um levantamento e estudo dos dados referentes \~{a} *performance* produtiva da f\~{a}brica no primeiro semestre no ano fiscal 2020/2021, conforme representado na Tabela 14. O *scorecard* original encontra-se no Anexo 4.

Tabela 14 - Performance produtiva da f\~{a}brica no 1\~{e} semestre do ano fiscal 2020/2021

M\~{e}s	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20
<i>glidepath</i> (%)	75	75	75	75	75	75
PR (%)	56,7	50,8	61,0	70,0	59,1	65,0
<i>glidepath</i> (%)	15	15	15	15	15	15
$P_{planeadas}$ (%)	12,1	11,0	13,6	11,5	14,3	13,8
<i>glidepath</i>	70	70	70	60	60	50
N\~{o} de paragens n\~{a}o planeadas/dia/linha	84	81	117	80	60	62
<i>glidepath</i> (%)	3	3	3	3	3	3
RL (%)	16,6	18,3	11,3	9,0	14,4	10,3

Após consulta dos resultados constatou-se que os valores do indicador PR estavam abaixo do *target*, em todos os meses do primeiro semestre. De seguida, foi também possível perceber que as razões que levaram a esse resultado prendiam-se com o elevado número de paragens não planeadas e também com os valores elevados do indicador RL, ao longo dos seis meses. Por outro lado, as perdas por paragens planeadas estavam naturalmente abaixo do valor *target* que, no caso deste indicador, trata-se de um valor limite.

Numa primeira fase foi levado a cabo um estudo da relação causa-efeito para a obtenção dos resultados do RL, de modo a procurar uma possível estratégia de redução desse indicador. Para tal, recorreu-se à ferramenta de *Ishikawa*, à experiência dos membros da equipa de produção e à observação do processo produtivo. Nesta fase foi notório que o conhecimento mais intrínseco sobre o problema estava com o diretor de produção e não com os operadores ou técnicos de manutenção, por ser este quem efetua um controlo mais assíduo dos KPI que ditam a *performance* da unidade produtiva. O resultado da análise encontra-se na Figura 24.

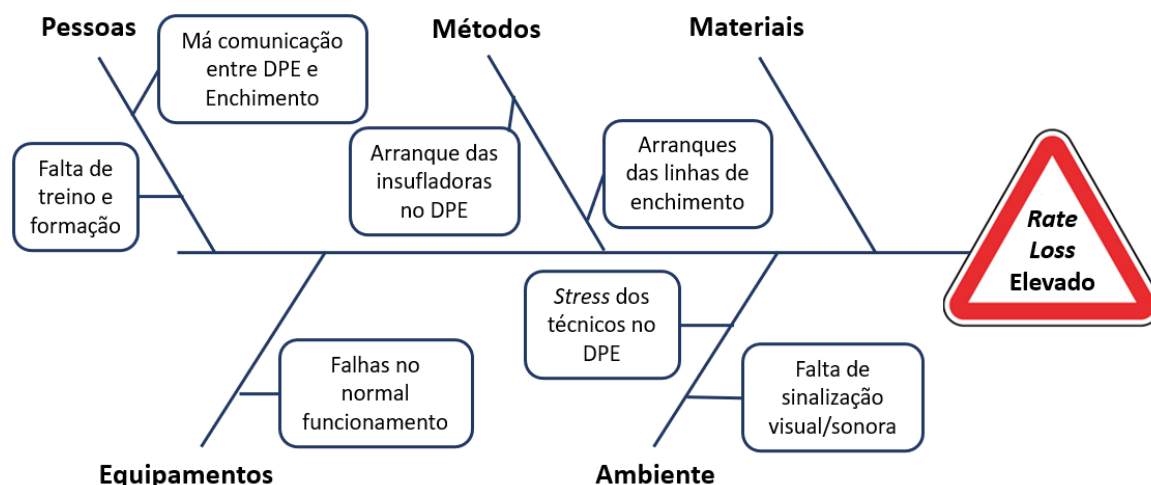


Figura 24 – Diagrama de *Ishikawa* referente ao valor elevado do *Rate Loss*

Para a construção deste diagrama foi também necessário observar o método de trabalho dos operadores do enchimento e dos técnicos do DPE. Toda a informação solicitada aos membros da equipa de produção e aos responsáveis foi essencial para compreender os pormenores do processo produtivo. Assim, foi possível perceber que uma das principais causas que resulta num valor elevado do RL se concentra nas falhas de comunicação entre o DPE e as linhas de enchimento nos momentos de interrupção do fluxo produtivo. Ou seja, quando, por qualquer motivo, acontece uma paragem não planeada na linha de enchimento, os técnicos do DPE não recebem nenhum tipo de informação que os ajude a saber como agir. Consequentemente, a decisão de desligar as insufladoras acaba por surgir com base na intuição e experiência dos técnicos do DPE que por sua vez, arrancam também as máquinas com algum tempo de atraso face ao arranque da linha de enchimento. Em suma, este problema de descoordenação entre os dois departamentos resulta numa retoma atrasada do fluxo produtivo à cadência ideal de produção.

De seguida apresenta-se uma descrição mais aprofundada de cada ramo no diagrama de *Ishikawa* da Figura 24.

Materiais: Sem conteúdo;

Métodos: Conforme referido anteriormente, no período estudado, a descoordenação entre os técnicos do DPE e os operadores das linhas de enchimento foi mais saliente nos momentos de arranque do fluxo produtivo. Nestes intervalos, percebeu-se que os métodos de arranque dos equipamentos têm um efeito negativo na fluência da comunicação entre os trabalhadores. Ainda, devido à exigência dos *standards* de arranque dos equipamentos no DPE, os técnicos não têm muitas oportunidades de se afastar dos mesmos para consultar o estado das linhas de enchimento. Desta forma não conseguem coordenar os *timings* corretos para iniciar os procedimentos de arranque de cada insufladora, a tempo de abastecer as linhas de enchimento com uma cadência igual à cadência ideal definida para cada linha. Por outro lado, o método de arranque das linhas de enchimento também exige bastante atenção por parte dos operadores a todos os equipamentos da linha, retirando-lhes a possibilidade de comunicar com os técnicos do DPE.

Pessoas: A primeira causa relacionada com o problema do RL elevado passa pela ética de comunicação das pessoas que operam os equipamentos das linhas produtivas. Isto na medida em que, ao longo de todo o período de observação dos processos de trabalho, foi evidente a falta de comunicação eficaz e proativa entre os operadores dos dois departamentos. Por outro lado, a formação dos trabalhadores também tem elevada influência na estabilização da cadência produtiva. Ou seja, um operador com mais experiência está mais apto a resolver um problema que cause uma desaceleração ou paragem do fluxo produtivo e assim reduzir o valor do RL.

Equipamentos: Só é possível manter a cadência da linha produtiva a um nível controlado caso os equipamentos estejam nas melhores condições de funcionamento. As insufladoras são equipamentos antigos, com cerca de 30 anos, o que torna a sua manutenção bastante exigente e complexa. Por outro lado, as enchedoras, que ditam a cadência produtiva da linha de enchimento, são equipamentos especiais que estão conectados em rede ao sistema *Maple Suit*, assim como os restantes equipamentos das linhas de enchimento. Deste modo, é possível controlar os parâmetros de funcionamento e aplicar ações de manutenção corretiva e planeada que permitem reduzir o número de abrandamentos ou interrupções da produção.

Ambiente: Os problemas de manutenção e de descoordenação causam um ambiente de trabalho tenso e com algum *stress* acumulado. Esse efeito tem maior relevo no trabalho desenvolvido no DPE, por exigir atividades de manutenção corretiva de maior complexidade, e por não existir um sistema de sinalização que auxilie os técnicos a orientar o seu ritmo de trabalho. Estes fatores contribuem para um nível de exigência bastante elevado neste posto de trabalho, que conta com cinco operadores experientes e com taxas de desempenho elevado, e um técnico em fase de aprendizagem, com treinos regulares.

Neste sentido, após discussão sobre o problema com a líder do DPE, concluiu-se que a solução consistia em elaborar uma estratégia de escalonamento da produção no DPE de forma a sincronizar os processos com o departamento de enchimento. Para isso, começou-se por definir os principais *buffers* do sistema produtivo, nomeadamente: mesas de acumulação de garrafas da L312 (Figura 27) e da L340 (Figura 28); silo de garrafas da L320 (Figura 29); silo de moído (Figura 30).



Figura 27 - Mesa de acumulação de garrafas da L312



Figura 28 - Mesa de acumulação de garrafas da L340

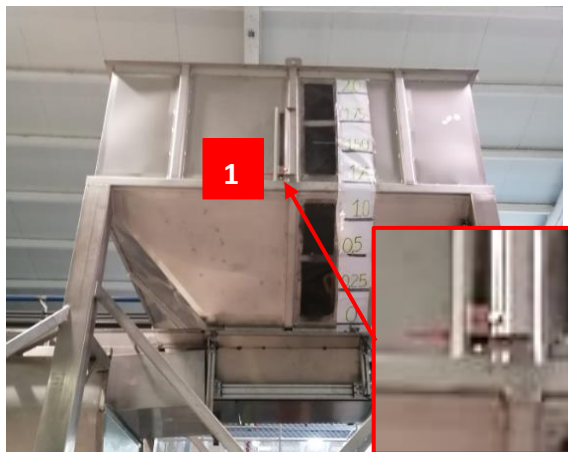


Figura 29 - Silo de acumulação de garrafas da L320



Figura 30 - Silo de acumulação de moído

Estes equipamentos são encarados como os principais *buffers* do sistema produtivo porque, face a uma interrupção do fluxo de produção, permitem a acumulação temporária de produto e posterior libertação do mesmo, após retoma do fluxo. Como tal, é possível inserir mecanismos nestes equipamentos para controlar os *timings* dos momentos de paragem do fluxo produtivo (e.g. fotocélulas) e assim promover a coordenação dos processos dos dois departamentos. A fotocélula ilustrada na Figura 29.1 é um exemplo de controlo dos *timings* de produção, através da capacidade do silo da linha L320. Isto porque, no momento em que, devido a uma paragem, as garrafas enchem o silo até ao nível indicado pela fotocélula, é acionado um sinal sonoro na fábrica com o objetivo de alertar os técnicos do DPE e auxiliá-los a coordenar o funcionamento das máquinas de insuflação.

4.2 AÇÕES DE MELHORIA NOS PILARES DE AM E PM

Parte das causas exploradas no subcapítulo 4.1 indicam a presença de dois fatores associados ao problema formulado, nomeadamente falhas na manutenção dos equipamentos e falta de formação dos operadores. Ambos necessitam de ser corrigidos e melhorados de forma contínua na equipa de produção, ainda para mais considerando o número reduzido de postos de trabalho, tanto nas linhas de enchimento como no DPE. Isto porque, no seguimento dos valores transmitidos pela cultura do HPWS, a inexperiência dos recursos humanos tem como consequência natural o mau desempenho dos equipamentos e quebras na cadência normal de produção. Esse efeito reflete-se também num número elevado de paragens não planeadas, conforme registado no *scorecard* do Anexo 4.

Deste modo, para combater o problema formulado em todas as suas vertentes e promover a valorização dos recursos humanos da organização, definiu-se um conjunto de quatro ações de melhoria a aplicar nos pilares de *Autonomous Maintenance* (AM) e *Progressive Maintenance* (PM) do sistema IWS. Para tal, foi necessário debater com os responsáveis de cada pilar quais as suas principais necessidades, de modo a planear medidas eficazes para melhorar o desempenho dos equipamentos, mas principalmente dos operadores. Assim, após discussão com os líderes de cada pilar, definiram-se as seguintes quatro ações de melhoria:

1. *6S*: aplicar a ferramenta dos 5S, com incremento do 6º S, relativo à segurança, na oficina de manutenção;
2. *Manutenção Preventiva*: criar planos de manutenção preventiva para os equipamentos no Departamento de Utilidades;
3. *Manutenção Autónoma*: com o apoio dos coordenadores de cada área, organizar dois dias de treinos de manutenção autónoma segmentados em oito categorias diferentes – Transmissões, Pneumática, Cola, DMS, Lubrificação, Bombas, Válvulas e Apertos;
4. *Controlos Visuais*: criar mecanismos de gestão visual para orientar o trabalho dos técnicos do DPE.

4.2.1 6S NA FATER PORTUGAL

Uma das ferramentas com maior relevância no quotidiano dos colaboradores da Fater Portugal, que permite melhorar a organização e limpeza do local de trabalho são os 6S. Esta metodologia tem como fundamento base os 5S apresentados no ponto 2.3.3, com a adição do componente relativo à segurança (*safety*) como sexto elemento. Ao longo do estágio foi saliente a familiarização de todos os colaboradores com os conceitos dos 6S, sendo também notória a tentativa de implementação desta metodologia no departamento de manutenção. Para garantir a continuidade da implementação desta ferramenta e de modo a avaliar os progressos, são realizadas auditorias mensais, e é atribuída uma classificação pelo desempenho.

A oficina de manutenção, ilustrada na Figura 31, foi criada antes da implementação dos 6S na organização, o que resultou numa adaptação do espaço existente para satisfazer os valores e critérios da metodologia. Como tal, existem pontos positivos e negativos a salientar na disposição e estruturação da área.

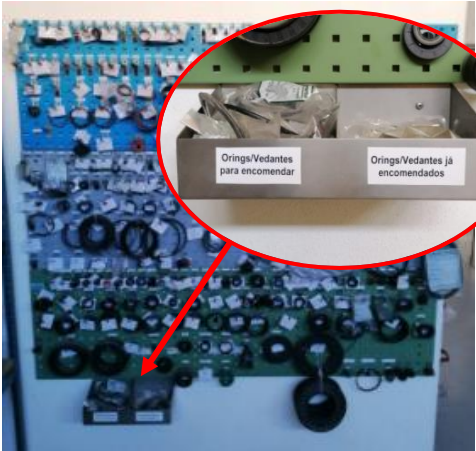




Figura 31 - Oficina de manutenção no final do estágio

Na Tabela 15 são apresentados os pontos positivos no que toca à aplicação da ferramenta 6S na oficina de manutenção.

Tabela 15 - Pontos positivos na implementação dos 6S

Descrição	6S	Ilustração
As ferramentas são armazenadas em locais devidamente assinalados.	<i>Seiton</i> Arrumar	
O armário dos parafusos possui etiquetas para identificação dos parafusos de diferentes dimensões.	<i>Seiton</i> Arrumar	

Descrição	6S	Ilustração
<p>Implementação de um sistema <i>kanban</i> para controlo das necessidades de encomenda de vedantes e <i>o-rings</i>.</p>	<p><i>Seiri</i> Organizar</p>	
<p>Delimitação da zona de trabalho no posto do torno de maquinaçom.</p>	<p><i>Shinrai sei</i> Segurança</p>	
<p>Os lubrificantes, massas, óleos e colas são armazenados em locais específicos, devidamente assinalados e com as fichas de segurança atualizadas.</p>	<p><i>Seiton</i> Arrumar e <i>Shinrai sei</i> Segurança</p>	

Por outro lado, existe também um grupo de pontos negativos a salientar, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Pontos negativos na implementação dos 6S

Descrição	6S	Ilustração
Inexistência de uma zona protegida com resguardo para trabalhos que envolvam possível projeção de materiais ou faíscas de soldadura.	<i>Shinrai sei</i> Segurança	
Desorganização das estantes com os componentes e materiais para executar os trabalhos de manutenção preventiva e corretiva. Os materiais e componentes não estão identificados e não existe coerência na sua localização.	<i>Seiri</i> Organizar	
Desarrumação geral do espaço de trabalho e inexistência de um plano de limpeza e arrumação periódica da área.	<i>Seiri</i> Organizar e <i>Seiton</i> Arrumar	

Para a gestão das tarefas diárias/semanais foi criada uma rota de CIL, conforme apresentado na Tabela 17, de forma a garantir o controlo das mesmas. A rota original, apresentada no Anexo 8, encontra-se exposta num quadro existente na oficina (Figura 35) e contempla a lista de tarefas, o tempo gasto por tarefa, a sua frequência e uma série de colunas em branco onde se deve assinalar o cumprimento de cada tarefa.

