INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

RESTRUTURAÇÃO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO EM EMPRESA DO RAMO ALIMENTAR

TIAGO LUÍS BRANCO DOS SANTOS
dezembro de 2018

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

RESTRUTURAÇÃO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO EM EMPRESA DO RAMO ALIMENTAR

Tiago Luís Branco dos Santos

1130513

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO DO PORTO

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

RESTRUTURAÇÃO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO EM EMPRESA DO RAMO ALIMENTAR

Tiago Luís Branco dos Santos

1130513

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP e co-orientação da Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos, Professora Adjunta do Departamento de Matemática do ISEP.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO DO PORTO

POLITÉCNICO
DO PORTO

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professor Adjunto, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

Professor Auxiliar, Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento dirige-se aos meus pais, Cristina Branco e Luís Santos, pelos esforços na minha formação, educação e por todos os valores incutidos, que resultaram não só na minha realização académica e profissional, mas também pessoal. Agradeço, de igual modo, a toda a minha família pela confiança, apoio e compreensão em todas as situações.

À minha namorada, Catarina Folião, pelo amor, apoio e compreensão ao longo destes cinco anos, pelos promissores anos que virão, e que sem ela tudo seria diferente.

Ao Professor Francisco José Gomes da Silva, pela incansável disponibilidade, atenção e enorme dedicação que o destacam como um ótimo profissional e pessoa. Pelo exemplo que é, e pelo admirável ritmo de trabalho que sem dúvida corrobora a expressão "E às vezes também durmo…".

À professora Sandra Ramos e a todos os docentes do Instituto Superior de Engenharia do Porto que, quer através da transmissão de conhecimentos ou de valores, como rigor e excelência contribuíram para este projeto e para o meu sucesso académico.

À empresa Cerealis – Produtos Alimentares, a todos os seus colaboradores que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste projeto. Em especial à equipa de manutenção, onde destaco o engenheiro Manuel Gaspar e Carolina Gonçalves pelo conhecimento, experiência e visão partilhados. Aos colegas e amigos, Bruno Loureiro, Filipe Cernadas e André Ribeiro pelo companheirismo, apoio e boa disposição que contribuíram significativamente para a minha motivação diária.

Por último, agradeço aos meus amigos, que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho, pelo apoio, amizade e camaradagem. Dos quais destaco os colegas e grandes amigos João Pereira, Luís Martins, Pedro Saldanha, Tomé Pombal e Diogo Magalhães que irei levar do ISEP para a vida.

A todos, o meu muito obrigado.

PALAVRAS CHAVE

Indústria Alimentar, Gestão da Manutenção, Hierarquia dos Equipamentos, Criticidade dos Equipamentos, Manutenção Centrada na Fiabilidade, Planos de Manutenção Preventiva, Indicadores Chave de Desempenho

RESUMO

A indústria alimentar tem vindo a apresentar um papel fundamental no quotidiano português. Associado às elevadas preocupações e normas alimentares, existe um ambiente bastante competitivo, ao qual as organizações respondem com estratégias de produção em volume. Estas produções são asseguradas por equipamento avançado e complexo, que necessita de estar em condições de funcionamento ideais, para dar respostas às exigências. Assim, a existência de falhas inesperadas que levem a paragens de emergência na produção e ao incumprimento dos planos produtivos, devem ser evitadas a todo o custo. A correta gestão da manutenção assume um papel crítico para evitar tempos de indisponibilidade e custos associados, conseguindo-se, concomitantemente, melhorar a eficiência global da organização.

Este projeto consistiu no desenvolvimento e aplicação de métodos práticos e estruturados, com vista à restruturação da função manutenção na empresa Cerealis - Produtos Alimentares. Após a identificação dos principais problemas e soluções, o trabalho iniciou-se com o desenvolvimento de uma aplicação no ERP (*Enterprise Resource Planning*). Nesta, constam os vários níveis hierárquicos dos equipamentos, codificados e interligados com outros módulos, possibilitando o desenvolvimento de vários projetos e obtenção de informação fidedigna.

Com vista a apoiar a tomada de decisão, foi desenvolvido e implementado um método de classificação da criticidade dos equipamentos com base na sua importância para o processo produtivo, o qual culminou com a classificação dos equipamentos em três categorias (A, B e C). Em função desta, foram definidas estratégias de abordagem por categoria. À "Categoria A" (16,1% dos ativos), foi aplicada uma estratégia de manutenção com base na fiabilidade (RCM - *Reliability Centered Maintenance*), resultando em análises FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) assistidas por uma lógica RCM de 64 equipamentos do grupo.

Este estudo detalhado dos equipamentos, constituiu as bases para alterações pontuais nos ativos (ações corretivas) e uma revisão profunda dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) da organização, visando a sua atualização e otimização.

Concluído o procedimento anteriormente descrito, podem ser identificadas melhorias significativas ao nível da organização da manutenção motivadas pelo desenvolvimento da aplicação em ERP, "Árvore de Equipamentos", que possibilitou auxílio aos processos técnicos e de gestão, como o desenvolvimento de indicadores de controlo financeiro. A classificação da criticidade mostrou-se preponderante na tomada de decisão, motivando uma revisão dos PMP, ponderada em função da sua importância para o processo produtivo. Assim, foram registadas lacunas nos PMP que foram identificadas e corrigidas, com resultados quantitativos.

Na indústria, o equipamento e processos estão em constante mudança. Assim, uma atualização e melhoria contínua do projeto desenvolvido é fundamental para o seu sucesso sustentado.

KEYWORDS

Food Industry, Maintenance Management, Equipment Hierarchy, Equipment Criticality, Reliability Centered Maintenance, Preventive Maintenance Plans, Key Performance Indicators

ABSTRACT

The food industry has played a key role in Portuguese daily life. Associated with high food standards and concerns, there is a very competitive environment to which organizations respond with volume production strategies. These productions are ensured by advanced and complex equipment, which needs to be in optimal working conditions, to meet the demands. Thus, unexpected failures leading to emergency stoppages in production and non-compliance with production plans should be avoided at all costs. The correct management of the maintenance assumes a critical role to avoid times of unavailability and associated costs, concomitantly being able to improve the overall efficiency of the organization.

This project consisted in the development and application of practical and structured methods, with a view to the restructuring of the maintenance function in the company Cerealis - Produtos Alimentares. After identifying the main problems and solutions, the work began with the development of an application in ERP (Enterprise Resource Planning). In this, the hierarchical levels of the equipment are included, codified and interconnected with other modules, allowing the development of several projects and obtaining reliable information.

In order to support decision making, a method of classification of equipment criticality was developed and implemented based on its importance to the production process, which culminated in the classification of equipment into three categories (A, B and C). As a result, category-based approaches have been defined. At Category A (16.1% of the assets), a Reliability Centered Maintenance (RCM) strategy was applied, resulting in FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) assisted by the RCM concepts use in 64 equipment of the group.

This detailed study of the equipment was the basis for specific changes in the assets (corrective actions) and a thorough review of the organization's Preventive Maintenance Plans (PMP), aiming at their updating and optimization.

Following the procedure described above, significant improvements can be identified in the organization of maintenance motivated by the development of the application in ERP, "Equipment Tree", which made it possible to aid technical and management processes, such as the development of financial control indicators. Criticality classification proved to be preponderant in decision making, motivating a review of PMPs, weighted according to their importance to the productive process. Thus, there were gaps identified in the PMPs that were identified and corrected, with quantitative results.

