



ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS

SÉRGIO ANDRÉ NUNES RODRIGUES SANTOS FERREIRA

dezembro de 2018

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS

Sérgio André Nunes Rodrigues Santos Ferreira

1090796

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS

Sérgio André Nunes Rodrigues Santos Ferreira

1090796

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 Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva e sob coorientação da Engenheira Rafaela Carla Barros Casais.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Professor Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Orientador

Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Co-orientador

Engenheira Rafaela Carlos Barros Casais

Assistente, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEP

Arguente

Professor Doutor António Paulo Monteiro Baptista

Professor Associado com Agregação, Departamento de Engenharia Mecânica, FEUP

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à Fromageries Bel Portugal pela oportunidade proporcionada para desenvolver a minha tese na sua unidade fabril de Vale de Cambra. Em especial, agradeço ao Eng.º Francisco Louro pela orientação prestada, assim como a todos os colaboradores do departamento de Engenharia e Manutenção, por me fazerem sentir como parte da empresa e me terem ajudado sempre que precisei.

Quero agradecer também ao Professor Doutor Francisco Gomes da Silva e à Professora Rafaela Casais, meus orientador e coorientador, respetivamente, por todo o apoio e conselhos que tiveram impacto para fazer do meu trabalho, o melhor possível.

Aos meus amigos e colegas do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela troca de impressões, apoio e momentos de descontração que em muito me ajudaram nos momentos mais complicados deste percurso.

Aos meus pais, Sérgio e Fátima, por todo o carinho, alento e apoio que sempre me deram de forma incondicional em todo o meu percurso académico e de vida. Também à minha irmã, Joana, por ter sido um porto de abrigo sempre que precisei.

Por último, deixo um agradecimento póstumo ao meu tio, Eng.º António Ferreira, por durante a sua vida ter demonstrado a mim e a todos, que independentemente das dificuldades da vida, existe sempre algo de positivo a retirar das mesmas.

PALAVRAS CHAVE

Manutenção preventiva, Manutenção reativa, Obsolescência, Pequena Paragem, Avaria

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a análise e melhoria de procedimentos de manutenção preventiva, na unidade fabril da Fromageries Bel S.A. em Vale de Cambra. Esta unidade fabril é especializada no fabrico e transformação de produtos derivados de leite.

Começou-se por fazer uma análise aos setores produtivos tendo em conta os tempos e frequência de avarias e pequenas paragens e também dos custos de produção para cada setor. Concluiu-se que o setor a atuar seria o setor de fatiados. Após esta decisão, optou-se pela mesma abordagem para decidir qual das linhas, teria maior impacto ao ser implementadas, possíveis melhorias.

Após a decisão da linha do setor a atuar foram analisados os tempos e frequência de pequenas paragens e avarias para cada um dos componentes existentes na linha em análise. Para além dos tempos e frequência, foram também analisadas, possíveis causas para as pequenas paragens e avarias, quando havia informação.

Após apuramento das possíveis causas de avarias e pequenas paragens, foram elaborados Diagramas de Causa-Efeito, também conhecidos por Diagramas de Ishikawa, de forma a apurar as causas possíveis para as pequenas paragens e avarias. Dessa forma é possível saber que medidas se deve tomar, para implementar as melhorias.

Também foi elaborado um novo KPI para avaliar o trabalho feito pela manutenção. Este KPI tem duas fases. A primeira fase avalia o trabalho feito da manutenção, comparando a manutenção de cariz reativo com a manutenção preventiva, enquanto que a segunda fase compara o trabalho de manutenção com a produção. Foi elaborado um *case study* de forma a avaliar qual será a melhor janela de tempo para utilizar o mesmo

Por fim foi elaborado um modelo para avaliação de obsolescência para componentes presentes no equipamento. Este modelo tem duas fases. A primeira avalia qual a criticidade dos componentes relativamente à ocorrência de obsolescência, sendo a segunda fase avalia as repercussões que a obsolescência de dito componente teria para o sistema. Após a mesma avaliação, deve ser decidido se a estratégia para sua mitigação deve ser proativa ou reativa

KEYWORDS

Preventive Maintenance, Reactive Maintenance, Obsolescence, Small Stop, Breakdown

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze and improve the preventive maintenance procedures, at Fromageries Bel Inc. in Vale de Cambra. This manufacturing unit is specialized in the manufacturing and processing of dairy products.

The first step was to make an analysis of all the sectors in the company in relation to time and number of small stops and breakdowns, as well as production costs for each sector. The slicing sector was the one chosen. After this decision, the same approach was used to determine which of the production lines would be chosen.

After selecting the production line, time and number of small stops and breakdowns, was analyzed for each component present on the line. If the information was available, the causes for the small stops and breakdowns was also analyzed.

After assessing the possible causes for breakdowns and small stops, Cause and Effect Diagrams, also known as Ishikawa Diagrams, were elaborated in order to check possible root causes for said breakdowns and small stops. This way it is possible to know which measures to implement in order to improve the line.

To evaluate the maintenance work, a KPI was created. This KPI has two phases. On the first phase evaluates the maintenance work as a whole, while the second phase relates maintenance work with the results in production. A case study was done in order to assess the best time frame to use said KPI.

Lastly, an obsolescence evaluation tool was created for components present on the equipment. This model has two phases. The first phase assesses the criticality of the component turning obsolescent, while the second phase evaluates the repercussions of said component obsolescence would have for the equipment as a whole. After the evaluation, it should be decided whether to have a proactive or reactive approach.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

BS	<i>British Standard</i>
BV	<i>Book Value</i>
COTS	<i>Commercial of the shelf</i>
DMSMS	<i>Diminishing manufacturing sources and material shortages</i>
EOL	<i>End of Life</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Committee</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LTB	<i>Last Time Buy</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTBS	<i>Mean Time Between Stoppages</i>
MTPS	<i>Mean Time per Stoppage</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
OCM	<i>Original Component Manufacturer</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OT	Ordem de trabalho
PDN	<i>Product Discontinuance Notice</i>
RAV	<i>Replacement Asset Value</i>

SAD	Sistema de apoio à decisão
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dye</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
YTEOL	<i>Years to end of life</i>

Lista de Unidades

kg	Quilograma
min	Minutos
h	Hora
bar	Unidade de pressão
rpm	Rotações por minuto
W	Watt

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Percentagem
©	<i>Copyright</i>
®	<i>Registered</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Abreviatura para 5 conceitos na língua japonesa (<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>) que significam: Selecionar, Organizar, Limpar, Normalizar, Autodisciplina.
Avaria	Período de paragem do equipamento devido a falha, com intervenção da equipa da manutenção e que dure mais de 10 minutos.
<i>Book Value</i>	Valor de um determinado ativo sendo igual ao seu valor de compra, menos a depreciação e amortização.
<i>Downtime</i>	Período de paragem de um equipamento devido a falha de funcionamento.
<i>Outlier</i>	Observação ou ocorrência que está fora dos restantes resultados da série, seja ela demasiado maior ou inferior à média
Pequena paragem	Período de paragem do equipamento devido a falha, com ou sem intervenção da manutenção e que dure menos de 10 minutos.
<i>Replacement Asset Value</i>	Valor monetário necessário para substituir os componentes dos equipamentos presentes numa linha de produção ou fábrica
Tempo planeado	Tempo planeado para as operações, que resulta da soma entre <i>downtime</i> e <i>uptime</i> .
<i>Uptime</i>	Período em que um determinado equipamento está a cumprir a sua respectiva função.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOGÓTIPO FROMAGERIES BEL	5
FIGURA 2 - PRODUTOS PRODUZIDOS PELA FÁBRICA DE VALE DE CAMBRA [1]	5
FIGURA 3 - ORGANIGRAMA DA FROMAGERIES BEL PORTUGAL, S.A.	6
FIGURA 4 - VISÃO GERAL DA MANUTENÇÃO (ADAPTADO DE [2])	10
FIGURA 5 - COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO VS CUSTOS DE <i>DOWNTIME</i> NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (ADAPTADO DE [4])	11
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DAS DIVISÕES DAS FILOSOFIAS REATIVA E PROATIVA (ADAPTADO DE [5])	12
FIGURA 7 - 5 PILARES DE TPM [6]	13
FIGURA 8 - DADOS A UTILIZAR NO DIAGRAMA DE PARETO (COULSON-THOMAS, 1993)	18
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DE DIAGRAMA DE PARETO (COULSON-THOMAS, 1993)	18
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DE DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO(COULSON-THOMAS, 1993)	19
FIGURA 11 - FASES DA VIDA DE UM PRODUTO (ADAPTADO DE [16])	20
FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE E ANO DE INTRODUÇÃO NO MERCADO (ADAPTADO DE [18])	21
FIGURA 13 - RELAÇÃO ENTRE COTS E TEMPO DE PROJETO DE UM SISTEMA (ADAPTADO DE [18])	21
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DA EMPRESA ACOLHEDORA (FONTE: [1])	25
FIGURA 15 - VISÃO GERAL DO SETOR FATIADOS	30
FIGURA 16 – FATIADORA DO SETOR	30
FIGURA 17 - EMBALADORA DO SETOR	30
FIGURA 18 - VISÃO GERAL DA FATIADORA (FONTE: [20])	48
FIGURA 19 - MECANISMO DE ALIMENTAÇÃO VISTO AO DETALHE	49
FIGURA 20 - LÂMINA PARA EMBALADORA EM ESTADO NOVO	60
FIGURA 21 - LÂMINA DA EMBALADORA JÁ EM ELEVADO ESTADO DE DEGRADAÇÃO	61
FIGURA 22 - EXEMPLIFICAÇÃO DE DEFEITOS NA LÂMINA DA EMBALADORA	61
FIGURA 23 - MATRIZ DECISÃO PARA RELAÇÃO DE RRP E RMP	65
FIGURA 24 - MATRIZ DE DECISÃO PARA OBSOLESCÊNCIA DE COMPONENTES	74

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - EXPECTATIVAS DAS DIFERENTES GERAÇÕES DE MANUTENÇÃO (ADAPTADO DE [3])	9
TABELA 2 - CONCEITO DE 5S (FONTE : [8])	14
TABELA 3 - IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS SETORES DA UNIDADE FABRIL	26
TABELA 4 - PROCESSO DE FATIAMENTO DE QUEIJO	28
TABELA 5 - PROCESSO DE EMBALAMENTO DE QUEIJO	29
TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS FATIADORA DA LINHA 2	32
TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS DA EMBALADORA DA LINHA 2	33
TABELA 8 - DADOS RELATIVOS A AVARIAS NA FATIADORA.....	34
TABELA 9 - DADOS RELATIVOS A PEQUENAS PARAGENS NA FATIADORA	36
TABELA 10 - DADOS RELATIVOS A AVARIAS NA EMBALADORA	37
TABELA 11 - DADOS RELATIVOS A PEQUENAS PARAGENS NA EMBALADORA	39
TABELA 12 - RESULTADOS FINAIS DA ANÁLISE PARA A ESCOLHA DE SETOR	40
TABELA 13 - CAUSAS APURADAS DE AVARIAS PARA A LINHA 2 NO SAP.....	42
TABELA 14 - AVALIAÇÃO DE PEQUENAS PARAGENS POSSIVELMENTE ORIGINADAS POR AVARIAS	43
TABELA 15 - AVALIAÇÃO DE CAUSAS PARA PP/AVA NO INTERCALAR	43
TABELA 16 - ANÁLISE DE PP/AVA NO AUTOMATISMO	44
TABELA 17 - ANÁLISE DE PP/AVA NO SOLDADOR FINAL	44
TABELA 18 - ANÁLISE DE PP/AVA DO SOLDADOR LATERAL.....	45
TABELA 19 - CÓDIGOS PARA PREENCHIMENTO DA FOLHA DE REGISTO.....	47
TABELA 20 - INTERVENÇÕES EXISTENTES ATUALMENTE NO MÓDULO DE INTERCALAR.....	49
TABELA 21 - DESMONTAGEM DA UNIDADE DE ACIONAMENTO (FONTE: MANUAL WEBER)	50
TABELA 22 - DESMONTAGEM DAS CHAPAS DE GUIA (FONTE: MANUAL WEBER)	53
TABELA 23 - DESMONTAGEM DO CANTO DE CORTE (FONTE: MANUAL WEBER).....	55
TABELA 24 - SUGESTÕES PARA INTERVENÇÕES FUTURAS NO MÓDULO DE INTERCALAR.....	57
TABELA 25 - PROCEDIMENTO PARA DESMONTAGEM DA LÂMINA NO SOLDADOR FINAL	58
TABELA 26 - SUGESTÕES PARA INTERVENÇÕES DE INSPEÇÃO NOS SOLDADORES LATERAL E FINAL	62
TABELA 27 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DE RRP	63
TABELA 28 - AVALIAÇÃO DO RMP	64
TABELA 29 – DADOS DA MANUTENÇÃO PARA CÁLCULO DE RRP E RMP	66
TABELA 30 - DADOS DA PRODUÇÃO PARA CÁLCULO DO RMP	67
TABELA 31 - RRP MENSAL PARA VALORES DO ANO DE 2017 DA LINHA 2	68

TABELA 32 - RESULTADOS DE RRP E RMP PARA ANÁLISES TRIMESTRAL, SEMESTRAL E ANUAL	69
TABELA 33 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA A DECISÃO DA OBSOLESCÊNCIA DOS COMPONENTES	71
TABELA 34 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA AS REPERCUSSÕES DA OBSOLESCÊNCIA DOS COMPONENTES.....	72
TABELA 35 - CARACTERÍSTICAS DAS FATIADORAS.....	75
TABELA 36 - ESTADO DE DESCONTINUIDADE DOS COMPONENTES DAS FATIADORAS	75
TABELA 37 - RESULTADOS DA 1ª FASE PARA A LINHA 1 E 3.....	76
TABELA 38 - RESULTADOS DA 2ª FASE PARA LINHA 1.....	76
TABELA 39 - RESULTADOS DA 2ª FASE PARA LINHA 3.....	77
TABELA 40 - RESULTADO DA PRIMEIRA FASE DE AVALIAÇÃO PARA A LINHA 4	77
TABELA 41 - RESULTADOS DA 2ª FASE DE AVALIAÇÃO DA LINHA 4.....	78
TABELA 42 - RESULTADOS OBTIDOS DA ANÁLISE DE OBSOLESCÊNCIA.....	79

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento do trabalho.....	3
1.2	Objetivos do trabalho	3
1.3	Metodologia do trabalho	4
1.4	Estrutura da dissertação	4
1.5	Empresa acolhedora	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Manutenção.....	9
2.1.1	Manutenção preventiva vs manutenção corretiva.....	10
2.1.2	Monitorização de sistemas de manutenção.....	11
2.1.3	TPM – Total Productive Maintenance	13
2.2	Manutenção na indústria alimentar	14
2.3	Indicadores na manutenção	15
2.4	Ferramentas da qualidade	17
2.4.1	Diagrama de Pareto	17
2.4.2	Diagrama de causa-efeito.....	18
2.5	Gestão de obsolescência.....	19
3	DESENVOLVIMENTO	25
3.1	Processo de fabrico de queijo.....	25
3.2	Escolha do setor a atuar.....	26
3.2.1	Análise global da unidade fabril.....	26
3.2.2	Processo de fatiamento e embalamento.....	27
3.2.3	Análise do setor de fatiados	30
3.2.4	Análise da Linha a atuar.....	32
3.2.5	Decisão final.....	40

3.3	Análise de possíveis causas relacionadas com componentes	40
3.3.1	Melhoria de recolha de dados	46
3.3.2	Análise causa-efeito	47
3.4	Procedimentos de manutenção.....	48
3.4.1	Procedimento no módulo de intercalar.....	48
3.4.2	Procedimentos nos soldadores lateral e final da embaladora	57
3.4.3	Sugestões para melhoria dos soldadores final e lateral	61
3.5	Indicador para a manutenção.....	62
3.5.1	Avaliação do trabalho da manutenção.....	62
3.5.2	Avaliação global da manutenção vs produção	64
3.5.3	Matriz decisão.....	64
3.5.4	Case Study Interno.....	65
3.6	Modelo de avaliação de obsolescência	70
3.6.1	Avaliação do risco de obsolescência.....	70
3.6.2	Avaliação das repercussões da obsolescência.....	72
3.6.3	Matriz de decisão.....	73
3.6.4	Case Study de obsolescência das fatiadoras.....	74
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	83
4.1	CONCLUSÕES.....	83
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	84
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	87
6	ANEXOS.....	91
6.1	Folha de Máquina da Linha.....	91
6.1.1	Frente.....	91
6.1.2	Verso	92
6.2	Folha de registo de operações de manutenção.....	93
6.3	Diagramas Causa-Efeito	94

6.3.1	Encravamento do papel de intercalar	94
6.3.2	Rotura de Papel de intercalar	95
6.3.3	Limpeza de mordças, encravamento e calcamento dos soldadores	96
6.3.4	Erro de acionamento e bloqueio de automatismo	97

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do trabalho

1.2 Objetivos do trabalho

1.3 Metodologia do trabalho

1.4 Estrutura da dissertação

1.5 Empresa acolhedora

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do trabalho

Nos dias que correm e com um mercado cada vez mais exigente, no que toca a qualidade de produtos e tempos de entrega, a função da manutenção, em especial a preventiva, tem vindo a tomar um papel fundamental nas variadas organizações industriais. Apesar desta necessidade real, muitas organizações vêem as atividades de manutenção não como um investimento, mas sim como um custo e um mal necessário.

A utilização de ferramentas da qualidade, tais como Diagramas de Pareto e Diagramas de Causa-efeito, pode ser muito útil na procura e seleção dos principais pontos em que se deve atuar nas operações de manutenção. Diagramas de Pareto ajudam a priorizar as situações de maior risco, sendo que os Diagramas de Causa-efeito mostram as possíveis causas que podem originar um determinado problema.

Para um controlo continuado do trabalho executado, devem-se utilizar KPI's que permitam extrair a informação necessária. A Norma BS EN 15431 tem uma listagem dos indicadores com maior relevo para a manutenção industrial. Apesar de alguns destes já serem utilizados na empresa acolhedora desta dissertação, poderá ser necessária a criação de um ou mais indicadores, de forma a avaliar melhor o desempenho dos trabalhos de manutenção.

A obsolescência de componentes, especialmente de cariz eletrónico, é também um problema recorrente no mercado global. Para a antecipação deste tipo de situações, será elaborado um modelo de avaliação de obsolescência, que permita prever o componente com maior risco e selecionar entre tomar uma abordagem proativa ou reativa para os componentes analisados.

1.2 Objetivos do trabalho

Este trabalho foi elaborado no departamento da manutenção da Fromageries Bel Portugal, sendo esta uma empresa que atua na indústria de laticínios. Os objetivos principais do mesmo são:

- Escolher o setor mais adequado para se elaborar as respetivas melhorias;
- Estudar de forma aprofundada os equipamentos, assim como os respetivos planos de manutenção, se estes planos existirem. No caso de estes não existirem, criá-los;
- Implementar melhorias e verificar o seu resultado;
- Criação de um KPI que permita avaliar o trabalho da manutenção e produção;

- Elaboração de um modelo de avaliação para a obsolescência que permita avaliar os componentes com maior risco de obsolescência e selecionar qual a estratégia mais apropriada para a sua mitigação;

1.3 Metodologia do trabalho

A metodologia deste trabalho distribui-se pelas seguintes fases:

- Pesquisa e análise literária relativa à temática de manutenção, ferramentas de qualidade e indicadores;
- Análise global de todos os setores na unidade fabril, para decidir qual o setor a escolher;
- Após a escolha do setor, escolher qual das linhas no setor, se deve atuar e aplicar as melhorias;
- Analisar os dados relativos a avarias e paragens de forma a determinar-se os componentes mais críticos;
- Avaliar possíveis causas de avaria e paragens para estes componentes mais críticos;
- Criar procedimentos para a manutenção dos mesmos;
- Criação de um KPI que permita avaliar o trabalho de manutenção;
- Criação de um KPI que relacione o trabalho de manutenção com o trabalho de produção;
- Criação de um *case study* para os KPI's criados de forma a avaliar a sua aplicabilidade;
- Criação de um modelo de avaliação de obsolescência;
- Aplicação do modelo de avaliação de obsolescência num *case study*, de forma a avaliar a sua aplicabilidade;

1.4 Estrutura da dissertação

Este relatório está dividido em seis principais capítulos.

No primeiro capítulo, é realizado o enquadramento temático do projeto, são apresentados os seus objetivos, descrita a metodologia de investigação adotada, delineada a sua estrutura e é feita uma apresentação da empresa Fromageries Bel Portugal, S.A., local onde o trabalho foi desenvolvido.

No segundo capítulo, intitulado por *Revisão Bibliográfica*, é apresentada toda a informação necessária à fundamentação do trabalho desenvolvido.

No terceiro capítulo, designado por *Desenvolvimento*, é demonstrado o trabalho desenvolvido e respetivos resultados.

No quarto capítulo, denominado por *Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros*, é realizada uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido, possíveis trabalhos futuros a implementar, bem como são apresentadas as considerações finais relativas ao trabalho desenvolvido em ambiente de estágio na empresa Fromageries Bel Portugal, S.A.

1.5 Empresa acolhedora

A empresa acolhedora para este trabalho foi a Fromageries Bel Portugal, S.A. É uma empresa subsidiária do grupo Fromageries Bel, sediado em Suresnes, França.

Até ao ano de 1996, a Fromageries Bel adquire 51% do capital da Lacto Ibérica, tendo em 2000 adquirido os restantes 49%. Também em 1999 é encerrada a Lacto Lima, transferindo a produção do Queijo Limiano para a fábrica de Vale de Cambra.

Atualmente, a Fromageries Bel conta com três fábricas, sendo uma em Portugal continental, Vale de Cambra, sendo as restantes na ilha de São Miguel na Ribeira Grande e na Covoada. Conta também com escritório sede em Lisboa e um escritório de vendas em Leça da Palmeira.

As marcas principais da empresa são o Limiano®, produzido em Vale de Cambra e o Terra Nostra®, produzido na fábrica da Ribeira Grande. Para além disso, a fábrica de Vale de Cambra tem sob a sua alçada toda a produção de fatiados do grupo, quer de Limiano®, quer de Terra Nostra®. A Figura 1 mostra o logótipo da empresa, enquanto que a Figura 2 mostra os produtos feitos pela fábrica de Vale de Cambra. A Figura 3 mostra um organigrama da empresa em Portugal, estando assinalado a cor verde a fábrica e setor em que foi desenvolvido o trabalho



Figura 1 - Logótipo Fromageries Bel



Figura 2 - Produtos produzidos pela fábrica de Vale de Cambra [1]

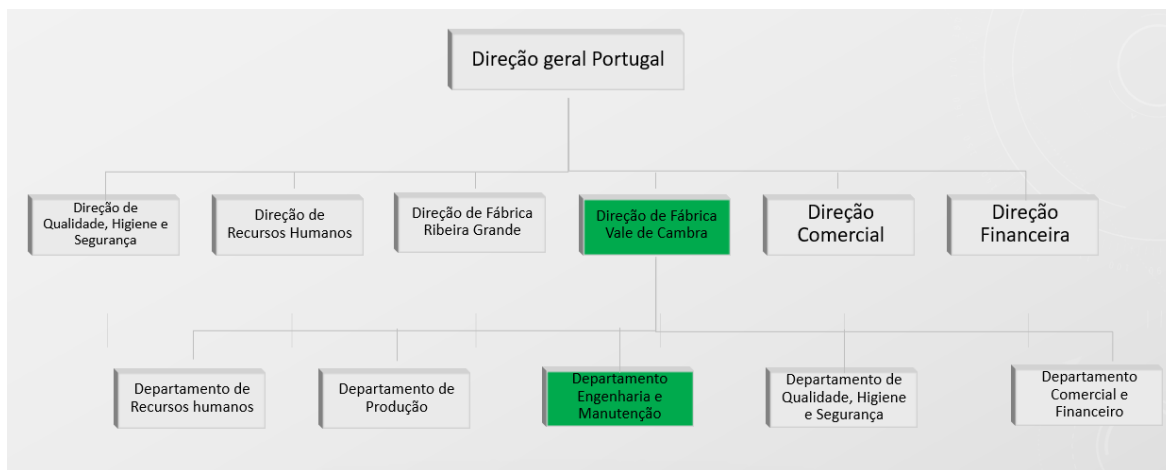


Figura 3 - Organograma da Fromageries Bel Portugal, S.A.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 Manutenção na indústria alimentar

2.3 Indicadores na manutenção

2.4 Ferramentas da qualidade

2.5 Gestão de obsolescência

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

Manutenção define-se como a combinação de todas as ações num equipamento, com intenção de o manter numa condição, em que este mesmo possa executar as funções que lhe são requeridas [2]. Desde a revolução industrial no Séc. XIX, a manutenção é tomada como uma operação de relevo. Segundo [3], a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações. A Tabela 1 demonstra as expectativas da manutenção durante essas gerações.