Tabela 17 - Rota de CIL para implementação dos 6S na oficina de manutenção

Tarefas	Tempo (min.)	Frequência
Zona de Soldadura - verificar que a zona está limpa e a viseira, a manta e a bancada estão de acordo com o <i>standard</i> .	5	Semanal
Armários da manutenção - verificar que os armários estão apenas com material a usar na manutenção.	3	Semanal
Armário da ferramenta - verificar que o armário está completo e com cada ferramenta no seu devido lugar.	3	Semanal
Máquinas - verificar que todas as máquinas estão desligadas e limpas.	3	Semanal
Zona dos óleos - verificar que a estante está completa e sem contaminação de óleos.	3	Semanal
Bancada de trabalho - verificar que a bancada está limpa e sem nada em cima.	3	Semanal
Quadro de <i>o-rings</i> - arrumar os <i>o-rings</i> nos ganchos adequados em função das dimensões.	10	Semanal
Oficina em geral - Verificar que não há contaminação no chão.	10	Semanal

Deste modo, para complementar as aplicações dos 6S existentes na oficina de manutenção, foram realizadas algumas melhorias. A primeira prende-se com a criação da rota de CIL apresentada anteriormente, e sensibilização dos colaboradores para cumprirem as tarefas preconizadas na mesma, através de uma sessão de apresentação do sistema aos utilizadores do espaço (líderes de área, coordenadores de manutenção e operadores). Esta ação teve como objetivo responsabilizar os utilizadores para que cumpram devidamente o plano. Para tal, a título de exemplo, foi necessário realizar uma segunda medida de melhoria, relacionada com a organização e arrumação da área da oficina, conforme ilustrado na Figura 32 e na Figura 33.



Figura 32 - Antes e depois da arrumação (1)



Figura 33 - Antes e depois da arrumação (2)

Depois da arrumação, foram ainda elaboradas oito KWOPL como forma de informar os técnicos sobre os procedimentos a realizar na execução do CIL da oficina. As KWOPL foram revistas pelo departamento de segurança, antes de serem afixadas na oficina, conforme ilustrado na Figura 34.



Figura 34 - KWOPL afixada na oficina



Figura 35 - Rota de CIL e lista de lubrificantes afixadas na oficina

No Anexo 9 são apresentados dois exemplos das KWOPL elaboradas.

4.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Relativamente à manutenção preventiva, através da informação recolhida por observação do trabalho executado por uma empresa externa, da consulta dos manuais dos equipamentos e, ainda, do conhecimento e experiência dos coordenadores de manutenção, criaram-se os planos de manutenção para os equipamentos do Departamento de Utilidades. É possível consultar esta informação no *software* SAP.

O correto funcionamento das insufladoras do DPE depende do bom funcionamento de dois sistemas da fábrica: sistema pneumático e sistema de arrefecimento de águas. Conforme referido anteriormente, no subcapítulo 4.1, de acordo com os resultados do DPE, algumas anomalias (paragens não planeadas/rejeições de garrafas) são consequência de falhas nestes sistemas. Anteriormente, os equipamentos que integram estes sistemas estavam abrangidos por contratos externos de manutenção planeada. Por estratégia de internalização, a Fater Portugal decidiu que a manutenção destes equipamentos deveria ser feita internamente e, assim, foi crítico, durante este projeto desenvolver o conhecimento nas equipas sobre os equipamentos desta área.

No Departamento de Utilidades, ilustrado na Figura 36, existe um conjunto de seis equipamentos que são a base de todo o sistema pneumático da fábrica, nomeadamente: três compressores, um secador de ar, um tanque de ar comprimido e um sistema de filtração de óleo composto por um coletor de condensados. Existe também um conjunto de cinco equipamentos que integram o sistema de arrefecimento de águas da unidade fabril, nomeadamente: dois *chillers* e três tanques de água.

Segundo a informação recolhida nos manuais de utilização e após o acompanhamento dos trabalhos de manutenção executados por fornecedores externos, foi possível planear a manutenção preventiva dos equipamentos que integram o sistema pneumático da unidade fabril, com um conjunto de 178 ordens de trabalho (de limpeza, inspeção, verificação e substituição). Para além disso, foram também inseridos num *workflow* de codificação todos os materiais necessários para executar as respetivas OT, de forma que toda a informação esteja acessível no *software* SAP. No *Anexo 10* encontra-se um exemplo de uma OT emitida pelo SAP.

Na Tabela 18 é apresentada uma parte do plano de manutenção preventiva do compressor 1, que se encontra na íntegra no *Anexo 11*. É possível perceber que a periodicidade das diferentes operações de manutenção varia consoante o tempo de funcionamento do equipamento. Por exemplo, a operação “*verificar e limpar o conjunto do ventilador de refrigeração*” deve ser executada a cada 4000 horas de funcionamento do equipamento, ou então anualmente caso esse valor não seja ultrapassado ao fim de um ano.

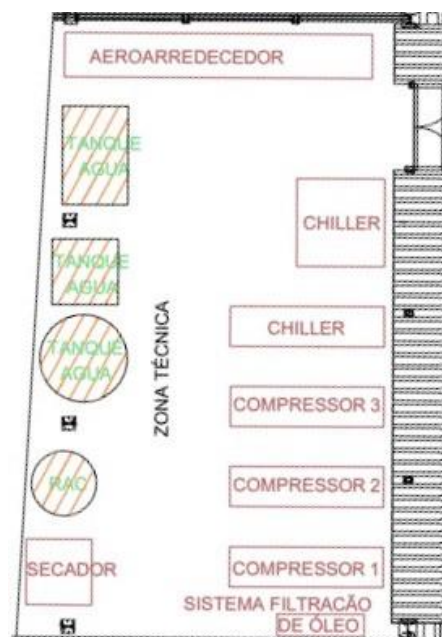


Figura 36 - Planta do Departamento de Utilidades

Tabela 18 - Parte do plano de manutenção preventiva do compressor 1

Periodicidade	Operação
Semanal	Verificação de parâmetros
	Inspeccionar e limpar arrefecedores
Trimestral	Limpar/Inspeccionar o motor elétrico e lubrificar (se necessário)
	Verificar/atestar o nível de óleo.
	Verificar e limpar o conjunto do ventilador de refrigeração.
4000 h. (anual)	Verificar o funcionamento dos ventiladores de refrigeração do conversor.
	Verificar a válvula solenoide de descarga após paragem e após premir o botão de paragem de emergência.
	Limpar as aletas de refrigeração dos motores elétricos.
8000 h. (bianual)	Substituir o elemento separador de óleo.
	Limpar o exterior do motor do ventilador.

Para controlar a execução das OT em função do tempo de funcionamento dos compressores, criou-se uma rota de *Centerline* (CL) para verificação dos parâmetros dos equipamentos (primeira operação da Tabela 18). Esta rota é executada semanalmente pelos técnicos do DPE, após emissão da OT, no momento em que arrancam com o sistema pneumático da fábrica. Para tal, os técnicos fazem-se acompanhar de uma folha de CL, apresentada no *Anexo 12*, onde são indicados os parâmetros a registar de cada um dos compressores. Depois de recolhidos os parâmetros, com o apoio de uma ferramenta desenvolvida em *Excel*, os técnicos devem verificar se existe algum valor fora do intervalo pretendido, incluindo o tempo de funcionamento das máquinas.

Por conseguinte, caso se verifique que algum parâmetro está a vermelho, os técnicos devem agir consoante o parâmetro em causa. Ou seja, caso as horas de funcionamento ultrapassem as 4000 horas desde a última inspeção, devem ser emitidas e executadas todas as OT com periodicidade de 4000 horas, identificadas no sistema com o prefixo: "4Mh_". De igual modo, caso as horas de funcionamento ultrapassem as 8000 horas, devem ser emitidas e executadas todas as OT com periodicidade de 8000 horas, identificadas no sistema com o prefixo: "8Mh_". Por outro lado, se for outro parâmetro fora do intervalo pretendido, os técnicos devem registar a anomalia no sistema de anomalias e informar o *Unit Leader* do DPE.

4.2.3 MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

No que toca à manutenção autónoma, esta possibilita a simbiose entre o conhecimento técnico do departamento de manutenção com a experiência obtida no quotidiano de operação dos equipamentos. Assim, permite aos operadores realizar tarefas de complexidade reduzida como inspeções visuais e manuais, limpezas, lubrificações e substituições de alguns componentes danificados. No entanto, para integração de operadores novos nas equipas e devido à elevada carga de trabalho nas equipas, a estratégia atual define que as ações de lubrificação são da responsabilidade dos coordenadores de manutenção de cada área da unidade fabril.

Os planos de manutenção autónoma já existem em todos os sistemas da Fater Portugal, e são denominados internamente por tarefas de *Cleaning, Inspection and Lubrication* (CIL). Conforme referido anteriormente, estas tarefas são fundamentais para a operacionalidade dos equipamentos e para garantir que os operadores encontrem e previnam anomalias, por forma a produzir com zero perdas, zero defeitos, zero avarias, zero incidentes, zero retrabalho e zero paragens. Denominam-se por rota de CIL às rotinas de Limpeza, Inspeção e Lubrificação, que se dividem em dois grupos:

- ✓ *CIL diário*: realizado diariamente em cada turno, com uma duração aproximada de 20 minutos. O foco nestas tarefas é eliminar as fontes de contaminação no menor tempo possível.
- ✓ *CIL semanal*: realizado semanalmente, com uma duração de quatro horas. Tem como objetivo a limpeza rigorosa dos equipamentos, a inspeção e lubrificação dos mesmos.

Neste sentido, para organizar os dois dias de treinos de manutenção autónoma, realizou-se primeiramente a análise dos planos de CIL existentes até ao início do estágio. Esta análise consistiu em avaliar a complexidade das operações de manutenção, de forma a selecionar as atividades mais exigentes que poderiam ser exemplificadas pelos coordenadores em duas sessões de treino, uma para o turno da manhã e outra para o turno da tarde. Para tal, recorreu-se mais uma vez aos manuais de alguns equipamentos e ao *feedback* dos operadores, mas principalmente ao conhecimento dos coordenadores de manutenção. Deste modo, os treinos são segmentados em oito categorias, definidas no pilar de AM do programa IWS, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Categorias dos treinos de Manutenção Autónoma

Categoria	Descrição	Duração (min.)
<i>Apertos</i>	Apresentar os diferentes elementos dos apertos utilizados na fábrica (parafusos, anilhas, etc.).	30
<i>Bombas</i>	Apresentar as diferentes bombas utilizadas na fábrica e principais problemas.	30
<i>Cola</i>	Apresentar o sistema de cola da linha 312 (princípio de funcionamento, componentes, etc.).	30
<i>DMS</i>	Apresentar o DMS (objetivos, fluxogramas, responsabilidades, etc.).	30
<i>Lubrificação</i>	Apresentar os mapas de lubrificação e a lista de lubrificantes utilizados na fábrica.	30
<i>Pneumática</i>	Apresentar o sistema pneumático da fábrica e os seus componentes (compressores, válvulas, etc.).	30
<i>Transmissões</i>	Apresentar exemplos de sistemas de transmissão da fábrica (cuidados na instalação, inspeção, etc.).	30
<i>Válvulas</i>	Apresentar os diferentes elementos das válvulas utilizadas na fábrica (diafragma, borboleta, etc.).	30




O objetivo destes treinos passou por fornecer formação em elementos dos diferentes sistemas da unidade fabril, indispensáveis à equipa para ter conhecimento do seu funcionamento e efetuar autonomamente as tarefas de substituição e inspeção. Assim sendo, cada treino foi composto por uma sessão teórica de 20 minutos onde se apresentaram vídeos demonstrativos e informação pertinente sobre os sistemas em causa, e ainda uma sessão de 10 minutos para os operadores responderem a um teste de avaliação de conhecimentos. No *Anexo 13* é apresentado um exemplo do material desenvolvido para os treinos de manutenção autónoma, com a apresentação do treino de lubrificação e o respetivo teste de avaliação.

4.2.4 CONTROLOS VISUAIS

Conforme referido anteriormente no subcapítulo 2.2.3, as ferramentas de gestão visual têm como objetivo melhorar o fluxo de informação e promover orientações estratégicas para o desenvolvimento do trabalho. Principalmente no que toca à normalização dos processos de trabalho, os controlos visuais permitem criar rotinas benéficas para um fluxo de trabalho contínuo e regularizado. Neste sentido, foi desenvolvido um conjunto de controlos visuais para uniformizar o trabalho executado pelos técnicos do DPE nos diversos departamentos da fábrica.

Na Tabela 20 apresenta-se um resumo dos controlos visuais criados, sendo que, nos três casos, as ferramentas servem de mecanismo de apoio às ações de melhoria relatadas nos subcapítulos anteriores, nomeadamente, em relação ao trabalho desenvolvido no Departamento de Utilidades e na oficina de manutenção.

Tabela 20 - Resumo dos controlos visuais desenvolvidos

Departamento	Ferramenta	Objetivo	Ilustração
	OPL	Informar todos os técnicos do DPE sobre os procedimentos de arranque dos sistemas hidráulico e pneumático da fábrica.	
Utilidades	Setas	Indicar o sentido do fluxo de água nas tubagens para orientar os técnicos nas ações de manutenção dos <i>chillers</i> e dos reservatórios de água.	
Oficina	KWOPL	Apresentar as tarefas do CIL da oficina e definir os <i>standards</i> quanto à organização do espaço e estado dos equipamentos.	

No *Anexo 14* são apresentadas as duas OPL de arranque do sistema hidráulico e pneumático no Departamento de Utilidades.

4.3 MODELO DE APOIO À DECISÃO

Conforme apresentado anteriormente no subcapítulo 4.1.1, foi diagnosticado um problema de descoordenação entre as linhas de enchimento de garrafas e o DPE, que resulta num valor de RL elevado, e conseqüentemente, em perda de lucros para a organização. Esse problema deve-se principalmente à inexistência de um sistema de informação que permita aos técnicos do DPE decidir os momentos exatos para arrancar e parar os equipamentos. Atualmente estas decisões são tomadas com base na intuição e experiência dos técnicos, o que leva a imprecisões significativas no que toca à sincronização com as linhas de enchimento.

Neste sentido, considerando os dados disponíveis, desenvolveu-se um modelo de apoio à decisão com o intuito de otimizar a combinação entre o funcionamento das enchedoras e das máquinas de insuflação, e assim diminuir as perdas por produção abaixo da cadência planeada (RL). Para tal, numa primeira fase foi necessário estudar os principais *buffers* do sistema produtivo, através da recolha e análise dos tempos de transferência das garrafas entre o DPE e as linhas de enchimento. Assim, com todos os dados recolhidos, foi possível formular matematicamente um modelo de programação inteira binária, sustentado num grupo de parâmetros definidos à priori.

4.3.1 RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS

A primeira etapa da formulação do modelo de programação inteira binária passou pela execução de uma análise numérica dos tempos do sistema produtivo. Ou seja, através de diferentes métodos de recolha e tratamento de dados, foi possível definir um conjunto de parâmetros para a elaboração do modelo de apoio à decisão. Esses parâmetros estão relacionados com os principais *buffers* do sistema produtivo, identificados na Figura 37, e descritos de seguida.