In industry, the equipment and processes are constantly changing. Thus, an upgrade and continuous improvement of the project developed is critical to its sustained success.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

3C	Análise do Caso, Causas e Contramedidas
6 M	Método, Mão de obra, Matéria-prima, Máquinas, Medição e Meio ambiente
B2B	*Business to Business*
B2C	*Business to Client*
BD-FMEA	Base de Dados FMEA
CMMS	*Computerized Maintenance Management System*
CPA	*Cerealis – Produtos Alimentares, S.A.*
CSG	Controlo Sensorial Genérico
ERP	*Enterprise Resource Planning*
EUA	Estados Unidos da América
FMEA	*Failure Mode and Effects Analysis* (Análise do Modo de Falha e Efeitos)
FMECA	*Failure Mode and Effect Criticality Analysis* (Análise de Modo de Falha, Efeitos e Criticidade)
FSE	Fornecimentos e Serviços Externos
FTCPA	Fichas Técnicas da *Cerealis – Produtos Alimentares, S.A.*
GMAC	Gestão de Manutenção Assistida por Computador
IAA	Indústria Agroalimentar
ICD	Índice de Capacidade de Deteção do Perigo
ID	índice de Disponibilidade
IF	Índice de Frequência
IG	Índice de Gravidade
IR	Índice de Risco
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	*Just in time*
KPIs	*Key Performance Indicatores* (Indicadores de desempenho)
MC	Manutenção Corretiva
MP	Manutenção Preventiva
MPC	Manutenção Preventiva Condicionada
MPS	Manutenção Preventiva Sistemática
MSG	*Maintenance Steering Group*
MTBF	*Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR	*Mean Time To Repair* (Tempo Médio para Reparação)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OEE	*Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global do Equipamento)
OT	Ordem de Trabalho
PAC	Planeamento, Controlo e Aprovisionamentos
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Plano de Manutenção
PMP	Plano de Manutenção Preventiva
PNC	Produto Não Conforme
Pre vs Cor	Taxa de Manutenção Preventiva vs Taxa Manutenção Corretiva
RCFA	*Root Cause and Failure Analysis* (Análise de Falhas e Causas Raiz)

RCM	*Reliability Centered Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade)
RPN	*Risk Priority Number* (Número de Prioridade de Risco)
RSA	Risco de Segurança Alimentar
SMART	Simples, Mensurável, Atingível, Relevante e Temporal
SWOT	*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*
TF	Tempo de Paragem por Falha
TPM	*Total Productive Maintenance*
TU	Tempo Útil de Funcionamento
VAB	Valor Acrescentado Bruto
WCM	*World Class Manufacturing* (Metodologia de Produção de Classe Mundial)
YTD	*Year to Date*

Lista de Unidades

h	hora
hh	Homem-hora
hh	Homem-hora por ano
kg	Quilograma
m	Metro
min	Minuto
s	Segundo
tonelada	Mil quilogramas
u.t.	Unidades temporais

Lista de Símbolos

€	Euros
%	Percentagem
US$	Dólar dos Estados Unidos da América
N/A	Não Aplicável

GLOSSÁRIO DE TERMOS

BD-FMEA	Consiste numa lista, "Base de Dados FMEA", que contém a informação tratada resultante das análises FMEA.
F1	Refere-se à fábrica 1, composta pela fábrica de Massas 1 e Semolaria.
F2	Refere-se à fábrica de Massas 2.
hh	Unidade de medida, que representa o trabalho realizado por um trabalhador numa hora.
Infor M3	*Enterprise Resource Planning (ERP) utilizado na Cerealis- Produtos Alimentares S.A.*
Intervalo P-F	Intervalo entre a falha potencial "P" e a ocorrência da falha funcional "F".
KO	Utilizado nos procedimentos de inspeção, onde o estado "KO" significa que não está de acordo com o esperado. Item analisado não conforme.
OK	Utilizado nos procedimentos de inspeção, onde o estado "OK" significa de acordo com o esperado. Item analisado conforme.
Sem	Refere-se à (fábrica) Semolaria.
YTD	*Year to Date* é uma forma de analisar os dados que considera o período desde o início do ano civil (1 de janeiro) até à data presente.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIFERENTES FASES DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO 39

FIGURA 2 - EXPORTAÇÕES AGROALIMENTARES DOS PRINCIPAIS MERCADOS GLOBAIS EM 2015 [3]..... 43

FIGURA 3 - VOLUME DE NEGÓCIOS E VAB DOS CINCO PRINCIPAIS SETORES DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA EM 2012 (À ESQUERDA) E PESSOAS EMPREGUES NOS CINCO PRINCIPAIS SETORES DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA EM 2012 (À DIREITA). ADAPTADO DE [5] 44

FIGURA 4 - VOLUME DE NEGÓCIOS E VAB DA IAA DE 2013 A 2017 (À ESQUERDA) E VOLUME DE IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES DA IAA DE 2013 A 2017 (À DIREITA). ADAPTADO DE [6] 45

FIGURA 5 - QUANTIDADE MUNDIAL PRODUZIDA E CONSUMIDA DOS PRINCIPAIS CEREAIS ENTRE 2013 A 2015 (À ESQUERDA) E PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES DO CEREAL TRIGO (À DIREITA). ADAPTADO DE [11] 47

FIGURA 6 - QUANTIDADE PRODUZIDA E IMPORTADA DE CEREAIS EM PORTUGAL ENTRE 2012 A 2016 (À ESQUERDA) E DISPONIBILIDADES DIÁRIAS POR HABITANTE PORTUGUÊS DE CEREAIS (À DIREITA). ADAPTADO DE [12] 47

FIGURA 7 - QUANTIDADE PRODUZIDA E CONSUMIDA DE MASSA SECA EM 2016 (À ESQUERDA) E CONSUMO MÉDIO POR HABITANTE (À DIREITA). ADAPTADO DE [18-20]..... 49

FIGURA 8 - ESQUEMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SÊMOLA, PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E TRANSFORMAÇÕES DO PRODUTO. ADAPTADO DE [13, 21-26]. IMAGENS OBTIDAS DE [22, 27-34]. 51

FIGURA 9 - ESQUEMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MASSAS SECAS CORTADAS, PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E TRANSFORMAÇÕES DO PRODUTO. ADAPTADO DE [15, 42-44]. IMAGENS OBTIDAS DE [35-41, 45-48] 54

FIGURA 10 - EVOLUÇÃO DAS EXPECTATIVAS DA MANUTENÇÃO ADAPTADO DE [53, 55]..... 56

FIGURA 11 - TIPOS DE MANUTENÇÃO [55] 57

FIGURA 12 - SETE QUESTÕES CHAVE DA RCM 62

FIGURA 13 - PRINCIPAIS PADRÕES DE FALHA E A SUA PERCENTAGEM DE OCORRÊNCIA NA AVIAÇÃO COMERCIAL DOS USA. ADAPTADO DE [63, 65]..... 65

FIGURA 14 - RESULTADOS DA RCM EM FUNÇÃO DOS OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO [53, 55]..... 67

FIGURA 15 - METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA RCM. ADAPTADO DE [55, 58, 66] 68