Tabela 1 - Expectativas das diferentes gerações de manutenção (Adaptado de [3])

Primeira Geração (Desde a Revolução industrial até à 2ª Guerra Mundial)	Segunda Geração (Desde a 2ª Guerra Mundial até aos anos 70)	Terceira Geração (Dos Anos 70 até aos dias de hoje)
<i>“Fix it when it broke”</i>	Maior disponibilidade da instalação	Maior disponibilidade e fiabilidade da instalação
	Maior longevidade de equipamento	Maior segurança
	Custos mais reduzidos	Melhor qualidade de produto
		Sem danos para o ambiente
		Maior longevidade do equipamento
		Maior eficiência de custos

Na primeira geração da manutenção, a grande maioria do equipamento era robusto e sobredimensionado. Por isso, grande parte das operações de manutenção serviam para lubrificar e limpar os equipamentos. Também graças à robustez e simplicidade dos equipamentos, a resolução de avarias era um trabalho relativamente simples [3].

Devido a fatores socioeconómicos, que originaram uma queda da mão de obra disponível e um aumento da procura de produtos variados, o período da segunda geração da manutenção viu

um aumento da mecanização na produção dos bens de consumo. Com esta mudança, a redução do *downtime* assume um papel fundamental nas organizações. Neste período surge também o conceito de manutenção preventiva, que permitiu uma redução dos custos da manutenção aliado a um maior controlo das operações executadas [3].

A terceira geração surge a partir dos anos 70, período a partir do qual os processos industriais sofreram ainda maiores alterações. Com o crescimento da metodologia de sistemas produtivos *Just in Time*, em que *stocks* tendem a ser reduzidos, a mais pequena paragem num setor da produção pode dar origem a uma paragem completa de todo o sistema de produção. Tendo isto em conta, uma maior importância tem sido dada à disponibilidade do equipamento e à fiabilidade do mesmo. Para além desta preocupação e devido à elevada automatização dos processos, um maior número de falhas no equipamento pode afetar o cumprimento com os requisitos de qualidade do produto [3].

2.1.1 Manutenção preventiva vs manutenção corretiva

De acordo com a EN 13306, existem dois tipos de manutenção que se definem como manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Manutenção preventiva é o conjunto de operações de manutenção, que são executadas de forma periódica ou segundo critérios estabelecidos, de forma a reduzir a probabilidade de falha ou de degradação de um equipamento. Manutenção corretiva é o conjunto de operações de manutenção que são executadas após deteção de falhas com a intenção de colocar um equipamento a efetuar as funções que lhe são requeridas. A Figura 4 demonstra uma visão geral destes dois conceitos [2].

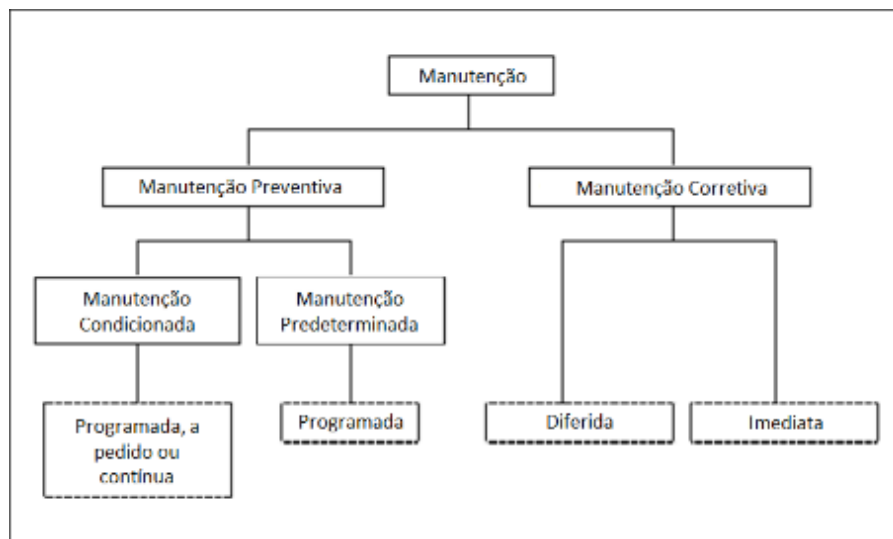


Figura 4 - Visão geral da manutenção (Adaptado de [2])

A manutenção corretiva, como mostra a Figura 4, está dividida em dois tipos diferentes, podendo esta ser diferida ou imediata. A manutenção corretiva diferida é definida como uma ação de manutenção corretiva, não executada no momento imediato da falha, sendo adiada

de acordo com regras estabelecidas internamente, enquanto que a manutenção corretiva imediata é uma ação de manutenção executada assim que detetada a falha [2].

A manutenção preventiva pode ser condicionada ou predeterminada. A manutenção preventiva condicionada inclui uma combinação entre monitorização, testes e inspeções, que permitem determinar a periodicidade com que se realizam as mesmas operações. A manutenção preventiva pré-determinada não inclui este acompanhamento dos equipamentos, sendo agendada independentemente de fatores externos [2].

A priorização de um tipo ou outro de manutenção, tem repercussões económicas que podem ser bastante notórias. Muitos gestores não estão bem elucidados relativamente aos custos de manutenção na sua organização. Isto porque muitos deixam de parte os custos de *downtime* dado que este custo varia dependendo do tipo de organização [4].

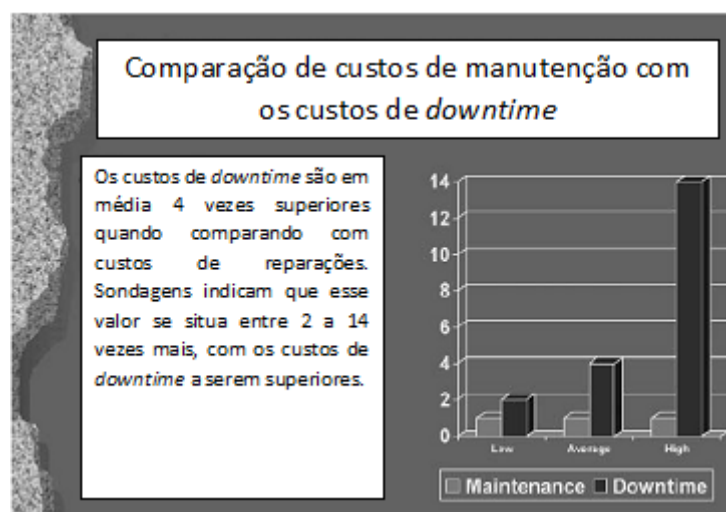


Figura 5 - Comparação de custos de manutenção vs custos de *downtime* nos Estados Unidos da América (Adaptado de [4])

Como se observa na Figura 5, independentemente da variação dos custos de *downtime*, os custos de manutenção mantêm-se praticamente inalterados. Também se pode observar que a variação dos custos de *downtime* pode ir desde 2 a 14 vezes mais, que o valor do trabalho de manutenção em si. Por exemplo, uma avaria que implique um trabalho de manutenção que custe 1000€ pode ter um custo total entre 3000€ e 15000€ , dependendo do tipo de indústria [4].

2.1.2 Monitorização de sistemas de manutenção

A monitorização de sistemas divide-se entre manutenção reativa e proativa. Segundo [5], manutenção proativa e manutenção reativa são dois conceitos completamente distintos. Enquanto na manutenção proativa não se espera que ocorra a falha do equipamento para se efetuar as respetivas operações de reparação, havendo um acompanhamento e controlo do estado dos equipamentos utilizados, a manutenção reativa apenas é feita no momento em que ocorre a avaria no equipamento, sem existir um acompanhamento continuado do estado do mesmo. Apesar de ser aceite que a filosofia proativa poderá ser mais vantajosa, em alguns

casos, a filosofia reativa poderá ter mais vantagens em organizações mais pequenas, principalmente naquelas onde não exista a dependência da fiabilidade de uma máquina para que todo o processo ocorra. Segundo [5], a Figura 6 demonstra as diferentes divisões que estas filosofias possuem.

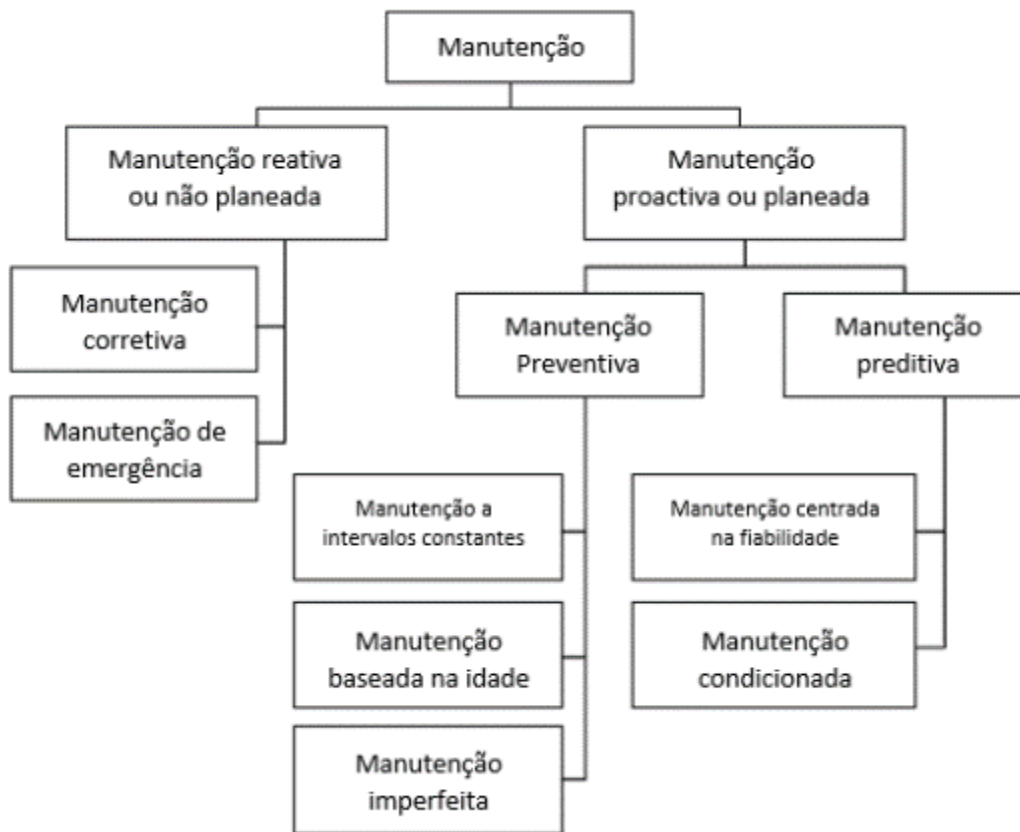


Figura 6 - Representação das divisões das filosofias reativa e proativa (Adaptado de [5])

A filosofia reativa divide-se em manutenção corretiva e manutenção de emergência. Ambas são semelhantes em conceito, sendo a principal diferença entre ambas o facto de a manutenção de emergência ter de ser executada imediatamente, devido à sua não execução poder ter consequências demasiado sérias [5].

Dada a sua complexidade, a manutenção proativa divide-se em duas variantes, manutenção preventiva e manutenção preditiva. Na manutenção preventiva, podemos ter manutenção a intervalos constantes, manutenção baseada na idade e manutenção imperfeita. Manutenção a intervalos constantes é efetuada em intervalos de tempo, previamente estabelecidos que permitem, balancear o alto risco de falhas, com longos intervalos e o elevado custo de manutenção preventiva em intervalos curtos. Na estratégia de manutenção baseada na idade, as ações de manutenção preventiva ocorrem em intervalos fixos, ocorrendo apenas após uma idade específica, diga-se "t". Se ocorrer uma falha antes de "t", são executadas as ações de manutenção corretiva, sendo que a próxima ação preventiva será agendada "t" tempo depois. Por fim, a manutenção imperfeita acontece nos casos em que o estado do material se situa entre o operacional e o próximo da falha, sendo que esta premissa é tida em conta aquando do agendamento de futuras atividades de manutenção [5]

A manutenção preditiva pode ser de dois tipos: manutenção centrada na fiabilidade ou manutenção condicionada. Na manutenção centrada na fiabilidade, também conhecida como RCM (*Reliability Centered Maintenance*), são feitas estimativas da fiabilidade do equipamento, ou sistema, de forma a delinear o plano com melhor benefício em termos económicos. A manutenção condicionada, também conhecida por CBM (*Condition-based Maintenance*), depende do estado dos equipamentos para avaliar a necessidade de manutenção. Este estado pode ser medido através de observações visuais ao estado do equipamento, assim como a monitorização de certas variáveis, tais como a vibração do equipamento e a temperatura [5].

2.1.3 TPM – Total Productive Maintenance

TPM, ou *Total Productive Maintenance*, é um conceito que aglomera metodologias e filosofias de manutenção preventiva da indústria americana, com conceitos de TQM, ou *Total Quality Management*, originados na Indústria Japonesa. Isto levou ao nascimento de uma mentalidade mais proativa e responsável por parte de todos colaboradores de uma organização.

[6] referiu que existem cinco pilares fundamentais, relativamente à aplicação da metodologia de TPM. A Figura 7 mostra esses mesmos pilares.

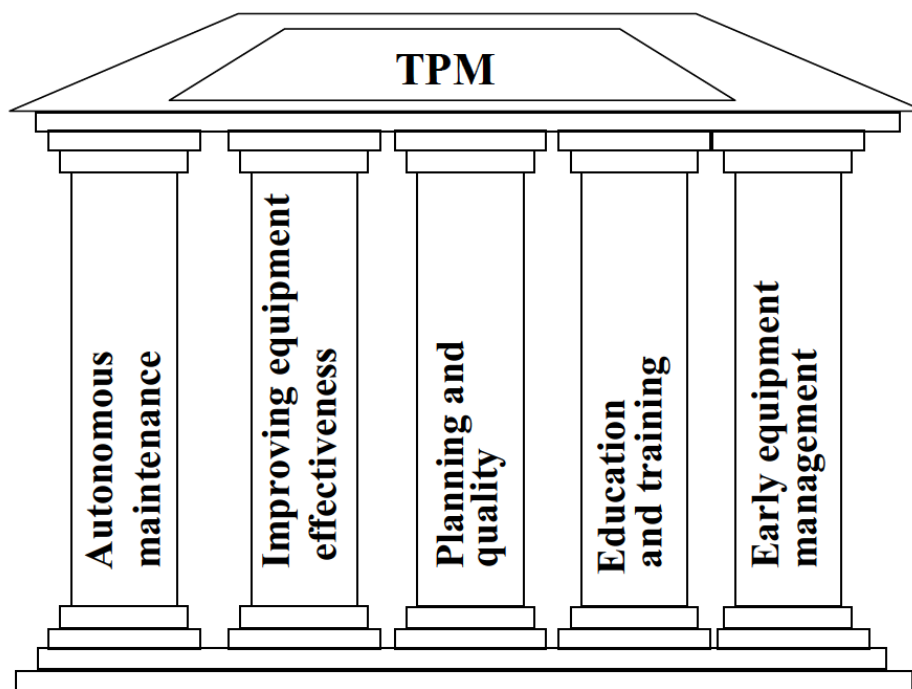


Figura 7 - 5 pilares de TPM [6]

A tradução de cada um dos pilares enunciados na Figura 7, assim como as suas descrições, são:

- Manutenção autónoma: dar aos colaboradores que operam os equipamentos, algumas responsabilidades da manutenção. Desta forma, é o estado que também pode ser descrito como “*From I bust it, you mend it. To I’ll maintain my own equipments.*” [6];

- Melhoria de eficácia do equipamento: Envolvimento de todos os colaboradores na identificação e análise de perdas que possam ocorrer nos equipamentos;
- Planeamento de qualidade e manutenção: Estabelecimento de planos e requerimentos internos para procedimentos de manutenção preventiva, para cada equipamento e/ou peça do mesmo;
- Formação em técnicas relevantes de manutenção para todo o *staff*: todo o *staff* de manutenção e de produção, dentro desta metodologia, devem ser capazes de realizar uma boa parte das operações necessárias;
- Gestão de equipamento, desde a conceção: Tendo a TPM como objetivo chegar ao ponto de prevenção da manutenção, esta obriga a que em todas as fases de vida do equipamento, sejam aferidos todos os potenciais problemas de manutenção de forma a que sejam eliminados o mais cedo possível.

A fundação dos conceitos enumerados por [6], é conhecida como 5S. Este é um acrónimo correspondente a cinco palavras japonesas, cuja explicação está na Tabela 2.

Tabela 2 - Conceito de 5S (Fonte : [8])

Termo	Tradução	Conceito
<i>Seiri</i>	Selecionar	Selecionar apenas o necessário no posto de trabalho
<i>Seiton</i>	Organizar	Organização de todos as ferramentas necessárias
<i>Seiso</i>	Limpar	Limpeza do posto de trabalho e das ferramentas
<i>Seiketsu</i>	Normalizar	Fazer com que os passos anteriores sejam normalizados e considerados parte do procedimento
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplina	Ter a disciplina de manter as práticas aplicadas anteriormente

2.2 Manutenção na indústria alimentar

De todas as indústrias, a manutenção na indústria alimentar tem um papel determinante dado o cariz de produção contínua deste tipo de indústria. Uma pequena paragem num ponto da produção, assim como algum equipamento em mau estado, pode implicar uma paragem total de toda a linha de produção assim como pode por em causa a qualidade do produto criado [8]. Por estes motivos, a manutenção preventiva desempenha um papel fundamental nesta

indústria. Existem seis práticas que devem ser consideradas correntes na gestão de manutenção nesta indústria [10]:

- Inventário de equipamentos existentes: analisar as necessidades dos equipamentos relativamente a peças de substituição e fazer um inventário detalhado dos mesmos. Para além disto, devem ser efetuadas aferições de risco que cada equipamento tenha no sistema de forma a saber quais os mais críticos para o funcionamento da instalação;
- Agendar ações de manutenção com base nas operações: deve ser criado um plano mestre de manutenção tendo como base as informações do fabricante, assim como, se existirem, dados de desempenho existentes dentro da organização. Com isto, é necessário avaliar a melhor maneira possível de fazer as ações de manutenção, criando o mínimo de quebra à produção;
- Documentar todos os procedimentos: Todas as execuções de manutenção devem ter um procedimento estabelecido para cada equipamento ou componente distinto. Estas informações têm de ser acessíveis a qualquer pessoa que necessite delas, não tenha dificuldades em os aceder;
- Liderança: para cada ação de manutenção, têm de haver uma pessoa que esteja na posição de líder, de forma a garantir que todos os passos são cumpridos. Tem de ser escolhido alguém com conhecimentos aprofundados sobre a segurança alimentar assim como dos equipamentos a tratar;
- Provisões ao alcance: certos consumíveis e ferramentas têm de estar sempre à mão, especialmente se estes forem difíceis de obter. Obviamente, que terá de ser avaliado também o seu custo e quantidades utilizadas de forma a não se ter demasiado inventário;
- Manter histórico detalhado da manutenção: este ponto tem duas funções importantes. A primeira serve maioritariamente no caso de a organização ser sujeita a inspeções de auditoria ou de segurança pelas devidas autoridades. A segunda e não menos importante, será como uma forma de se avaliar o que terá corrido mal com o equipamento, ao longo de um período de tempo, podendo dessa forma estabelecer com maior certeza possíveis ações de melhoria.

2.3 Indicadores na manutenção

Tal como acontece na avaliação de sistemas produtivos, a manutenção também tem indicadores que permitam obter informações relacionadas tanto com o desempenho dos equipamentos, como do trabalho executado na manutenção.

A norma que rege os indicadores aconselhados para a manutenção é a EN 15341:2007, sendo que esta define que a utilidade dos mesmos deve-se cingir a:

- Medição do estado da manutenção;
- Comparar com *benchmarks* internos e externos;
- Diagnosticar pontos fortes e pontos fracos;
- Identificar objetivos e definir alvos a atingir;
- Planear ações de melhoria;
- Controlar progresso e variações.

Apesar destas utilidades definidas pela norma, a principal função destes é de encontrar oportunidades de melhoria dentro dos processos [3].

Os indicadores na manutenção podem se dividir em três categorias: económica, técnica e organizacional [11].

Um dos mais importantes indicadores é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Este é calculado pela seguinte expressão [5]:

$$OEE = Disponibilidade \times Produtividade \times Qualidade \#(1)$$

Sendo que as variáveis deste indicador se calculam da seguinte forma:

$$Disponibilidade = \frac{Uptime}{Tempo\ planeado} \#(2)$$

A “Disponibilidade” também pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \#(3)$$

$$Produtividade = \frac{Tempo\ por\ unidade\ de\ produção \times unidades\ produzidas}{Tempo\ de\ operação} \#(4)$$

$$Qualidade = \frac{Total\ produzido - Quantidade\ defeituosas}{Total\ produzido} \#(5)$$

Desta forma consegue-se avaliar a percentagem de utilização dos equipamentos analisados, assim como encontrar a variável em que se deve atuar, apesar de o mesmo não indicar o motivo na queda dessa mesma variável [12]

Outros indicadores com bastante relevo incluem o MTTR e MTBF, cujo cálculo é efetuado da seguinte forma:

$$MTTR = \frac{\Sigma Tempo\ de\ reparação}{N^o\ de\ avarias} \#(6)$$

$$MTBF = \frac{Total\ de\ horas\ de\ operação}{N^o\ de\ avarias} \#(7)$$

Estes dois indicadores dão informação relativa ao tempo médio de reparação por atividade de manutenção e o tempo médio entre cada falha durante um período de operação, respetivamente [13].

Apesar de existirem *benchmarks* definidos para a alguns destes indicadores, não existe necessariamente um benchmark universal para a manutenção. Não existe um consenso que ligue as indústrias em geral, sendo que dependendo do tipo de indústria esse valor pode ser diferente. Por exemplo, na indústria mineira, o *benchmark* de custos relativamente ao orçamento anual da empresa pode estar compreendido entre os 35% e 50% [14] enquanto que na indústria automóvel pode se situar entre os 15% e os 40% [15]

2.4 Ferramentas da qualidade

Segundo a norma ISO 9001:2015, o conceito de qualidade define-se como a “*aptidão de um conjunto de características intrínsecas para satisfazer as exigências*”. De forma a se garantir qualidade não só em produção, mas em serviços também, foram criadas ao longo dos tempos ferramentas da qualidade. Ishikawa Kaouru foi um dos mais importantes nomes neste ramo, sendo que este definiu quais as sete mais importantes ferramentas, sendo estas [16]:

- Histogramas;
- Diagramas de causa-efeito (também designados Diagramas de Ishikawa);
- Listas de comprovação;
- Diagramas de Pareto;
- Diagramas de Processo;
- Cartas de controlo;
- Diagramas de dispersão.

Para efeitos desta dissertação, apenas serão abordadas mais em foco os Diagramas de Pareto e Diagramas de causa-efeito.

2.4.1 Diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto, também conhecido como diagrama de 80-20, foram inicialmente utilizados no séc. XIX por Vilfredo Pareto de forma a avaliar a distribuição de riqueza, foram mais tarde utilizados e melhorados por Joseph Juran, em 1950 [16].

Estes diagramas são ferramentas que provém de uma análise com o mesmo nome e que permitem avaliar e priorizar, os equipamentos ou sectores críticos de uma dada instalação. Estes são representados por três partes[17]:

- Contribuintes para o efeito total, ordenados por ordem crescente numa tabela;
- A magnitude de cada contribuinte expressa em forma numérica;
- Percentagem cumulativa do total das contribuições.

A Figura 8 e a Figura 9, mostram um exemplo de aplicação de Diagramas de Pareto. As três partes anteriormente mencionadas, estão representadas nessas figuras, pelos números 1, 2 e 3, respetivamente.

Como se pode verificar, com esta ferramenta é possível detetar com relativa facilidade os problemas mais críticos de uma estrutura em estudo. Desta forma também é possível minimizar os esforços criados de maneira a obter o máximo de resultados. Após a análise Pareto, o passo seguinte passa por criar um diagrama de Causa-Efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa.