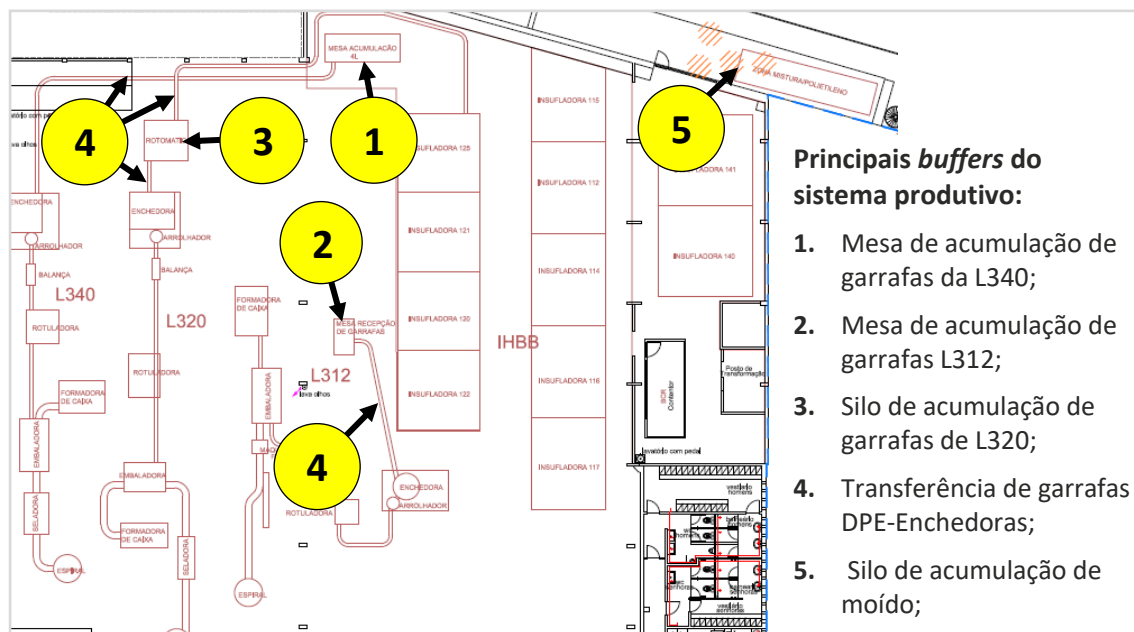


Figura 37 - Identificação dos principais *buffers* do sistema produtivo

Na Figura 38 e na Figura 39 apresenta-se a mesa de acumulação da L340, responsável por armazenar as unidades enviadas pelas insufladoras 140 e 141, quando a linha de enchimento L340 está parada ou a produzir a uma cadência inferior ao *target*.



Figura 38 - Mesa de acumulação de garrafas de 4L (1)



Figura 39 - Mesa de acumulação de garrafas de 4L (2)

Neste caso, através da contagem do número de filas de garrafas com a mesa cheia foi possível concluir que o *buffer* total deste equipamento corresponde a 8,67 minutos para uma cadência produtiva normal da linha de enchimento L340, conforme apresentado no diagrama da Figura 40. Ou seja, quando existe uma paragem da enchedora, a mesa demora 8,67 minutos a encher, caso as duas insufladoras (140 e 141) estejam em pleno funcionamento. Por outro lado, considerando as insufladoras paradas e a mesa cheia, a enchedora demora 8,67 minutos a processar todas as unidades da mesa, caso a cadência da L340 seja igual ao *target* de 30 gpm.

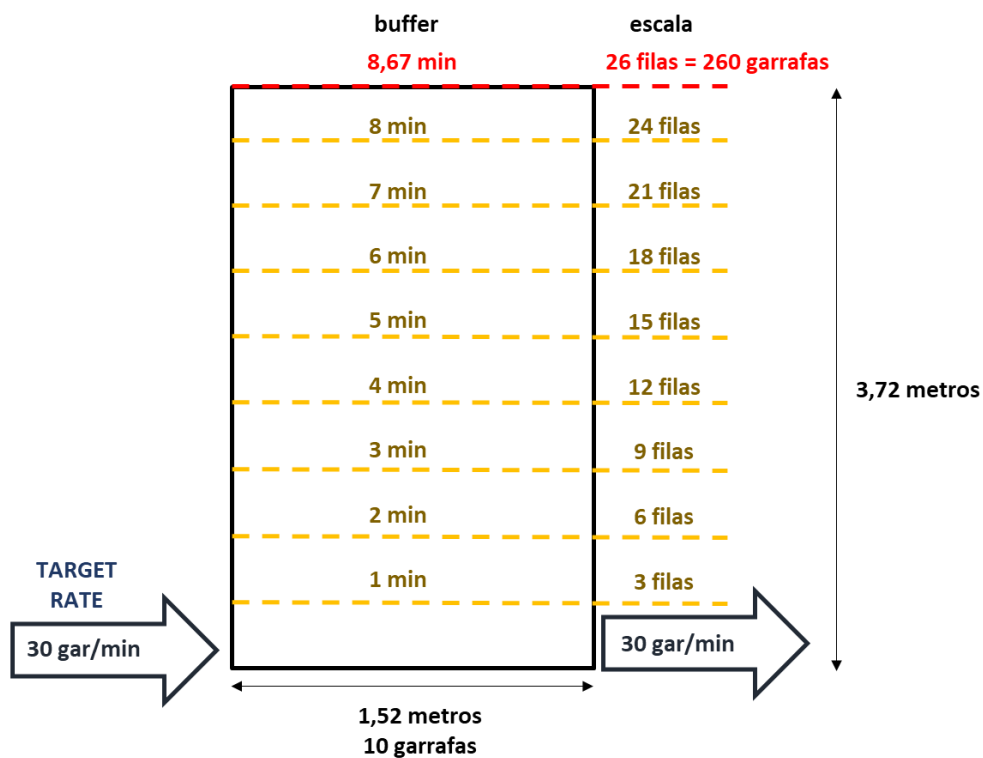


Figura 40 - Diagrama do principal *buffer* de garrafas da L340

A mesa de acumulação de garrafas da L312, apresentada na Figura 41, é responsável por armazenar as unidades enviadas pelas insufladoras 112, 114 e 115, quando a enchedora da linha L312 está parada ou a produzir com uma cadência inferior ao *target*.



Figura 41 - Mesa de acumulação de garrafas de 1 L (1)

De igual modo, através de um método de contagem de garrafas, concluiu-se que este equipamento tem capacidade para armazenar aproximadamente 200 unidades, conforme representado no diagrama da Figura 42. Ou seja, quando acontece uma paragem da enchedora, a mesa demora 2,38 minutos a encher, caso as três insufladoras (112, 114 e 115) estejam em pleno funcionamento. Por outro lado, considerando as insufladoras paradas e a mesa cheia, a enchedora demora 2,38 minutos a processar todas as unidades da mesa, caso a cadência da L312 seja igual ao *target* de 84 gpm.

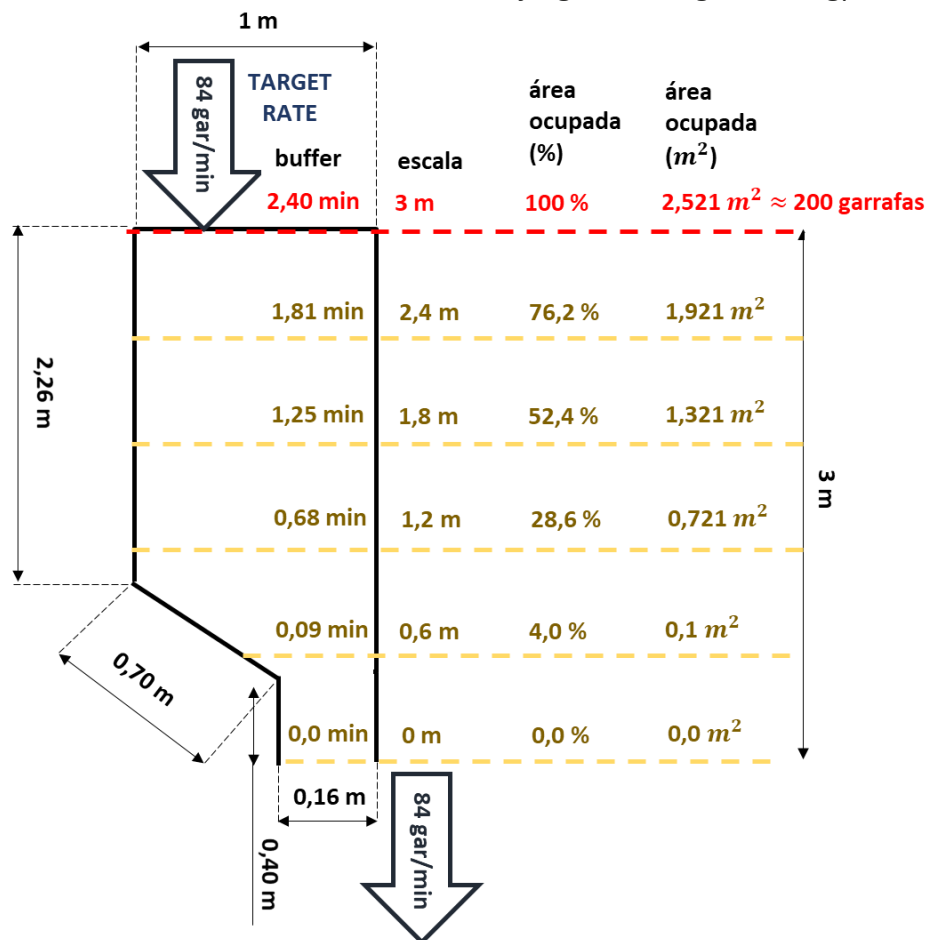


Figura 42 - Diagrama do principal *buffer* de garrafas da L312

Na Figura 43 e na Figura 44 apresenta-se o silo de acumulação de garrafas da L320, responsável por armazenar as unidades enviadas pelas insufladoras 120, 121 e 125, quando a enchedora da linha L320 está parada ou a produzir com uma cadência inferior ao *target*.



Figura 43 - Silo de acumulação de garrafas da L320 (1)



Figura 44 - Silo de acumulação de garrafas da L320 (2)

Este equipamento tem um formato diferente dos anteriores, e por esse motivo optou-se por desenvolver um modelo em *Solidworks* para calcular a sua capacidade em níveis de enchimento distintos. Não obstante, foi novamente utilizado um método tradicional de contagem para identificar a capacidade atual de armazenamento do silo, que é de 349 garrafas, conforme ilustrado na Figura 45. Assim, quando se verifica uma paragem da enchedora, o silo demora 5,81 minutos a encher, caso as três insufladoras (120, 121 e 125) estejam em pleno funcionamento. Por outro lado, com o silo cheio e as insufladoras paradas, a enchedora demora 5,81 minutos a processar todas as unidades no silo, a uma cadência *target* de 60 gpm.

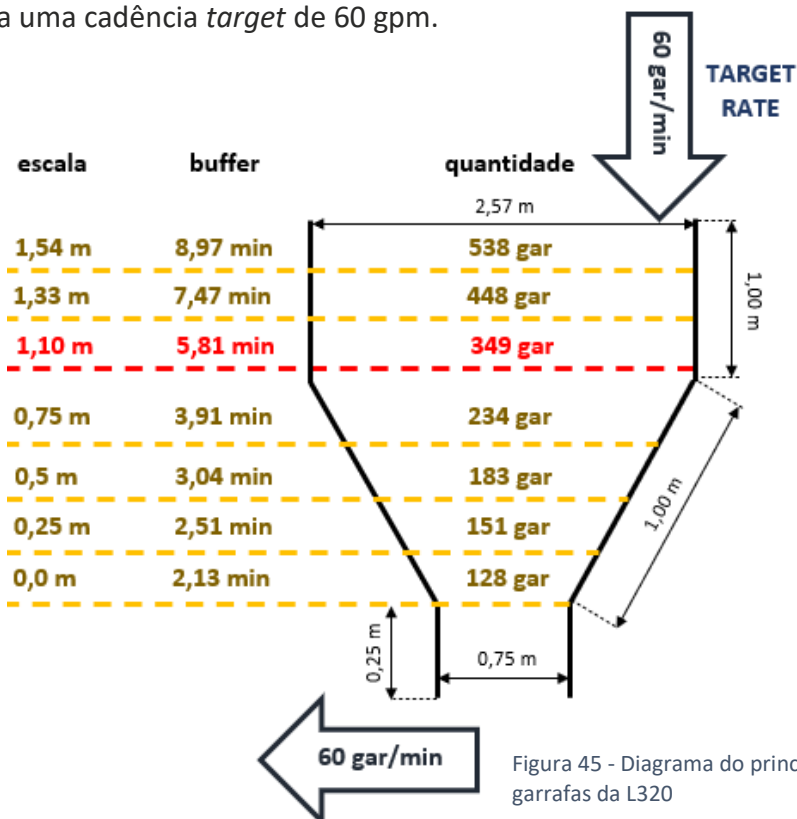


Figura 45 - Diagrama do principal buffer de garrafas da L320

É importante referir que atualmente não é utilizada toda a capacidade do silo para acumular as garrafas. Isto porque, para níveis de enchimento superiores a 1,10 metros, se verifica que muitas unidades acabam por ficar amassadas devido ao peso excessivo.

No que toca à transferência de garrafas entre o DPE e as linhas de enchimento, esta é realizada por intermédio de tubagens de ar comprimido e tapetes transportadores que ligam as máquinas de insuflação às enchedoras de cada linha. Neste sentido, é possível dividir o processo em três etapas, conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 - Etapas do processo de transferência de garrafas entre o DPE e as enchedoras

Linha	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
L312	Tapetes transportadores	Tubagem de ar comprimido	Tapetes transportadores
L320	Tapetes transportadores	Tubagem de ar comprimido	Tapetes transportadores
L340	Tapetes transportadores	Tubagem de ar comprimido	Tubagem de ar comprimido

Deste modo, para analisar os *buffers* de cada etapa deste processo foi necessário recolher tempos através do método da cronometragem. Para tal, utilizaram-se as folhas de registo de tempos apresentadas no Anexo 16, um cronómetro e uma garrafa de teste, conforme apresentado na Figura 46.



Figura 46 - Kit de recolha de tempos

Depois de recolhidas seis amostras por insufladora, foi possível definir os tempos médios das diferentes etapas do processo de transferência de garrafas das três linhas de enchimento, conforme apresentado na Tabela 22. Para além dos tempos, em cada amostra também foi recolhida a velocidade de enchimento, v_{ench} , das enchedoras de cada linha para posterior comparação com os valores da cadência *target* definida.

Tabela 22 - Tempos médios do processo de transferência de garrafas entre o DPE e as enchedoras

Linha	Etapa 1 (seg)	Etapa 2 (seg)	Etapa 3 (seg)	Total (seg)	\bar{v}_{ench} (gar/min)
L312	6,7	35,9	59,2	101,7	85,5
L320	30,2	258,7	132,0	420,9	56,7
L340	12,8	118,6	89,1	220,4	32,8

Por fim, apresenta-se na Figura 47 o último equipamento que fez parte da análise efetuada, o silo de acumulação de moído. Este equipamento recebe todo o moído resultante dos desperdícios de produção das unidades produzidas nas insufladoras, bem como das unidades rejeitadas pelas linhas de enchimento. Por sua vez, parte do moído armazenado no silo é utilizado na mistura de matéria-prima para a produção das garrafas de diferentes tamanhos. Deste modo, é possível definir uma expressão para calcular a variação do volume, Δv , ocupado pelo moído no silo ao longo de um dia de produção (Equação 5).