FIGURA 16 - ETAPA 1 DA METODOLOGIA RCM 69

FIGURA 17 - EQUIPA DE RCM TÍPICA ADAPTADO DE [53, 58] 69

FIGURA 18 - ETAPA 2 DA METODOLOGIA RCM 70

FIGURA 19 - CONCEITOS BASE DE ARBORESCÊNCIA DE ATIVOS. ADAPTADO DE [53, 55, 58] 70

FIGURA 20 - EXEMPLO DE UMA HIERARQUIA DE ATIVOS. ADAPTADO DE [53] 71

FIGURA 21 - ARBORESCÊNCIA DE UM EQUIPAMENTO. ADAPTADO DE [58] 71

FIGURA 22 - ETAPA 3 DA METODOLOGIA RCM 72

FIGURA 23 - TIPOS DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE CRITICIDADE DE ATIVOS. ADAPTADO DE [58] 72
FIGURA 24 - FLUXOGRAMA DE CRITICIDADE DOS ATIVOS [58] 73
FIGURA 25 - MATRIZ DE RISCO E LOCALIZAÇÃO DOS ATIVOS ADAPTADO DE [58, 68] 76
FIGURA 26 - ETAPA 4 DA METODOLOGIA RCM 76
FIGURA 27 - EXEMPLO DE UMA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO PARA DIFERENTES CATEGORIAS DE ATIVOS [58] 77
FIGURA 28 - EXEMPLOS DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO DETALHADAS PARA ATIVOS DE CATEGORIA A, B E C [58] 77
FIGURA 29 - ETAPA 5, 6, 7 E 8 DA METODOLOGIA RCM 78
FIGURA 30 - FASES DE UMA ANÁLISE FMEA [55] 79
FIGURA 31 - METODOLOGIA E EXEMPLO DA DESCRIÇÃO DE UMA FUNÇÃO. ADAPTADO DE [53] 80
FIGURA 32 - COMPARAÇÃO DE PADRÕES DE DESEMPENHO INICIAIS E DESEJADOS. ADAPTADO DE [53] 80
FIGURA 33 - FUNÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E SUBCATEGORIAS DE UM ATIVO. ADAPTADO DE [53] 80
FIGURA 34 - ESTADO GERAL DE FALHA [53] 81
FIGURA 35 - EXEMPLOS DE UMA FUNÇÃO, FALHAS FUNCIONAIS E MODOS DE FALHA DE UMA BOMBA DE ÁGUA [53] 81
FIGURA 36 - METODOLOGIA E EXEMPLOS DA DESCRIÇÃO DE UM MODO DE FALHA 82
FIGURA 37 - FATORES DE CLASSIFICAÇÃO PARA A ANÁLISE QUANTITATIVA DA FMEA. ADAPTADO DE [65, 72] 83
FIGURA 38 - EXEMPLO DE UMA CARTA FMEA [55] 86
FIGURA 39 - ETAPA 9 DA METODOLOGIA RCM 87
FIGURA 40 - DIAGRAMA DE DECISÃO RCM. ADAPTADO DE [74]. OBTIDO DE [55] 87
FIGURA 41 - TIPOS DE FALHAS E RESPETIVAS AÇÕES A IMPLEMENTAR, SEGUNDO O DIAGRAMA DE DECISÃO RCM (FIGURA 40). ADAPTADO DE [53, 55] 88
FIGURA 42 - ETAPA 10 DA METODOLOGIA RCM 89
FIGURA 43 - DIAGRAMA DE TRANSPOSIÇÃO DAS TAREFAS PROPOSTAS PARA OS PLANOS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE [53]. OBTIDO DE [55] 89
FIGURA 44 - PASSOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS PM. ADAPTADO DE [55, 76] 90
FIGURA 45 - CRITÉRIOS FUNDAMENTAIS PARA A REALIZAÇÃO DE ROTINAS DE PLANOS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE [53, 76] 91
FIGURA 46 - CURVA DE FALHA POTENCIAL P-F (DEGRADAÇÃO) ADAPTADO DE [55, 58, 77] 92
FIGURA 47 - ETAPA 11 DA METODOLOGIA RCM 93
FIGURA 48 - INDICADORES PARA MELHORAR E CONTROLAR O PROCESSO RCM. ADAPTADO DE [55, 58] 93
FIGURA 49 - ÍNDICES QUE COMPÕEM O INDICADOR OEE. ADAPTADO DE [55, 83-85] 95
FIGURA 50 - ÍNDICES DO OEE E RESPETIVAS PERDAS. ADAPTADO DE [84, 86] 95

FIGURA 51 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PARÂMETROS MTBF, MTTR, TU (TEMPO ÚTIL) E TF (TEMPO DE PARAGEM POR FALHA). ADAPTADO DE [55, 88] 96

FIGURA 52 - REPRESENTAÇÃO DO CÁLCULO DOS CUSTOS TOTAIS DA MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE [55] 99

FIGURA 53 - CUSTOS DIRETOS, INDIRETOS E ESPECIAIS DEFINIÇÕES E EXEMPLOS. ADAPTADO DE [55, 79] 99

FIGURA 54 - RELAÇÃO ENTRE CUSTO E QUANTIDADE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA [90] 100

FIGURA 55 - INFORMAÇÕES E FUNÇÕES DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR [55, 59] 101

FIGURA 56 - CATEGORIAS DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE [93] 102

FIGURA 57 - DIAGRAMA DE PARETO E CLASSIFICAÇÃO A, B E C. ADAPTADO DE [93] 104

FIGURA 58 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA ANÁLISE SWOT [98] 104

FIGURA 59 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO [65] 105

FIGURA 60 - EXEMPLO DE UM MODELO DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 3C [86] 106

FIGURA 61 - ORGANOGRAMA DO GRUPO CEREALIS. OBTIDO DE [102] 109

FIGURA 62 - MARCAS DO GRUPO CEREALIS. OBTIDO DE [102] 110

FIGURA 63 - CENTROS DE PRODUÇÃO DO GRUPO CEREALIS, LOCALIZAÇÃO, ÁREA E CAPACIDADES PRODUTIVAS. OBTIDO DE [101] 110

FIGURA 64 - CENTRO DE PRODUÇÃO DA MAIA DA CEREALIS PRODUTOS ALIMENTARES 111

FIGURA 65 - ECLUSAS (5º PISO) (À ESQUERDA), SALA DE CONTROLO (1º PISO) (AO CENTRO) E *PLANSICHTERS* (4º PISO) (À DIREITA) DA SEMOLARIA CPA 112

FIGURA 66 - FABRICO DE MASSAS ENROLADAS (À ESQUERDA), EMBALAMENTO DE MASSAS ENROLADAS (AO CENTRO E À DIREITA) DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 112

FIGURA 67 - FABRICO DE MASSAS (À ESQUERDA E AO CENTRO) E EMBALAMENTO (À DIREITA) DA FÁBRICA DE MASSAS 2 DA CPA 113

FIGURA 68 - FABRICO DE BOLACHAS (À ESQUERDA) E EMBALAMENTO DE BOLACHAS (AO CENTRO E À DIREITA) DA FÁBRICA DE BOLACHAS DA CPA 113

FIGURA 69 - ORGANOGRAMA DA DIREÇÃO DE MANUTENÇÃO DA CEREALIS PRODUTOS ALIMENTARES 114

FIGURA 70 - OBJETIVOS ORGANIZACIONAIS PARA 2019 DA CPA (TROFA E MAIA), OEE E DISPONIBILIDADE (À ESQUERDA) E TAXA DE AVARIA (À DIREITA) 115

FIGURA 71 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE AVARIA DA CPA EM 2017 116

FIGURA 72 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE MANUTENÇÃO PLANEADA DA CPA EM 2017 117

FIGURA 73 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP DA CPA (À ESQUERDA) E TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP DAS FÁBRICAS DA CPA (À DIREITA) EM 2017 117

FIGURA 74 - EVOLUÇÃO DO CUMPRIMENTO DAS VÁRIAS ATIVIDADES DO PMP (INSPEÇÕES, LIMPEZAS TÉCNICAS E LUBRIFICAÇÕES) DAS ÁREAS DA FÁBRICA 1 (MASSAS 1 E SEMOLARIA) DA CPA EM 2017 118

FIGURA 75 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DE AVALIAÇÃO DE CAUSAS PARA A REDUZIDA TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP NA CPA 118

FIGURA 76 - METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DA "ÁRVORE DE EQUIPAMENTOS" DA CPA 121

FIGURA 77 - ANÁLISE SWOT DA OPÇÃO DE EFETUAR A REVISÃO DOS PMP PELOS MÉTODOS TRADICIONAIS DA CPA 122

FIGURA 78 - ANÁLISE SWOT DA OPÇÃO DE EFETUAR A REVISÃO DOS PMP COM BASE NUMA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA FIABILIDADE 123

FIGURA 79 - METODOLOGIA DA SOLUÇÃO FINAL PROPOSTA PELO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA CPA 125

FIGURA 80 - ETAPAS DE SUPORTE (CINZENTO) À HIERARQUIA E TAXONOMIA DOS EQUIPAMENTOS (LARANJA) DA CPA E OBJETIVO FINAL (CASTANHO) 129