①	②	③	
Order-Form Item	Number of Errors	Percent of Total	Cumulative-Percent of Total
G	44	29	
J	38	25	29
M	31	21	54
Q	16	11	75
B	8	5	86
D	5	3	91
C	3	2	95
A	1	0.67	97
O	1	0.67	98
R	1	0.67	98
N	1	0.67	99
L	1	0.66	99
I	0	0	100
E	0	0	100
H	0	0	100
K	0	0	100
F	0	0	100
P	0	0	100
TOTAL	150	100	100

Figura 8 - Dados a utilizar no Diagrama de Pareto (Coulson-Thomas, 1993)

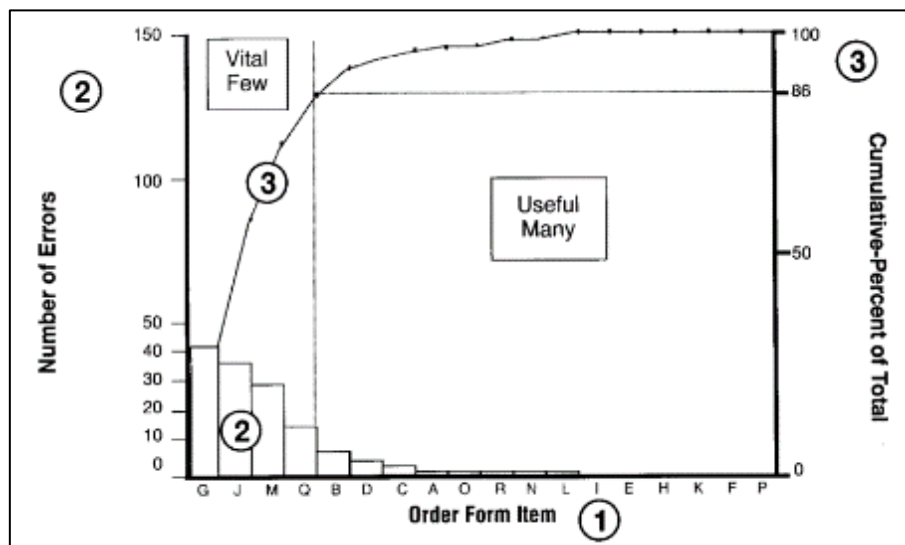


Figura 9 - Representação de Diagrama de Pareto (Coulson-Thomas, 1993)

2.4.2 Diagrama de causa-efeito

O Diagrama de causa-efeito, também denominado de Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta que permite relacionar um determinado número de possíveis razões para um problema detetado. É muito utilizado na elaboração de diagnósticos que ajudam no apuramento de possíveis causas de falha para um determinado problema [17]. Na criação destes diagramas, o primeiro passo é colocar uma linha horizontal com uma seta a apontar ao problema, ou efeito, a analisar, sendo que após são ligadas mais linhas na diagonal que

representam cada categoria possível de erro, ou causa. Estas categorias são bastante gerais sendo que podem representar [17]:

- Recursos humanos;
- Equipamentos;
- Métodos de trabalho;
- Materiais;
- etc.

Apesar de ter sido criado com o intuito de resolver problemas de cariz industrial, esta é uma ferramenta que cada vez mais está a ser utilizada por outras áreas de negócio devido à sua grande versatilidade. Na Figura 10 segue um exemplo de um destes diagramas.

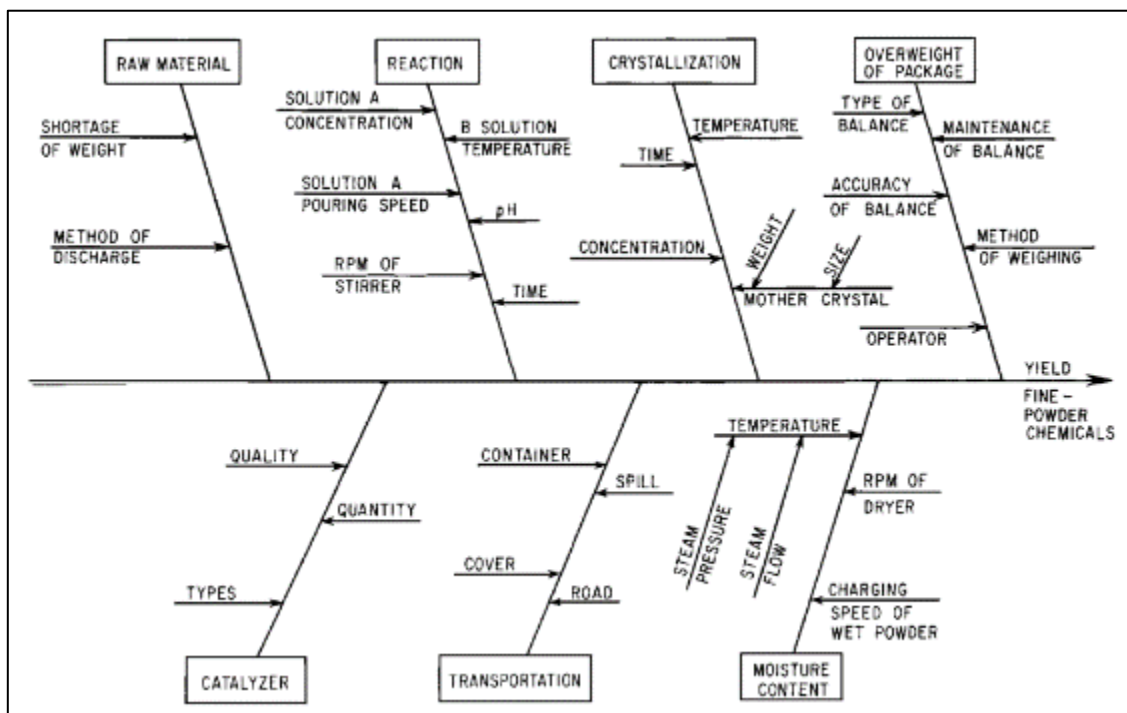


Figura 10 – Representação de Diagrama de causa-efeito(Coulson-Thomas, 1993)

2.5 Gestão de obsolescência

Em toda a conceção de sistemas de produção e equipamentos, existe o risco de alguns componentes entrarem em obsolescência. Segundo a IEC 62402, obsolescência pode ser definida de duas maneiras:

- Equipamento ou componente em questão já não cumpre os requisitos pretendidos;
- Equipamento ou componente já não está disponível pelo seu fornecedor original;

As fases de um produto estão amostradas na Figura 11. Geralmente deve ser dada a informação aos clientes de determinado componente ou equipamento, que o mesmo está a entrar no seu final de ciclo de vida, cujo o aviso pode ser feito uma de três formas:

- PDN (*Product Discontinuance Notice*): quando o fornecedor original do produto, ou OEM (*original Equipment Manufacturer*), avisa que o equipamento ou componente em questão está em obsolescência;
- EOL (*End of Life*): quando é anunciado pelo OEM o fim de vida do componente;
- LTB (*Last Time Buy*): quando é anunciado pelo OEM que apenas será autorizada uma última compra do dito componente;

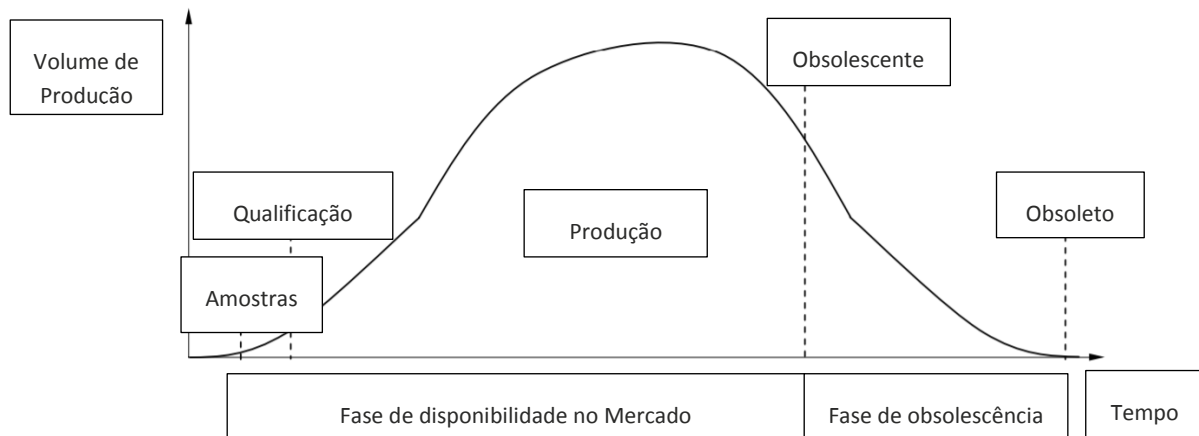


Figura 11 - Fases da vida de um produto (adaptado de [18])

A indústria militar é um exemplo bastante recorrente nesta temática. Os sistemas dos equipamentos presentes nesta indústria, têm ciclos de vida bastante longos. É por isso bastante propício que, uma grande parte dos componentes presentes nesses sistemas, entrem em obsolescência antes do fim de vida estimado para o equipamento [19].

Os componentes de cariz eletrónico são mais propícios a este tipo de acontecimento. A Figura 12 mostra uma relação entre a disponibilidade no mercado e o ano de inserção no mercado.

Tal como se pode observar na Figura 12, o tempo de disponibilidade de componentes eletrónicos no mercado, desde os anos 70 que tem tido tendência a diminuir. Até aos anos 70, como a utilização de componentes eletrónicos era bastante reduzida, estes componentes eram feitos de acordo com as necessidades do sistema, sendo que o seu ciclo de vida era relativamente elevado. Mas com o passar do tempo, uma boa parte dos fornecedores de equipamentos das mais variadas indústrias, passaram a utilizar componentes COTS, *Commercial of the shelf*. Apesar destes componentes serem mais económicos, comparativamente aos anteriormente utilizados, também entram em obsolescência mais rapidamente, devido às exigências do mercado [19].

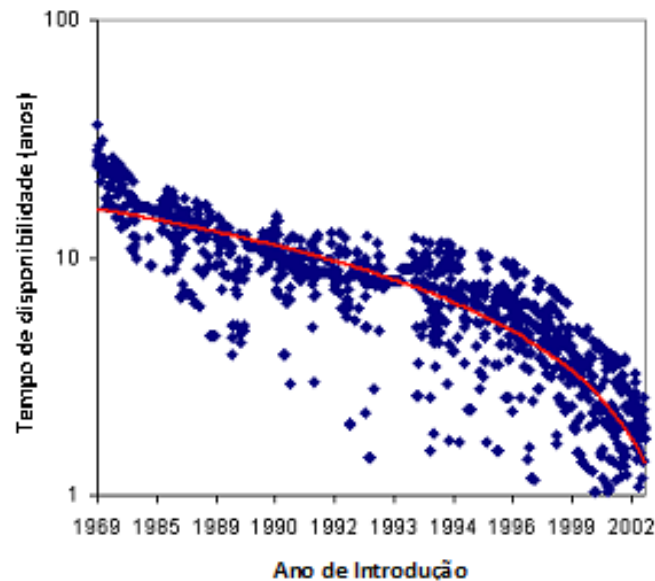


Figura 12 - Relação entre disponibilidade e ano de introdução no mercado (adaptado de [20])

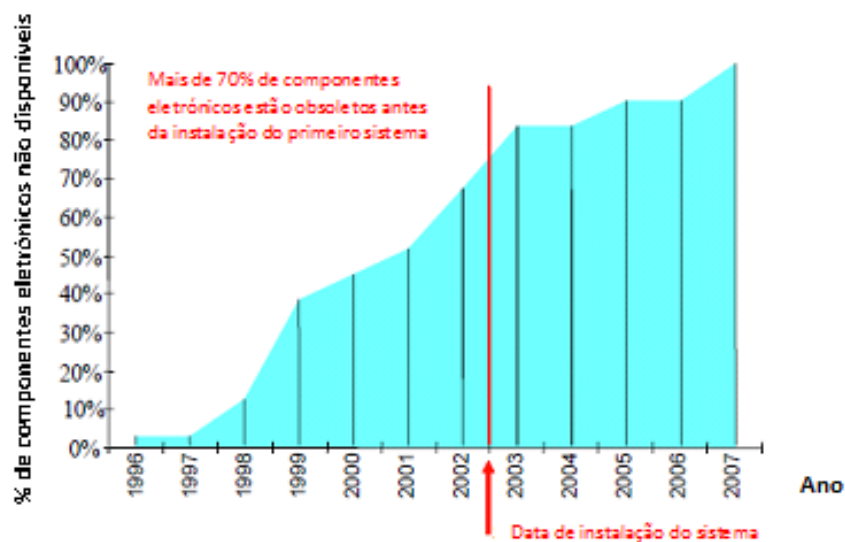


Figura 13 - relação entre COTS e tempo de projeto de um sistema (adaptado de [20])

Como se pode ver na Figura 13, que ilustra a relação entre COTS e o tempo de projeto de um sistema de sonar num navio, a maior parte dos componentes eletrônicos, antes do primeiro sistema ser instalado, já estão em obsolescência. Apesar da especificidade deste exemplo, na indústria em geral, este é um fenómeno cada vez mais frequente sendo também um desafio para muitas organizações.

A estratégia da gestão de obsolescência, tal como a monitorização de manutenção, pode ser reativa ou proactiva. Segundo a IEC 62402:2007, estratégia reativa, assim como a manutenção reativa, não existe um planeamento prévio sendo apenas mitigada a obsolescência no caso de a necessidade surgir. No caso de se optar por esta estratégia, segundo a mesma norma, deve-se optar por um de quatro procedimentos:

- Procura de componentes: procura no OCM ou OEM pelo respetivo componente;
- Canibalização: retirar o componente em falta de outro equipamento existente, no caso de não existir solução no OCM ou OEM. Esta solução pode não ser permitida por algumas agências reguladoras;
- Revisão do design: nesta opção poderão ter de ser elaboradas alterações ao equipamento, de forma a coloca-lo no seu estado ideal para funcionamento;
- Obsolescência do equipamento: pode ocorrer que no caso de não existir substituição possível do componente, que seja necessário substituir o equipamento.

Segundo [21], esta abordagem pode ser utilizada para componentes de risco reduzido, em especial nos seguintes tipos:

- Componentes *standard*;
- Componentes passivos, tais como resistências elétricas;
- Componentes mecânicos de fácil produção;
- Componentes cujo o tempo estimado de fim de vida, YTEOL, será de pelo menos sete anos.

A estratégia proativa, segundo a IEC 62402:2007, pode reduzir a probabilidade de ocorrência de obsolescência, assim como o seu impacto no caso de ocorrer a mesma. Esta estratégia tem os seguintes procedimentos:

- Considerações de design: ter uma noção alargada sobre o mercado e respetiva regulação;
- Transparência tecnológica: conhecimento dos componentes existentes no equipamento, de forma a se saber quais os que poderão entrar em obsolescência mais depressa;
- Monitorização de obsolescência: envolve um acompanhamento continuado do estado dos componentes, incluindo recolha de informação aos fornecedores do respetivo estado sempre que possível;
- Atualizações em intervalos definidos: sendo este ponto opcional, envolve em certas alturas da vida do equipamento ou produto, seja feita uma atualização a nível de componentes, sobretudo os eletrónicos;
- Compra de tempo de vida ou LTB: é feita uma previsão relativamente ao tempo esperado de vida do equipamento, sendo depois adquirida a quantidade necessária dos componentes para esse tempo;

A escolha da estratégia deve, sobretudo, depender dos objetivos da organização em que se estiver a aplicar a mitigação de obsolescência.

DESENVOLVIMENTO

3.1 Processo de fabrico de queijo

3.2 Escolha do setor a atuar

3.3 Análise de possíveis causas relacionadas com componentes

3.4 Procedimentos de manutenção

3.5 Indicador para a manutenção

3.6 Modelo de avaliação de obsolescência

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Processo de fabrico de queijo

Tal como já foi referido previamente, a empresa acolhedora atua na indústria de lacticínios, especializada na produção de queijo. O tipo de queijo fabricado é classificado como queijo *Edam*. Apesar de parte do processamento do leite para a produção deste tipo de queijo, não difere muito dos restantes tipos, tais como *Emmenthal*, *Brié* e o queijo de montanha, a Figura 14 mostra um fluxograma de todo o processo de produção de queijo na empresa acolhedora.

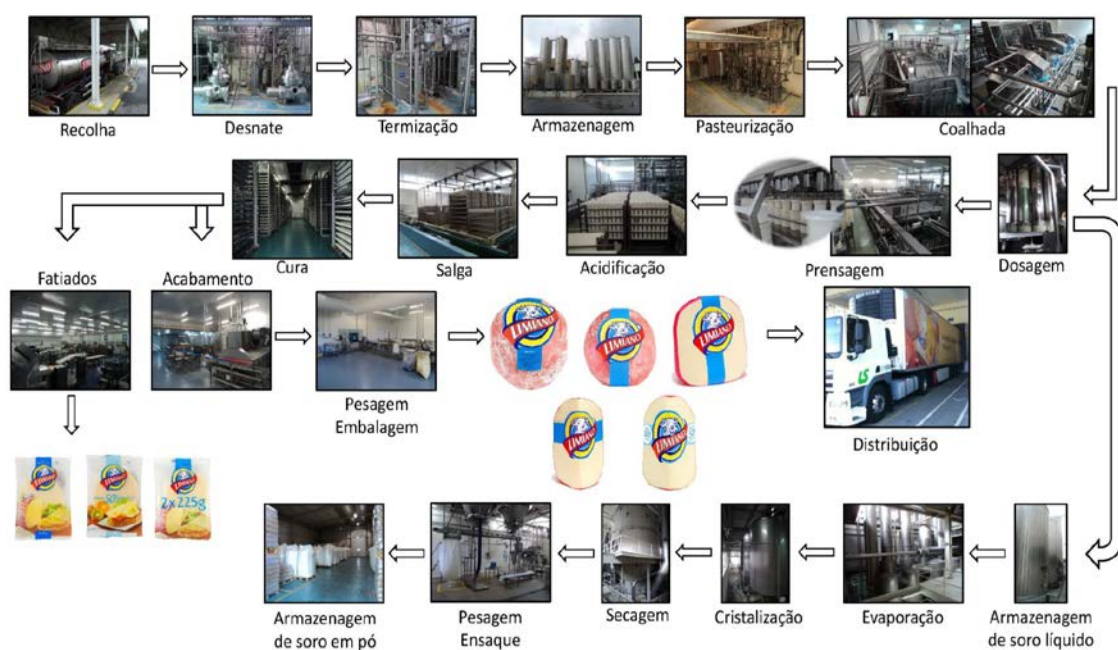


Figura 14 - Fluxograma do processo da empresa acolhedora (fonte: [1])

O primeiro passo é a recolha e tratamento do leite proveniente do fornecedor. Antes de ser armazenado, deve passar por um processo de desnate e termização [22]. Antes de entrar no ciclo produtivo, o leite tem de ser coalhado, sendo que este processo pode demorar algumas horas. Após a coalhada, massa resultante é doseada e prensada de forma a obter o formato desejado. O soro resultante da dosagem é enviado para um armazenamento de soro, passando depois por um processo de secagem até se obter no final soro em pó. Após a prensagem, a massa resultante, passa por um processo de acidificação e salga que podem durar cerca de 8 horas, sendo posteriormente armazenados para ser feita a cura do queijo[22]. Nesta fábrica em concreto, após a cura pode-se ter um de dois processos. Caso seja para o queijo ser vendido tal como está, segue para uma unidade de acabamento que dá o formato característico do produto em questão. Caso seja necessário mais processamento, este é feito numa unidade de fatiados que divide as barras em doses para consumo que são depois embaladas e distribuídas para os clientes.

3.2 Escolha do setor a atuar

3.2.1 Análise global da unidade fabril

A primeira fase do trabalho desta dissertação, passou por fazer uma análise de dados da unidade fabril, de forma a avaliar e escolher qual o setor em que se terá maior impacto. Dois conceitos internos que devem ser estabelecidos previamente:

- Avaria: Todo e qualquer incidente que obriga a paragem do sistema produtivo, intervenção da manutenção e que dure mais de 10 minutos;
- Pequena paragem: Todo e qualquer incidente que obriga a paragem do sistema produtivo, sem intervenção da manutenção e que dure menos de 10 minutos;

A empresa de acolhimento, possui os seguintes setores de produção, que estão detalhados na Tabela 3.

Tabela 3 - Identificação e descrição dos setores da unidade fabril

Setor	Descrição
Fabrico	Setor de fabrico de queijo em pequenos e grandes formatos, sendo uma parte sujeita a um acabamento para ser entregue ao cliente e outra parte fatiada para ser entregue ao cliente.
Fatiados	Setor de fatiamento de queijo produzido na unidade fabril de Vale de Cambra, assim como de queijo produzido na unidade fabril da Ribeira Grande.
Secagem	Setor onde é feita a secagem do soro proveniente do fabrico de queijo, sendo que o produto final pode ser vendido como suplemento alimentar.

Os conceitos de avaria e pequena paragem foram depois filtrados para cada um dos setores, sendo depois avaliadas as seguintes variáveis:

- % custos: Percentagem do custo do setor relativamente ao custo total;
- % t. avarias: Percentagem do tempo de avarias do setor relativamente ao tempo total de avarias;
- % t paragens: Percentagem do tempo de pequenas paragens do setor relativamente ao tempo total de pequenas paragens;
- % nº avarias: Percentagem do número de avarias do setor relativamente ao número total de avarias;
- % nº de paragens: Percentagem do número de pequenas paragens do setor relativamente ao número total de pequenas paragens;

A recolha dos dados relativamente a custos, foram fornecidos pelo departamento financeiro da empresa, enquanto que os dados relativos a avarias e pequenas paragens, foram retirados de um software utilizado internamente pela gestão de produção, denominado de Scorepop®, sendo o espaço temporal da análise o ano de 2017. O Gráfico 1 demonstra os resultados obtidos nestas variáveis.

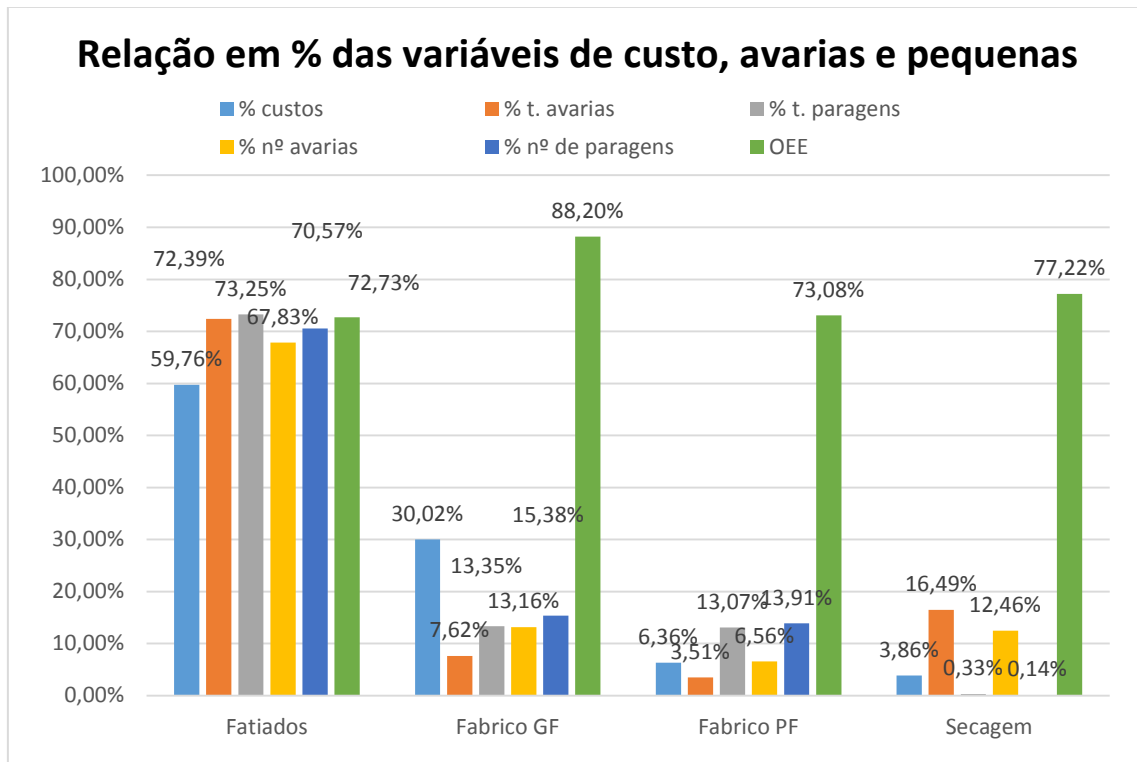


Gráfico 1- Comparação dos resultados gerais dos setores da unidade fabril

Pode-se verificar de forma clara, que o setor com os valores mais elevados das variáveis estudadas é o setor de fatiados. Nos custos, este setor representa 59,76% dos custos totais de operação da unidade fabril. Nos tempos e frequência de avarias e de pequenas paragens, este setor apresenta resultados entre os 72,61% e os 67,08%, do total das variáveis. Também se pode constatar que de todos os setores analisados, ainda que por uma diferença marginal, o OEE mais baixo pertence ao setor de fatiados. Tendo em conta estes resultados, o setor que foi escolhido para serem estudadas possíveis melhorias para aplicar, será o setor de fatiados.