Figura 47 – Silo de moído (3)

$$\Delta v_i = [\Delta v]_{i-1} + [v_{entrada}]_i - [v_{saída}]_i \Leftrightarrow \quad (5)$$

$$\Leftrightarrow \Delta v_i = [\Delta v]_{i-1} + \left[\sum_N (c_{rej,N} \times (m_{git,N} + m_{gar,N}) \times \rho) + \sum_N (c_{pro,N} \times m_{git,N} \times \rho) \right]_i - \left[\alpha \times \sum_N (c_{pro,N} \times (m_{git,N} + m_{gar,N}) \times \rho) \right]$$

$$\forall i = 1, \dots, 960; \forall N = L312, L320, L340$$

onde:

$$\Delta v_i = \text{volume ocupado no instante } i \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$[v_{entrada}]_i = \text{volume de entrada no silo no instante } i \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$[v_{saída}]_i = \text{volume de saída do silo no instante } i \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$c_{rej,N} = \text{cadência de rejeição da linha } N \text{ (gpm)}$$

$$c_{pro,N} = \text{cadência de produção da linha } N \text{ (gpm)}$$

$$m_{git,N} = \text{massa dos gitos (desperdícios de produção) da linha } N \text{ (g)}$$

$$m_{gar,N} = \text{massa das garrafas da linha } N \text{ (g)}$$

$$\rho = \text{densidade do PEAD} = 0,956 \text{ g/cm}^3$$

$$\alpha = \text{dose de moído utilizado na mistura de matéria prima, } \alpha \in]0,1[$$

Na formulação acima considerou-se que um dia de produção tem 960 minutos, em concordância com o horário de laboração da unidade fabril (7:00h – 23:00h), e que as três linhas de enchimento apresentam cadências produtivas distintas. Deste modo, o objetivo da Equação 5 passa por compreender de que forma a capacidade de acumulação do silo de moído varia ao longo de um determinado período. Para tal, é importante conhecer o volume total do silo, que é de $1,78 \text{ m}^3$, segundo o manual do equipamento.

Conforme apresentado na expressão anterior, a variação do volume de moído no silo, Δv_i , depende das cadências de garrafas produzidas, $c_{pro,N}$, e de garrafas rejeitadas, $c_{rej,N}$, das três linhas de enchimento. Por sua vez, essas cadências variam em função do número de insufladoras ativas e ainda do estado (parada ou em funcionamento) das três linhas de enchimento. Neste sentido, apresenta-se na Figura 48 um gráfico da variação do volume de moído no silo ao longo de 960 minutos, considerando um cenário em que todas as insufladoras estão ativas e a produzir para rejeição desde o momento inicial (ou seja: $c_{pro,N} = 0$).

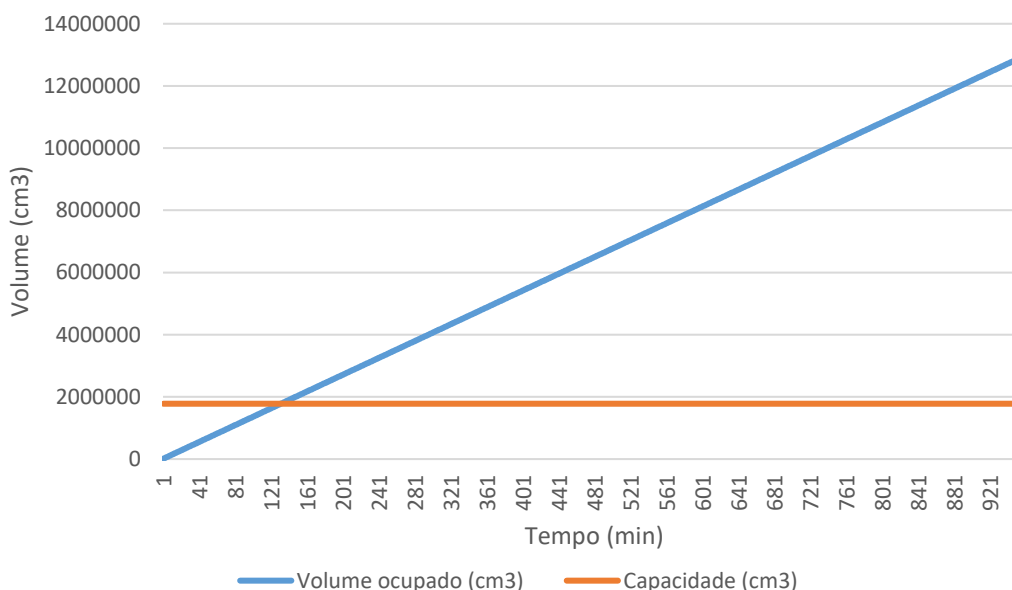


Figura 48 - Variação do volume de moído no silo com todas as insufladoras a rejeitar

Assim, conclui-se que ao final de 132 minutos (2h15min) de rejeição de todas as máquinas de insuflação, o silo atinge a sua capacidade de máxima com $1,78 \text{ m}^3$ de moído acumulado no seu interior.

4.3.2 MODELOS MATEMÁTICOS

Tendo por base os dados apresentados anteriormente, pretende-se obter uma solução que possibilite a definição de uma estratégia de coordenação entre o funcionamento das insufladoras e as paragens das linhas de enchimento de garrafas.

Neste sentido, apresentam-se de seguida os parâmetros necessários para a formulação matemática do problema.

Pressuposto

Para ser considerado o *buffer* do silo de moído apresentado anteriormente, foi introduzido um parâmetro de tolerância T , que deve ser estipulado (em número de garrafas) previamente à implementação do modelo num *software* de simulação.

Parâmetros

C : capacidade de processamento da enchedora por minuto;

C_i : capacidade de produção da insufladora i por minuto ($i = 1, 2, 3$);

B : capacidade de acumulação do *buffer*;

N : tempo de laboração;

$y_j = 1$ se a enchedora está em funcionamento no minuto j ($j = 1, \dots, N$)

T : tolerância de capacidade do *buffer* para consideração do silo de moído;

t : desfaseamento entre a saída da insufladora no DPE e entrada na enchedora.

Variáveis de decisão

✓ x_{ij} – define se a insufladora i está em funcionamento ou não:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a insufladora } i \text{ está em funcionamento no minuto } j \text{ (} i = 1, 2, 3; j = 1, \dots, N \text{)} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

✓ A_j – define o número de unidades do *buffer* a processar na enchedora:

$$A_j = \text{n}^\circ \text{ de unidades do } \textit{buffer} \text{ a processar na enchedora no minuto } j \text{ (} j = 1, \dots, N \text{)}$$

✓ B_j – define o número de unidades no *buffer*:

$$B_j = \text{n}^\circ \text{ de unidades no } \textit{buffer} \text{ no minuto } j \text{ (} j = 1, \dots, N \text{)}$$

Função objetivo

A função objetivo do problema apresentado passa por maximizar o tempo de funcionamento das insufladoras.

$$F.O.: \text{Maximizar } \sum_i \sum_j x_{ij}$$

Restrições

✓ Restrição da capacidade de processamento da enchedora

$$\sum_i C_i x_{ij-t} y_j + A_j y_j \leq C \quad \forall j = t, \dots, N + t$$

✓ Restrição da variação da disponibilidade do *buffer*

$$B_j = B_{j-1} + C_i \sum_i x_{ij} (1 - y_j) - A_j y_j \quad \forall j = 2, \dots, N - 1$$

- ✓ Restrição das unidades do *buffer* a processar na enchedora

$$A_j \leq B_j, \quad \forall j = 1, \dots, N$$

- ✓ Restrição da limitação da capacidade do *buffer*

$$B_j \leq B + T, \quad \forall j = 1, \dots, N$$

- ✓ Restrição da não negatividade

$$A_j, B_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, N$$

- ✓ Restrição da variável binária

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall j = 1, \dots, N; \forall i = 1, 2, 3$$

Nº de variáveis

Para o número de variáveis do modelo tem-se em conta o MTBF e MTTR de cada linha de enchimento.

$$N = MMC(MTBF, MTBF + MTTR)$$

Por outro lado, o parâmetro y_j varia periodicamente em função do MTTR e do MTBF (arredondados às unidades) de cada linha de enchimento, conforme representado na Figura 49.

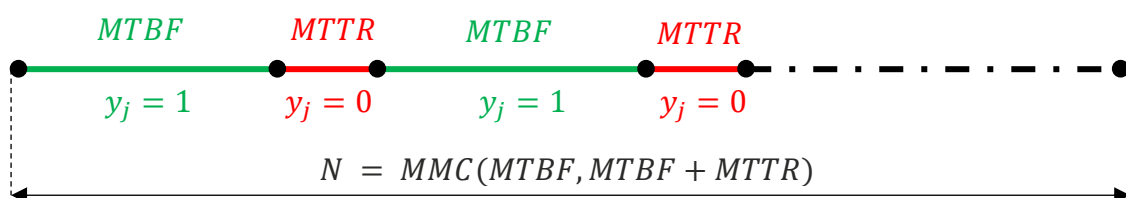


Figura 49 - Variação do parâmetro y_j

Posto isto, existem quatro aspetos a ter em atenção:

1. Deve ser analisado o resultado das variáveis de decisão para posteriormente ser elaborada a estratégia de coordenação entre as insufladoras e as enchedoras de cada linha;
2. O modelo deve ser aplicado a cada linha de enchimento separadamente;
3. As restrições de capacidade de processamento da enchedora e da variação da disponibilidade do *buffer* devem ser alteradas para aplicar o modelo na L312, devido às diferentes capacidades de produção de cada insufladora ($C_{112} = C_{114} \neq C_{115}$);
4. Impossibilidade de implementar a formulação no *software* Open Solver do MS Excel devido à quantidade de variáveis de decisão.

Tendo em consideração que este é um problema de otimização combinatória, e face ao quarto aspeto referido anteriormente, optou-se por desenvolver um procedimento heurístico, de modo a determinar uma solução de qualidade num tempo adequado para as necessidades de aplicação.

Neste sentido, apresentam-se de seguida os parâmetros necessários para a segunda formulação matemática do problema.

Parâmetros

C : capacidade da enchedora por minuto;

C_i : capacidade das insufladoras por minuto;

P_j : o instante em que a enchedora efetuou uma paragem ($j=1, \dots, N$);

B : capacidade do *buffer*;

DB_j : disponibilidade do *buffer* no instante j ($j=1, \dots, N$);

t_p : tempo de paragem da enchedora;

t_m : tempo de movimentação das unidades desde as insufladoras até à enchedora;

Inicialização

Para $N = P_1 - 1$

Fazer $j = 1, \dots, N$

$DB_j = B$;

Processo iterativo

Para instante de paragem $j = P_k$ com $k = 1, \dots, N$ fazer,

Para $m = j, \dots, j + t_p$

$DB_m = DB_{m-1} - \sum_i C_i x_{ij-t_m}$

Se $DB_m > 2 \times C_i$ e $DB_m < 3 \times C_i$ fazer

$x_{1j+1} = 0$; $x_{2j+1} = 1$; $x_{3j+1} = 1$;

Se $DB_m > C_i$ $DB_m < 2 \times C_i$ fazer

$x_{1j+1} = 0$; $x_{2j+1} = 0$; $x_{3j+1} = 1$;

Se $DB_m < C_i$ fazer

$x_{1j+1} = 0$; $x_{2j+1} = 0$; $x_{3j+1} = 0$;

Para $m = j + t_p + 1, \dots, j + t_p + t_m$

$DB_m = DB_{m-1} + C$

4.3.3 IMPLEMENTAÇÕES DO PROCEDIMENTO HEURÍSTICO

Conforme referido anteriormente, não foi possível implementar o primeiro modelo devido à incapacidade do *software* Open Solver do MS Excel para suportar o número de variáveis de decisão exigido. No entanto, no caso do procedimento heurístico formulado, desenvolveu-se uma ferramenta no MS Excel capaz de executar o processo iterativo.

Na Figura 50 apresenta-se um exemplo da aplicação da ferramenta desenvolvida, neste caso, para analisar como uma paragem de 6 minutos da linha L320, das 07:22h às 07:28h, se reflete no funcionamento das insufladoras no DPE.

HORÁRIO	ENCHEDORA 2L	INS. 121	INS. 122	INS. 125	CAP. BUFFER 2L	R	CAP. SILO DE MOÍDO	%
00:00	y2j (1=ON; 0=OFF)	x2ij (1=ON; 0=OFF)			DB2 (garrafas)		DC (cm3)	
7:21	1	1	1	1	349	×	1780000	100%
7:22	0	1	1	1	289	×	1780000	100%
7:23	0	1	1	1	229	×	1780000	100%
7:24	0	1	1	1	169	×	1780000	100%
7:25	0	1	1	1	109	×	1780000	100%
7:26	0	1	1	1	49	×	1780000	100%
7:27	0	0	1	1	0	✓	1780000	100%
7:28	1	0	0	0	0	✓	1780000	100%
7:29	1	0	0	0	20	×	1780000	100%
7:30	1	0	0	0	80	×	1780000	100%
7:31	1	1	1	1	140	×	1780000	100%

Figura 50 - Ferramenta para executar o procedimento heurístico (exemplo L320)

É importante destacar que na ferramenta desenvolvida estão incluídos todos os dados necessários para planear o funcionamento das insufladoras, em função dos tempos de paragem das enchedoras das três linhas (L312, L320 e L340). Para além disso, também é possível visualizar a influência das paragens planeadas de todas as linhas de enchimento na variação da capacidade do silo de moído.

Posto isto, com base no procedimento heurístico, foi possível concluir dois aspetos importantes no que toca aos diferentes tipos de paragem, nomeadamente:

1. Através desta ferramenta é possível coordenar o funcionamento das insufladoras em todos os momentos das paragens planeadas da unidade fabril;
2. No caso das paragens não planeadas, sugere-se a execução de um estudo de cenários, considerando o MTTR e MTBF das linhas de enchimento;

Por fim, no que toca a melhorias das soluções determinadas, é possível efetuar trocas locais nas soluções de modo a conciliar com os procedimentos produtivos da empresa, ou seja, no caso da linha L320:

- ✓ Parar as 3 insufladoras um minuto = parar 1 insufladora 3 minutos;
- ✓ Parar 2 insufladoras um minuto = parar 1 insufladora 2 minutos;

4.4 RESULTADOS OPERACIONAIS

Para avaliar os resultados operacionais das medidas aplicadas efetuou-se o levantamento dos dados referentes à *performance* produtiva da fábrica, mensalmente, no segundo semestre do ano fiscal 2020/2021 através do *software* Maple Suit, conforme representado na Tabela 23. O *scorecard* original encontra-se no Anexo 15.

Tabela 23 - *Performance* produtiva da fábrica no 2º semestre do ano fiscal 2020/2021

Mês	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
<i>glidepath</i> (%)	75	75	75	75	75	75
PR (%)	64,9	67,4	67,5	71,6	74,6	78,0
<i>glidepath</i> (%)	15	15	15	15	15	15
P_{planeadas} (%)	13,8	13,6	13,9	13,6	12,4	11,9
<i>glidepath</i>	50	40	35	35	30	30
Nº de paragens não planeadas/dia/linha	62	40	55	42	37	35
<i>glidepath</i> (%)	3	3	3	3	3	3
RL (%)	12,1	12,3	7,1	5,3	4,9	4,4

Relativamente à análise levada a cabo para o conjunto de fatores que resultam numa redução do PR, através das intervenções nos pilares de AM e PM, foi possível diminuir o impacto negativo das métricas utilizadas. Conforme representado na Figura 51, no segundo semestre do ano fiscal, verificou-se uma tendência crescente do PR, com um aumento total de 13,1%, face ao valor no semestre anterior. É de assinalar que as ações de melhoria aplicadas começaram a surtir um efeito mais significativo no valor da PR a partir do mês de março, devido a um período de implementação. Para efeitos de cálculo não são consideradas as perdas de qualidade.