FIGURA 81 - EXCERTO DO MAPA DE PROCESSO DA LINHA 1, EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 CPA 129

FIGURA 82 - EXEMPLO DE UMA HIERARQUIA DE ATIVOS COM NOVE NÍVEIS HIERÁRQUICOS (FORMAÇÃO INICIAL) 130

FIGURA 83 - BALANÇA, CONFECIONADORA (À ESQUERDA), DETETOR DE METAIS E FORMADORA DE CAIXAS (À DIREITA) DA FÁBRICA DE MASSAS 1, EMBALAMENTO, LINHA 1 DA CPA 131

FIGURA 84 - TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO A CONSULTAR OS MANUAIS DOS EQUIPAMENTOS (À ESQUERDA) E CONSULTA DO *SOFTWARE* DO FABRICANTE DA CONFECIONADORA (À DIREITA) 132

FIGURA 85 - BIBLIOTECA DE MANUAIS TÉCNICOS DOS EQUIPAMENTOS (À ESQUERDA), EQUIPA TÉCNICA DA MANUTENÇÃO A CONSULTAR EQUIPAMENTOS NO CHÃO DE FÁBRICA (AO CENTRO E À DIREITA) 132

FIGURA 86 - QUATRO DOS SETE SISTEMAS DA CONFECIONADORA DA LINHA 1, EMBALAMENTO, FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 133

FIGURA 87 - ANÁLISE DE PARTE DO PROCESSO DE HIERARQUIA DA CONFECIONADORA DA LINHA 1, EMBALAMENTO, FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 134

FIGURA 88 - "ÁRVORE DE EQUIPAMENTOS" EM INFOR M3 138

FIGURA 89 - MÓDULO DE ABERTURA DE UMA OT COM A "ÁRVORE DE EQUIPAMENTOS" ASSOCIADA EM INFOR M3 138

FIGURA 90 - GRÁFICO COMPARATIVO DE OTS CONCLUÍDAS REGISTADAS EM IGUAL PERÍODO DE 2017 E 2018 139

FIGURA 91 - EXCERTO DA TABELA DE REGISTO DE OTS DE 2018 139

FIGURA 92 - "ÁRVORE DE EQUIPAMENTOS" COM O SUBNÍVEL PEÇA SUPLENTE ADICIONADO (À ESQUERDA) E POSICIONAMENTO DA MESMA PEÇA SUPLENTE NO ARMAZÉM 991 CPA (À DIREITA) 140

FIGURA 93 - ETIQUETAGEM DE EQUIPAMENTOS QUE EXIGEM METROLOGIA LEGAL (SONDAS) NO FABRICO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 141

FIGURA 94 - ETIQUETAGEM DO CONJUNTO "TRANSPORTADOR DE SAÍDA DE CONTROLO DE PESO" DO EQUIPAMENTO “CONTROLO DE PESO” DA LINHA 4, EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 2 (À ESQUERDA), ETIQUETAGEM DO EQUIPAMENTO “CARREGADOR DE PRODUTO 2” DA FÁBRICA DE

BOLACHAS (AO CENTRO) E ETIQUETAGEM DO EQUIPAMENTO "PORTA PALETES BALANÇA ROMÃO I20 " DO FABRICO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 (À DIREITA) 141

FIGURA 95 - ETAPAS DO PROCESSO DE ATRIBUIÇÃO DE CRITICIDADE DOS ATIVOS DA CPA..... 145

FIGURA 96 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DO CRITÉRIO SEGURANÇA EM TRÊS NÍVEIS (N1 - NÍVEL 1; N2 - NÍVEL 2; N3 - NÍVEL 3)..... 153

FIGURA 97 - EXEMPLO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA EM MSEXCEL® PARA ATRIBUIÇÃO DA CLASSE DE CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS DA CPA 155

FIGURA 98 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DO POLO DA MAIA DA CPA 157

FIGURA 99 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA..... 158

FIGURA 100 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DA FÁBRICA DE MASSAS 2 DA CPA..... 158

FIGURA 101 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DA SEMOLARIA DA CPA 159

FIGURA 102 - DISTRIBUIÇÃO DAS PONDERAÇÕES ATRIBUÍDAS AOS CRITÉRIOS DE CRITICIDADE DOS ATIVOS DA SEMOLARIA DA CPA 159

FIGURA 103 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DA FÁBRICA DE BOLACHAS DA CPA..... 160

FIGURA 104 - DISTRIBUIÇÃO DAS PONDERAÇÕES ATRIBUÍDAS AOS CRITÉRIOS DE CRITICIDADE DOS ATIVOS DA FÁBRICA DE BOLACHAS DA CPA 160

FIGURA 105 - EXCERTO DA LISTA DE ATIVOS ORDENADA POR CRITICIDADE DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA 1 DE MASSAS DA CPA..... 161

FIGURA 106 - DIFERENTES NÍVEIS HIERÁRQUICOS DOS ATIVOS E RESPETIVA CLASSE DE CRITICIDADE (DESTACADA A VERMELHO) EM INFOR M3 162

FIGURA 107 - EMAIL ALERTA DE UMA OT ABERTA NUM EQUIPAMENTO CRITICIDADE A, PRENSA DO FABRICO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 163

FIGURA 108 - PLANEAMENTO DE ESTRATÉGIAS A APLICAR A EQUIPAMENTOS DA CATEGORIA DE CRITICIDADE A DA CPA..... 164

FIGURA 109 - PLANEAMENTO DE ESTRATÉGIAS A APLICAR A EQUIPAMENTOS DA CATEGORIA DE CRITICIDADE B DA CPA..... 165

FIGURA 110 - PLANEAMENTO DE ESTRATÉGIAS A APLICAR A EQUIPAMENTOS DA CATEGORIA DE CRITICIDADE C DA CPA..... 166

FIGURA 111 - EXCERTO DA TABELA DE EQUIPAMENTOS DE CRITICIDADE A DA CPA, SELECIONADOS PARA APLICAÇÃO DA ANÁLISE FMEA 169

FIGURA 112 - FASES DO PROCESSO DE ANÁLISE FMEA E LÓGICA RCM APLICADAS NA CPA 169

FIGURA 113 - CARTA FMEA DESENVOLVIDA EM MSEXCEL®, UTILIZADA NA CPA 170

FIGURA 114 - DIAGRAMA DE DECISÃO UTILIZADO NAS ANÁLISES FMEA NA CPA 174

FIGURA 115 - FORMAÇÃO INICIAL EM ANÁLISE FMEA NA CPA 175

FIGURA 116 - SESSÃO DE ANÁLISE FMEA DO EQUIPAMENTO PILOTO CONFECIONADORA 175

FIGURA 117 - CONFECIONADORA DA LINHA 1 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 (À ESQUERDA), PRENSA DA LINHA A DO FABRICO DA FÁBRICA DE MASSAS 2 (AO CENTRO) E TRANSPORTADOR DE CORRENTES 105 DA SEMOLARIA (À DIREITA), DA CPA..... 176

FIGURA 118 - CRONOGRAMA DO PLANEAMENTO INICIAL DO DESENROLAR DO PROJETO FMEA, ATRASO INDICADO A TRACEJADO E NÚMERO DE EQUIPAMENTOS EM ANÁLISE POR FÁBRICA/ÁREA EM PARÊNTESES 177

FIGURA 119 - ETAPAS DA ANÁLISE FMEA E APLICAÇÃO DA LÓGICA RCM 178

FIGURA 120 - EXCERTO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA CONFECIONADORA DA LINHA 3 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 179

FIGURA 121 - FOTOGRAFIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO PRODUTO DA CONFECIONADORA 3 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 179

FIGURA 122 - INÍCIO DA METODOLOGIA DA SESSÃO DE ANÁLISE FMEA (PRIMEIRAS CINCO ETAPAS) ... 180

FIGURA 123 - CONTINUAÇÃO DA METODOLOGIA DA SESSÃO DE ANÁLISE FMEA (ÚLTIMAS CINCO ETAPAS) 180

FIGURA 124 - MATERIAL AUXILIAR (HIERARQUIA DO EQUIPAMENTO À ESQUERDA E FOTOGRAFIA DO SISTEMA À DIREITA) DO SISTEMA “FORMADOR DE PACOTE” 181