3.2.2 Processo de fatiamento e embalagem

O fatiamento de queijo é um processo de transformação de uma barra de queijo em fatias, sendo depois embalado numa embalagem hermeticamente selada. Na empresa acolhedora este é um processo de grande importância pois representa uma grande parte da receita. A Tabela 4 mostram o processo de fatiamento e embalagem, respetivamente.

Tabela 4 - Processo de fatiamento de queijo

Fatiamento

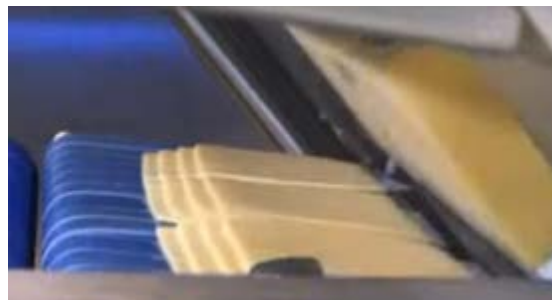
Inserção do queijo na entrada da fatiadora



Um conjunto de garras fixa um dos topos do produto



Uma lâmina fatia o queijo em conjunto com o intercalar



A dose de queijo é pesada para se verificar se corresponde às especificações do cliente. As doses conformes e não conformes são separadas por uma plataforma, sendo que as conformes seguem para a embaladora, enquanto que as não conformes são sujeitas a *rework* manual.



Tabela 5 - Processo de embalagem de queijo

Embalamento

As doses de queijo são colocadas num tapete de posicionamento, que irá alinhar as doses com a embalagem.



As doses fatiadas são envoltas em filme de embalagem.



O filme de embalagem é selado por dois soldadores, um lateral e um de topos.



As embalagens são pesadas uma a uma, sendo as que estão fora das especificações expulsas da linha.



3.2.3 Análise do setor de fatiados

No setor de fatiados existem quatro linhas de produção, sendo cada linha composta por uma fatiadora e uma embaladora. A Figura 15, a Figura 16 e a Figura 17 mostram uma vista geral do setor mais os equipamentos em separado. Destas quatro linhas de produção, apenas foi feita a análise a três linhas, dado que não existia informação já em suporte digital, de uma das linhas.



Figura 15 - Visão geral do setor fatiados



Figura 16 – Fatiadora do setor



Figura 17 - Embaladora do setor

As variáveis em análise para o setor de fatiados são:

- % custos: Percentagem de custos da linha relativamente ao custo total das linhas em análise;

- % tempo total: Percentagem de tempo da linha relativamente ao tempo total das linhas;
- % tempo avarias + PP: percentagem do tempo de avarias e pequenas paragens, relativamente ao tempo total destas variáveis;
- % nº de avarias + PP: percentagem da frequência de avarias e pequenas paragens, relativamente ao tempo total destas variáveis;
- % margem: Percentagem da margem de cada linha, relativamente à soma da margem de todas as linhas;
- % Custo de oportunidade: Percentagem do custo de oportunidade de cada linha, relativamente à soma desse custo em todas as linhas;

Tal como na análise feita no ponto 3.2.1, os valores económicos para esta análise foram obtidos com recurso ao departamento financeiro da empresa, enquanto que os valores de produção foram obtidos no software Scorepop®, sendo o espaço temporal o ano de 2017. Os resultados desta análise estão demonstrados no Gráfico 2.

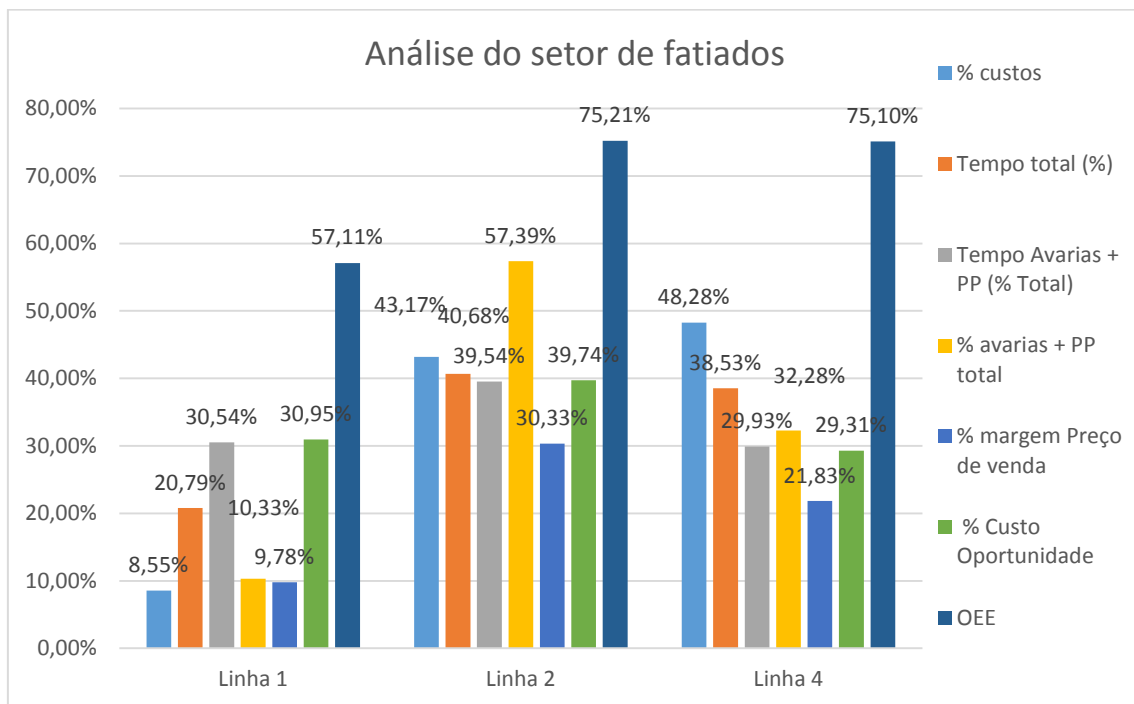


Gráfico 2 - Análise setor fatiados

A Linha 1 pode ser descartada, devido ao seu fluxo de trabalho ser bastante inferior, relativamente às restantes linhas, sendo que as melhorias que possam ser implementadas nesta linha teriam um impacto reduzido. Entre a Linha 2 e a Linha 4, tirando o custo total de produção que é superior na Linha 4, maioritariamente devido ao custo da matéria prima fatiada na mesma, a Linha 2 tem valores mais elevados nas restantes variáveis, incluindo no custo de oportunidade, que dá a entender a possibilidade de existir um maior impacto, no caso de serem implementadas medidas de melhoria. Relativamente ao indicador de OEE, as linhas 2 e 4, apresentam valores praticamente idênticos, sendo a diferença de apenas 0,11%. Dada esta informação, a Linha mais indicada para fazer as melhorias será a Linha 2, que apesar de apresentar um OEE ligeiramente superior à Linha 4, que é positivo, é o setor mais afetado

principalmente pelo tempo de PP e avarias, sendo que também é o setor que em termos absolutos, é o que mais se pode ganhar em termos financeiros.

3.2.4 Análise da Linha a atuar

Tal como já foi definido previamente, a linha a atuar é constituída por dois equipamentos distintos, sendo eles uma fatiadora e uma embaladora. As características dos mesmos estão definidas na Tabela 6 e na Tabela 7.

Tabela 6 - Características fatiadora da Linha 2

Característica	Descrição
Marca	Weber
Modelo	SLC 604-141
Velocidade de corte máxima	600 rpm
Altura máxima do produto	165 mm
Largura máxima do produto	380 mm
Comprimento máximo do produto	1200 mm
Tipo de lâmina	Lâmina circular
Espessura de corte	0,5-50 mm
Pressão de ar comprimido máxima	6 bar
Pressão de ar comprimido mínima	10 bar
Consumo energético	10 kW

Tabela 7 - Características da embaladora da Linha 2

Característica	Descrição
Marca	OMORI
Modelo	S-5115X
Capacidade máxima	100 pacotes/min
Comprimento máximo de produto	125 mm
Largura máxima de produto	120 mm
Pressão de ar comprimido	6 bar
Potência elétrica	14 kW

Para cada um destes equipamentos, foi feita uma análise de avarias e pequenas paragens, de forma a avaliar quais os componentes mais críticos do equipamento. Esta análise foi feita para cada um dos equipamentos de forma separada. Sendo que a variável limitadora é o tempo despendido, esta é a variável utilizada para a tomada de decisão, sendo depois a frequência das avariadas a variável de desempate. O período de tempo de estudo para esta análise divide-se em dois períodos:

- Fatiadora: De 1 de janeiro de 2017 a 31 de dezembro de 2017;
- Embaladora: De 1 abril de 2017 até 31 de março de 2018;

A intenção inicial seria analisar a o período do ano de 2017 completo. Contudo, a linha em análise recebeu uma nova embaladora no mês de abril, sendo mais vantajoso deslocar o tempo de estudo para um período mais tardio.

3.2.4.1 Análise de componentes da fatiadora

A gestão de produção da empresa divide o equipamento em 6 componentes independentes sendo que cada um tem uma função diferente. Estes são:

- Automatismo: Conjunto de autómatos e sensores que fazem com que o equipamento funcione sem intervenção humana;
- Canto de corte: Componente que apoia a barra de queijo a ser cortada e dispensa o intercalar;
- Garras: Componente que segura e posiciona a barra de queijo a ser cortada;
- Intercalar: Módulo que insere o papel que divide cada uma das fatias cortadas;
- Lâmina: Objeto cortante de formato circular que fatia o queijo e corta o intercalar ao mesmo tempo;
- Tapetes: Tapetes de transporte do produto;

As variáveis a analisar para estes componentes são as seguintes:

- Tempo (min): Tempo total de avaria ou pequena paragem, dependendo de qual se estiver a abordar;
- Tempo (% total): Percentagem do tempo respetivo de avaria ou pequena paragem, do componente em questão, relativamente ao somatório de tempo de avaria ou pequena paragem;
- Nº de ocorrências: Número de vezes que o respetivo componente apresentou uma avaria ou pequena paragem;
- Nº de ocorrências (% total): Semelhante a “Tempo (% total)”, sendo aplicado para o “Nº de ocorrências”
- MTTR e MTBF: Indicadores previamente explicados em 2.3, em minutos e horas, respetivamente;
- MTPS: Corresponde a *Mean Time per Stoppage*, sendo que indica o tempo médio por pequena paragem;
- MTBS: Corresponde a *Mean Time Between Stoppages*, sendo que indica o tempo que decorre entre cada pequena paragem.

Os valores de para as variáveis “Tempo” e “Nº de ocorrências”, foram retirados diretamente do software Scorepop®, sendo as restantes variáveis calculadas a partir destas, com exceção do MTBF e MTBS, para os quais foi necessário retirar do mesmo software o tempo total de produção dos períodos de tempo em estudo.

Tal como foi referido previamente, os dados de estudo para a fatiadora são relativos ao ano de 2017. Os dados relativos às avarias estão demonstrados na Tabela 8 sendo que o Gráfico 3 mostra uma representação ilustrativa do tempo relativo de avaria.

Tabela 8 - Dados relativos a avarias na fatiadora

Componente	Tempo (min)	Tempo (% total)	Nº de ocorrências	Nº de ocorrências (% total)	MTTR (min)	MTBF (h)
Intercalar	1 518	37,93	80	42,78	19	90
Automatismo	1 491	37,25	56	29,95	27	128,57
Lâmina	597	14,92	28	14,97	21	257,14
Tapetes	209	5,230	14	7,490	15	514,29
Garras	122	3,050	6	3,210	20	1 200
Canto de corte	65	1,620	3	1,600	22	2 400
Total	4002		187			

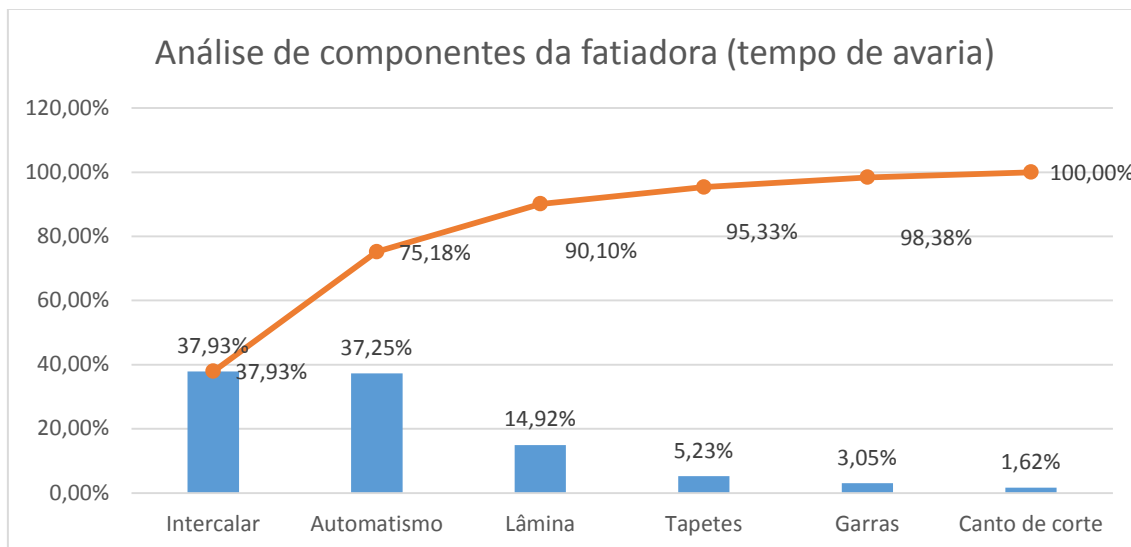


Gráfico 3 - Análise de tempo de avaria na fatiadora

Neste equipamento, dois componentes se destacam no que ao tempo de avaria diz respeito. Intercalar é a denominação do equipamento que faz a alocação do papel de separação entre as fatias cortadas, sendo que esse papel também tem o mesmo nome do componente. O automatismo é um conjunto de componentes de cariz eletrónico que fazem com que a fatiadora trabalhe em modo automático.

O somatório do tempo de avaria para estes dois equipamentos, representa 75,18% do tempo total, fazendo com que estes sejam, de longe, os equipamentos mais críticos. Eventualmente poderemos considerar a lâmina, dado que é controlada pelos automatismos e corta o intercalar, havendo a hipótese de estar ligada a possíveis falhas dos dois componentes previamente ditos.

Para além das avarias é necessário analisar as pequenas paragens. A Tabela 9 o Gráfico 4 mostram os resultados obtidos da análise.

Na questão das pequenas paragens, o intercalar é claramente o equipamento mais crítico da linha. Também se pode verificar, que todos os restantes componentes estão equiparados no impacto que as suas pequenas paragens têm no sistema. Também se pode ver que na generalidade, apesar de as pequenas paragens serem muito mais comuns de ocorrer que as avarias, também são de muitíssimo menor duração.

Tabela 9 - Dados relativos a Pequenas paragens na fatiadora

Componente	Tempo (min)	Tempo (% total)	Nº de ocorrências	Nº de ocorrências (% total)	MTPS (min)	MTBS (h)
Intercalar	3452	72,29	2172	83,22	1,59	3,31
Lâmina	426	8,920	147	5,63	2,90	48,98
Automatismo	318	6,660	84	3,18	3,81	86,75
Garras	309	6,470	137	5,25	2,26	52,55
Tapetes	231	4,840	61	2,34	3,79	118,03
Canto de corte	39	0,820	9	0,34	4,33	800,00
Total	4775		2610			

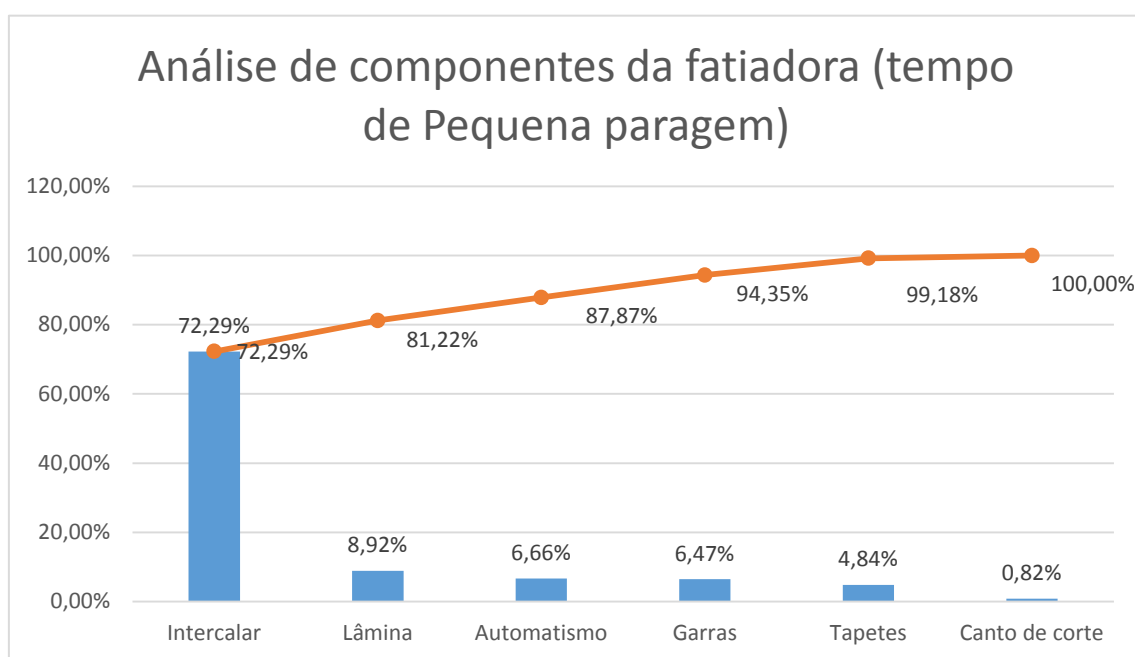


Gráfico 4 - Representação de tempos de pequena paragem (fatiadora)

3.2.4.2 Análise de componentes da embaladora

Tal como foi feito no ponto 3.2.4.1, a mesma análise de dados foi feita para a embaladora. As variáveis analisadas são as mesmas que foram aplicadas no estudo da fatiadora, no ponto previamente referido. Os componentes presentes na embaladora são identificados da seguinte forma:

- Balança/Detector de metais: conjunto de um detetor de metais e de uma balança, que estão presentes no final da Linha;
- Etiquetadora: Componente que coloca uma etiqueta na embalagem.
- Image: Componente eletrónico, que tem por função detetar mácula da embalagem;
- Outros: Inclui alguns componentes da nova embaladora que estavam presentes na implementação da mesma, mas que por decisão da empresa foram retirados;
- Soldador final: Conjunto que faz a selagem dos topos da embalagem;
- Soldador lateral: Conjunto que a selagem do lado da embalagem;
- Transportadores: Conjunto de tapetes utilizados para fazer o transporte do produto entre a fatiadora e embaladora.

Os resultados podem ser vistos na Tabela 10 e no Gráfico 5.

Tabela 10 - Dados relativos a avarias na Embaladora

Componente	Tempo (min)	Tempo (% total)	Nº de ocorrências	Nº de ocorrências (% total)	MTTR (min)	MTBF (h)
Soldador final	5091	48,65	186	45,93	27	38,71
Soldador lateral	1979	18,91	89	21,98	22	80,90
Outros	1262	12,06	61	15,06	21	118
Transportadores	989	9,45	36	8,89	28	200
Etiquetadora	576	5,50	9	2,22	64	800
Image	516	4,93	20	4,94	26	360
Balança/Detector metais	52	0,50	4	0,99	13	1800

Dado que a embaladora aqui colocada é relativamente recente, existe uma grande possibilidade de uma boa porção das avarias ser provocada por mortalidade infantil, conceito que implica uma taxa elevada de avarias no início de vida do equipamento.

Pode-se verificar que os soldadores final e lateral são os componentes mais críticos no que toca à categoria de avarias. Cerca de 48,65% do tempo de avaria corresponde ao soldador final, enquanto que 18,91% corresponde ao soldador lateral. Também é preciso ter em conta que o soldador final sofreu de uma avaria incomum, resultado de um defeito de fabrico, que deu origem a uma paragem da máquina de cerca de um dia de trabalho, mas que mesmo assim não o retiraria do topo de criticidade. Também os transportadores de alimentação representam 9,45%, que se somar ao tempo dos componentes já ditos, daria um total de 77,01% do tempo de avaria de todo o equipamento.

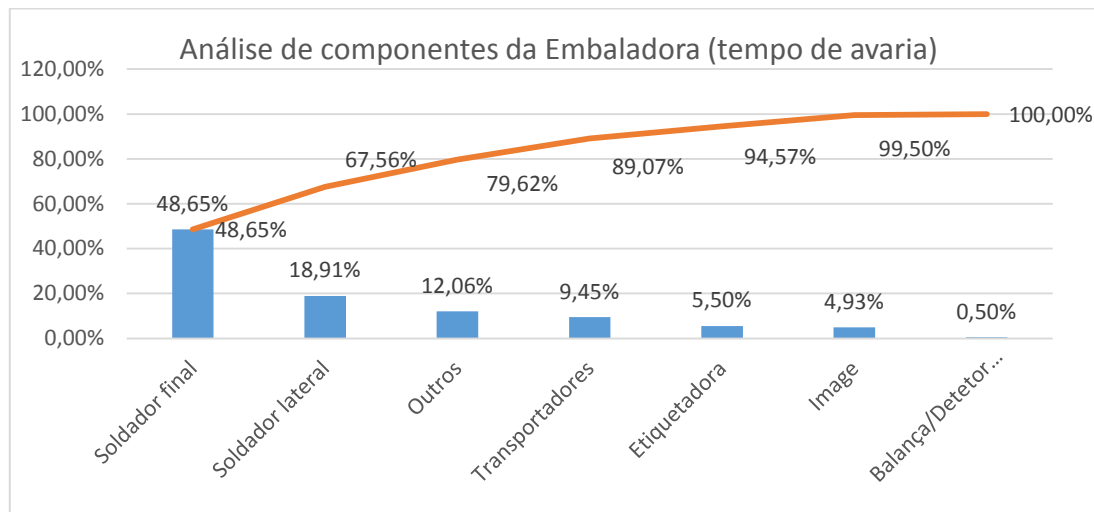


Gráfico 5 - Análise de tempo de avaria na embaladora

Nas pequenas paragens da embaladora, há presença de dois componentes que na verdade são possíveis razões para pequenas paragens. Estas são “Encravamentos queijo” e “Encravamentos filmes”. Apesar de maioritariamente estarem associados aos soldadores final e lateral, por conhecimento interno na empresa, estes são sempre registados à parte devido a poder estar ligados a um dos 2 soldadores.

Relativamente às pequenas paragens, os resultados estão demonstrados na Tabela 11 e Gráfico 6.

Destaca-se desde logo, a presença dos componentes já retirados da embaladora, representados por “Outros”, que estão no topo do tempo e de número de ocorrências. Dos restantes componentes, os soldadores final e lateral são os componentes mais críticos nesta categoria, sendo que a soma dos tempos de paragem representa cerca de 43% do tempo de pequenas paragens. Se a este tempo for somado o tempo de “Encravamentos queijo” e “Encravamentos filme”, supondo que estes são maioritariamente causados por soldadores, teremos um total de cerca de 56% do tempo total de pequena paragem.