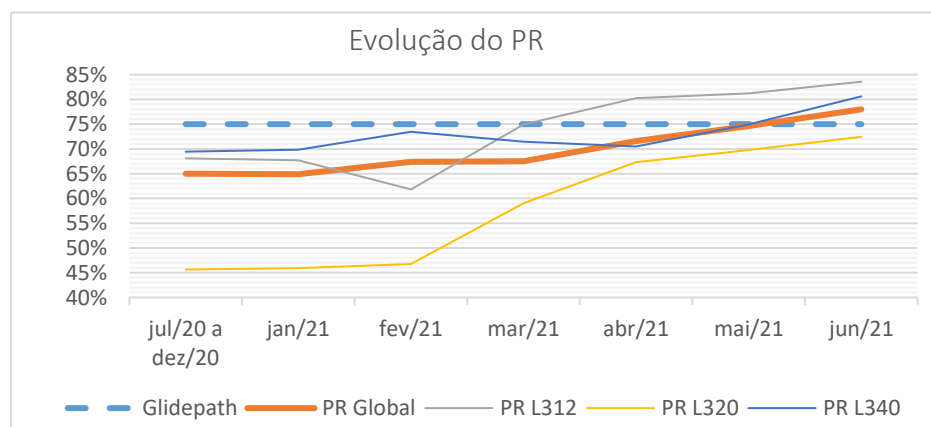


Figura 51 - Evolução do PR ao longo do ano fiscal 2020/2021

Por sua vez, o aumento do PR deve-se essencialmente a dois fatores, sendo o primeiro a redução do número de paragens das linhas de enchimento. Com a estruturação dos planos de manutenção preventiva, realização do programa de treinos de manutenção autónoma e aplicação dos 6S na oficina de manutenção, foi possível reduzir o número diário de paragens não planeadas por linha de 62 para 35, conforme representado na Figura 52. Esta redução irá, conseqüentemente, representar uma diminuição do tempo que os técnicos despendem em manutenções corretivas. Por outro lado, também se verificou uma redução do número de paragens planeadas. Deste modo, promove-se a redução do tempo de inatividade do sistema produtivo e do tempo despendido em manutenções preventivas. Isto permite focar os recursos do departamento de manutenção em ações mais urgentes e melhorar as métricas que ditam a *performance* operacional.

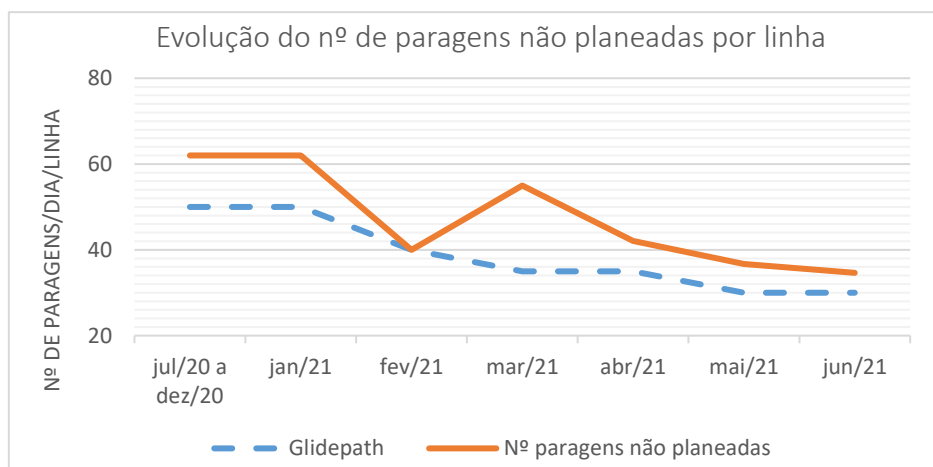


Figura 52 - Evolução do nº de paragens não planeadas ao longo do ano fiscal 2020/2021

Por fim, verificou-se uma diminuição de um dos indicadores da *performance* operacional mais valorizados pela organização, o *Rate Loss*. Como é visível no gráfico da Figura 53, no segundo semestre do ano fiscal, registou-se uma redução de 9% no valor do RL, sendo este o segundo fator que justifica o valor de PR obtido. Esta redução traduz-se num melhor aproveitamento do tempo de produção, ou seja, numa taxa de cumprimento dos planos de produção mais elevada.

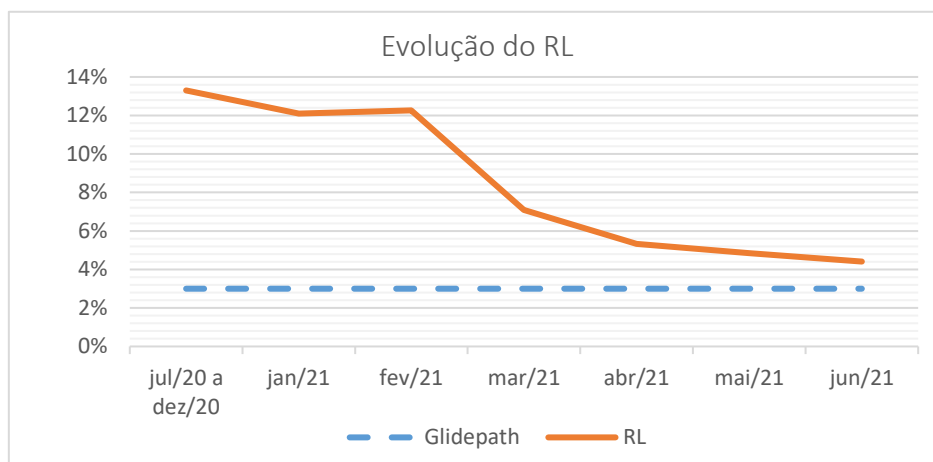


Figura 53 – Evolução do RL ao longo do ano fiscal 2020/2021

CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES

5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

O foco desta dissertação incidiu fundamentalmente na análise da *performance* produtiva da unidade fabril, através da avaliação dos principais indicadores de desempenho da organização, e posterior elaboração de uma estratégia de melhoria desses mesmos indicadores. De modo geral, é possível afirmar que os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos. Na Tabela 24 são apresentados os objetivos definidos no início do projeto e o estado de execução dos mesmos.

Tabela 24 - Análise dos objetivos definidos no início do projeto

Objetivo	Estado
Verificação de ineficiências no <i>setup</i> no Departamento de Produção de Embalagens (DPE) e aplicação de quatro ações de melhoria;	Realizado ✓
Identificação de oportunidades de melhoria no arranque de cada linha produtiva (L312, L320 e L340);	Realizado ✓
Redução do <i>Rate Loss</i> (RL) em 8%;	Realizado ✓

Depois de implementadas as quatro ações de melhoria apresentadas no subcapítulo 0, foram realizadas análises quantitativas aos principais indicadores da *performance* produtiva de modo a avaliar o desempenho do trabalho desenvolvido. No caso dos planos de manutenção preventiva desenvolvidos para os equipamentos do Departamento de Utilidades e das sessões de treino de manutenção autónoma, obteve-se uma redução de 56% no número de paragens não planeadas por linha de enchimento. Estas medidas, aliadas à implementação dos 6S na oficina de manutenção e à criação de diferentes controlos visuais, promoveram a redução do tempo gasto em manutenções preventivas e corretivas, que, por sua vez, contribuiu para uma diminuição de 9% no valor do RL. Por último, a combinação das medidas referidas anteriormente resultou num aumento de 13,1% do PR da unidade fabril durante o segundo semestre do ano fiscal, fixando este indicador (78%) acima do *target* definido pela organização (75%). Deste modo, os resultados obtidos foram positivos, existindo ainda oportunidade para melhorias.

O trabalho realizado quanto aos planos de manutenção preventiva e autónoma no Departamento de Utilidades, nomeadamente, a criação de 178 ordens de trabalho, o envio dos materiais para o *workflow* de codificação e a criação da rota de CL dos compressores, permitiu padronizar as ações de manutenção do departamento de forma a garantir o bom funcionamento e o aumento do tempo de vida útil dos equipamentos. Anteriormente, a inexistência destes planos resultava em diversos defeitos na produção das embalagens, devido a oscilações na parametrização dos valores da pressão do ar do sistema pneumático, fornecido pelos compressores. Assim, ao ser criado um sistema de monitorização e controlo regular desses parâmetros, garante-se uma redução significativa no número de falhas e melhorias relevantes na produtividade do DPE.

Um aspeto importante no desenvolvimento do trabalho, foi a implementação da ferramenta 6S em todos os processos da Fater Portugal. Através da organização, limpeza e arrumação de todos os postos de trabalho, incluindo a oficina de manutenção, foi possível melhorar as condições de trabalho e promover o aumento do desempenho dos diversos colaboradores.

Apesar de não ter sido dissecada ao longo da dissertação, a filosofia IWS é fundamental para o desenvolvimento de todos os processos na Fater Portugal. Desde a estrutura organizacional da empresa, à atribuição de responsabilidades e definição dos processos de trabalho, o sistema IWS apresentou vantagens consideráveis face à aplicação de diversas ferramentas da cultura *Lean* de forma individual. No entanto, foi também perceptível que a aplicação prática dos conceitos teóricos nem sempre resulta conforme planeado, sendo que cada processo ou organização requer adaptação por parte dos seus intervenientes.

Por outro lado, o sucesso deste projeto deve-se em boa parte à disponibilidade e apoio dos coordenadores de manutenção, operadores e líderes das diferentes áreas da Fater Portugal. Ao longo de todo o percurso foi evidente que o ambiente de trabalho era de pura cooperação, com intervenções regulares por parte de todos os membros da organização envolvidos no projeto. Desta forma, ficou claro que em todas as etapas de um projeto que inclui ações de melhoria da eficiência e qualidade de um processo global é fulcral a motivação e envolvência dos colaboradores. Principalmente neste sistema, onde se verificou que os resultados dependem bastante da interação com as equipas de trabalho, da partilha de conhecimentos e da comunicação.

Concluindo, a correta implementação de metodologias como o TPM, o HPWS ou o PR permite obter uma melhoria do processo produtivo, através da redução do número de paragens e de avarias dos equipamentos. No entanto, para alcançar a sincronização de um processo produtivo com a complexidade do sistema da Fater Portugal, é necessário recorrer a ferramentas com capacidade de resolver problemas de maior exigência analítica, como a Programação Inteira. Assim sendo, para se eliminar a maioria das perdas e ser possível executar melhorias significativas no arranque da cada linha produtiva, para além da coordenação total entre os recursos humanos também poderá ser necessário investir noutros recursos de valor elevado, como o tempo para avaliar diferentes cenários e possibilidades.

5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Ao longo das diferentes fases do projeto, foram sendo identificadas diversas oportunidades de melhoria, para dar continuidade ao trabalho já desenvolvido. Deste modo, apesar da aplicação dessas melhorias ser direcionada a áreas específicas do processo produtivo, o resultado é transversal a toda a organização.

Tendo em conta o sucesso da implementação do IWS em todas as filiais do Grupo Fater S.p.A, seria vantajoso para a Fater Portugal o envolvimento de todos os membros da organização nesta filosofia. Apesar da vontade de introduzir esta metodologia ser expressa pelos órgãos diretivos da empresa, não se constata que todos os colaboradores estejam dispostos a aplicá-la no seu quotidiano. Por sua vez, se não existir sintonia entre todos os níveis da organização, os resultados não serão os melhores. Como tal, à imagem do que acontece com a ferramenta 6S, que já é amplamente aplicada por todos os intervenientes no processo produtivo da unidade fabril, seria vantajoso atuar de modo similar com o IWS.

Posto isto, na Tabela 25 apresentam-se as sugestões de melhoria relacionadas com diferentes áreas da Fater Portugal.

Tabela 25 - Ações de melhoria sugeridas para o futuro

Ação Sugerida	Melhoria Expectável
Adquirir um <i>software</i> de otimização para executar os modelos matemáticos desenvolvidos e dar continuidade ao trabalho iniciado.	Alcançar a sincronização total entre o DPE e as linhas de enchimento de garrafas, proporcionando uma redução permanente do RL.
Realizar regularmente sessões práticas de formação para desenvolver a cultura IWS em todos os membros da organização.	Normalizar os processos de trabalhos de modo a alcançar e sustentar os melhores resultados possíveis proporcionados por uma estratégia global de desempenho elevado.
Criar um sistema detalhado de registo e análise de avarias dos equipamentos das linhas de enchimento e do DPE.	O histórico de dados torna-se mais completo, o que possibilita a execução de análises mais minuciosas para resolver problemas distintos.
Realizar sessões de formação de SAP para os <i>Unit Leaders</i> , nomeadamente para o controlo do fluxo de peças de reserva e implementação do <i>workflow</i> de codificação.	Melhorar o fluxo de entrada e saída de peças de reserva no <i>storeroom</i> , reduzindo custos através do controlo das quantidades disponíveis em <i>stock</i> e necessidades de encomenda.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

6.1 ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E OUTRAS FONTES

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

6.1 ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E OUTRAS FONTES

- Ablanedo-Rosas, J. H., Alidaee, B., Moreno, J. C., & Urbina, J. (2010). Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations. *International Journal of Production Research*, 48(23), 7063–7087. <https://doi.org/10.1080/00207540903382865>
- Ahmad, N., Hossen, J., & Ali, S. M. (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1–4), 239–256. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>
- Ahmad, R., & Soberi, M. S. F. (2018). Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1–4), 433–450. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0827-7>
- AlTabbaa, O., & Ankrah, S. (2016). University of Huddersfield Repository. *Technological Forecasting & Social Change*, 104, 1–15.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2014). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer London, 2014.
- Cabral, J. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção* (Lidel (ed.); 11th–2006th ed.).
- Chong, M. Y., Chin, J. F., & Hamzah, H. S. (2012). Transfer of total productive maintenance practice to supply chain. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3–4), 467–488. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.637788>
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1–4), 307–323. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5407-x>
- Dillon, A. P., & Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press.
- dos Reis, M. D. O., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>
- Fater. (2020). *Fater S.p.A*. <http://www.fatergroup.com/en/about-us>
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, 7, 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Fortech. (2021). *Maple Suit Calculations*.