FIGURA 125 - VISITA AO LOCAL DE TRABALHO PARA CONSULTA DO EQUIPAMENTO CONFECIONADORA DA LINHA 1 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 182

FIGURA 126 - EXCERTO DA ANÁLISE FMEA (PRIMEIRO SISTEMA COMPLETO) DA CONFECIONADORA DA LINHA 3 DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 183

FIGURA 127 - EXCERTO DA ANÁLISE FMEA (PARTE DO TERCEIRO SISTEMA) DA CONFECIONADORA DA LINHA 3 DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 184

FIGURA 128 - DIAGRAMA DE VALIDAÇÃO E TRANSPOSIÇÃO DE AÇÕES PROPOSTAS PARA PROCEDIMENTOS DA CPA 185

FIGURA 129 - DIAGRAMA DE PARETO DA DISTRIBUIÇÃO DO RPN DAS CAUSAS POTENCIAIS ANALISADAS POR NOVE CLASSES DE CRITICIDADE 188

FIGURA 130 - PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS COM MAIORES SOMATÓRIOS DE RPN E RESPETIVO NÚMERO DE CAUSAS ANALISADAS 189

FIGURA 131 - DISTRIBUIÇÃO DA NATUREZA DAS CAUSAS DE FALHAS REGISTADAS NO GLOBAL DAS ANÁLISES FMEA (À ESQUERDA) E EFEITOS POTENCIAIS PARA AS CAUSAS DE FALHA DO GLOBAL DOS REGISTOS DE ANÁLISES FMEA (À DIREITA) 189

FIGURA 132 - DISTRIBUIÇÃO DAS AÇÕES RECOMENDADAS NAS ANÁLISES FMEA (À ESQUERDA) E TIPOS DE AÇÕES RECOMENDADAS AO DEPARTAMENTO DA MANUTENÇÃO (À DIREITA) 190

FIGURA 133 - OPERADORES DA PRODUÇÃO EM INTERAÇÃO COM OS ATIVOS DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 190

FIGURA 134 - FOLHA DE PROGRAMAS DA CONFECIONADORA (ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA) DA LINHA 3 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 191

FIGURA 135 - TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO EM INTERAÇÃO COM OS ATIVOS (À ESQUERDA) EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 E (À DIREITA) SEMOLARIA DA CPA 192

FIGURA 136 - EQUIPAMENTOS DE ESTUDO PARA ALTERAÇÕES PONTUAIS DA MANUTENÇÃO, (À DIREITA) BALANÇA E CONFECIONADORA DA LINHA 1, (AO CENTRO) ROBOT 1 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 E (À ESQUERDA) MOINHOS DA SEMOLARIA 192

FIGURA 137 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE REVISÃO DA HIERARQUIA DOS ATIVOS DA CPA 195

FIGURA 138 - MÉTODOS UTILIZADOS NA REVISÃO/OTIMIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO DA CPA EM FUNÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS 199

FIGURA 139 - METODOLOGIA UTILIZADA NA REVISÃO DOS PMP DA CPA 200

FIGURA 140 - FASES DA METODOLOGIA DE REVISÃO DOS PMP DOS ATIVOS DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 202

FIGURA 141 - EXCERTO DA ROTINA DE INSPEÇÃO "PI2M05" COM O NOVO FORMATO IMPLEMENTADO NOS PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DA CPA 204

FIGURA 142 - PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO REVISTO DA ROTINA "PI2M05" DO EMBALAMENTO DE MASSAS 1 DA CPA 205

FIGURA 143 - FOTOGRAFIAS DE APLICAÇÃO DA ROTINA DE INSPEÇÃO "PI2M05" NO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 205

FIGURA 144 - COMPARAÇÃO DE HH/ANO DEDICADOS AOS EQUIPAMENTOS DE CRITICIDADE A POR TIPO DE PLANO DE MANUTENÇÃO NO EMBALAMENTO DE MASSAS 1 DA CPA 206

FIGURA 145 - COMPOSIÇÃO DOS PMP ANTERIORES (À ESQUERDA) E COMPOSIÇÃO DOS PMP NOVOS (À DIREITA) DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 207

FIGURA 146 - COMPARAÇÃO DE HH/ANO DEDICADOS POR EQUIPAMENTO DE CRITICIDADE A NO EMBALAMENTO DE MASSAS 1 DA CPA 207

FIGURA 147 - FASES DA METODOLOGIA DE REVISÃO DOS PMP DOS ATIVOS DA SEMOLARIA DA CPA 208

FIGURA 148 - TAREFAS DE INSPEÇÃO AO ELEVADOR EL301 COM O NOVO FORMATO DOS PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO (À ESQUERDA) E EXCERTO DAS AÇÕES DE ROTINA SUGERIDAS DAS ANÁLISES FMEA DO ELEVADOR EL301 (À DIREITA) 211

FIGURA 149 - TAREFAS DE INSPEÇÃO AO *SASSOR* 4024 (S15/S20) COM O NOVO FORMATO DOS PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO (À ESQUERDA) E FOTOGRAFIA DO MANUAL TÉCNICO DO FORNECEDOR DO EQUIPAMENTO NA SECÇÃO DA MANUTENÇÃO 211

FIGURA 150 - EXCERTO DOS PROCEDIMENTOS DA ROTINA DE INSPEÇÃO EM FUNCIONAMENTO NO SEXTO PISO DA SEMOLARIA DA CPA 212

FIGURA 151 - FOTOGRAFIAS DE APLICAÇÃO DAS TAREFAS DE INSPEÇÃO AO *SASSOR* DA ROTINA DE MOAGEM 1 DA SEMOLARIA DA CPA 212

FIGURA 152 - FOTOGRAFIAS DE APLICAÇÃO DAS TAREFAS DE INSPEÇÃO AO FILTRO 404 (À ESQUERDA) E A DIFERENTES TRANSPORTADORES DE CORRENTES (AO CENTRO E À DIREITA) DA ROTINA DE MOAGEM 1 DA SEMOLARIA DA CPA 213

FIGURA 153 - COMPARAÇÃO DE HH/ANO DEDICADOS AOS EQUIPAMENTOS DE CRITICIDADE A POR TIPO DE PLANO DE MANUTENÇÃO DA SEMOLARIA DA CPA 213

FIGURA 154 - COMPOSIÇÃO DOS PMP ANTERIORES (À ESQUERDA) E COMPOSIÇÃO DOS PMP NOVOS (À DIREITA) DA SEMOLARIA DA CPA 214

FIGURA 155 - COMPARAÇÃO DE HH/ANO DEDICADOS POR EQUIPAMENTO DE CRITICIDADE A DA SEMOLARIA DA CPA 214

FIGURA 156 - CARGA LABORAL POR ANO (HH/ANO) DEDICADA AOS EQUIPAMENTOS DE CRITICIDADE A POR TIPO DE PLANO DE MANUTENÇÃO (NOVOS PMP) E BALANÇO RELATIVAMENTE AOS PMP ANTERIORES DA CPA 215

FIGURA 157 - FOTOGRAFIAS DA FORMAÇÃO DE UM TÉCNICO DE MANUTENÇÃO EM ROTINAS DE INSPEÇÃO NO EMBALAMENTO DE MASSAS 1 DA CPA 216

FIGURA 158 - SITUAÇÃO (1), ONDE NÃO HÁ NECESSIDADE DE SUBSTITUIR COMPONENTES, DAS ROTINAS DE INSPEÇÃO (EXEMPLO: ROTINA DE MOAGEM 1 SEMOLARIA) 217

FIGURA 159 - SITUAÇÃO (2), ONDE HÁ NECESSIDADE DE SUBSTITUIR COMPONENTES DE DESGASTE, DAS ROTINAS DE INSPEÇÃO (EXEMPLO: ROTINA DE MOAGEM 1 SEMOLARIA) 217