Tabela 11 - Dados relativos a Pequenas paragens na embaladora

Componente	Tempo (min)	Tempo (% total)	Nº de ocorrências	Nº de ocorrências (% total)	MTPS (min)	MTBS (h)
Outros	2735	29,96	583	31,84	4,69	12,35
Soldador final	2089	22,88	558	30,48	3,74	12,90
Soldador lateral	1845	20,21	372	20,32	4,96	19,35
Encravamentos filme	994	10,89	97	5,30	10,25	74,23
Etiquetadora	638	6,99	108	5,90	5,91	66,67
Transportadores Alimentação	283	3,10	32	1,75	8,84	225,00
Codificadora	270	2,96	31	1,69	8,71	232,26
Encravamentos queijo	189	2,07	28	1,53	6,75	257,14
Balança/detector metais	86	0,94	22	1,20	3,91	327,27
Total	9129		1831			

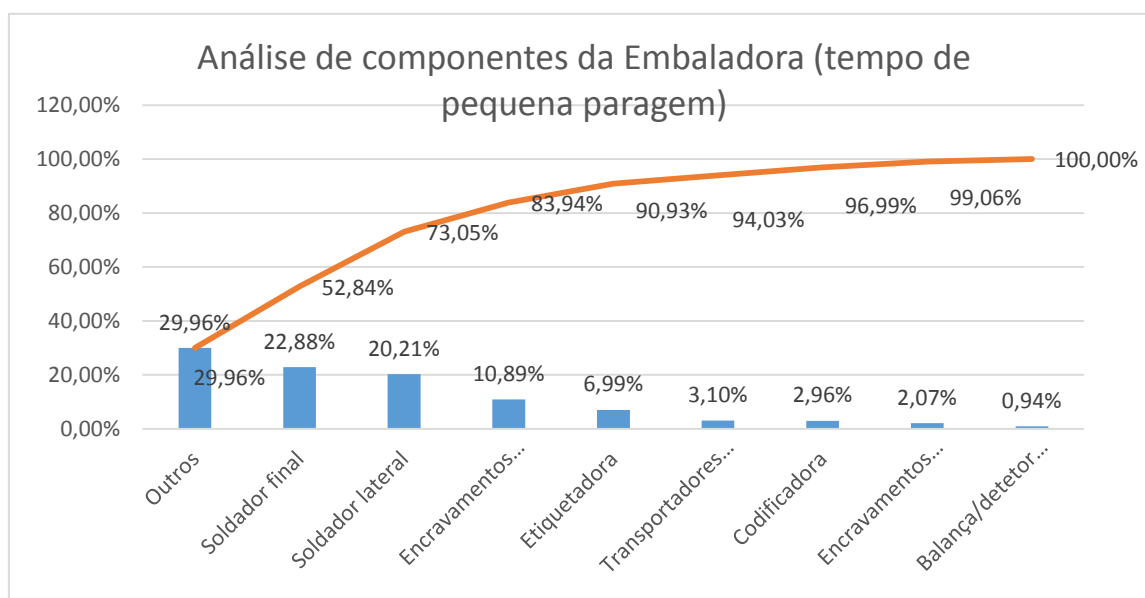


Gráfico 6 - Análise de tempo de pequena paragem na embaladora

3.2.5 Decisão final

Após ser feita a análise dos dados relativos a avarias e pequenas paragens da unidade fabril, a decisão final está representada na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados finais da análise para a escolha de setor

Variável	Resposta
Setor	Fatiados
Linha	Linha 2
Componente (fatiadora)	Intercalar Automatismo
Componente (Embaladora)	Soldador final Soldador lateral

É esperado que encontrando melhorias nos procedimentos de manutenção e limpeza destes componentes, seja possível reduzir bastante o tempo de paragem dos seus equipamentos. Apesar de não estar especificado nesta dissertação, no ponto 3.2.3, se a produção da Linha 2 não tiver interrupções e todo esse produto for vendido, o valor de lucro correspondente para 1 h de produção ronda os 1000€. Por outras palavras, ao se atuar nestes componentes, pode-se ter um ganho anual possível, se forem eliminadas na totalidade todas as paragens e assumindo também que algumas das paragens ocorrem ao mesmo tempo, a rondar os 70.000€. Apesar de ser um valor elevado, é aceite que será praticamente impossível eliminar na totalidade as paragens, podendo pelo menos assumir um ganho de metade destes 70.000€, ou seja, 35.000€.

3.3 Análise de possíveis causas relacionadas com componentes

Apos a análise extensiva descrita no ponto 3.1, é necessário avaliar quais os principais motivos para as paragens, quer por avaria ou pequena paragem. Foram por isso analisados os dados, ainda que incompletos, presentes no SAP, ERP utilizado na empresa, assim como os dados do *Scorepop*. Para além destes meios foram também consultadas as folhas de máquina da empresa, de forma a tentar encontrar o máximo de informação possível.

Para esta fase, serão apenas analisados os componentes que foram decididos na Tabela 12, como sendo os mais críticos dos equipamentos.

Relativamente às avarias, os dados presentes no SAP apenas indicam algumas das intervenções. Devido a muitas vezes as intervenções serem relativamente simples e pouco demoradas, nem sempre são criadas OT, ordens de trabalho, para as respetivas operações. Das informações existentes no SAP, está demonstrada uma análise na Tabela 13, para os componentes escolhidos.

As variáveis analisadas são:

- Causas: Causas registadas no SAP;
- Nº Int. Fat. e Nº Int. Emb.: Número de intervenções de manutenção na fatiadora ou na embaladora, respetivamente, registadas no SAP;
- Tempo Fat. e Tempo Emb.: Tempo total registado de intervenções de corretivas feitas na fatiadora e embaladora, respetivamente, no SAP;
- Custo Fat. e Custo Emb.: Custos das intervenções corretivas na fatiadora e na embaladora, respetivamente, registados no SAP.

De todas as causas, as obstruções são as que ocorrem com maior frequência. Na fatiadora ocorreu este problema quatro vezes enquanto que na embaladora ocorreu oito vezes. Apesar de as obstruções terem ocorrido com maior frequência, a maioria do tempo registado foi para situações de rotura com um total de 7,5 h para a fatiadora e 12 h para a embaladora. Para além do tempo, as roturas também representam o maior valor de custos com um total de 8.369,96€ nas operações feitas em ambas as máquinas.

Por outro lado, apesar de a rotação inversa ter sido detetada como uma das causas, não tem tempo registado e por consequência não tem custos associados. Contudo, esta não é a única operação que foi registada desta forma, havendo também uma intervenção no automatismo com o mesmo registo. Isto deve-se à falta de atenção por alguns técnicos de não terem o cuidado de assinalar o tempo que demoram a elaborar a operação.

Nas operações de manutenção executadas de cariz corretivo, as causas mais críticas foram:

- Rotura;
- Obstrução;
- Quebra.

Tabela 13 - Causas apuradas de avarias para a Linha 2 no SAP

Causas	Nº int. Fat.	Nº int. Emb.	Tempo Fat. (h)	Tempo Emb. (h)	Custo Fat. (€)	Custo Emb. (€)
Rotura	4	2	7,5	12	2.029,51	6.340,45
Obstrução	4	8	6,7	10	210,15	676,83
Quebra	1	2	1,5	14	47,05	770,14
Fuga	1	3	1	14	31,37	637,13
Parâmetros	3	1	7	0,5	219,57	406,45
Desconhecido	2	1	5	1,5	1.727,10	47,05
Substituição de peça	0	2	0	2,5	-	82,06
Mau posicionamento	0	1	0	2	-	62,73
Calibração	2	0	2	0	1.585,54	-
Temperatura anormal	0	1	0	1,5	-	47,05
Acionamento	2	0	1,5	0	47,05	-
Danos	1	0	1,5	0	149,13	-
Encravamento	1	0	1,5	0	123,76	-
Troca de peça	1	0	0,5	0	1.605,78	-
Rotação inversa	1	0	0	0	-	-

Quanto às pequenas paragens, existe a possibilidade de algumas serem provocadas por possíveis avarias. Estas serão denominadas de “PP/Ava. As variáveis analisadas foram as seguintes:

- Tempo PP/ava: Tempo registado como pequena paragem, possivelmente causado por avaria;
- Nº de PP/ava: Número de ocorrências registadas como pequenas paragens que possam ser consideradas avarias;

Os resultados da análise estão presentes na Tabela 14.

Tabela 14 - Avaliação de pequenas paragens possivelmente originadas por avarias

Componente	Tempo PP/ava (min)	Tempo PP/ava (%)	Nº de PP/ava	Nº de PP/ava (%)
Intercalar	739	46,13	453	65,27
Soldador Final	480	29,96	126	18,16
Soldador Lateral	350	21,85	107	15,42
Automatismo	33	2,06	8	1,15
Total	1602		1406	

Verifica-se que assim como nas pequenas paragens, o Intercalar é o componente com maior tempo e número de PP/ava. Comparando o tempo de PP/ava, com o tempo total de pequena paragem deste componente, que é igual a 5.091 min, conclui-se que cerca de 14,5% do tempo de pequenas paragens, correspondem a possíveis avarias não detetadas. No global destes componentes, a soma total do tempo de e número de PP/ava, correspondem a 20,8% do tempo de pequena paragem, assim como 44,1% do número de pequenas paragens. A Tabela 15, a Tabela 16, a Tabela 17 e a Tabela 18, demonstram para cada um dos componentes, as causas principais detetadas para PP/Ava.

Tabela 15 - Avaliação de causas para PP/Ava no intercalar

Causa	Tempo PP/ava (min)	Tempo PP/Ava (%)	Nº PP/Ava	Nº PP/Ava (%)
Rotura	337	45,60	193	42,60
Desconhecido	149	20,16	110	24,28
Afinação mal-executada	62	8,39	38	8,39
Acumulação papel	59	7,98	42	9,27
Enroscado	38	5,14	16	3,53
Mal tirado	25	3,38	22	4,86
Encravamento	18	2,44	13	2,87
Rotação inversa	15	2,03	2	0,44
Sujidade sensores	11	1,49	2	0,44
Má fixação sensores	10	1,35	2	0,44
Peça danificada	7	0,95	7	1,55
Correia enrolada	5	0,68	5	1,10
Enrolamento	3	0,41	1	0,22
Total	739		453	

Pelos dados presentes na Tabela 15 a rotura do papel de intercalar representa a grande maioria do tempo e número de PP/ava. que representam cerca de 45,6% do tempo assim

como 42,6% das ocorrências. Também se nota um valor relativamente elevado de causas desconhecidas, correspondentes a 20,16% do tempo e 24,28% das ocorrências.

Tabela 16 - Análise de PP/Ava no automatismo

Causa	Tempo PP/ava (min)	Tempo PP/Ava (%)	Nº PP/Ava	Nº PP/Ava (%)
Bloqueamento	15	45,45	3	37,50%
Erro acionamento	13	39,39	4	50,00%
Desalinhamento	5	15,15	1	12,50%
Total	33		8	

Como se pode ver, o tempo de PP/Ava e o número de PP/Ava, representam uma percentagem relativamente baixa do total de avarias. Contudo, dado o facto deste equipamento ser de cariz eletrónico, estas poderão ser possíveis causas para as restantes avarias que possam ocorrer neste componente.

Tabela 17 - Análise de PP/Ava no soldador final

Causa	Tempo PP/ava (min)	Tempo PP/Ava (%)	Nº PP/Ava	Nº PP/Ava (%)
Desconhecido	94	19,58%	24	19,05%
Limpar mordanças	74	15,42%	10	7,94%
Colagem de cintas	60	12,50%	5	3,97%
Encravamento	58	12,08%	11	8,73%
Desvio	51	10,63%	18	14,29%
Calçamento	51	10,63%	41	32,54%
Desintegração	35	7,29%	6	4,76%
Pregas	29	6,04%	1	0,79%
Empenamento	18	3,75%	9	7,14%
Intervenção da manutenção	10	2,08%	1	0,79%

As causas “Encravamento”, “Limpar mordanças” e “Calçamento” podem estar interligadas entre si. Este tipo de problemas ocorre com alguma frequência na ranhura presente no soldador final, dado que é um local muito propício à deposição de plástico da embalagem assim como de queijo. Por outro lado, pode-se reparar que as causas desconhecidas representam a maioria do tempo gasto neste tipo de paragens.

Tabela 18 - Análise de PP/Ava do soldador lateral

Causa	Tempo PP/ava (min)	Tempo PP/Ava (%)	Nº PP/Ava	Nº PP/Ava (%)
Intervenção da manutenção	95	27,14	2	1,87
Desconhecido	57	16,29	10	9,35
Danos roda de tração	50	14,29	7	6,54
Calcamento	38	10,86	38	35,51
Limpar mordanças	34	9,71	13	12,15
Encravamento	29	8,29	13	12,15
Danos no Produto	18	5,14	18	16,82
Calibração	12	3,43	3	2,80
Borracha danificada	10	2,86	2	1,87
Possível origem de fuga	7	2,00	1	0,93

Por fim, foram registadas para o soldador lateral, como pequenas paragens, duas intervenções de manutenção, sendo que apesar de sinalizada, não estava especificado qual o problema que levou a serem feitas as mesmas. Causas desconhecidas representam cerca de 16% do tempo e 9% das ocorrências. Os danos da roda de tração, calcamento e limpeza das mordanças representam um total de 34,86% do tempo e 54,20% das ocorrências.

Apesar de não se ter todos os dados de todas as pequenas paragens, pode-se assumir que uma boa parte delas poderão ocorrer devido às causas enumeradas nas tabelas anteriores. As principais causas de PP/Ava, de acordo com os dados anteriormente apresentados, são as seguintes:

- Intercalar:
 - Encravamentos: Apesar de não ser dos mais recorrentes na análise, após uma sondagem às operadoras de linha assim como técnicos de manutenção, foi concluído que recentemente tem sido um problema bastante recorrente;
 - Rotura: Problema mais detetado na análise, sendo recorrente também após o período em que foi feita a análise;
- Automatismo:
 - Bloqueamento;
 - Erro acionamento;
- Soldador final:
 - Limpar mordanças;
 - Encravamento;
- Soldador lateral:
 - Calcamento;
 - Limpar mordanças;

Convém referir de novo que os problemas detetados como mais recorrentes nos soldadores podem estar interligados, pelo que todos eles serão classificados como “Limpeza Mordanças”.

3.3.1 *Melhoria de recolha de dados*

Um dos problemas mais notórios no apuramento de causas foi a falta de dados claros tanto nas avarias como pequenas paragens. Apesar de as operadoras de linha preencherem uma folha de máquina (Anexo 6.1.1 e 6.1.2), a informação lá presente nem sempre é a mais fiável ou a mais completa. Foi por isso criada uma folha de registo para operações de manutenção efetuadas na linha em análise. Apesar de já ser feita criação de OT, ordens de trabalho, no SAP, por vezes os dados lá colocados, no que diz respeito a tempos cumpridos e o tipo de intervenções feitas, não são os mais corretos pois nem sempre é criada a OT no momento em que se faz a intervenção.

Os dados a serem colocados na folha são:

- Data: Dia em que ocorreu a intervenção;
- Zona: Corresponde à fatiadora, código 01, ou à embaladora, código 02;
- Órgão: Corresponde a um componente em específico da zona indicada (legenda presente na folha de registo);
- Hora de início e fim: Horas em que foi executada a intervenção. Para intervenções mais rápidas (1 ou 2 min) colocar apenas a hora de início;
- Tipo de avaria: Categoria em que se pode catalogar a mesma avaria (códigos e categorias presentes sob forma de legenda na folha de registo);
- Sintoma: Sintoma da máquina que alertou para a necessidade de intervenção da manutenção;
- Método utilizado: Método utilizado para resolução do sintoma detetado;
- Nº Técnico: Nº identificativo do técnico que fez a intervenção;
- Causa: Indicação da causa ou conjunto de causas que podem ter dado origem à avaria;
- Observações: Espaço onde poderão fazer algum comentário relativo à intervenção, como por exemplo a identificação da ordem de trabalho, se esta existir.

Os códigos a colocar na mesma estão presentes na Tabela 19. A folha deve ser preenchida pelos operadores da manutenção, sempre que forem solicitados a intervir na linha em causa. Desta forma é esperado que se possa ter mais detalhes das operações executadas.

Tabela 19 - Códigos para preenchimento da folha de registo

Tipo de avaria	Sintoma	Método	Causas
Automação - 025	Degradação - 005	Ajuste elétrico ou automação - 020	Ambiente condições externas - 040
Elétrica - 005	Fuga - 010	Ajuste mecânico - 015	Ambiente Ergonomia - 045
Estrutura - 045	Odor - 020	Ajuste Standards ou referências - 025	Mão de Obra - 035
Fornecimento de Energia - 040	Risco Ambiental - 045	Reinício da Máquina vazia - 030	Máquina - 005
Hidráulica - 020	Risco de Qualidade - 035	Reinício Elétrico ou automação - 040	Materiais Produto - 030
Informática - 030	Risco de Segurança - 040	Reinício limpeza - 045	Métodos configuração - 010
Instrumentação - 035	Ruído anormal - 015	Reinício Mecânico - 035	Métodos de embalagem - 025
Mecânica - 010	Temperatura anormal - 025	Reparação de peça - 010	Métodos de manutenção - 020
Pneumática - 015	Vibração - 030	Substituição de peça - 005	Métodos instruções de operação - 015
		Troca Alimentação - 050	

3.3.2 *Análise causa-efeito*

De forma a se aferir as causas para estes defeitos e avarias, será necessário recorrer a Diagramas de Ishikawa, também conhecidos por Diagramas de Causa-Efeito. Desta forma será possível avaliar as possíveis causas para as avarias que possam ocorrer. As avarias e defeitos a serem analisados serão os determinados no final do ponto 3.3. Estes diagramas estão colocados no anexo 6.3.

Foram criados quatro diagramas de Ishikawa, que correspondem aos seguintes problemas:

- Rotura do papel de intercalar;
- Encravamento do papel de intercalar;
- Erro de acionamento e bloqueio do automatismo;
- Limpeza de mordaças;

Os diagramas criados para o intercalar, são aqueles que têm o maior número de possíveis causas. Como é um componente relativamente antigo, tanto as operadoras de linha, como os técnicos de manutenção, já conhecem bem as possíveis causas. Isto não quer dizer que, no entanto, se saiba ao certo sempre, o que pode ter causado avaria ou alguma pequena paragem.

Por outro lado, o automatismo tem muito menos possíveis causas. Dado que é um componente de cariz eletrónico, as possíveis causas são mais difíceis de apurar.

Os soldadores por estarem mais acessíveis, é mais fácil aferir algumas das possíveis causas, ainda que tenham menos possíveis causas que por exemplo o intercalar.

Apesar de terem sido apuradas causas possíveis, por restrições de tempo, não foi possível avaliar qual ou quais as causas que estariam a ter um maior impacto nos equipamentos.

3.4 Procedimentos de manutenção

Neste subcapítulo serão abordados possíveis procedimentos a implementar nas operações de manutenção dos componentes mais críticos. Os componentes a serem analisados, neste caso, serão o módulo de intercalar na fatiadora e os soldadores lateral de final da embaladora.

Internamente, apesar de existirem indicações para a execução inspeção para estes equipamentos, não está bem estipulado um procedimento de como os executar. Na ausência destes mesmos, serão elaborados procedimentos baseados nos manuais de utilização do equipamento. Desta forma poderemos também garantir que não existirão problemas com o fornecedor, na eventualidade de existirem danos no equipamento por más práticas.

3.4.1 Procedimento no módulo de intercalar

Inserido no equipamento de fatiamento, o módulo de intercalar é o componente mais crítico no que toca a avarias e pequenas paragens. A Figura 18 mostra uma vista geral do equipamento.

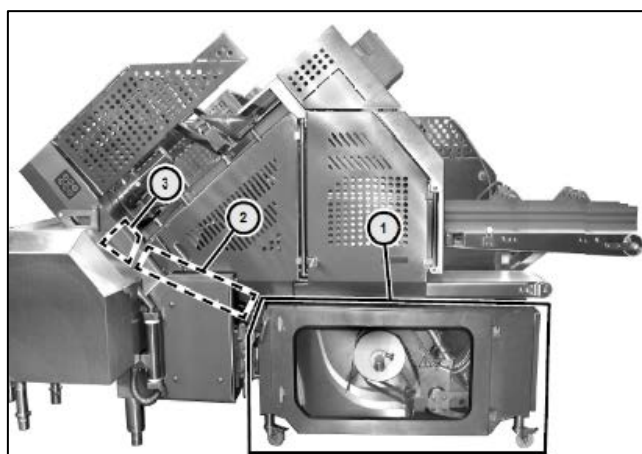


Figura 18 - Visão geral da fatiadora (fonte: [23])

O módulo de intercalar é constituído por 3 elementos. O elemento 1 é o mecanismo de alimentação de papel, o elemento 2 é um conjunto de chapas de guia para o papel e o elemento 3 é o bordo de corte do intercalar.

Os procedimentos a serem criados serão para cada um destes elementos, apesar de não existirem especificações, nos dados recolhidos, sobre qual elemento influencia determinada paragem. As intervenções existentes de momento para o módulo de intercalar, estão assinalados na Tabela 20.

Tabela 20 - Intervenções existentes atualmente no módulo de intercalar

Descrição da tarefa	Componente	Periodicidade
Limpar/aspirar caixa de intercalar	Mecanismo de alimentação	Semanal
Limpar/aspirar quadro elétrico do intercalar	Mecanismo de alimentação	Mensal
Verificar o estado e tensão das correias	Mecanismo de alimentação	Trimestral
Desmontar canto de corte e fazer revisão geral	Canto de corte	Semestral
Verificar anomalias no sistema de desbobinagem	Mecanismo de alimentação	Semestral

3.4.1.1 Mecanismo de alimentação

A Figura 19 mostra em maior detalhe o mecanismo de alimentação.

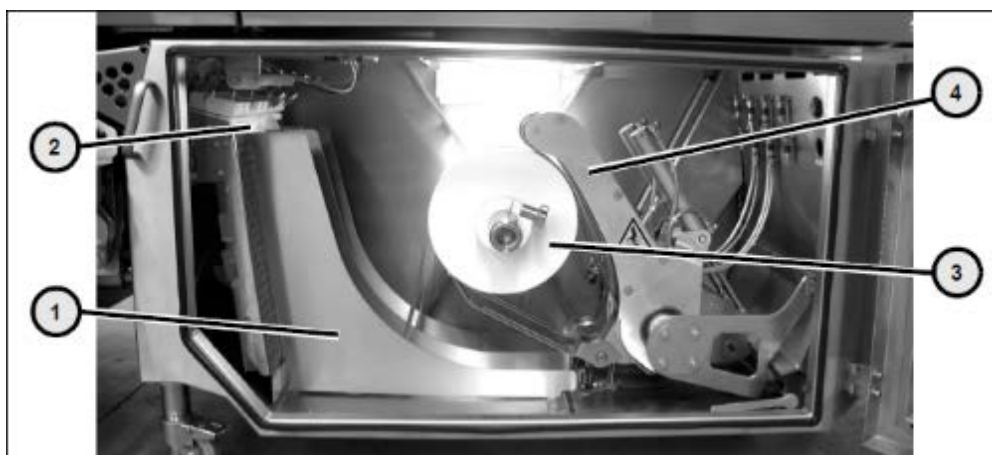


Figura 19 - Mecanismo de alimentação visto ao detalhe


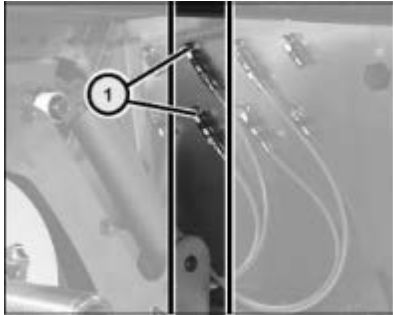
O item 1, é o canal de laço que serve para armazenar uma quantidade pré-determinada de papel de forma a compensar pelas diferenças de velocidade que possam ocorrer no bordo de corte. O item 2 é um travão magnético que mantém o papel sob tensão e na posição para evitar possíveis dobras que possam ocorrer. O item 3 é o papel a utilizar durante a operação. Por fim, o item 4 é a unidade de acionamento que controla a dosagem de papel.

Neste elemento, o item que pode causar mais problemas é o item 4. Este item tem vários ciclos por minuto, que podem levar a um desgaste mais acelerado. Este item é constituído por dois componentes principais que são um cilindro pneumático e uma correia. A correia faz rodar o rolo com o papel, enquanto que o cilindro alterna a posição de forma a fazer ou não pressão no rolo de forma a este rodar.

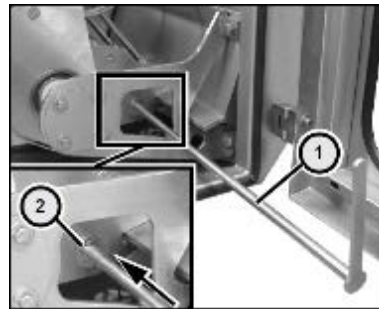
No ponto 3.4.1 já foram referidos algumas das intervenções que são feitas de forma regular. A grande maioria são para o mecanismo de alimentação.