- Frandsen, A., Berghede, K., & Tommelein, I. D. (2013). Takt time planning for construction of exterior cladding. *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013*, 1(510), 464–473.
- Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, 180, 335–348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121>
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Jastia, N. V. K., & Kodali, R. (2015). Lean production: Literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867–885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>
- Jeffrey K. Liker. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
- Kigisirin, S., Pussawiro, S., & Noohawm, O. (2016). Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant. *Procedia Engineering*, 154, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.472>
- Kušar, J., Berlec, T., Žefran, F., & Starbek, M. (2010). Reduction of machine setup time. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 56(12), 833–845. https://doi.org/10.5545/162_Doi_not_assigned
- Lopes, R. B., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of lean manufacturing tools in the food and beverage industries. *Journal of Technology Management and Innovation*, 10(3), 120–130. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242015000300013>
- Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Luz, J. (2008). *Implementação de Sistema de Gestão Integrada na Procter & Gamble*.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, T. (2007). Changeover improvement: reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(1), 98–111.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Oliveira, A. M. (2010). *Projeto de Implementação de Módulos de Qualidade na Procter&Gamble*.
- Ortiz, C. A., & Park, M. R. (2018). Visual Controls. In *Visual Controls*. <https://doi.org/10.4324/9781466503267>
- P&G. (2011). *PR_StrategicMeasures*.
- Pfeffer, J. (1998). *The Human Equation: Building Profits By Putting People First*. McGraw-Hill Companies. <https://books.google.pt/books?id=ubinPwAACAAJ>
- Pillet, M., Martin-Bonnefous, C., & Courtois, A. (2007). *Gestão da Produção: Para uma gestão ágil, criativa e cooperante* (Lidel (ed.); 04–2007th ed.).
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean* (Lidel (ed.); 04–2013th ed.).
- Pinto, J. P. (2014). *Introdução ao pensamento Lean: A filosofia das organizações*

- vencedoras. In Lidel (Ed.), *Lisboa: Lidel* (04–2014th ed.).
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Rewers, P., & Trojanowska, J. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *7th International Technical Conference Technological Forum, June*, 135–139.
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rita, A., & Henriques, P. (2018). *Application of SMED concepts in packaging lines in the pharmaceutical industry. November*, 1–9.
- Romvall, K., Wiktorsson, M., & Bellgran, M. (2010). Competitiveness by integrating the green perspective in production – A review presenting challenges for research and industry. *20th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing, FAIM2010*, 46(0).
- Ron, J. de, & Rooda, J. E. (2006). *OEE and equipment effectiveness E: an evaluation. 01(23)*, 93–102.
- Rother, M. (1999). *Learning to See value stream mapping to add value and eliminate muda*. <http://www.lean.org/Bookstore/ProductDetails.cfm?SelectedProductId=9>
- Sabadka, D., Molnar, V., & Fedorko, G. (2017). The use of lean manufacturing techniques–SMED Analysis to optimization of the production process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(3).
- Santos, G., Sá, J. C., Oliveira, J., Ramos, D. G., & Ferreira, C. (2019). Quality and Safety Continuous Improvement through Lean Tools. In *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges* (p. 466). Nova Science Publishers, Incorporated.
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2011). *Lean For Dummies*. Wiley.
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2020). Implementation of SMED in a cutting line. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1355–1362. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.189>
- Silva, F. J. G., & Ferreira, L. C. P. (2019). *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Nova Science Publishers, Incorporated.
- Singh, J., Singh, H., & Singh, I. (2018). SMED for quick changeover in manufacturing industry—a case study. *Benchmarking: An International Journal*.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51(NUICONE 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. Butterworth-Heinemann Limited.
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2017). Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study. *Procedia Engineering*, 182, 665–672. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.177>
- Stamatović, M., & Zakić, N. (2010). Effects of the global economic crisis on South-east

- Europe. *Journal of Balkan and Near Eastern Studies*, 12(2), 187–194.
<https://doi.org/10.1080/19448951003791849>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E. (2019). Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018. In *Proceedings of the International Symposium for Production Research 2018* (Issue November 2018). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92267-6>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443–466. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022005000300009>
- Velimirović, D., Velimirović, M., & Stanković, R. (2011). Role and importance of key performance indicators measurement. *Serbian Journal of Management*, 6(1), 63–72. <https://doi.org/10.5937/sjm1101063v>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Vorne. (n.d.). *TPM*. <http://www.leanproduction.com/tpm.html>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking* (S. & Schuster (ed.); 07–2003rd ed.).
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Technology, M. I. of. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production*. Harper Collins.
- Wudhikarn, R. (2012). Improving overall equipment cost loss adding cost of quality. *International Journal of Production Research*, 50(12), 3434–3449.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2011.587841>
- Zhou, B. (2016). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operations Research*, 241(1–2), 457–474.





ANEXOS

- 7.2 ANEXO 1 - PILARES IWS
- 7.2 ANEXO 2 - GAMA DE PRODUTOS FATER PORTUGAL
- 7.3 ANEXO 3 - *PERFORMANCE* PRODUTIVA 1º SEMESTRE 2020/2021
 - 7.4 ANEXO 4 - ROTA DE CL DA INSUFLADORAS
 - 7.5 ANEXO 5 - *PROCESS REALIABILITY STRATEGIC MEASURES*
 - 7.6 ANEXO 6 - CRONOGRAMA DO PROJETO
 - 7.7 ANEXO 7 - ROTA DE CIL DA OFICINA
- 7.8 ANEXO 8 - 6S NA OFICINA DE MANUTENÇÃO (EXEMPLOS KWOPL)
 - 7.9 ANEXO 9 - EXEMPLO DE ORDEM DE TRABALHO SAP
 - 7.10 ANEXO 10 - PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO DEPARTAMENTO DE UTILIDADES
 - 7.11 ANEXO 11 - ROTA DE CL DOS COMPRESSORES
 - 7.12 ANEXO 12 - TREINO DE AM (CATEGORIA: LUBRIFICAÇÃO)
 - 7.13 ANEXO 13 - ARRANQUE DOS SISTEMAS HIDRÁULICO E PNEUMÁTICO (KWOPL)
- 7.14 ANEXO 14 - *PERFORMANCE* PRODUTIVA ANO FISCAL 2020/2021
 - 7.15 ANEXO 15 - FOLHAS DE REGISTO DE TEMPOS

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1 - GAMA DE PRODUTOS DA FATER PORTUGAL

Tabela 26 - Gama de produtos da Fater Portugal

Designação	Composição química	Variante	Embalagem
<i>Neoblanc</i> Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Água (H₂O); ✓ Solução tampão; ✓ Hipoclorito de sódio (NaClO); 	-	
<i>Neoblanc</i> Perfumada	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Água (H₂O); ✓ Solução tampão; ✓ Hipoclorito de sódio (NaClO); ✓ Corante; ✓ Aromas; 	Perfume do campo	
		Perfume Marselha	
<i>Neoblanc</i> Densoperfumada	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Água (H₂O); ✓ Solução tampão; ✓ Hipoclorito de sódio (NaClO); ✓ Corante; ✓ Aromas; ✓ Aditivos; 	Mintaka	

7.2 ANEXO 2 - PILARES IWS

Tabela 27 - Pilares IWS

Pilar	Descrição
Leadership (Lead)	Confere à organização as ferramentas necessárias para que os líderes a conduzam no seguimento dos resultados de negócio pretendidos, através da implementação do IWS.
Organization (Org)	Fornece à organização ferramentas e capacidade que suportam o CBN, através de 100% de envolvimento dos colaboradores e do estabelecimento da mentalidade zero defeitos.
Autonomous Maintenance (AM)	Possibilita às equipas operarem com zero defeitos sem intervenção externa.
Progressive Maintenance (PM)	Permite atingir um nível ótimo de condições dos equipamentos e dos processos de forma eficiente e com o mínimo custo.
Focused Improvement (FI)	Maximizar a eficiência global dos equipamentos, processos e da organização, através da eliminação eficaz dos defeitos e da melhoria dos indicadores críticos.
Education & Training (E&T)	Criar capacidade necessária para eliminar os defeitos, aumentando o nível de conhecimento dos colaboradores e o nível de eficiência e eficácia da formação e dos treinos.
Initiative Management (IM)	Confere sistemas que permitem definir, desenhar e implementar projetos a um custo eficiente e eliminando defeitos e perdas.
Quality (Q)	Permite desenvolver uma capacidade sistemática que garanta que em cada estado do processo ou da cadeia de abastecimento se produzam zero defeitos, zero perdas e zero reclamações, assegurando que todos os requisitos e expectativas definidas pela companhia são cumpridos.
Health, Safety and Environment (HS&E)	É responsável por desenvolver os sistemas que permitam a segurança de pessoas, equipamentos e ambiente com o objetivo de zero incidentes e acidentes.
Supply Network (SN)	Promove a capacidade de maximizar o valor da cadeia de abastecimento, atendendo às necessidades e requisitos do consumidor.
Work Process Improvement (WPI)	Otimização de todos os processos de trabalho, aumentando a produtividade e reduzindo custos.

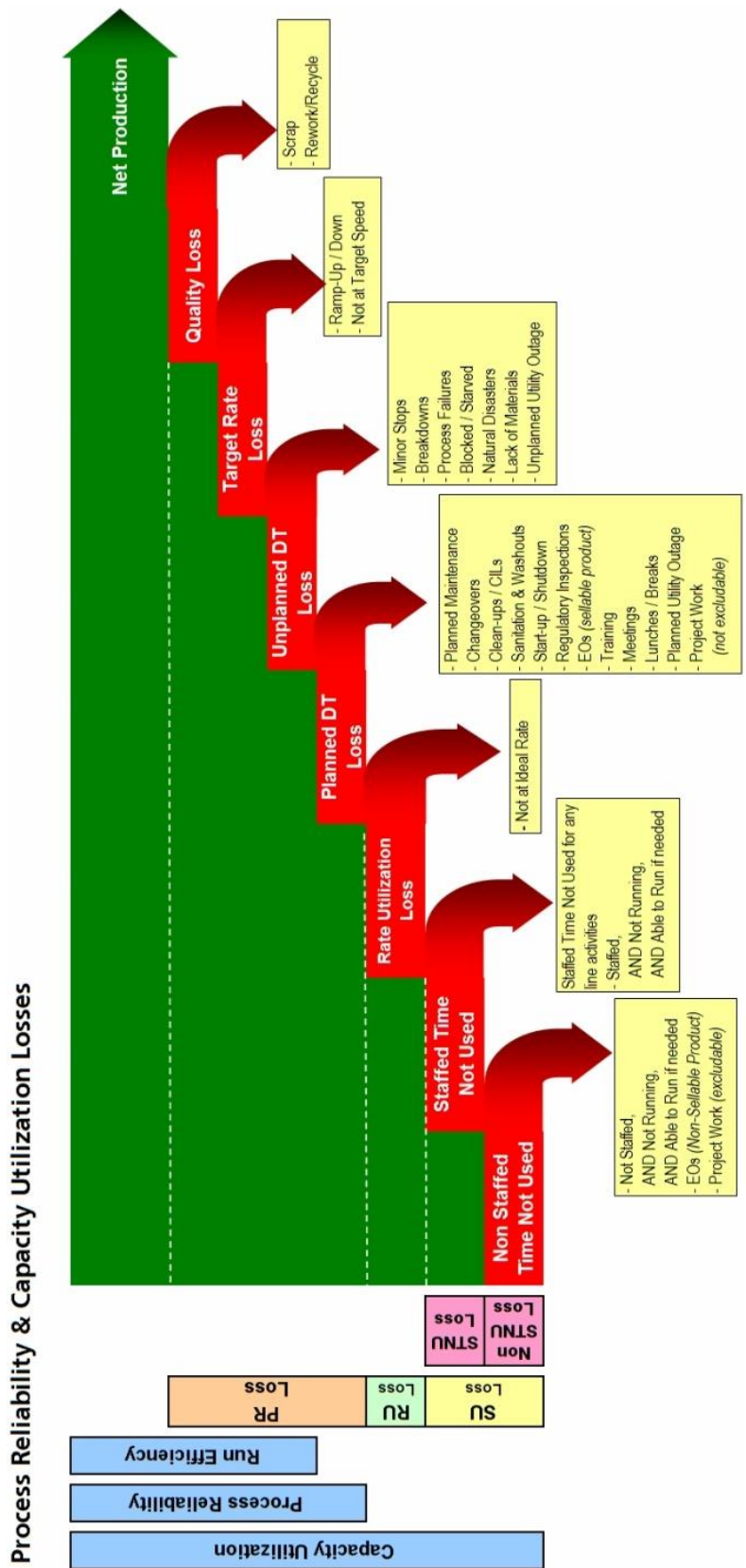
7.3 ANEXO 3 - PERFORMANCE PRODUTIVA 1º SEMESTRE 2020/2021

PORTO PLANT PERFORMANCE MAP																
	Area	Measure	Unit	Owner	16/17	17/18	18/19	19/20	Target FIRM	FYTD	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20
IWS / Lean		glidepath									75	75	75	75	75	75
	♥	PR Plant	%	VO	80,3	81,7	81,0	78,2	75,0	65,5	56,7	50,8	61,0	70,0	59,1	65,0
	💡	Planned Downtime Plant	%	VO				preencher	15,0	13,0	12,1	11,0	13,6	11,5	14,3	13,8
	💡	Rate Loss Plant	%	VO				preencher	3,0	10,5	16,6	18,3	11,3	9,0	14,4	10,3
	💡	Unplanned Line Stops / Day / Line	#	VO				preencher	30,0	62,9	84	81	117	80	60	62

7.4 ANEXO 4 - ROTA DE CL DAS INSUFLADORAS

CENTERLINING 122																
Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq	Desc	Seq
1	Velocidade Fuso Máquina	48	60	1												
2	Temperatura Resistência T°C igal +- 10°C T°C SET	0,07	0,11	0,15												
3	Ret. Corte A	0,07	0,11	0,15												
4	Ret. Corte B	0,17														
5	Tempo Fecho Molde (DX) - Ret Cierre moldes	0,17														
6	Tempo desc. Molde (DX) - Ret carro atras	0,35	0,52	0,60												
7	T.Lamina Arranq. Stop (DX) - Cortes adeli stop parcial	0,10														
8	Retardam. Descida Injetor (DX) - Ret bajada soplador	0,10														
9	Retardam. Subida Injetor (DX) - Ret subida soplador	0,10														
10	Retardamento Sopre(DX) - Ret. Soplo	2,30														
11	Descompressão (DX) - Descarga	12,00														
12	Tempo de ciclo da Máquina - Tiem. IX DX	0,10														
13	Tempo Fecho Molde (SX) - Ret Cierre moldes	0,17														
14	Tempo desc. Molde (SX) - Ret carro atras	0,45	0,52	0,75												
15	T.Lamina Arranq. Stop (SX) - Cortes adeli. Stop parcial	0,10														
16	Retardam. Descida Injetor (SX) - Ret bajada soplador	0,10														
17	Retardam. Subida Injetor (SX) - Ret subida soplador	0,10														
18	Retardamento Sopre(SX) - Ret soplo	2,30														
19	Descompressão (SX) - Descarga	20	45	60												
20	Temperatura óleo tanque - T.Ace	1,50	2	2,10												
21	Tempo Prova	75														
22	Pressão Prova - Pression prueba mBar	30														
23	Tolerancia superior	10														
24	Tolerancia inferior (negativo)	2	5	10												
25	Pertil	28	30	34												
26	Peso Cabeça 1	2	5	10												
27	Peso Cabeça 2	2	5	10												
28	Desenho do Moog (verificar com acetato)	1														
29	Manga Torta	4	5	6												
30	Pressão Linha (Bar)	4	5	6												
31	Pressão Insuflação (Bar)	4	5	6												
32	Temperatura Água Moldes	5	8	12												

7.5 ANEXO 5 - PROCESS RELIABILITY STRATEGIC MEASURES





7.6 ANEXO 6 - CRONOGRAMA DO PROJETO



MÊS	Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho							
	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª				
SEMANA																																
SISTEMA PRODUTIVO FATER PORTUGAL																																
MONITORIZAÇÃO DA PERFORMANCE PRODUTIVA																																
INDICADORES DE DESEMPENHO																																
FORMULAÇÃO DO PROBLEMA																																
AÇÕES DE MELHORIA NOS PILARES DE AM E PIM																																
6S OFICINA																																
MANUTENÇÃO PREVENTIVA																																
MANUTENÇÃO AUTÓNOMA																																
CONTROLOS VISUAIS																																
SINCRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS																																
ANÁLISE DE TEMPOS IHB/ENCHIMENTO																																
PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO																																
MODELO DE PROGRAMAÇÃO INTEIRA BINÁRIA																																
HEURÍSTICA CONSTRUTIVA																																
RESULTADOS E CONCLUSÕES																																