FIGURA 160 - SITUAÇÃO (3), ONDE HÁ NECESSIDADE DE SUBSTITUIR COMPONENTES (LONGA DURAÇÃO), DAS ROTINAS DE INSPEÇÃO (EXEMPLO: ROTINA DE MOAGEM 1 SEMOLARIA) 217

FIGURA 161 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO TEMPORÁRIO DE ROTINAS DE INSPEÇÃO EM PARAGEM DA CPA 218

FIGURA 162 - TAXA DE AVARIA MÉDIA ANUAL DO POLO DA MAIA DA CPA DE 2015 A 2018 (YTD) 220

FIGURA 163 - COMPARAÇÃO DO INDICADOR TAXA DE AVARIA PARA OS PRIMEIROS CINCO MESES DE 2017 E 2018 NA SEMOLARIA FÁBRICA DE BOLACHAS, FÁBRICA DE MASSAS 1 E FÁBRICA DE MASSAS 2 221

FIGURA 164 - COMPARAÇÃO DA TAXA DE AVARIA DO POLO DA MAIA DA CPA DE 2017 E 2018 (YTD) .. 222

FIGURA 165 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP NOS ANOS DE 2017 E 2018 NO POLO DA MAIA DA CPA POR EQUIPA TÉCNICA DE MANUTENÇÃO 224

FIGURA 166 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA VS CORRETIVA NOS ANOS DE 2017 E 2018 NO POLO DA MAIA DA CPA POR EQUIPA TÉCNICA DE MANUTENÇÃO 226

FIGURA 167 - EVOLUÇÃO DO INDICADOR OEE DE 2014 A 2018 (YTD) NAS FÁBRICAS/ÁREAS DO POLO DA MAIA NA CPA 227

FIGURA 168 - EVOLUÇÃO DO FATOR DISPONIBILIDADE DE 2014 A 2018 (YTD) NAS FÁBRICAS/ÁREAS DO POLO DA MAIA NA CPA 228

FIGURA 169 - CONTROLO DE ORÇAMENTO, FONTE INFOR M3, DO EMBALAMENTO DE MASSAS 1, CUSTOS YTD POR LINHA (À ESQUERDA) E TOP 5 DE CUSTOS POR EQUIPAMENTO E REFERIDA LINHA (À DIREITA) 229

FIGURA 170 - CUSTOS DE CONSERVAÇÃO E REPARAÇÃO NOS MESES DE 2018, TOTAIS E DO EMBALAMENTO DE MASSAS 1 DA CPA 230

FIGURA 171 - CUSTO E ORÇAMENTO ANUAL PARA O DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA CPA (2018) 230

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS TOTAIS DE PRODUTOS DA INDÚSTRIA ALIMENTAR PELOS DIFERENTES GRUPOS E SUA DESIGNAÇÃO. ADAPTADO DE [8, 10] 46

TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS DE DIFERENTES GRUPOS DE PRODUTOS DA INDÚSTRIA ALIMENTAR PELAS PRINCIPAIS SUBCLASSES E SUA DESIGNAÇÃO. ADAPTADO DE [8, 10] 46

TABELA 3 - CADEIA DE FORNECIMENTO DO TRIGO. ADAPTADO DE [2] 48

TABELA 4 - PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SÊMOLA E RESPETIVAS FUNÇÕES (LEGENDA FIGURA 8) [21, 22, 26-32] 52

TABELA 5 - PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MASSAS SECAS CORTADAS E RESPETIVAS FUNÇÕES (LEGENDA FIGURA 9) [35-41] 52

TABELA 6 - EXPECTATIVAS E ESTRATÉGIAS DAS TRÊS GERAÇÕES DA MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE [53, 54] 56

TABELA 7 - PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA [60-62] 58

TABELA 8 - TIPOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA 59

TABELA 9 - PRINCIPAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MANUTENÇÃO CORRETIVA [60-62] 59

TABELA 10 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE [55, 58] 60

TABELA 11 - TIPOS DE CONSEQUÊNCIAS DE FALHAS FUNCIONAIS. ADAPTADO DE [53, 55] 64

TABELA 12 - REGISTO NUMÉRICO DA HIERARQUIA DE ATIVOS. ADAPTADO DE [53] 71

TABELA 13 - CRITÉRIOS, PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO E CATEGORIAS ASSOCIADOS AO FLUXOGRAMA DE CRITICIDADE. ADAPTADO DE [58] 73

TABELA 14 - CLASSIFICAÇÃO E ESCALA DA FREQUÊNCIA (F) DE FALHAS [58] 74

TABELA 15 - CLASSIFICAÇÃO E ESCALA DO IMPACTO OPERACIONAL (IO) [58] 75

TABELA 16 - CLASSIFICAÇÃO E ESCALA DO IMPACTO NA FLEXIBILIDADE OPERACIONAL (FO) [58] 75

TABELA 17 - CLASSIFICAÇÃO E ESCALA DO CUSTO DE MANUTENÇÃO (CM) [58] 75

TABELA 18 - CLASSIFICAÇÃO E ESCALA DO IMPACTO AMBIENTAL E SEGURANÇA (IAS) [58] 75

TABELA 19 - NÍVEIS DE CRITICIDADE DOS ATIVOS [58] 76

TABELA 20 - EXEMPLO DE UMA ESCALA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE. ADAPTADO DE [65] 84

TABELA 21 - EXEMPLO DE UMA ESCALA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE OCORRÊNCIA. ADAPTADO DE [65] 84

TABELA 22 - EXEMPLO DE UMA ESCALA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE DETEÇÃO. ADAPTADO DE [65] 85

TABELA 23 - CÁLCULO DE ÍNDICES OEE, DISPONIBILIDADE, EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO E QUALIDADE. ADAPTADO DE [55, 65, 84] 96

TABELA 24 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO, ÁREA DE APLICAÇÃO E MELHORES PRÁTICAS PARA "*BENCHMARKING*". ADAPTADO DE [55, 65, 81, 82] 98

TABELA 25 - SIMBOLOGIA BÁSICA DE UM FLUXOGRAMA [92, 94] 103

TABELA 26 - YTD DE 2017 DA TAXA DE AVARIA POR FÁBRICA E ÁREA DA CPA 116

TABELA 27 - YTD DE 2017 DA TAXA DE MANUTENÇÃO PLANEADA POR FÁBRICA DA CPA 117

TABELA 28 - QUADRO RESUMO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS OU OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA CPA 119

TABELA 29 - QUADRO RESUMO DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA OS PRINCIPAIS PROBLEMAS OU OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA CPA 120

TABELA 30 - EXCERTO DA CODIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ANTERIORES (ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO FEVEREIRO DE 2006) 130

TABELA 31 - EXCERTO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTOS DA FÁBRICA DE MASSAS 1, EMBALAMENTO, LINHA 1 DA CPA 131

TABELA 32 - EXCERTO DA HIERARQUIA DA CONFECIONADORA DA LINHA1, EMBALAMENTO, FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 133