De acordo com o manual de utilização do equipamento, o estado das correias deveria ser verificado semanalmente e não trimestralmente como está a ser feito atualmente. Dado que esta operação não necessita de demorar muito tempo, pode ser feita numa das paragens organizacionais nas quais está prevista a linha não estar em funcionamento. As correias devem ser verificadas para a existência de fissuras, desintegração nas margens assim como falta de tensão nas mesmas. Estes três defeitos são os mais propícios a ocorrer neste elemento. No caso de ser necessária a substituição do equipamento das correias, esta deve ser feita pelo procedimento descrito na Tabela 21.

Tabela 21 - Desmontagem da unidade de acionamento [23]

Procedimento	Ilustração
Colocar a máquina fora de funcionamento	
Abrir a porta de proteção do módulo de intercalar	
Desacoplar as ligações de ar comprimido dos cilindros pneumáticos (1).	

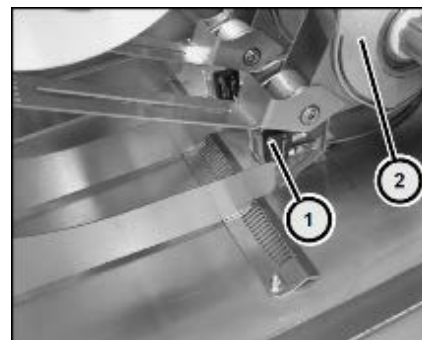
Retirar a alavanca de tensão (1) de dentro do módulo, encaixar no entalhe correspondente (2) e rodar a mesma no sentido anti-horário.



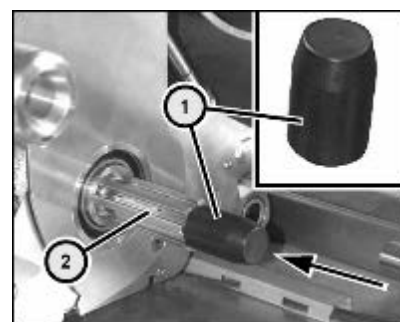
Desmontar a chapa de apoio (1) desaparafusando o parafuso (2) e retirá-la do veio de acionamento



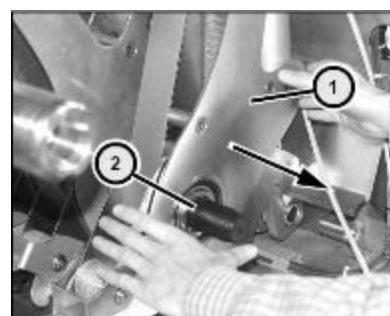
Retirar a barreira fotoelétrica (1) do seu suporte, antes de retirar a unidade de acionamento (2).



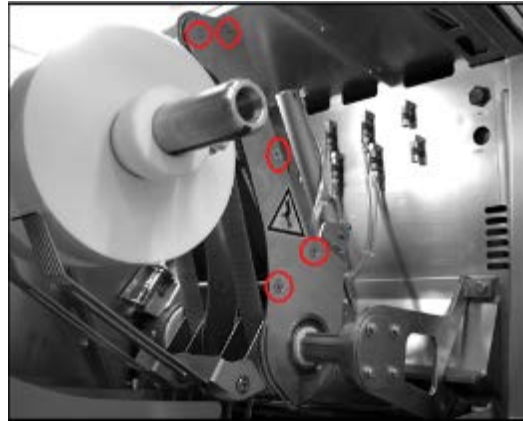
Inserir capa de montagem (1) no veio de acionamento (2) de forma a evitar o enviesamento da unidade de acionamento.



Segurar e puxar a unidade de acionamento (1) na direção do operador, para fora do veio de acionamento (2).



Desapertar os parafusos assinalados a vermelho de forma aceder à correia e proceder à troca.

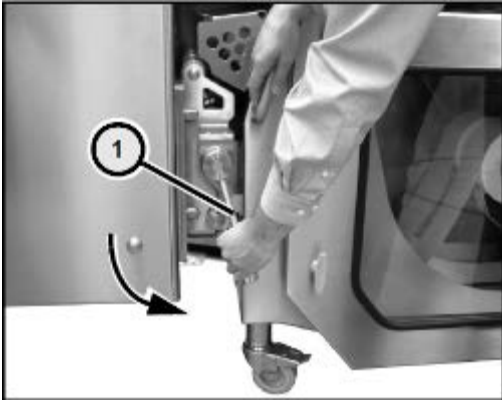
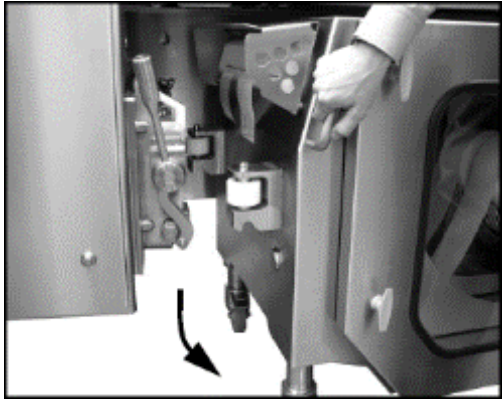
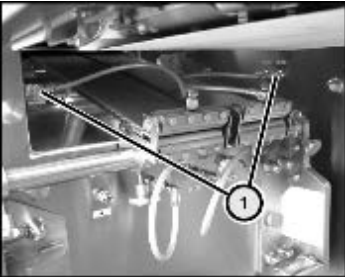



Convém reiterar que pode não ser necessário, executar todo este processo para se fazer a inspeção. Esta pode ser feita de forma visual, sem ser necessário desmontar todo o equipamento. Contudo, no caso de se verificar que alguma das correias começa a ter algum dos problemas acima mencionados, deve-se proceder à desmontagem da unidade de acionamento e respetiva substituição das correias.

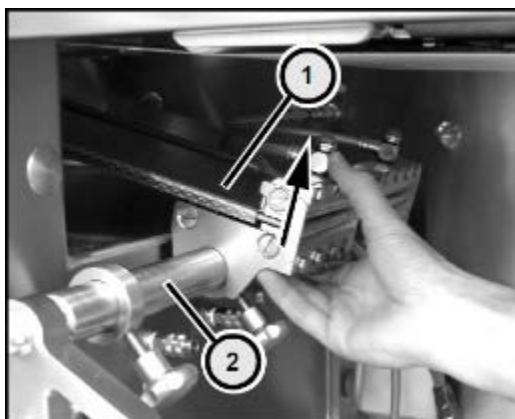
3.4.1.2 *Chapas de guia*

Este componente, tal como já foi referido no ponto 3.4.1, faz o transporte do papel de intercalar para a guia de corte. Apesar de ser um componente relativamente simples, pode ser suscetível a possíveis entradas de restos de produto, que podem causar obstruções. A Tabela 22 mostra como se deve proceder para desmontagem deste componente.

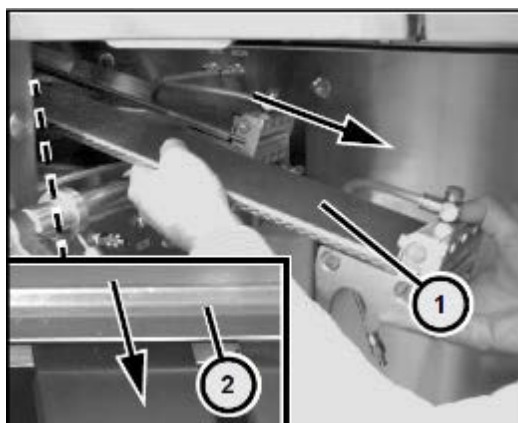
Tabela 22 - Desmontagem das chapas de guia [23]

Procedimento	Ilustração
Colocar a máquina fora de funcionamento	
Rodar a alavanca (1) para soltar o módulo de intercalar, no sentido anti-horário.	
Virar o módulo de intercalar para fora.	
Soltar as ligações de ar comprimido (1), tanto em cima como em baixo	 

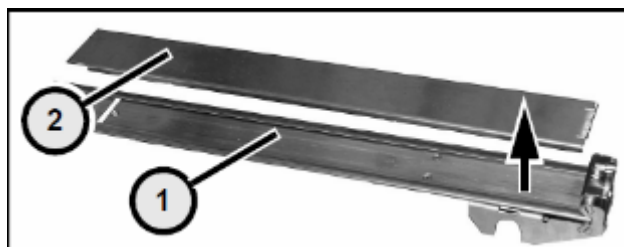
Retirar as chapas de guia (1) do seu suporte (2).



Extrair as chapas de guia (1) do canto de corte de intercalar (2) e colocar as mesmas sobre uma mesa.



Empurrar a tampa (2) na chapa de guia (1).



Após proceder a estes passos, deve-se limpar as chapas com recurso a pistola de ar comprimido, especialmente onde sai o papel, pois esta zona é mais propícia a ficar restos de produto que possam causar obstruções.

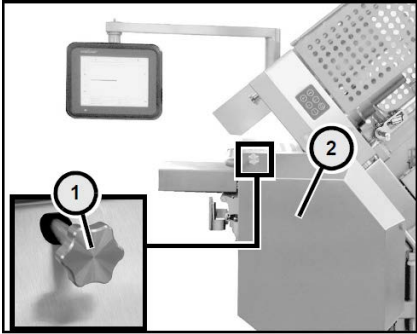
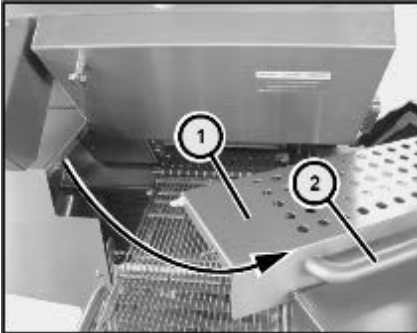
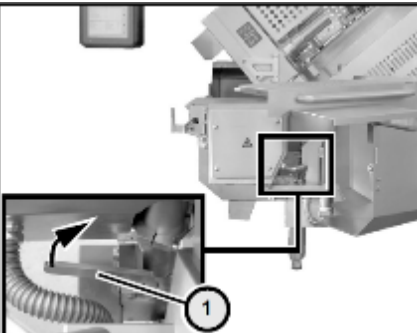
Nas operações preventivas, não está nada delineado para este componente em específico. Também no manual de instruções do equipamento não está nada especificado relativamente à frequência de manutenção ou inspeção para este componente. Contudo, seria vantajoso nas operações de higienização proceder à desmontagem e verificar a possível existência de rebarbas, principalmente na saída que possam influenciar a saída do papel e danificar o mesmo.

3.4.1.3 *Canto de corte*

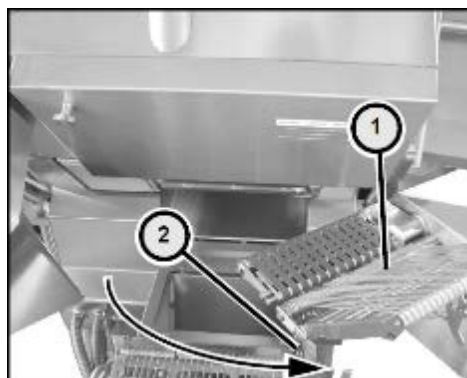
O canto de corte, ou bordo de corte, é o componente que corre mais risco de entrar em contacto com a lâmina. Devido a isso, deve ser bastante regular a verificação de possíveis

danos que possam ocorrer. Convém referir que no equipamento existem dois bordos de corte diferentes, que estão bastante próximos um do outro, sendo que um é para alinhar o corte do produto e o outro do intercalar. O componente a ser tratado neste ponto será o bordo de corte do intercalar. O processo de desmontagem deste componente passa pelos seguintes passos descritos na Tabela 23.

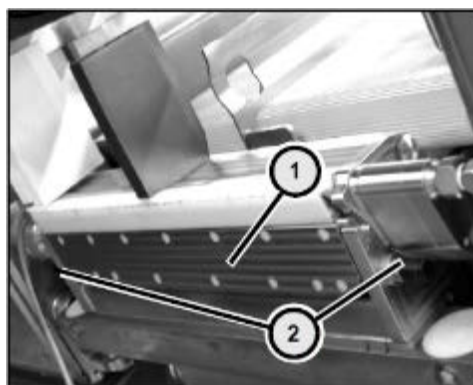
Tabela 23 - Desmontagem do canto de corte [23]

Procedimento	Ilustração
Colocar a máquina fora de funcionamento	
Desapertar parafuso (1) da cobertura (2).	
Articular para fora a cobertura de proteção (1) puxando pelo punho (2).	

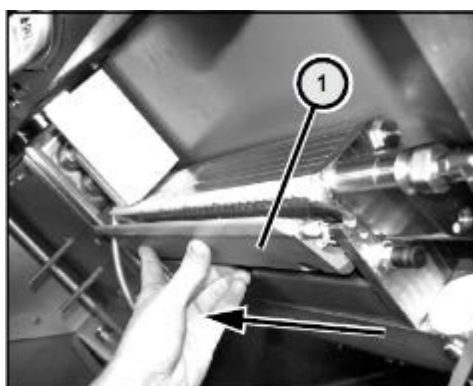
Articular a porcionadora (1) na direção do utilizador.



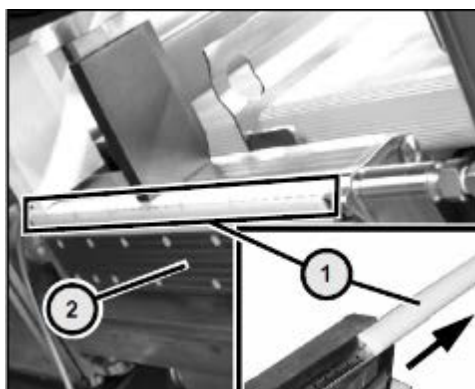
Soltar a guia do papel (1) puxando as cavilhas de retenção (2) em ambos os lados do canto de corte do intercalar



Retirar a guia do papel (1)



Empurrar o bordo de desgaste (1) para fora do bordo de corte (2).



Dada a espessura do papel de intercalar, deve-se ter em atenção de se manter este componente o mais limpo possível. A ranhura de saída do intercalar tem menos de 0,5 mm, sendo que qualquer partícula poderá fazer com que o papel fique encravado.

Como também existe sempre um canto de corte preparado em stock, existe a possibilidade de fazer a substituição imediata se necessário. Pode-se por isso ponderar fazer uma substituição regular entre cantos de corte, de forma se elaborar uma revisão mais regular.

3.4.1.4 Conclusão para módulo de intercalar

Na Tabela 24 estão presentes sugestões para as futuras intervenções, tendo em conta as já referidas na Tabela 20.

Tabela 24 - Sugestões para intervenções futuras no módulo de intercalar

Descrição da tarefa	Componente	Periodicidade
Limpar/aspirar caixa de intercalar	Mecanismo de alimentação	Diária
Verificar o estado e tensão das correias	Mecanismo de alimentação	Diária
Limpar/aspirar quadro elétrico do intercalar	Mecanismo de alimentação	Semanal
Verificar anomalias na unidade de acionamento	Mecanismo de alimentação	Mensal
Verificar o estado da guia do papel	Canto de corte	Diária
Desmontar canto de corte e fazer revisão geral	Canto de corte	Bimensal
Verificar o estado das chapas de guia	Chapas de guia	Semanal

Manteve-se a maioria das operações que já estavam definidas, tendo sido alterada a frequência com que são executadas. Foram acrescentadas operações de inspeção à guia de papel do canto de corte, assim como das chapas de guia. Estes componentes são bastante sujeitos a possíveis encravamentos, causados pelos detritos do produto.

3.4.2 Procedimentos nos soldadores lateral e final da embaladora

No equipamento de embalagem, os respetivos soldadores são os componentes com maiores taxas de avaria e paragem. Neste subcapítulo serão abordados procedimentos de desmontagem, operações e respetiva frequência com que devem ser executadas de forma a prevenir possíveis avarias e paragens futuras. A embaladora é produzida pela OMORI Europe, sediada na Holanda.

3.4.2.1 Soldador lateral



Devido a este componente ser diferente do *standard* do fornecedor, devido às características da embalagem, não existe nenhuma documentação interna de como fazer a desmontagem deste componente. Como também não foi possível, parar este equipamento de forma a fazer respetiva desmontagem, não foi possível criar esse procedimento.

Apesar disso, existe a possibilidade da origem dos problemas que surjam, serem devido a erros no processo produtivo. Como a passagem da fatiadora para a embaladora é feita de forma manual, se a dose for mal posicionada, a mordaza deste soldador pode calcar o produto, não selando a embalagem da forma pretendida. A sugestão neste componente seria ter maior atenção na passagem das doses da fatiadora para a embaladora, de forma a evitar que ocorram estes problemas.

3.4.2.2 Soldador final

Numa das visitas de um dos técnicos da OMORI, foi definido um processo para limpeza do soldador e respetiva lâmina. O processo está descrito na Tabela 25.

Tabela 25 - Procedimento para desmontagem da lâmina no soldador final

Passo	Ilustração
Fechar mordazas	
Desapertar parafusos da lâmina	

Desapertar pernos para afastar o tapete para facilitar o acesso às mordças



Ajustar altura com a chave hexagonal



Posicionar algo por baixo da mordça superior



Levantar mordça e tirar a lâmina



Limpar as mordaças com uma escova de cobre



Como a taxa de ocorrência de encravamentos é muito elevada, este é um processo muito importante de se executar. Estes encravamentos podem ocorrer devido a restos de plástico ou de produto. Apesar de a mesma máquina ter um detetor de posicionamento, que verifica a existência de fatias desalinhadas, este só consegue detetar quando tem duas ou mais fatias desalinhadas. Quando tem apenas uma, a lâmina ao fazer o corte resulta em restos do produto a ficarem alojados dentro do espaço das mordaças.

Por vezes, a limpeza era feita com auxílio de uma ferramenta em aço para raspar o interior das mordaças. O técnico do fornecedor, alertou para o facto de como as mordaças são revestidas a teflon, esta ferramenta iria retirar o revestimento de teflon das mordaças. A limpeza deve por isso ser feita com auxílio de uma escova de cobre pois não irá causar danos nas mordaças.

Também existe a necessidade de ir substituindo a lâmina para ser feita a sua limpeza. Por desconhecimento interno, essa limpeza não era feita, originando danos em especial na serra da lâmina. A Figura 20 e a Figura 21 mostram a diferença entre uma lâmina nova e uma com o uso contínuo e sem substituição enquanto que a Figura 22 mostra em detalhe os danos que podem ocorrer.



Figura 20 - Lâmina para embaladora em estado novo



Figura 21 - Lâmina da embaladora já em elevado estado de degradação



Figura 22 - Exemplificação de defeitos na lâmina da embaladora

Pode-se ver na Figura 22 que a falta de limpeza e manutenção na lâmina, podem originar degradação avançada na mesma. Pode-se ver que o dentado está bastante danificado. Não só o dentado, mas também a superfície está repleta de restos de plástico e de produto que com o aquecimento da mordaza, acabam por ficar quase que impregnados na lâmina, sendo praticamente impossível de retirar.

3.4.3 Sugestões para melhoria dos soldadores final e lateral

Dado o pouco tempo que a embaladora está presente na empresa, ainda se está muito dependente do fornecedor para execução de intervenções preventivas. Contudo, o manual de utilização do equipamento contém algumas sugestões para periodicidade de inspeção de alguns dos componentes. Na Tabela 26 estão enumeradas algumas sugestões para componentes relacionados com os soldadores final e lateral, que provém tanto do manual, como de sugestões internas.

Tabela 26 - Sugestões para intervenções de inspeção nos soldadores lateral e final

Componente	Conteúdo da inspeção	Periodicidade
Resistência	Medição elétrica e/ou temperatura	Mensal
Lâmina	Abrasão e estado da serra	Diária
Mordaças	Abrasão e estado da solda	Diária
Correias dentadas	Abrasão, alongamento, deterioração e fissuras	Semanal
Roletes de pressão	Abrasão e gripagem	Semanal

3.5 Indicador para a manutenção

Como já foi referido no ponto 2.3, existem diversos indicadores que avaliam diversos parâmetros da manutenção, nomeadamente económicos, técnicos e organizacionais. Contudo não foram encontrados indicadores que permitam avaliar o trabalho executado pela manutenção. Mesmo o OEE resulta do produto de três variáveis, que apesar de todas poderem ser influenciadas pelo tempo de avarias, essa relação pode não ser real.

No meio industrial geral, é aceite que é preferível recorrer a ações preventivas do que a ações corretivas. Como estas podem ser planeadas previamente, irão incorrer com menos custos à organização. Apesar disso, é praticamente impossível impedir a ocorrência de avarias aleatórias em equipamentos.

Contudo, o termo manutenção corretiva pode não ser o mais indicado. Isto porque uma intervenção corretiva pode ser aplicada no decorrer de uma ação preventiva. O termo de manutenção reativa poderá ser o mais indicado, dado que é aplicado no momento em que a falha ocorre. Deve se ter em conta que na empresa de acolhimento, é também utilizado o termo de manutenção melhorativa, que implica ações de melhoria nos equipamentos, de forma a prevenir possíveis paragens e avarias. Por estes motivos, esta última será considerada dentro da classe de preventiva.

De forma termos uma noção mais correta, este indicador terá duas fases de avaliação. A primeira fase avaliará o trabalho executado na manutenção, enquanto que a segunda fase irá relacionar a manutenção com o trabalho de produção.

3.5.1 Avaliação do trabalho da manutenção

De forma a avaliar o trabalho da manutenção, terão de ser analisadas três variáveis chave: tempo, frequência e custo. A razão para se utilizar estas mesmas é para evitar que *outliers* deem um resultado com demasiada variação.

Esta avaliação, teria a denominação de RRP, ou Rácio Reativa-Preventiva, cujo cálculo seria efetuado da seguinte forma:

$$RRP = \frac{T_{reativa}}{T_{preventiva}} \times \frac{N_{reativa}}{N_{preventiva}} \times \frac{C_{reativa}}{C_{preventiva}} \#(8)$$

As variáveis de cálculo do RRP são:

- Treativa: Tempo total em ações reativas de manutenção;
- Tpreventiva: Tempo total em ações preventivas de manutenção;
- Nreativa: Número de intervenções reativas de manutenção;
- Npreventiva: Número de intervenções preventivas de manutenção;
- Creativa: Custo das intervenções reativas de manutenção;
- Cpreventiva: Custo das intervenções preventivas de manutenção.

Foi criada também uma escala que permite converter este valor numa classificação qualitativa. Esta escala esta presente na Tabela 27.

Tabela 27 - Escala de avaliação de RRP

RRP	Avaliação
$0 \leq RRP \leq 0,15$	Equipamento em condições muito boas
$0,15 < RRP \leq 0,25$	Equipamento em condições boas, poder-se-á avaliar o estado de equipamento ou do processo, dependendo do valor das variáveis
$0,25 < RRP \leq 0,5$	Equipamento em condições razoáveis, sendo aconselhável fazer um levantamento de causas de equipamento ou do processo
$RRP > 0,5$	Têm de ser apuradas obrigatoriamente causas tanto de equipamento como do processo de manutenção, de forma a baixar este rácio

Destes valores acima ditos, assume-se que num ambiente perfeito, não são necessárias ações de manutenção reativa, pelo que as ações de preventiva resolvem as avarias que possam surgir. Na realidade, isso não acontece sendo necessário recorrer a algumas intervenções reativas em certos momentos. As variáveis de cálculo podem ser associadas a um equipamento em específico ou à fábrica completa, tendo de ser especificado o período de tempo para o cálculo. Convém também referir que no cálculo dos custos, deve ser somada a margem perdida durante o tempo em que tanto a manutenção reativa como preventiva foi feita no equipamento.

Contudo, utilizar só este valor pode induzir uma organização em erro. Por exemplo, se $RRP=0$, o trabalho de manutenção pode ser considerado de excelente, pois o equipamento estará sempre em condições muito boas. Apesar disso, pode acontecer que o tempo total de produção esteja a ficar prejudicado com este valor.

Por isso, é necessário comparar o trabalho da manutenção com o trabalho de produção, de forma a verificar se está mesmo nas condições ideais.

3.5.2 Avaliação global da manutenção vs produção

Tal como no cálculo de RRP, este cálculo terá as mesmas três variáveis chave. Dando-lhe a designação de RMP, ou Rácio entre manutenção e produção, a sua expressão de cálculo seria a seguinte:

$$RMP = \frac{T_{reativa+preventiva}}{T_{produção}} \times \frac{N_{reativa+preventiva}}{N_{trocas\ de\ produto}} \times \frac{C_{reativa+preventiva}}{C_{produção}} \quad \#(9)$$

Os valores em numerador da equação de RMP, resultam da soma das variáveis do RRP. As variáveis restantes para o cálculo do RMP são as seguintes:

- T_{produção}: Tempo total de produção;
- N_{trocas de produto}: Total de mudanças de produto no equipamento;
- C_{produção}: Custo da produção total.