7.7 ANEXO 7 - ROTA DE CIL DA OFICINA


CIL OFICINA		Data		Data	Data	Data	Data	Data	
		Média do dia	Freq.						
LEGENDA:		Nome		Tempo (min)		Estado		Freq.	
ok - limpou-se mas não estava contaminado									
nok - limpou-se e estava contaminado									
TAREFAS									
CIL - 1	Zona de Soldadura - Verificar que a zona está limpa e a viseira, a manta e a bancada estão de acordo com o standard	R	5	S					
CIL - 2	Armários da manutenção - Verificar que os armários estão apenas com material a usar na manutenção	R	3	S					
CIL - 3	Armário da ferramenta - Verificar que o armário está completo e com cada ferramenta no seu devido lugar	R	3	S					
CIL - 4	Máquinas - Verificar que todas as máquinas estão desligadas e limpas	R	3	S					
CIL - 5	Zona dos óleos - Verificar que a estante está completa e sem contaminação de óleos	R	3	S					
CIL - 6	Bancada de trabalho - Verificar que a bancada está limpa e sem nada em cima	R	5	S					
CIL - 7	Quadro de Orings - arrumar os orings nos ganchos adequados em função das dimensões.	R	10	S					
CIL - 8	Oficina em geral - Verificar que não há contaminação no chão	R	10	S					

7.8 ANEXO 8 - 6S NA OFICINA DE MANUTENÇÃO (EXEMPLOS DE KWOP/L)

KNOW-WHY ONE POINT LESSON					
Sistema	CIL	Data	mar/21	Número OPL	OFICINA - CIL 1
Fábrica - Oficina	Oficina	Inspeção	Departamento	Zona da soldadura	
					Ação 
Definição do standard		Ação corretiva		Know-Why (Porquê inspecionar)	
A zona deve estar limpa, a viseira, a manta e a bancada deverão estar de acordo com o standard.		Arrumar a manta e a viseira e limpar a bancada com um pano húmido.		Vestígios de materiais e desarumação do local resultam em condições desfavoráveis para executar o processos de soldadura, que por sua vez originam defeitos e acidentes.	
Segurança					
Utilizar viseira, luvas de proteção e avental de couro.					


KNOW-WHY ONE POINT LESSON					
Sistema	CIL	Data	mar/21	Número OPL	OFICINA - CIL 5
Fábrica - Oficina	Oficina	Inspeção	Departamento	Zona dos óleos	
					Ação 
Definição do standard		Ação corretiva		Know-Why (Porquê inspecionar)	
A estante deve estar completa, sem contaminação de óleos, com os recipientes bem fechados e nos locais indicados pelas etiquetas. As fichas de segurança atualizadas e disponíveis para consulta.		Limpar a estante com água quente e detergente em caso de contaminação, fechar os recipientes e colocá-los nos locais indicados pelas etiquetas.		O correto armazenamento elimina o risco de lubrificar os equipamentos com os óleos/massas errados.	
Segurança					
Utilizar luvas para proteção das mãos.					

7.9 ANEXO 9 - EXEMPLO DE ORDEM DE TRABALHO SAP



Fater s.p.a.

Maintenance Order 20306081
printed on 31.08.2021 at 16:17:15 - Pag.1 of 1
TL_Substituir ponteiras



JobTicket
SAP Plant Maintenance

Creation date: 08.06.2021	Author: IP1020210608	Status: RIL
Type: FM02 Base Tempo o Base Ciclo	Activity: FM2 A Tempo	Priority: ()
Planning Group: PO2 GRP_PO-0710 / 1355		
Notification:	Bsc Start Date: 05.09.2021	
Reservation: 0046061291	Bsc Fin. Date : 05.09.2021	
Func.Location: BLPO-001-030-009 pinóis		
Assembly:		
Equipment:		

Operation: 0010 TL_QA_Substituir ponteiras

SEGURANÇA: LOTO e luvas e viseira.

INFORMAÇÕES: Substituir ponteiras.

EQUIPAMENTO:

Duration: 30,0 MIN	Num.Persons: 1	Work: 30,0 MIN	
WC: PO_BLOW CdL_PO_Blowing			
Start: 05.09.2021 - 08:00:00		End: 05.09.2021 - 08:33:45	
Material	Description	C.R.	Reqmt Qty.
030703773	PONTEIRAS DOS PINOIS EM ACO INOX		1,00 PZ

** End Operation 0010 **

7.10 ANEXO 10 - PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO DEP. DE UTILIDADES

COMPRESSORES 1/2/3 – GA75VSD-13 (API656484) /GA55-7,5 (AII452498) /GA55-7,5 (AII456014)

Periodicidade	Operação
Semanal	Verificação de parâmetros
Trimestral	Inspeccionar e limpar arrefecedores
	Limpar/Inspeccionar o motor elétrico e lubrificar (se necessário)
	Verificar/atestar o nível de óleo.
	Verificar/eliminar fugas de ar/água/óleo
	Verificar LEDS módulo eletrônico.
	Verificar funcionamento de válvulas automáticas da purga.
	Verificar funcionamento do ventilador (unidade de refrigeração para ar)
	Verificar funcionamento do sistema de regulação/comando
	Verificar estado refrigerante através do visor (ID).
	Verificar ponto de orvalho.
	Verificar presença de água no óleo de lubrificação
	Verificar reaperto de uniões e tubagens.
	Limpeza da câmara de admissão e/ou substituição do filtro de ar
	Inspeccionar as almofadas dos filtros do compartimento do conversor
	Verificar se os condensados são descarregados.
4000 h. (anual)	Mudar o óleo e substituir o filtro do óleo.
	Substituir o elemento do filtro de ar.
	Substituir as almofadas do filtro de ar do compartimento do conversor.
	Efetuar um teste ao LED/visor
	Mandar testar a válvula de segurança
	Testar a função de corte de funcionamento por temperatura
	Verificar e limpar o conjunto do ventilador de refrigeração.
	Verificar o funcionamento dos ventiladores de refrigeração do conversor.
	Verificar a válvula solenoide de descarga após paragem e após premir o botão de paragem de emergência.
	Limpar as aletas de refrigeração dos motores elétricos.
	Inspeccionar a limpeza do restritor na linha de lavagem.
	Verificar o estado da mangueira de admissão de ar entre o filtro de ar e o elemento (quando aplicável)
	Verificar funcionamento da válvula de admissão.
	Limpar o restritor da linha de sucção de óleo
	Substituir o óleo de lubrificação
Substituir o filtro do óleo de lubrificação	

8000 h. (bianual)	Revisão da válvula de pressão mínima.
	Revisão de válvulas automáticas de purga (ID)
	Verificar/Substituir os elementos filtros de linha (quando aplicável)
	Substituir o elemento separador de óleo
	Limpar o exterior do bloco de arrefecimento (unid. Ref. p/ar)
	Limpar o bloco (ID)
	Limpar o exterior do motor do ventilador (ID)
	Verificar e testes de fugas (ID)
	Verificar/ajustar relés e proteções elétricas
	Verificar/reapertar as ligações elétricas
	Verificar os contactores

COLETOR OSC1200 – (P1493Nº3)

Periodicidade	Operação
Semanal	Verificar os condensados
Trimestral	Verificar e eliminar fugas.
	Verificar funcionamento dos pré filtros
	Verificar mangueiras flexíveis.
	Verificar filtragens (limpar se necessário)
4000 h. (anual)	Substituir elementos dos filtros oleofílicos
	Substituir pré filtro oleofílico
	Substituir difusor
	Substituir silenciadores
8000 h. (bianual)	Substituir elementos dos filtros de carbono ativado.

SECADOR DE AR FD450A (AIIQ704183)

Periodicidade	Operação
Trimestral	Verificar o funcionamento do sistema de regulação/comando
	Verificar o funcionamento do ventilador/estado arrefecedor
	Verificar/substituir as lâmpadas sinalizadoras (quando aplicável)
	Verificar/reapertar as uniões e tubagens
	Verificar funcionamento das purgas
	Verificar funcionamento dos filtros de linha (quando aplicável)
	Verificar estado do refrigerante através do visor (quando aplicável)
	Verificar o ponto de orvalho
	Inspeccionar e limpar o motor elétrico
	Verificar ajuste de relés e proteções elétricas
Semestral	Limpar os componentes internos do coletor de condensado.

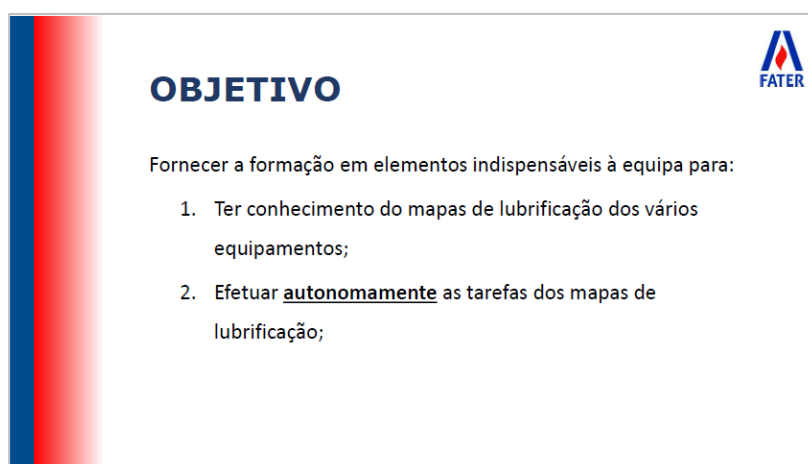
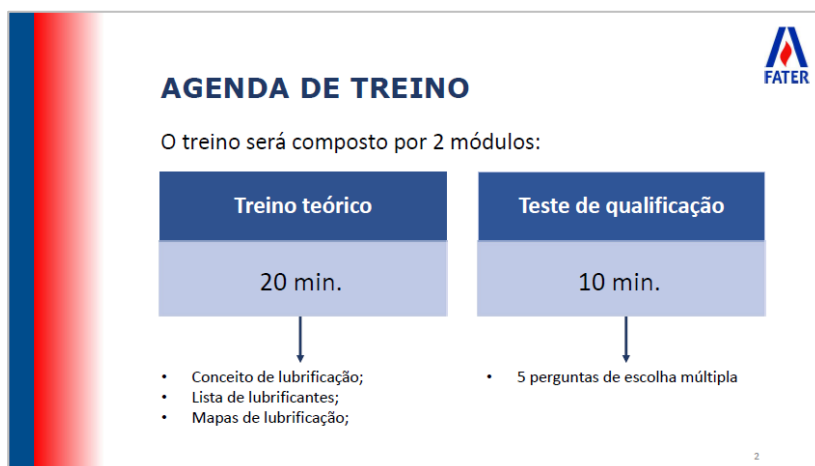
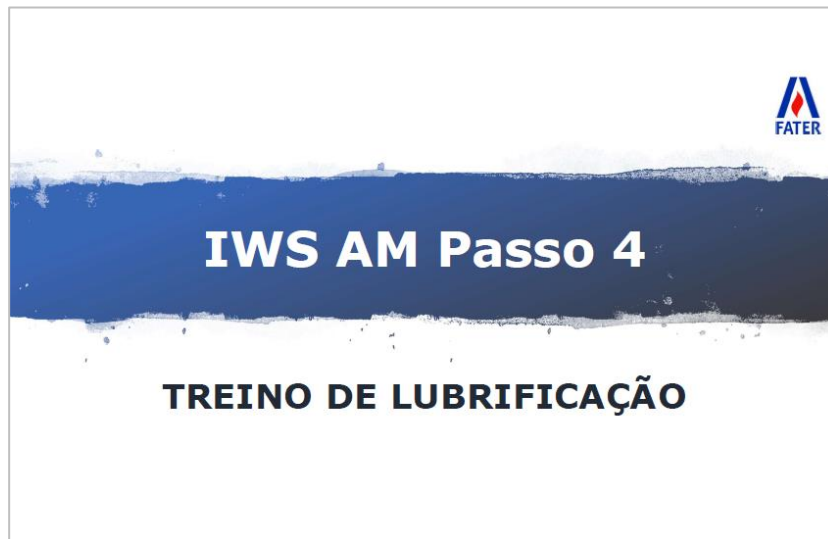
4000 h. (anual)	Limpeza e revisão da(s) válvula(s) automática(s) de purga
	Verificar reaperto das ligações elétricas
	Verificar funcionamento dos pressostatos de segurança
8000 h. (bianual)	Verificar/substituir o filtro de linha (quando aplicável)

7.11 ANEXO 11 - ROTA DE CL COMPRESSORES

COMPRESSORES												
Factores Q												
Verde - dentro do objetivo												
Vermelho - Fora do objetivo												
Rota	Equipamento	Ponto de Inspeção	Dia			10-fev-20			13-Jul-20			16-abr-21
			Min	Target	Max	09:00	10-fev-20	09:00	10-fev-20	09:00	10-fev-20	08:30
			Operador			ATLAS	ATLAS	ATLAS	ATLAS	ATLAS	AG	AG
			Min	Target	Max	ULTIMA REVISÃO (4mb)			ULTIMA REVISÃO (8mb)			
			0	-	40	1	2	3	1	2	3	21
1	-	Temperatura Ambiente										48282
2		Horas de funcionamento*		OK		42866						
3		Temperatura de saída do elemento	60°C acima da Tamb.									86
4	COMPRESSOR Nº1 (GA75VSD-13)	Pressão de saída.	7	7,25	7,5							7,2
5		Indicador de assistência do filtro do ar.	OK									OK
6		Nível do óleo.	OK									OK
7		Horas de funcionamento*	OK			79025						79045
8	COMPRESSOR Nº2 (GA55-7,5 AI14524S8)	Temperatura de saída do elemento.	60°C acima da Tamb.									85
9		Pressão de saída.	7	7,25	7,5							7
10		Indicador de assistência do filtro do ar.	OK									OK
11		Nível do óleo.	OK									OK
12		Horas de funcionamento*	OK					3856				3939
13		Temperatura de saída do elemento.	60°C acima da Tamb.									86
14	COMPRESSOR Nº3 (GA55-7,5 AI1456014)	Pressão de saída.	7	7,25	7,5							7,14
15		Indicador de assistência do filtro do ar.	OK									OK
16		Nível do óleo.	OK									OK
17	OSC1200 (P1453Nº3)	Verificar os condensados.	OK									NOK

*FATORES CRITICOS: SE A DIFERENÇA ENTRE O VALOR DA ULTIMA REVISÃO 4mb/8mb E O VALOR REGISTRADO FOR IGUAL OU SUPERIOR A 4000/8000 HORAS, E NECESSARIO REALIZAR UMA REVISÃO DE 4mb/8mb.

7.12 ANEXO 12 - TREINO DE AM CATEGORIA LUBRIFICAÇÃO



PORQUÊ LUBRIFICAR?



- 60% das anomalias das máquinas (paragem ou rotura) são provocadas por lubrificação incorreta;
- Uma lubrificação adequada é **fundamental** para o correto funcionamento dos equipamentos;
- A correta lubrificação é uma condição essencial para o aumento da vida útil dos componentes → **REDUÇÃO DE CUSTOS!**



ATRITO



- O atrito é uma força de **resistência** entre duas superfícies;
- **Lubrificar** evita o contacto direto entre duas superfícies → **REDUÇÃO DO ATRITO!**
- Atrito menor resulta em:
 - ✓ Maior duração dos componentes;
 - ✓ Maior segurança;
 - ✓ Redução da manutenção;
 - ✓ Redução do esforço necessário ao movimento;
 - ✓ Conservação da temperatura.