TABELA 33 - EXCERTO DA CODIFICAÇÃO DAS FTCPA DOS GRUPOS DE ARTIGOS EQUIPAMENTOS 135

TABELA 34 - EXCERTO DA CODIFICAÇÃO DAS FTCPA DOS GRUPOS DE ARTIGOS COMPONENTES 135

TABELA 35 - PRIMEIRAS ONZE COLUNAS DO EXCERTO DA LISTA FINAL DE TAXONOMIA CARREGADA EM SISTEMA INFORMÁTICO 137

TABELA 36 - COLUNA 12 À 17 DO EXCERTO DA LISTA FINAL DE TAXONOMIA CARREGADA EM SISTEMA INFORMÁTICO 137

TABELA 37 - COLUNA 18 À 22 DO EXCERTO DA LISTA FINAL DE TAXONOMIA CARREGADA EM SISTEMA INFORMÁTICO 137

TABELA 38 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS ATIVOS E OS RESPETIVOS NÍVEIS DE AVALIAÇÃO 146

TABELA 39 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE A1 147

TABELA 40 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE A2 147

TABELA 41 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE B1 147

TABELA 42 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE B2 147

TABELA 43 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE C1 148

TABELA 44 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE CLASSE C2 148

TABELA 45 - MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DO CRITÉRIO QUALIDADE EM TRÊS NÍVEIS 149

TABELA 46 - AVALIAÇÃO DO NÍVEL DO ÍNDICE DE CRITICIDADE DO CRITÉRIO QUALIDADE 149

TABELA 47 - AVALIAÇÃO DO FATOR ÍNDICE DE FREQUÊNCIA (IF) PARA O CRITÉRIO QUALIDADE 150

TABELA 48 - AVALIAÇÃO DO FATOR ÍNDICE DE GRAVIDADE (IG) PARA O CRITÉRIO QUALIDADE 150

TABELA 49 - AVALIAÇÃO DO FATOR ÍNDICE DE CAPACIDADE DE DETEÇÃO (ICD) PARA O CRITÉRIO QUALIDADE 150

TABELA 50 - AVALIAÇÃO DO NÍVEL DO ÍNDICE DE CRITICIDADE DO CRITÉRIO DISPONIBILIDADE 151

TABELA 51 - AVALIAÇÃO DO FATOR INDISPONIBILIDADE PARA O CRITÉRIO DISPONIBILIDADE.....151

TABELA 52 - AVALIAÇÃO DO FATOR FREQUÊNCIA PARA O CRITÉRIO DISPONIBILIDADE.....151

TABELA 53 - AVALIAÇÃO DO FATOR QUEDA DE RITMO PARA O CRITÉRIO DISPONIBILIDADE.....152

TABELA 54 - MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DO CRITÉRIO SEGURANÇA EM TRÊS NÍVEIS 152

TABELA 55 - AVALIAÇÃO DO FATOR GRAVIDADE PARA O CRITÉRIO SEGURANÇA.....153

TABELA 56 - AVALIAÇÃO DO FATOR PROBABILIDADE PARA O CRITÉRIO SEGURANÇA.....153

TABELA 57 - AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE CRITICIDADE DO CRITÉRIO CUSTOS 154

TABELA 58 - MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DO CRITÉRIO COMPLEXIDADE TECNOLÓGICA EM TRÊS NÍVEIS 154

TABELA 59 - EXCERTO DA TAXONOMIA DE EQUIPAMENTOS COM CRITICIDADES DOS ATIVOS.....161

TABELA 60 - CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE GRAVIDADE UTILIZADOS NA CPA 171

TABELA 61 - CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE OCORRÊNCIA UTILIZADOS NA CPA 172

TABELA 62 - CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DETEÇÃO UTILIZADOS NA CPA 172

TABELA 63 - COMPARAÇÃO DE NÚMERO DE FALHAS ANALISADAS E CRITICIDADE GLOBAL DAS ANÁLISES FMEA DAS DIFERENTES FÁBRICAS/ÁREAS 188

TABELA 64 - EXCERTO DA LISTA DE AÇÕES E PROCEDIMENTOS ENVIADOS À PRODUÇÃO DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 191

TABELA 65 - EXCERTO DA LISTA DE CASOS DE ESTUDO E AÇÕES PONTUAIS SUGERIDOS À MANUTENÇÃO DA SEMOLARIA, E FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 193

TABELA 66 - QUADRO RESUMO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS PLANOS DE LUBRIFICAÇÃO, LIMPEZA E INSPEÇÕES DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 202

TABELA 67 - EXCERTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DA CONFECIONADORA DA LINHA 2 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 203

TABELA 68 - EXCERTO DA ROTINA DE MANUTENÇÃO PIM02, APLICADA À CONFECIONADORA DA LINHA 2 DO EMBALAMENTO DA FÁBRICA DE MASSAS 1 DA CPA 203

TABELA 69 - EXCERTO DAS AÇÕES DE ROTINA PARA A MANUTENÇÃO SUGERIDAS DAS ANÁLISES FMEA DA CONFECIONADORA L2 204

TABELA 70 - QUADRO RESUMO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS PLANOS DE LUBRIFICAÇÃO, LIMPEZA E INSPEÇÕES DA SEMOLARIA DA CPA.....208

TABELA 71 - EXCERTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DO ELEVADOR EL301 DA SEMOLARIA DA CPA.....209

TABELA 72 - EXCERTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DO *SASSOR* 4024 (S15/S20) DA SEMOLARIA DA CPA 209

TABELA 73 - INDICADOR TAXA DE AVARIA, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM DOS DADOS NA CPA.....220

TABELA 74 - INDICADORES COMPLEMENTARES À TAXA DE AVARIA ANALISADOS NA CPA 223

TABELA 75 - INDICADOR TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM DOS DADOS NA CPA 224

TABELA 76 - INDICADOR TAXA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA VS CORRETIVA, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM DOS DADOS NA CPA 225

TABELA 77 - INDICADOR OEE, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM DOS DADOS NA CPA 226

TABELA 78 - OBJETIVOS, SOLUÇÕES E ESTADO DAS AÇÕES IMPLEMENTADAS AO LONGO DO PROJETO (ESTADO VERDE SIGNIFICA IMPLEMENTADO E ESTADO AMARELO EM DESENVOLVIMENTO) 235