O primeiro fator, associa o tempo total de manutenção executada com o tempo de produção. O segundo fator relaciona o número de operações de manutenção, relativamente ao número de trocas do produto a ser processado. Por fim, o terceiro fator relaciona os custos totais das operações de manutenção com os custos de produção.

Tal como o RRP, o RMP irá necessitar de uma escala de avaliação. A escala está representada na Tabela 28.

Tabela 28 - Avaliação do RMP

RMP	Avaliação
0 < RMP ≤ 0,01	Produção a decorrer muito bem, com o equipamento a ter o desempenho desejado.
0,01 < RMP ≤ 0,03	Produção a decorrer bem com o equipamento a ter o desempenho razoável.
0,03 < RMP ≤ 0,05	Produção com desempenho razoável, podendo ser necessário tomar posições de melhoria no processo.
RMP > 0,05	Devem ser apuradas possíveis causas de para falha de desempenho da produção e tomar medidas imediatas.

Os valores para avaliação no RMP, são bastante mais baixos que os valores para avaliação de RRP. Isto porque é esperado que as operações de manutenção tenham um impacto baixo, quando comparadas com as operações de produção.

3.5.3 Matriz decisão

De forma a retirar-se conclusões concretas dos resultados de RRP e RMP, devem ser comparados os valores com uma matriz decisão. A matriz decisão está demonstrada na Figura 23.

RRP>0,5	Razoável	Razoável	Mau	Muito Mau
0,25<RRP≤0,5	Bom	Razoável	Razoável	Mau
0,15<RRP≤0,25	Muito Bom	Bom	Razoável	Razoável
0≤RRP≤0,15	Excelente	Muito Bom	Bom	Razoável
	0<RMP≤0,01	0,01<RMP≤0,03	0,03<RMP≤0,05	RMP>0,05

Figura 23- Matriz decisão para relação de RRP e RMP

Ao se conjugar os intervalos de ambos os valores de RRP e RMP, obtém-se uma classificação qualitativa relativamente ao estado geral do trabalho de manutenção e produção.

3.5.4 Case Study Interno

De forma a avaliar, se estes indicadores funcionam internamente, foi elaborado um *case study*, utilizando dados obtidos relativos à Linha 2 do setor de fatiados. Esta análise irá ser relativa aos dados do ano de 2017, sendo mostrada em quatro fases: uma mensal, outra trimestral, outra semestral e por fim uma anual. Desta forma poder-se-á ver a variação que os valores poderão ter consoante o período de tempo de estudo, podendo dessa forma ponderar qual o período de utilização mais aconselhado para o indicador.

Os dados foram retirados de duas plataformas diferentes, sendo elas o Scorepop e o SAP. O Scorepop tem os dados gerais da produção incluindo paragens por avarias, que se podem considerar reativas. O SAP por sua vez é onde tem os dados relativos às operações de manutenção. É preciso frisar também que, por vezes, uma avaria que esteja considerada no Scorepop com um determinado período de tempo, essa mesma avaria no SAP pode ter um tempo superior. Isto acontece quando existe um componente para substituição em stock, pois este é colocado no equipamento, enquanto que o componente danificado é tratado pela manutenção.

Neste caso, do Scorepop serão retirados os dados relativos à produção, tempos e frequências das reativas, enquanto que do SAP serão retirados todos os dados das preventivas assim como os custos das reativas.

Os valores a usar para a manutenção e produção estão presentes na Tabela 29 e Tabela 30, respetivamente.

Tabela 29 – Dados da manutenção para cálculo de RRP e RMP

Mês	Nº reativas	Tempo reativas (min)	Custo reativas (€)	Nº preventivas	Tempo preventivas (min)	Custo Preventivas (€)
Janeiro	14	265	6 503	19	1 068	22 191
Fevereiro	21	406	9 007	18	1 644	30 862
Março	19	309	6 061	28	5 262	95 803
Abril	43	900	20 349	21	2 280	57 450
Maió	24	515	10 938	17	690	17 614
Junho	79	1 854	38 622	21	1 464	27 801
Julho	101	2 036	39 166	22	4 770	87 447
Agosto	45	1 363	26 859	18	4 248	77 448
Setembro	69	2 463	47 613	23	858	15 884
Outubro	34	988	23 808	19	1 434	27 898
Novembro	29	849	16 024	18	582	10 600
Dezembro	69	1 635	33 361	20	900	17 839

Tabela 30 - Dados da produção para cálculo do RMP

Mês	Nº trocas de produto	Tempo produção (min)	Custo produção (€)
Janeiro	25	27 510 min	915 644
Fevereiro	26	26 458 min	860 868
Março	33	34 228 min	1 157 107
Abril	21	25 993 min	776 756
Maio	31	32 160 min	929 301
Junho	31	33 698 min	930 666
Julho	28	36 004 min	1 114 306
Agosto	28	36 103 min	1 222 894
Setembro	22	25 135 min	794 052
Outubro	24	27 565 min	929 690
Novembro	32	30 285 min	1 009 933
Dezembro	29	31 535 min	1 067 314

3.5.4.1 Fase mensal

Os valores de RRP e RMP para a fase mensal estão presentes na Tabela 31. Pelos valores obtidos, nota-se que o ano começou bem com duas avaliações de “Excelente” e uma de “Muito bom”. Contudo, a partir de abril, que também coincide com a instalação da nova embaladora, começa-se a ver um aumento dos valores de RRP que vão influenciar a avaliação final. Apesar disso, os valores de RMP mantêm-se em valores aceitáveis, sendo a única exceção o mês de julho, apesar de não ser possível apurar a razão para este caso.

Tabela 31 - RRP mensal para valores do ano de 2017 da Linha 2

Mês	RRP	RMP	Avaliação
Janeiro	0,05	0,002	Excelente
Fevereiro	0,08	0,005	Excelente
Março	0,00	0,020	Muito Bom
Abril	0,29	0,037	Razoável
Maio	0,65	0,002	Razoável
Junho	6,62	0,023	Razoável
Julho	0,88	0,094	Muito mau
Agosto	0,28	0,030	Razoável
Setembro	25,81	0,044	Mau
Outubro	1,05	0,011	Razoável
Novembro	3,55	0,002	Razoável
Dezembro	11,72	0,012	Razoável

3.5.4.2 Fase trimestral, semestral e anual

A Tabela 32 mostra os resultados para as fases trimestral, semestral e anual, para os valores de RRP e RMP.

Há medida que se aumenta o horizonte temporal, nota-se que estes valores ficam menos sujeitos a *outliers*, podendo dar um valor mais apropriado para análise.

Tabela 32 - Resultados de RRP e RMP para análises trimestral, semestral e anual

Análise	Espaço temporal	RRP	RMP	Avaliação
Trimestral	Primeiro	0,099	0,008	Excelente
	Segundo	2,220	0,014	Razoável
	Terceiro	2,632	0,054	Muito mau
	Quarto	7,234	0,007	Razoável
Semestral	Primeiro	0,201	0,011	Bom
	Segundo	1,663	0,023	Razoável
Anual		0,688	0,017	Razoável

3.5.4.3 Conclusão do Case Study

Apesar de não ser necessariamente errado utilizar estes indicadores para intervalos de tempo curtos, será mais apropriado utilizar este indicador para espaços temporais mais longos, pois ficam menos sujeitos a valores extremos que possam adulterar os resultados.

Na análise mensal por exemplo, no mês de setembro houve uma avaria bastante séria na embaladora da linha, que obrigou a paragens da mesma equivalentes a quase dois dias de trabalho, tendo sido, também bastante dispendiosa. Os problemas na linha, continuaram até ao final do ano, tendo piorado no mês de dezembro. No entanto, como a produção de manteve estável, o valor determinado ficou-se pelo razoável, sendo que se não tivessem sido necessárias tantas intervenções corretivas, seria possível ter obtido uma classificação de “Bom” neste Indicador.

Nas análises de intervalos trimestral, semestral e anual, nota-se que os valores ficam mais estáveis, pois estão menos sujeitos a valores fora do normal, que possam adulterar os resultados.

A empresa teria interesse em utilizar este indicador, pois permite consoante os valores que obtenha, tanto de RRP como de RMP, avaliar onde devem ser implementadas melhorias. Por exemplo, se o valor de RRP for muito baixo ou nulo, mas o RMP estiver acima da escala, quer dizer que apesar de a manutenção implementada estar a ter os resultados desejados, pois as intervenções de cariz reativo estão a ser minimizadas, a produção pode estar a sofrer com o excesso de intervenções a serem feitas, devendo, por exemplo, ser feito um ajuste no planeamento das intervenções de cariz preventivo. Se por outro lado acontecer que o RRP esteja alto e o RMP baixo, quer dizer que apesar de a produção estar a funcionar dentro dos conformes, existe a possibilidade de que a manutenção não esteja a ser muito eficaz pois está maioritariamente a recorrer a intervenções de cariz reativo.

Com ressalvar também, que a escala de RMP deve ser ajustada consoante o tipo de indústria em que uma organização esteja inserida. Esta escala foi delineada internamente na empresa após reuniões com colaboradores ligados à manutenção e à produção.

3.6 Modelo de avaliação de obsolescência

Tal como foi referido no ponto 2.5, a obsolescência de componentes é um problema muitas vezes recorrente na indústria, sendo especialmente verdade nos componentes de cariz eletrónico. A razão da ocorrência deste problema, prende-se no facto de a maioria dos componentes deste tipo não ter, nos dias de hoje, um tempo de ciclo no mercado muito elevado.

Foi por isso desenvolvido um modelo de apoio à decisão de forma a aferir qual o equipamento a ser priorizado. Este modelo terá duas fases de avaliação. A primeira fase passa por avaliar qual dos componentes corre o maior risco de entrar em obsolescência num determinado equipamento. A segunda fase avalia as repercussões que possíveis ações para correção desse problema poderão ter no sistema. Em ambas as fases, as variáveis terão um valor de 1 a 4 atribuídas entre elas. Ambos os valores são depois avaliados com uma matriz de forma a aferir se determinado componente deve ter uma abordagem reativa ou proactiva.

3.6.1 Avaliação do risco de obsolescência

Esta primeira fase servirá para avaliar o componente em maior risco de obsolescência. Por isso, utilizará as seguintes variáveis para fazer a avaliação:

- Capacidade de reposição: Facilidade com que se consegue obter um componente igual, ao que está em análise, diretamente do fornecedor ou por outro meio;
- Avaliação de idade: valor obtido pela fórmula $\frac{1}{\text{Ano atual} - \text{Ano compra}}$;
- Importância na máquina: Criticidade do componente no equipamento em que está inserido;
- Rácio BV/RAV: Valor obtido entre a divisão do *Book Value*, BV, da máquina e o *Replacement Asset Value*, RAV, da mesma.

Os critérios e pesos de decisão para estas variáveis, estão presentes na Tabela 33. A capacidade de reposição, depende em muito de informação do fornecedor tal como foi referido em 2.5. Apenas o fornecedor poderá dar informação relativamente ao estado de obsolescência dos componentes presentes num equipamento. Contudo, compete também ao cliente ir pedindo atualizações relativamente ao estado desses mesmos componentes. Caso aconteça o fornecedor não ter à sua disposição o dito componente, terá de ser necessário recorrer a outros meios, nomeadamente terceiros partidos, de forma a poder colocar o equipamento em condições ideais para produção.

Tabela 33 - Critérios de avaliação para a decisão da obsolescência dos componentes

Variável	1	2	3	4	Peso de decisão
Capacidade de reposição	Não existem alternativas ao componente utilizado	Componente não existe no mercado, mas ainda existe em <i>stock</i>	Componente só pode ser adquirido em terceiros partidos e/ou existe em <i>stock</i>	Componente ainda pode ser adquirido diretamente no fornecedor e/ou existe em <i>stock</i>	40%
Avaliação da idade	$x < 20\%$	$20\% \leq x < 30\%$	$30\% \leq x < 50\%$	$50\% \leq x \leq 100\%$	10%
Importância na máquina	Máquina não funciona sem o componente	Máquina funciona em modo manual sem o componente	Máquina funciona em automático, mas com limitações sem o componente	Máquina funciona sem limitações sem o componente	40%
Rácio BV/RAV	$x < 25\%$	$25\% \leq x < 50\%$	$50\% \leq x < 75\%$	$75\% \leq x$	10%

Também como já foi referido nos pontos 2.5 e 3.6, a probabilidade de um componente eletrónico entrar em obsolescência aumenta com o tempo. Devido a isso, a avaliação da idade do componente deve ser um fator a ter em conta na avaliação. Também o Rácio BV/RAV poderá ser uma ajuda dado que compara o valor atual da máquina com o valor necessário para repor a máquina no seu estado original. Uma particularidade deste rácio é que enquanto o valor BV tem tendência a descer, o valor de RAV poderá aumentar dependendo do valor económico dos componentes a substituir.

Alguns equipamentos, apesar da sua elevada dependência de sistemas eletrónicos, podem funcionar por acionamento manual, apesar de sofrerem uma quebra na cadência de produção. Também no caso de danos num componente, pode-se através de alterações de determinados parâmetros, colocar a máquina em funcionamento tendo na mesma o detrimento na cadência de produção.

Após o somatório dos valores de cada variável pelo seu respetivo peso, obtém-se um valor entre 1 e 4, sendo que quanto mais baixo for esse valor, maior o risco de esse componente entrar em obsolescência.

3.6.2 Avaliação das repercussões da obsolescência

A segunda fase da avaliação, irá aferir as repercussões que as alterações de componente poderão ter no equipamento como um todo. As variáveis a analisar são:

- Previsão de substituição do equipamento: Previsão interna para substituição do equipamento em que o componente está inserido. Valor ditado por $\frac{1}{\text{Ano de previsão} - \text{Ano de retrofit}}$;
- Preço do componente: Preço do componente, relativamente ao RAV do equipamento;
- Dificuldade de *Retrofit*: variável qualitativa, relativamente à execução do *Retrofit*;
- Custo do *Retrofit*: custo da operação de substituição do componente relativamente ao RAV do equipamento;

Os critérios e pesos de decisão para estas variáveis, estão presentes na Tabela 34.

Tabela 34 - Critérios de avaliação para as repercussões da obsolescência dos componentes

Variável	1	2	3	4	Peso de decisão
Previsão de substituição do equipamento	$x < 20\%$	$20\% \leq x < 30\%$	$30\% \leq x \leq 50\%$	$50\% < x \leq 100\%$	15%
Preço do/s componente	$\geq 5\%$ do RAV	$3\% \leq x < 5\%$ do RAV	$1\% \leq x < 3\%$ do RAV	$< 1\%$ do RAV	25%
Dificuldade de <i>retrofit</i>	Troca do componente obsoleto assim como alteração praticamente total ou mesmo total de todo o equipamento (ex: total <i>rewiring</i> do equipamento)	Troca de componente obsoleto e algumas alterações aprofundadas ao equipamento (Ex: alteração de algumas ligações elétricas e/ou ajustes de programação)	Troca de componente obsoleto e alterações simples para facilitar funcionamento (ex: alterar tipo de fixações para um motor)	Apenas troca do componente obsoleto	30%
Custo de <i>retrofit</i>	$\geq 10\%$ do RAV	$5\% \leq x < 10\%$ do RAV	$2\% \leq x < 5\%$ do RAV	$< 2\%$ do RAV	30%

A previsão de substituição depende em muito de decisões da organização. Dado o elevado investimento que certos equipamentos industriais obrigam, muitas organizações preferem manter os equipamentos em funcionamento o máximo de tempo possível. Do modo como está delineada a variável, quanto mais próxima estiver prevista a substituição do equipamento, o valor da variável será mais próximo de 4. Quanto mais distante estiver a previsão de

substituição, a variável deve tomar um valor o mais próximo possível de 1. Se não existir uma previsão relativamente ao ano de substituição do equipamento, considera-se o valor desta variável como sendo 1.

O preço do componente deve ser comparado com o RAV do equipamento. Caso exista exatamente o mesmo componente, num meio que não o seu fornecedor original, o seu preço será por norma mais elevado. Contudo se o dito componente estiver disponível no fornecedor e se não tiver uma data prevista para entrar em obsolescência, terá em princípio um valor mais baixo.

Retrofit poderá ser uma atividade necessária, dependendo do componente que for adquirido. Caso o componente seja igual ao original, não será necessário fazer um *retrofit* pois o sistema do equipamento está dimensionado e programado para receber esse mesmo componente. Contudo, caso o componente a substituir já não exista no mercado, sendo necessário colocar um componente diferente, será necessário fazer um *retrofit* no equipamento que tanto poderá envolver apenas ligeiras alterações na programação, assim como troca das ligações elétricas do equipamento.

O custo da operação de *retrofit* será comparado com o RAV do equipamento. Como o BV pode ser igual a 0, no caso de o equipamento estar completamente amortizado, o RAV pode dar uma indicação mais realista das repercussões dos custos que poderá ter a possível troca de componente.

3.6.3 *Matriz de decisão*

Após determinação dos valores de ambas as fases de avaliação do modelo, é necessário comparar os valores com uma matriz que irá ditar o tipo de abordagem a tomar perante estes resultados. A matriz está representada na Figura 24.

Caso os pontos obtidos das fases de avaliação estejam dentro do espaço vermelho, deve-se tomar sempre uma postura proativa, podendo ser necessário até mesmo substituir o equipamento, dependendo dos objetivos da organização.

No espaço laranja deve ser tomada uma postura proativa. Terão de ser analisadas as necessidades para execução do *retrofit* do equipamento, ou pelo menos garantir que se tem componentes em *stock* para que o equipamento tenha um funcionamento o mais prolongado possível.

Nos espaços verde claro e escuro, pode-se agir de forma reativa pois não se prevê existência de problemas derivados de obsolescência num futuro próximo.

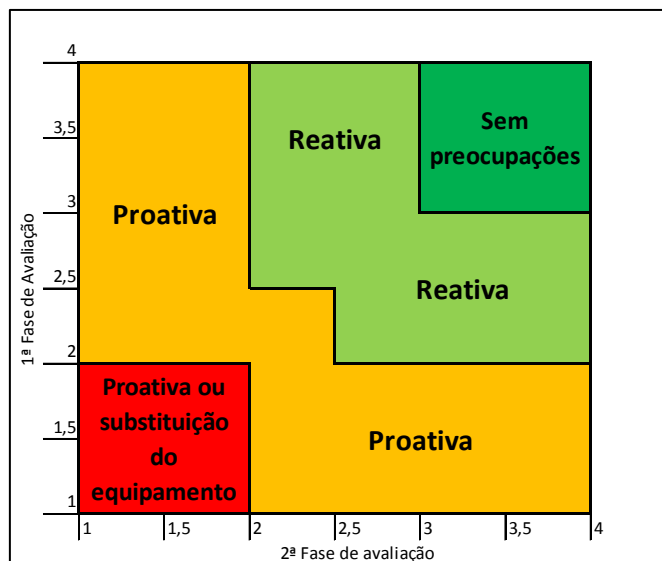


Figura 24 - Matriz de decisão para obsolescência de componentes

3.6.4 Case Study de obsolescência das fatiadoras

Para este *case study*, serão avaliadas todas as fatiadoras presentes na unidade fabril. Estas perfazem um total de 4 linhas, tal como já foi referido no ponto 3.2.3, sendo que certos modelos diferem, assim como o ano de aquisição dos mesmos. Foi também elaborada em 2017 uma análise interna do estado das mesmas, tendo sido detetados alguns equipamentos que poderiam ter risco de entrar em obsolescência. A Tabela 35 e a Tabela 36 mostram as características e o estado de descontinuidade para cada uma das linhas deste setor.

As fatiadoras presentes nas linhas 1 e 3, para além de serem as mais antigas, neste momento não possuem BV. Isto significa que após amortização e depreciação do equipamento, em termos financeiros ele já não possui valor. Contudo, isto não implica que a mesma máquina não tenha valor de mercado. Também estas duas linhas têm os mesmos componentes que estão em risco de entrar em obsolescência.

A Linha 2 é a linha de produção mais recente no setor. Possivelmente devido a esse facto, não foi detetada ainda a possibilidade de algum componente estar em elevado risco de obsolescência.

Por fim, a Linha 4 tem um componente com risco de entrar em obsolescência, devendo ser tomadas medidas para mitigar esse mesmo risco.

Tabela 35 - Características das fatoriadoras

Fatoriadora	Modelo	Ano de aquisição	RAV	(€)	BV	(€)
Linha 1	602	2002	243 500			
Linha 2	604	2008	430 216		176 866	
Linha 3	602	2003	274 000			
Linha 4	602	2005	306 000		50 997	

Tabela 36 - Estado de descontinuidade dos componentes das fatoriadoras

Fatoriadora	Valor de Stock total	Valor de Stock total / RAV	Existência de descontinuidade	Componentes descontinuados
Linha 1			Sim	CPU – MPS3 Controlador de Intercalar PMC-2
Linha 2			Não	
	66 176	5,28%		
Linha 3			Sim	CPU – MPS3 Controlador de intercalar PMC-2
Linha 4			Sim	Controlador de lâmina Elau Max4

3.6.4.1 Linha 1 e Linha 3

Dado que estas duas linhas são idênticas e têm os mesmos componentes a entrar em obsolescência, faz sentido analisar ambas ao mesmo tempo. A Tabela 37 mostram os resultados obtidos para a primeira fase, para cada uma das linhas.

Por coincidência os valores correspondentes na primeira fase para as Linhas 1 e 3 coincidem. Quanto à capacidade de reposição, o CPU MPS3 ainda pode ser adquirido diretamente pelo OEM, apesar de que com alguma dificuldade devido ao baixo stock que o mesmo tem desse componente, assim como em revendedores especializados. Por outro lado, o Controlador Intercalar já não pode ser adquirido no OEM sendo necessário recorrer a revendedores.

Apesar disso, ambos os equipamentos em que os componentes estão presentes, têm uma idade relativamente avançada, tendo a Linha 1 e 3, 16 e 15 anos, respetivamente.

Tabela 37 - Resultados da 1ª fase para a Linha 1 e 3

Variável	CPU MS3	Controlador <i>Interleaver</i>	Peso Decisão
Capacidade de reposição	3	3	40%
Avaliação da idade	1	1	10%
Importância da máquina	1	1	40%
Rácio BV/RAV	1	1	10%
Total	1,8	1,8	100%

Ambos os componentes analisados, também tem uma importância fulcral no funcionamento do equipamento. Estes são componentes que controlam o funcionamento que da fatiadora, quer do módulo de intercalar embutido na mesma.

Como ambas as Linhas têm um BV igual a 0, o valor da variável será igual a 1.

Os resultados para a 2ª fase estão demonstrados na Tabela 38 e na Tabela 39.

Tabela 38 - Resultados da 2ª fase para Linha 1

Variável	CPU MS3	Controlador <i>Interleaver</i>	Peso Decisão
Previsão de substituição do equipamento	3	3	15%
Preço do/s componente	2	2	25%
Dificuldade de retrofit	1	1	30%
Custo de retrofit	2	2	30%
Total	1,85	1,85	100%

Existem planos internos para substituição da Linha em questão até ao ano de 2020. Devido a isso, tanto para o CPU como para o Controlador têm o mesmo valor para a avaliação.

Os preços para o CPU e para o Controlador, são de 7796€ e 4506€, por unidade, respetivamente. O equipamento utiliza 1 unidade de CPU e 2 unidades de controladores. Isto significa que os preços correspondem a 3,20% e 3,70% do RAV, respetivamente.

Dada a complexidade destes componentes eletrónicos, caso seja necessário efetuar um *retrofit*, este obrigará a uma remodelação de todo o circuito elétrico e reprogramação da mesma máquina. Apesar de não haver nenhuma orçamentação relativamente a quanto custaria essa operação, assumiu-se a que a mesma custará o dobro do componente. nesse caso, o custo das operações corresponderá a 6,40% do RAV do CPU e 7,40% do RAV do Controlador.

Tabela 39 - Resultados da 2ª fase para Linha 3

Variável	CPU MS3	Controlador Interleaver	Peso Decisão
Previsão de substituição do equipamento	3	3	15%
Preço do/s componente	3	2	25%
Dificuldade de retrofit	1	1	30%
Custo de retrofit	2	2	30%
Total	2,1	1,85	100%

Tal como referido para a Linha1, também a Linha 3 está prevista a sua substituição até 2020, sendo o valor da variável para o CPU e para o controlador, exatamente iguais.