TIPOS DE LUBRIFICANTE

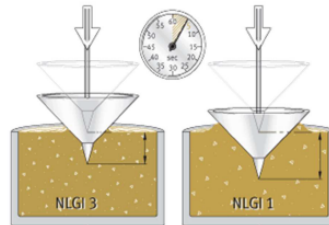


- **Massa**
 - ✓ Geralmente utilizada se os componentes são utilizados em condições normais de velocidade e temperatura;
 - ✓ Possui vantagens face ao óleo: mais fácil de aplicar; fornece uma maior proteção contra a humidade e contra diversos contaminantes.
- **Óleo**
 - ✓ Geralmente utilizado quando as condições de velocidade e temperatura impedem a utilização da massa.

CONSISTÊNCIA DAS MASSAS



- A consistência define o grau de rigidez de uma massa;
- Depende do **tipo de massa**, do **aditivo utilizado**, da **temperatura de trabalho** e das **condições mecânicas do equipamento**.



Classe de consistência NLGI	Descrição
000	Fluído
00	Pouco fluído
0	Semi fluído
1	Consistente
2	Muito consistente
3	Semi rígido
4	Quase rígido
5	Rígido
6	Sólido

VISCOSIDADE DOS ÓLEOS

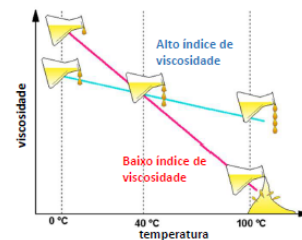


- A viscosidade é uma das propriedades mais importantes de uma substância líquida. Trata-se de uma medida do atrito gerado por diferentes camadas do líquido em movimento.

- ✓ Um óleo **muito viscoso** oferece **maior resistência** ao movimento;
- ✓ Um óleo **menos viscoso** oferece **menor resistência** ao movimento.

ÍNDICE DE VISCOSIDADE

- Representa a probabilidade de um óleo variar a sua viscosidade em função da variação da temperatura de trabalho.



BOAS PRÁTICAS



- ✓ Antes de aplicar a massa/óleo, limpar a superfície a lubrificar;
- ✓ Inspeccionar o estado do equipamento a ser lubrificado;
- ✓ Aplicar o lubrificante na dosagem correta;



CIL

Cleaning, Inspection and Lubrication



EXEMPLO PRÁTICO DE LUBRIFICAÇÃO NO BUFFER DE PALETES

LISTA DE LUBRIFICANTES

CODIGO	REFERENCIA	UTILIZAÇÃO	COR DE IDENTIFICAÇÃO
OLEOS E SPRAYS			
	MODEL DTE 11		
BLU59	BP BARTRAN HV 15 CASTROL HYSPIN HM 15 Shell Tellus S2 MX 46	Linha Pneumática, Sistema de lubrificação automática	Laranja
LU09	BP ENERGOL HLP HM 46 CASTROL HSPIN AWS 46	Sistemas Hidráulicos Máquinas Empilhadeiras	Amarelo
LU08	MODEL ATF 200 BP AUTRAN MBX BL	Variações de Velocidade	Azul Escuro
BLU15	MODEL SHC 630 BP ENERSIN HTX 220 CASTROL ALPHASYN HTX 220	Caixas Redutoras Pequenas e Grandes	Castanho
LU52	Chain Lube SPRAY CORRENTES	Correntes	Verde escuro
LU53	Electronic cleaner SPRAY CONTACTOS ELÉTRICOS	Limpeza de contactos elétricos	Verde
LU54	SILICONE EM SPRAY SPRAY SILICONE	Múltiplos plásticos, altas temperaturas	Verde claro
LU55	Wico Lube ANTI DESLIZAMENTO	Proteção anti deslizamento	Rosa escuro
LU56	Powerplus Oil SPRAY MULTI USOS	Multi uso, alto rendimento	Preto
BLU23	MODEL VACVAC 1 CASTROL BP MACCURAT D220	Exóticos e Articulações, Veios e Correntes	Azul Claro

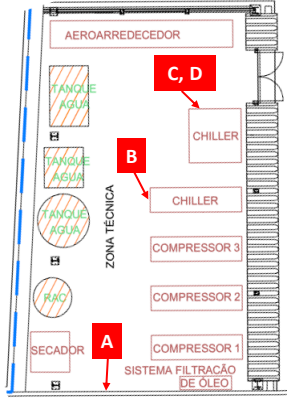
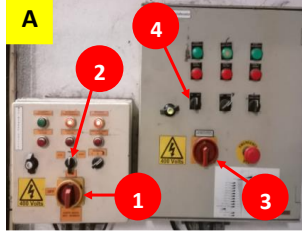

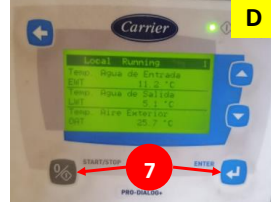
MASSAS			
MODEL OIL 90P			
BLG21	BP ENERGOL OGL 461 CASTROL TRIBOL GR 4020460-2	Engrenagens Abertas, Rodas dentadas, Transmissões	Cinza
BLG05	BP LS-EP2 (Insuflexão) CASTROL SPHEROL EPL 2	Guias, Rolamentos e Chumbeiros	Rosa
BLG29	BP ALMASOL - Alta Temperatura MOLYSLIP - COPASLP	Cabeças Insufladoras	Creme
AGL21	BP ALMGARD - Alta Aderência ALMPLEX 1275	Baixas e Média Rotação	Vermelho Escuro
BLG30	Viscolite sólida 9000Gr ASSIBLYT GREASE FOR FREIGHTWAY DRIVES	Veios	Amarco escuro
BLG31	FESTO SPEDALFETT LUB-KC1	Cilindros Pneumáticos	Roxo



7.13 ANEXO 13 - ARRANQUE DOS SISTEMAS HIDRÁULICO E PNEUMÁTICO (KWOPL)

KNOW-WHY ONE POINT LESSON

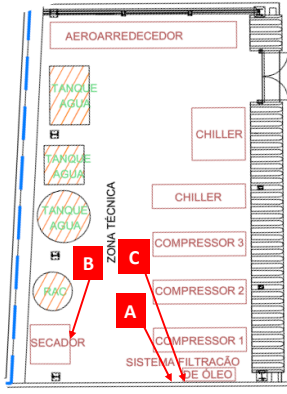
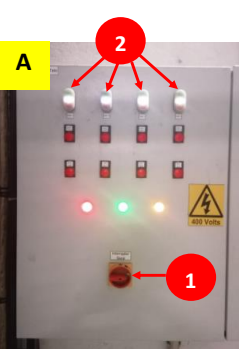

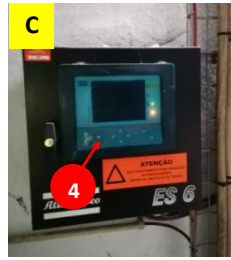
Sistema	CL	Data	mar/21	Número OPL	UTPO - CL 1
Fábrica - Utilidades	Chillers	Sequência de arranque	Departamento	Utilidades	

Passo	Procedimento	Função
A1	Ligar Quadro MCC - Bombas Sistema de Refrigeração dos Moldes	Ligar Quadro Geral
A2	Iniciar Sistema de Refrigeração dos Moldes (Botão Start)	Ativar a Bomba 3
A3	Ligar Quadro MCC - Bombas Sistema Hidráulico	Ligar Quadro Geral
A4	Iniciar Sistema Hidráulico (Botão Start)	Ativar as Bombas 1 e 2
B5	Iniciar Chiller MTA (Pressionar teclas 1 e 2 em simultâneo)	Ativar o Chiller MTA
C6	Abrir porta do Chiller Carrier	Aceder ao Monitor
D7	Iniciar Chiller Carrier (Pressionar teclas Start → Enter)	Ativar o Chiller Carrier

KNOW-WHY ONE POINT LESSON

Sistema	CL	Data	mar/21	Número OPL	UTPO - CL 2
Fábrica - Utilidades	Compressores	Sequência de arranque	Departamento	Utilidades	

Passo	Procedimento	Função
A1	Ligar Quadro MCC - Extratores Teto	Ligar Quadro Geral
A2	Ligar Ventiladores (4 Botões Start)	Ativar a Ventilação
B3	Ligar Secador de Ar (Botão Start)	Ativar o Secador de Ar
C4	Ligar Gestor de Compressores	Ativar os Compressores 1, 2 e 3

7.14 ANEXO 14 - PERFORMANCE PRODUTIVA ANO FISCAL 2020/2021

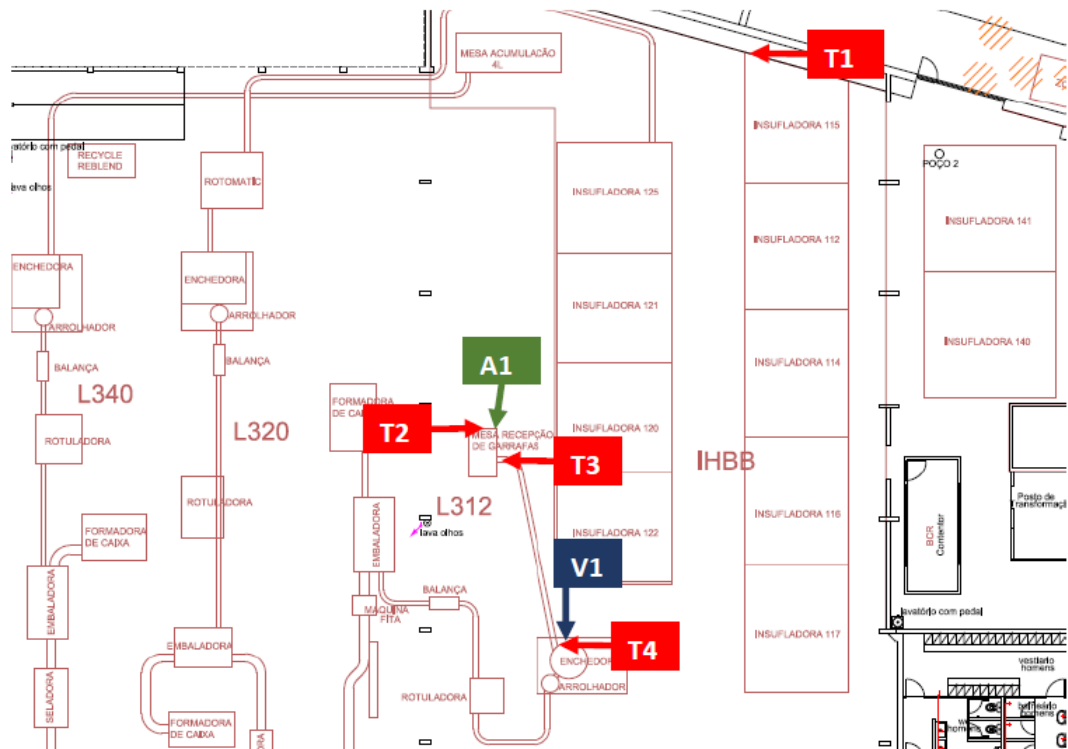
PORTO PLANT PERFORMANCE MAP																						
Area	Measure	Unit	Owner	16/17	17/18	18/19	19/20	Target FIRM	FYTD	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21	
IWS / Lean	glidepath									75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	PR Plant	%	VO	80,3	81,7	81,0	78,2	75,0	65,5	56,7	50,8	61,0	70,0	59,1	65,0	64,9	67,4	67,5	71,6	74,6	78,0	
	glidepath									15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Planned Downtime Plant	%	VO				preencer	15,0	13,0	12,1	11,0	13,6	11,5	14,3	13,8	13,8	13,6	13,9	13,6	12,4	11,9	
	glidepath									3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rate Loss Plant	%	VO				preencer	3,0	10,5	16,6	18,3	11,3	9,0	14,4	10,3	12,1	12,3	7,1	5,3	4,9	4,4	
	glidepath									70	70	70	60	60	50	50	40	35	35	30	30	30
	Unplanned Line Stops / Day / Line	#	VO				preencer	30,0	62,9	84	81	117	80	60	62	62	40	55	42	37	35	

7.15 ANEXO 15 - FOLHAS DE REGISTO DE TEMPOS

Folhas de registo de tempos - Buffers das linhas de enchimento

L312 – Mesa de acumulação

id.	Máquina	Lado	Nº Insufladoras ativas	T1 (seg)	T2 (seg)	T3 (seg)	T4 (seg)	A1 (gar)	V1 (g/min)	Observações
1	115	Sx	3	5,17	36,15	39,11	86,49	0	87	
2		Dx	3	5,32	36,29	40,15	98,74	0	88	
3		Sx	3	5,21	35,94	38,95	117,58	0	84	
4		Dx	3	5,58	36,21	39,71	79,98	0	84	
5		Sx	3	5,32	35,95	38,75	88,38	0	86	
6		Dx	3	5,83	36,25	39,15	86,59	0	87	
7	114	Sx	3	6,13	38,25	41,15	89,54	0	88	
8		Dx	3	6,52	37,69	42,65	100,14	0	89	
9		Sx	3	6,41	38,34	40,95	139,26	0	84	
10		Dx	3	6,98	39,5	42,41	83,85	0	84	
11		Sx	3	6,32	36,95	40,75	91,34	0	84	
12		Dx	3	7,25	40,26	45,24	92,24	0	84	
13	112	Sx	3	7,36	39,57	46,61	108,28	0	88	
14		Dx	3	8,15	41,46	48,43	122,36	0	86	
15		Sx	3	8,65	40,8	45,21	99,55	0	84	
16		Dx	3	7,43	39,12	44,69	98,48	0	82	
17		Sx	3	8,78	40,24	43,15	148,57	0	84	
18		Dx	3	7,56	42,6	48,62	99,75	0	86	



Folhas de registo de tempos - Buffers das linhas de enchimento

L320 – Cilo/Rotomatic

id.	Máquina	Lado	Nr. Insufladoras ativas	T1 (seg)	T2 (seg)	T3 (seg)	A1 (m)	A2 (gar)	V1 (g/min)	Observações
1	120	Sx	3	36,65	200,54	209,65	0,25	-	61	
2		Dx	3	30,65	255,21	269,76	0,25	-	61	
3		Sx	3	30,65	1063,87	1089,63	0,50	-	61	
4		Dx	3	30,65	65,41	92,46	0,00	-	61	
5		Sx	2	34,02	1193,4	1452,6	0,50	-	47	
6		Dx	2	30,52	540	684,25	0,50	-	33	
7	121	Sx	3	29,15	58,74	67,46	0,00	-	62	
8		Dx	3	31,65	125,25	269,76	0,25	-	63	
9		Sx	3	42,51	253,77	1089,63	0,50	-	62	
10		Dx	3	34,45	65,47	92,46	0,00	-	64	
11		Sx	2	21,47	185,43	211,65	0,25	-	38	
12	Dx	2	25,24	258	445,89	0,25	-	42		
13	125	Sx	3	26,45	65,12	86,43	0,00	-	59	
14		Dx	3	28,34	157,81	224,54	0,25	-	63	
15		Sx	3	27,65	524,47	1023,54	0,50	-	64	
16		Dx	3	26,41	46,85	85,21	0,00	-	62	
17		Sx	3	28,43	69,44	96,21	0,00	-	59	
18		Dx	3	29,25	72,41	86,41	0,00	-	58	