Devido ao valor de RAV ligeiramente superior para esta Linha, o preço do CPU corresponde a 2,84% do RAV, enquanto que o valor do controlador representa 3,28% do RAV. Isto significa que o CPU recebe um valor de variável igual a 3 enquanto que o controlador recebe um valor de variável igual a 2.

3.6.4.2 Linha 4

Como já foi referido, a linha 4 apenas tem um componente em risco de obsolescência. Os dados para a primeira fase de avaliação estão presentes na Tabela 40.

Tabela 40 - Resultado da primeira fase de avaliação para a Linha 4

Variável	Elau Max4	Peso decisão
Capacidade de reposição	1	40%
Avaliação da idade	1	10%
Importância na máquina	1	40%
Rácio BV/RAV	1	10%
Total	1	

O componente em questão, já não existe em stock no fornecedor original. Para além disso, apenas se encontra componentes em sites como o *Ebay*, podendo a referência não ser exatamente igual à presente na máquina, daí o valor da capacidade de reposição ser igual a 1.

A avaliação da idade, tal como nas restantes linhas, será igual a 1 pois a linha existe desde o ano de 2005.

Dado que o componente controla todo o funcionamento da máquina, a classificação da importância na máquina será de 1.

Como o valor de BV/RAV é igual a 16,67%, o valor desta variável será também igual a 1.

Os resultados para a 2ª fase da avaliação estão presentes na Tabela 41.

Tabela 41 - Resultados da 2ª fase de avaliação da linha 4

Variável	Elau Max4	Peso decisão
Previsão de substituição do equipamento	3	15%
Preço do/s componente/s	2	25%
Dificuldade de <i>retrofit</i>	1	30%
Custo de <i>retrofit</i>	3	30%
Total	2,15	100%

A weber informou que no caso de ser feito um *retrofit* a esta linha, seriam garantidos componentes de substituição até 2027. Devido a isso, o valor para a previsão de substituição do equipamento, será igual a 3.

A Weber também forneceu um orçamento para as peças e para custo total do *retrofit* do equipamento. Para além disso, sabe-se também que o mesmo *retrofit* irá envolver a substituição completa da cablagem existente no equipamento. O custo do componente é de 9 324€, que equivale a cerca de 3% do valor de RAV, dando uma classificação de 2. O custo para execução do *retrofit* foi estipulado em 14 400€, que equivale 4,7% do valor de RAV dando uma classificação de 3 na variável de custo do *retrofit*.

3.6.4.3 Resultados do Case Study

Na Tabela 42 estão mostrados os resultados e respetivas abordagens para as fases de avaliação de obsolescência.

Pode-se verificar que todos os equipamentos exigem uma abordagem proativa, relativamente à gestão da sua obsolescência. Para além disso, em todas as Linhas poderá existir a necessidade da substituição integral do equipamento. Só no controlador PMC-2 da Linha 3, é que não existe a possível necessidade de ser feita substituição integral do equipamento.

Tabela 42 - Resultados obtidos da análise de obsolescência

Linha	Componente	1ª fase	2ª fase	Tipo de abordagem
Linha 1	CPU MS3	1,8	1,85	Proativa ou substituição do equipamento
Linha 1	Controlador PMC-2	1,8	1,85	Proativa ou substituição do equipamento
Linha 3	CPU MS3	1,8	2,1	Proativa
Linha 3	Controlador PMC-2	1,8	1,85	Proativa ou substituição do equipamento
Linha 4	Controlador Elau Max4	1	1,8	Proativa ou substituição do equipamento

Dado o facto das linhas todas terem fadoras relativamente antigas, é compreensível que todas elas peçam uma abordagem proativa. Teria sido importante analisar também um outro equipamento mais recente de forma a comparar como um equipamento com, por exemplo, 5 anos se destacaria neste tipo de análise.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

Objetivo	Descrição	Resultado
Escolher o setor mais adequado para se elaborar as respetivas melhorias.	A escolha decorreu dentro do processo esperado após terem sido analisadas as variáveis mais importantes, assim como tendo também em consideração os interesses da empresa acolhedora.	Sim
Estudar de forma aprofundada os equipamentos, assim como os respetivos planos de manutenção, se estes planos existirem. No caso de estes não existirem, criá-los.	Apesar de existirem planos de manutenção aos equipamentos, foram criados procedimentos de forma a existir um registo para futuros técnicos que possam entrar no departamento, tendo como base os manuais de utilizador. Apenas por falta de informação, não foi possível criar procedimento para um dos componentes.	Parcial
Implementar melhorias e verificar o seu resultado.	Dado o curto espaço de tempo para elaboração deste trabalho, não foi possível implementar as melhorias e verificar resultados. Dada também a natureza aleatória da manutenção, um teste num intervalo de tempo reduzido, poderia dar resultados enganadores.	Não
Criação de um KPI que permita avaliar o trabalho da manutenção e produção.	Conclui-se que o KPI tem a sua utilidade, podendo os valores de benchmark variar consoante a indústria. Deve, contudo, ser limitado a espaços temporais mais longos, sendo recomendado o “Trimestral”.	Sim
Elaboração de um modelo de avaliação para a obsolescência que permita avaliar os componentes com maior risco de obsolescência e selecionar qual a estratégia mais apropriada para a sua mitigação	Apesar de o <i>case study</i> ter utilizado equipamentos mais antigos, dando apenas resultados para proatividade na gestão de obsolescência, conclui-se que o modelo está adequado pois tem em consideração fatores que podem ser independentes da idade dependendo das circunstâncias.	Sim

A nível pessoal, posso referir que esta experiência permitiu-me estar num setor que por vezes é subvalorizado na indústria nacional. Ajudou-me a compreender a importância que a manutenção tem e terá num futuro próximo.

Também me deu mais valias a nível pessoal, em especial no que diz respeito a lidar com técnicos tanto de manutenção, como de produção assim como na interação entre diferentes departamentos, com diferentes responsabilidades.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Será necessário, assim que possível, implementar estes procedimentos e verificar o tempo que poderão demorar a ser executados. Com essa informação e com apoio dos fornecedores dos equipamentos, será possível obter mais procedimentos, assim como melhorar os existentes.

Também seria do interesse na empresa acolhedora, a aplicação desta mesma análise em toda a fábrica, de forma a verificar quais os componentes a ser mais afetados por avarias e paragens. Da mesma maneira que foi aplicada uma folha de registo para a linha 2 dos fatiados, seria interessante também aplicar a mesma folha em cada um dos setores de forma a se ter um histórico mais fidedigno no terreno.

Também os indicadores RRP e RMP, poderiam ser aplicados ao resto da fábrica, tornando estes indicadores algo que dê para se ter a ideia global de todo o trabalho feito da manutenção na fábrica inteira. O mesmo pode ser feito para o modelo de obsolescência.

Poderá também ser estudada, a hipótese de alteração de alguns componentes, utilizados no equipamento. Um exemplo disto poderá ser a lâmina da fatiadora, podendo ser projetado um formato diferente de forma a reduzir o desperdício do produto dentro da máquina, que por sua vez poderá ajudar a evitar possíveis paragens e avarias.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Santos, V., (2014). "Otimização de ciclos Clean-in-place," ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2014.
- [2] BSI, (2010). *EN 13306:2010 - Maintenance - Maintenance terminology*. .
- [3] Moubray, J., (1997). *Reliability Centred Maintenance*. Oxford, U.K.: Butterworth-Heinemann, ISBN: 0-7506-3358-1.
- [4] Wireman, T., (2004). *Benchmarking BEST Practices in Maintenance Management*. ISBN: 0831131683.
- [5] Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D., (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer London, ISBN: 978-1-84882-471-3.
- [6] Marquez, A. C., (2007). *The Maintenance Management Framework*. ISBN: 978-1-84628-820-3.
- [7] Kelly, A., (2006). *Managing maintenance resources*. ISBN: 978 0 75 066993 1.
- [8] Titu, M. A., Oprean, C., Grecu, D., & Law, S., (2010). "Applying the Kaizen Method and the 5S Technique in the Activity of Post-Sale Services in the Knowledge-Based Organization," III.
- [9] Tsarouhas, P., (2007). "Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study," *J. Qual. Maint. Eng.*, 13, (1), pp. 5–18.
- [10] Walker, L., (2017). "6 Preventive maintenance practices to achieve food safety," 2017. [Online]. Available: www.foodqualityandsafety.com/article/6-preventive-maintenance-practices-achieve-food-safety/?singlepage=1.
- [11] BSI, (2007). *EN 15341:2007 - Maintenance – Maintenance Key Performance Indicators*. .
- [12] Fei, R., Mobley, R. K., & Wikoff, D. J., (2008). *Maintenance Engineering Handbook*, 7, (7). ISBN: 0071641017.
- [13] Kobbacy, K. & Murthy, P., (2008). *Complex System Maintenance Handbook*. London, ISBN: 978-1-84800-010-0.
- [14] Christiansen, B., (2018). "Exploring biggest maintenance challenges in the mining industry," 2018. [Online]. Available: <http://www.mining.com/web/exploring-biggest-maintenance-challenges-mining-industry/>.
- [15] Pophaley, M. & Vyas, R. K., (2010). "Plant maintenance management practices in automobile industries: A retrospective and literature review," *J. Ind. Eng. Manag.*, 3, (3), pp. 512–541.
- [16] Neyestani, B., (2017). "Seven Basic Tools Of Quality Control: The Appropriate Quality

- Techniques For Solving Quality Problems In The Organizations,” (March), pp. 1–10.
- [17] Coulson-Thomas, C. J., (1993). *Quality Training and Corporate Transformation*, 1, (2). ISBN: 0070331766.
- [18] Commission, I. E., (2007). *IEC 62402:2007 - Obsolescence management - Application Guide*. .
- [19] Josias, C., Terpenney, J. P., Mclean, K. J., & Electro-optical, K., (2004). “Component Obsolescence Risk Assessment,” *Int. Electron. Recycl. Congr.*, pp. 2–7.
- [20] Sandborn, P., (2013). “Designing for Obsolescence Risk Management,” *Procedia CIRP*, 11, pp. 15–22.
- [21] Rojo, F. J. R., Roy, R., & Kelly, S., (2012). “Obsolescence Risk Assessment Process Best Practice,” *J. Phys. Conf. Ser.*, 364.
- [22] Tetrapak, . “Tetra Pak Dairy processing handbook,” *Microbiology*. .
- [23] Weber, (2008). *Slicer 604 Manual*. .

ANEXOS

6.1 Folha de Máquina da Linha

6.2 Folha de registo de operações de manutenção

6.3 Diagramas Causa Efeito


6 ANEXOS

6.1 Folha de Máquina da Linha

6.1.1 Frente

The image shows a detailed maintenance sheet for a production line, oriented vertically. The sheet is divided into three main sections, each with a header row and a grid for recording data. The headers include categories such as 'Incidentes', 'Falta Recursos', 'Avarias', 'Pequenas paragens', 'Setup', and 'Planned stops (min)'. The grid consists of many rows and columns, with some cells highlighted in yellow and blue. The sheet also includes a logo for 'Boost' and some text in Portuguese, such as 'Linha 2' and 'Linha 3'. The overall layout is organized and professional, typical of an industrial maintenance record.

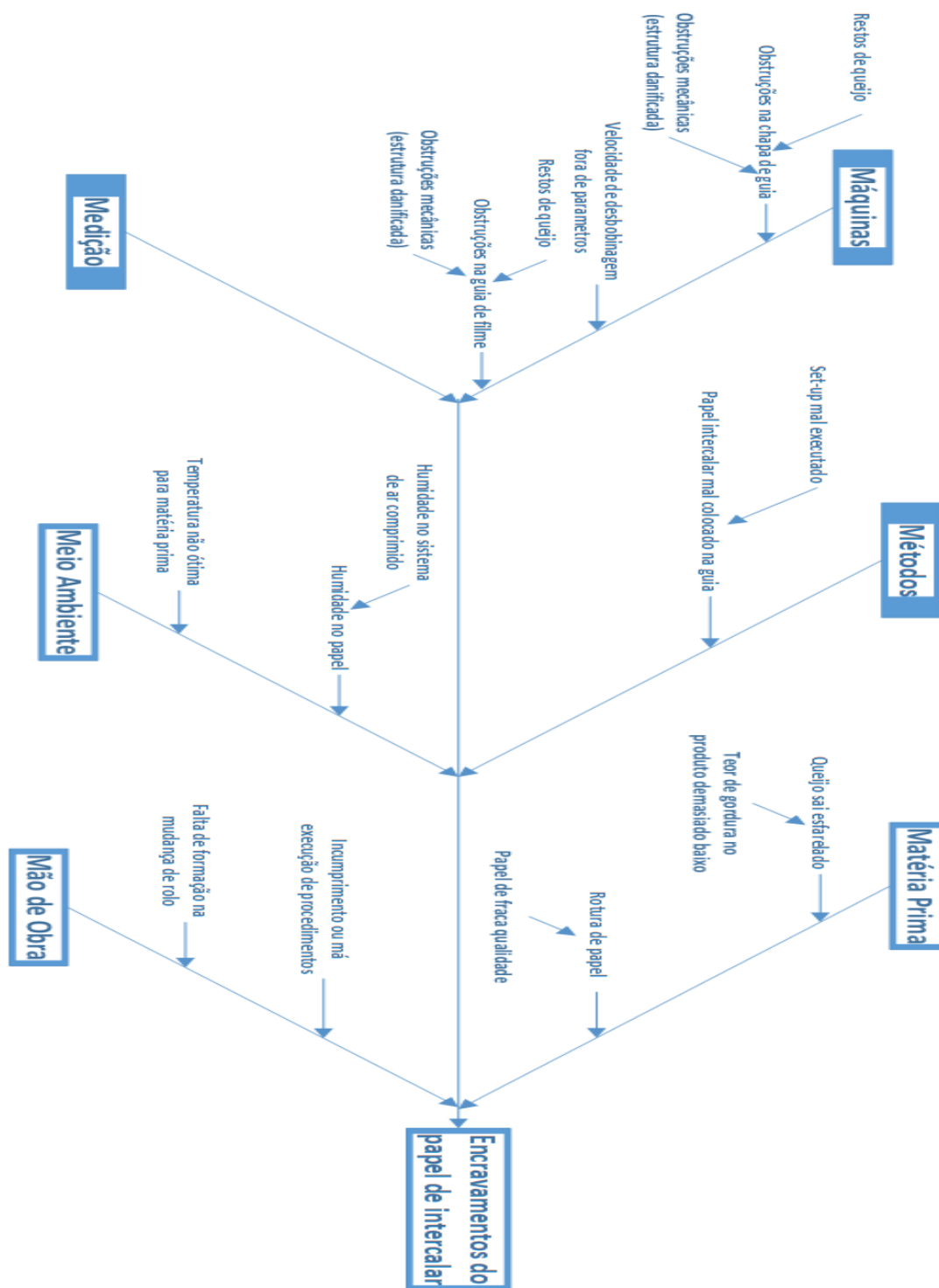
6.2 Folha de registo de operações de manutenção

 Registo de intervenções Linha 2 (Manutenção)										
Data	Zona	Orgão	Hora Inicio	Hora Fim	Tipo avaria	Sintoma	Método utilizado	Nº Técnico	Causa	Observações
						Tipo avaria				
						Automação - 023				
						Elétrica - 005				
						Estrutura - 045				
						Fornecimento de Energia - 040				
						Informática - 030				
						Instrumentação - 035				
						Mecânica - 010				
						Pneumática - 015				
						Sintoma				
						Degradação - 005				
						Fuga - 010				
						Odor - 020				
						Risco Ambiental - 045				
						Risco de Qualidade - 035				
						Risco de Segurança - 040				
						Ruido anormal - 015				
						Temperatura anormal - 025				
						Vibração - 030				
						Método				
						Ajuste elétrico ou automação - 020				
						Ajuste mecânico - 015				
						Ajuste Standards ou referências - 025				
						Reinício da Máquina varia - 030				
						Reinício Elétrico ou automação - 040				
						Reinício Imprensa - 045				
						Reinício Mecânico - 035				
						Reparação de peça - 010				
						Substituição de peça - 005				
						Troca Alimentação - 050				
						Causas				
						Ambiente condições externas - 040				
						Ambiente Ergonomia - 045				
						Mão de Obra - 035				
						Máquina - 005				
						Materiais Produto - 030				
						Métodos configuração - 010				
						Métodos de embalagem - 025				
						Métodos de manutenção - 020				
						Métodos instruções de operação - 015				

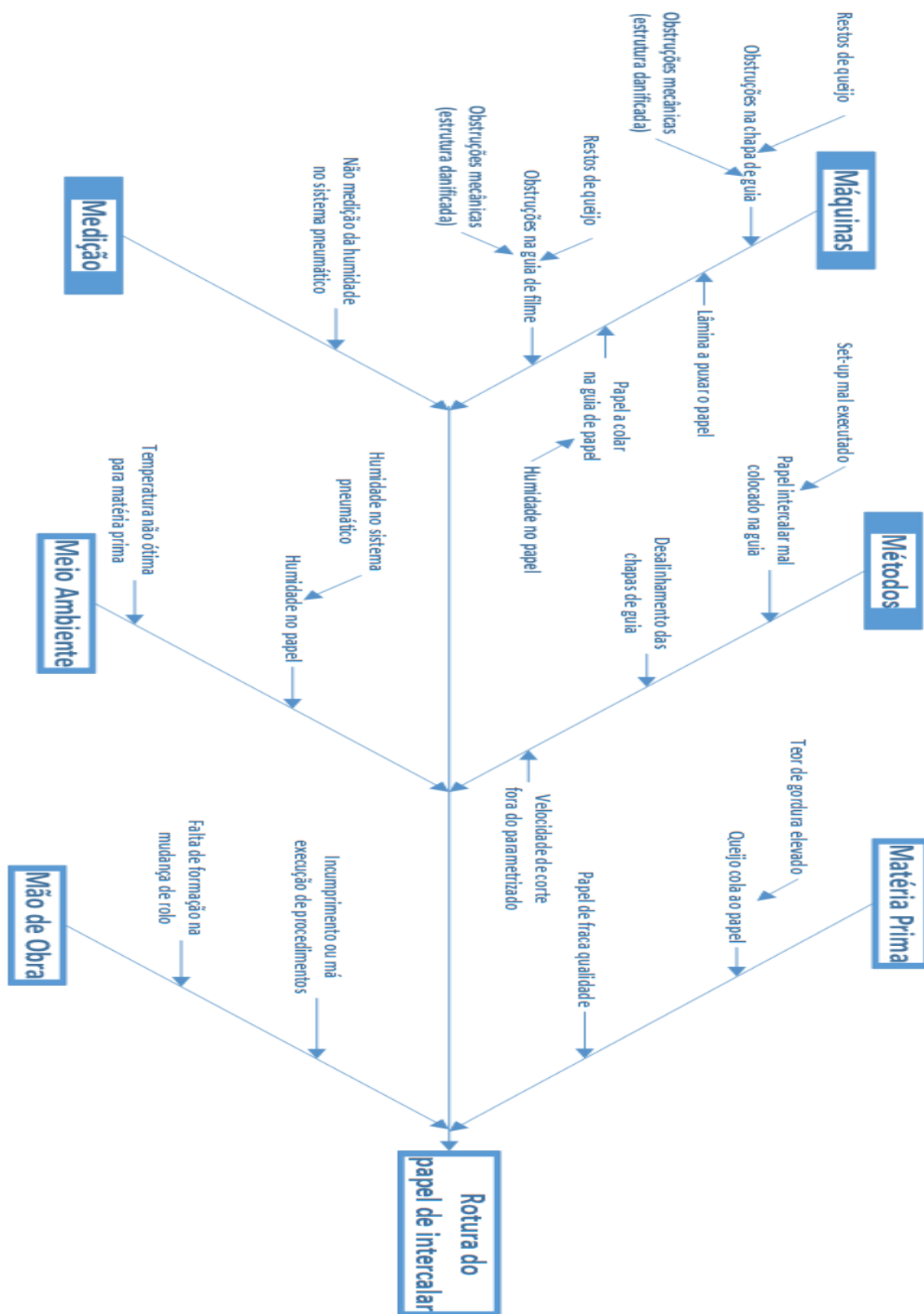
NOTA: Colocar apenas o código para as variáveis "Zona", "Orgão", "Tipo avaria", "Síntoma", "Método" e "Causas"!!!
Ver os códigos ao lado da tabela

6.3 Diagramas Causa-Efeito

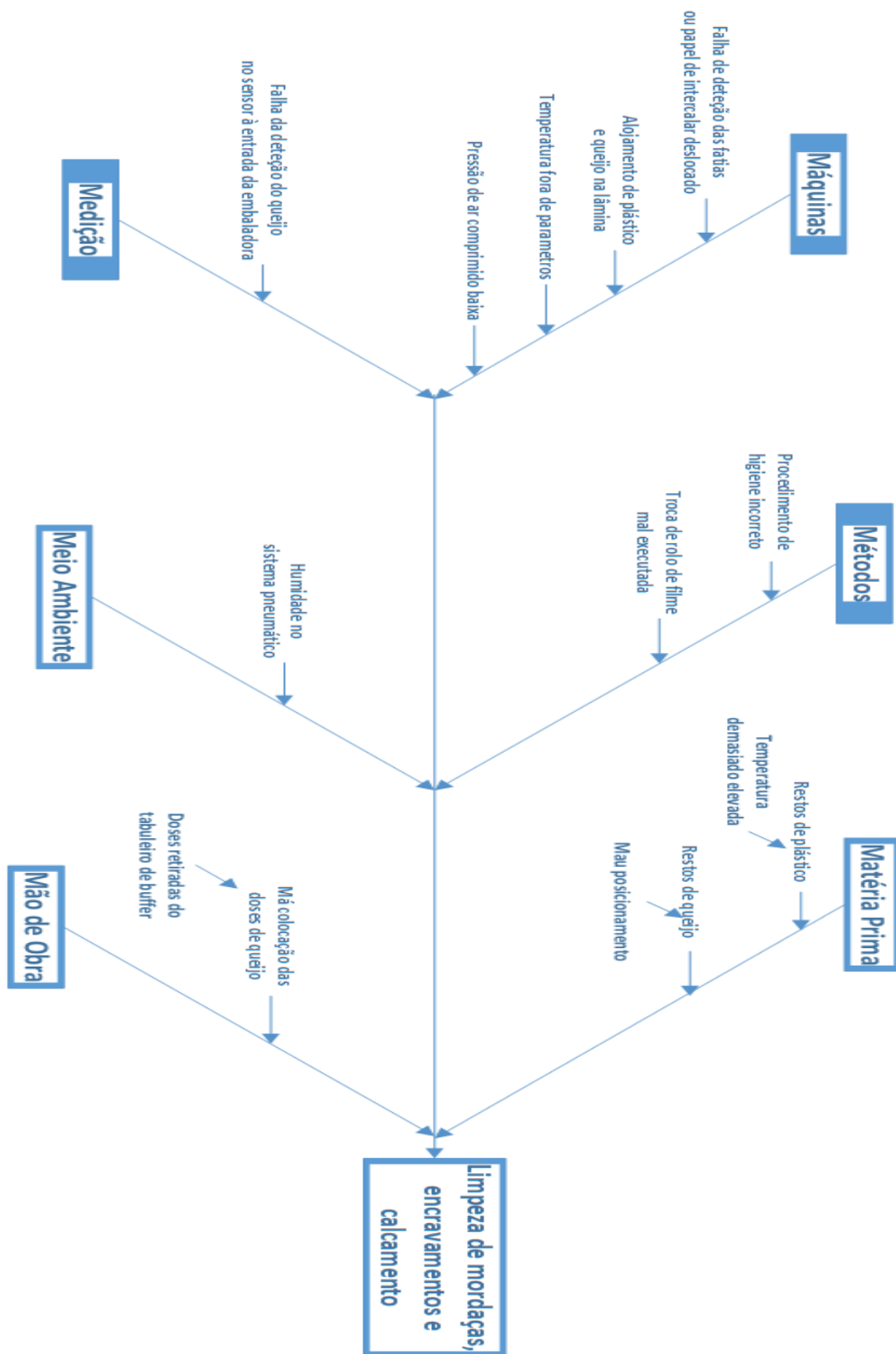
6.3.1 Encravamento do papel de intercalar



6.3.2 Rotura de Papel de intercalar



6.3.3 Limpeza de mordanças, encravamento e calcamento dos soldadores



6.3.4 Erro de acionamento e bloqueio de automatismo