TABELA 79 - ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO E CONCLUSÕES DO TRABALHO REALIZADO (PARTE 1) 236

TABELA 80 - ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO E CONCLUSÕES DO TRABALHO REALIZADO (PARTE 2) 237

TABELA 81 - NECESSIDADE E SUGESTÕES DE MELHORIA FUTURAS 238

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 37

1.1 Enquadramento do Trabalho 37

1.2 Objetivos do trabalho 38

1.3 Metodologia de Investigação 39

1.4 Estrutura da Dissertação 40

1.5 Empresa de Acolhimento: Cerealis – Produtos Alimentares, S.A. 40

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 43

2.1 Introdução à Indústria Agroalimentar 43

2.1.1 Importância da Indústria Agroalimentar na Economia Mundial 43

2.1.2 Importância da Indústria Agroalimentar na Economia Nacional 44

2.1.3 Composição da Indústria Alimentar Nacional 45

2.1.4 Indústria Alimentar Baseada em Cereais 47

2.1.5 Tipos e Mercado de Massas Alimentícias 48

2.1.6 Processos e Equipamentos Usados na Produção de Sêmola 50

2.1.7 Processos e Equipamentos Usados na Produção de Massa Seca 53

2.2 Manutenção 55

2.2.1 Conceitos e funções da Manutenção 55

2.2.2 Evolução da Manutenção 55

2.2.3 Tipos de Manutenção 57

2.2.4 Níveis de Manutenção 60

2.2.5 RCM – Manutenção Centrada na Fiabilidade 61

2.2.6 Indicadores de Gestão da Manutenção 94

2.2.7 Custos na Manutenção 99

2.2.8 Sistema de Gestão de Manutenção Assistida por Computador 101

2.3 Ferramentas da Qualidade 102

2.3.1 Fluxograma 102

2.3.2 Diagrama de Pareto (Análise ABC) 103

2.3.3 Análise SWOT 104

2.3.4 Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama Ishikawa) 105

2.3.5 Análise 3C 105

3 ENQUADRAMENTO AO TRABALHO PRÁTICO 109

3.1 Caracterização da Empresa 109

3.1.1 Organização do Centro de Produção da Maia 111

3.1.2 Organização dos Departamentos da CPA 114

3.2 Caracterização do Problema 115

3.2.1 Análise Interna do Departamento de Manutenção 115

3.2.2 Análise dos Principais Indicadores de Desempenho do Departamento de Manutenção 116

3.2.3 Resumo dos Principais Problemas Identificados 119

3.3 Metodologia de Abordagem dos Problemas 120

3.3.1 Tempestade de Ideias 121

3.3.2 Metodologia Final a Aplicar 124

4 HIERARQUIA E TAXONOMIA DOS ATIVOS DA CPA 129

4.1 Material de Suporte 129

4.2 Hierarquia de Ativos 130

4.2.1 Desenvolvimento da Hierarquia de Ativos 131

4.2.2 Fichas Técnicas de Equipamentos e Componentes 134

4.3 Taxonomia de Ativos 136

4.3.1 Desenvolvimento da Taxonomia de Ativos 136

4.4 Resultados da Hierarquia e Taxonomia dos Ativos 138

5 CRITICIDADE DOS ATIVOS DA CPA 145

5.1 Metodologia de Criticidade dos Ativos da CPA 145

5.1.1 Método de Atribuição de Classe de Ativos 146

5.1.2 Parâmetros de Classificação dos Níveis de Avaliação 148

5.2 Preparação para Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA 155

5.3 Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA 156

5.4 Análise Crítica dos Resultados Obtidos 157

5.4.1 Fábricas de Massas 158

5.4.2 Semolaria 159

5.4.3 Fábrica de Bolachas ... 160

5.5 Resultados Práticos ... 161

5.6 Estratégia de abordagem mediante a criticidade ... 164

6 METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO CENTRADA EM FIABILIDADE (RCM) ... 169

6.1 Preparação Inicial da Análise FMEA e Lógica RCM ... 170

6.1.1 Carta FMEA ... 170

6.1.2 Critérios de Classificação de Risco (Gravidade, Ocorrência e Deteção) ... 171

6.1.3 Diagrama de Decisão (Lógica RCM) ... 173

6.1.4 Formação Inicial e Projetos Piloto ... 175

6.1.5 Formação da Equipa e Planeamento do Projeto ... 176

6.2 Análise FMEA e Aplicação da Lógica RCM ... 178

6.2.1 Preparação da Sessão FMEA ... 178

6.2.2 Sessão FMEA (Exemplo Prático) ... 179

6.2.3 Ajuste do documento FMEA (Revisão) ... 182

6.3 Tratamento da informação das análises FMEA ... 185

6.4 Resultados do processo RCM ... 187

6.4.1 Análise Crítica dos Resultados ... 188

6.4.2 Ações e Procedimentos Propostos – Produção ... 190

6.4.3 Casos de Estudo e Ações Pontuais – Manutenção ... 192

7 REVISÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E INDICADORES ... 199

7.1 Cenário 1 – Revisão e Otimização dos PMP do Embalamento Fábrica de Massas 1 ... 202

7.1.1 Avaliação dos PMP existentes ... 202

7.1.2 Revisão e Otimização dos PMP e Elaboração dos Procedimentos de Inspeções ... 203

7.1.3 Validação e Implementação dos Novos PMP ... 205

7.1.4 Análise Quantitativa dos PMP dos Ativos de Criticidade A ... 206

7.2 Cenário 2 – Revisão e Desenvolvimento dos PMP da Semolaria ... 208

7.2.1 Avaliação dos PMP Existentes e Identificação de Lacunas ... 208

7.2.2 Revisão, Otimização e Desenvolvimento dos PMP e Elaboração dos Procedimentos de Inspeções ... 210

7.2.3 Validação e Implementação dos Novos PMP ... 212

7.2.4 Análise Quantitativa dos PMP dos Ativos de Criticidade A ... 213

7.3 Resultados da Revisão dos PMP da CPA 215

7.4 Indicadores Existentes e Novos Indicadores Implementados 219

7.4.1 Indicadores Preexistentes e a Sua Evolução Global 219

7.4.2 Novos Indicadores Implementados 228

7.4.3 Conclusões da Análise dos Indicadores da Manutenção da CPA 231

8 CONCLUSÕES 235

8.1 Conclusões 235

8.2 Proposta de Trabalhos Futuros 238

9 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO 241

9.1 Bibliografia 241

10 ANEXOS 249

10.1 ANEXO 1 – Dados IAA 250

10.2 ANEXO 2 – Material RCM 253

10.3 ANEXO 3 – Mapas de Processo 254

10.4 ANEXO 4 – Hierarquia de Equipamento 257

10.5 ANEXO 5 – Lista da Taxonomia (Excerto Norma Interna) 260

10.6 ANEXO 6 – Lista da Taxonomia 264

10.7 ANEXO 7 – Criticidade de Ativos 268

10.8 ANEXO 8 – Lista de Equipamentos a Aplicar a FMEA 270

10.9 ANEXO 9 – Carta FMEA 273

10.10 ANEXO 10 – Folha de Critérios FMEA 274

10.11 ANEXO 11 – Cronograma do Desenrolar das Análises FMEA 275

10.12 ANEXO 12 – Análises FMEA 278

10.13 ANEXO 13 – Folha BD-FMEA 311

10.14 ANEXO 14 – Folha de ações sugeridas à produção 313

10.15 ANEXO 15 – Análise 3C (Exemplo de aplicação da ferramenta)..... 315

10.16 ANEXO 16 – PMP Anterior Embalamento 1 322

10.17 ANEXO 17 – PMP Novo Embalamento 1 324

10.18 ANEXO 18 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP do Emb. 1 327

10.19 ANEXO 19 - PMP Anterior Semolaria..... 328

10.20 ANEXO 20 – PMP Novo Semolaria..... 329

10.21 ANEXO 21 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP da Semolaria 331

10.22 ANEXO 22 – Análise de Indicadores na Cerealis (Manutenção)..... 332

10.23 ANEXO 23 – Indicadores de Desempenho da Manutenção da CPA Maia..... 338

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Trabalho

1.2 Objetivos do trabalho

1.3 Metodologia de Investigação

1.4 Estrutura da Dissertação

1.5 Empresa de Acolhimento: Cerealis – Produtos Alimentares, S.A.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Trabalho

A indústria alimentar assume um papel bastante importante na sociedade e economia portuguesa e mundial. Trata-se de um setor com elevada dispersão subsetorial e empresarial a nível nacional. A indústria alimentar baseada em cereais também está bastante enraizada na sociedade nacional, onde se destaca o trigo, com uma presença no mercado nacional de mais de dois terços dos cereais. A cadeia de fornecimento deste cereal apresenta um conjunto de etapas onde se salienta o processamento, que envolve vários processos associados a uma moagem, culminando na conceção de produtos finais. Um segmento destes produtos são as massas alimentícias, onde Portugal apresenta um balanço positivo de produção face ao consumo. Sendo um setor muito fértil a inovações e investimentos, apresentando um crescimento anual contínuo.

Em função desta tendência, e no sentido de cumprir as expectativas dos consumidores, é evidenciado o aumento na qualidade e diferenciação das matérias primas, processos de produção e produtos acabados. Os equipamentos envolvidos nos processos produtivos têm impacto em vários aspetos, desde o cumprimento de requisitos de qualidade e segurança, até à satisfação de prazos de entrega, passando também pela redução da variabilidade associada ao processo, garantindo a competitividade da organização.

Os equipamentos associados aos setores anteriormente descritos oferecem uma grande variabilidade a nível de vários fatores. No caso do setor da transformação de cereais, estes equipamentos apresentam um elevado nível de automatização, uma reduzida necessidade de mão de obra humana e capacidades produtivas elevadas, o que resulta em equipamentos robustos, complexos a nível tecnológico, no entanto, mecanicamente acessíveis. No setor das massas, que por sua vez se divide em fabrico e embalamento, os equipamentos também demonstram diferenças. No fabrico, à semelhança da transformação de cereais, os equipamentos são capazes de produzir elevadas quantidades, são robustos, muito automatizados e apresentam elevados sistemas de controlo da qualidade do produto, sendo elaborados a nível tecnológico e mecânico. O embalamento de massas apresenta equipamentos bastante complexos, com elevados níveis de automatização, no entanto, com necessidade laboral contínua para efetuar ajustes e abastecimento de materiais. Estes equipamentos são bastante exigentes a nível tecnológico e mecânico, estando associados a um elevado número de processos cíclicos com vista a embalar a massa produzida. Os equipamentos do embalamento devem ser capazes de responder eficientemente à capacidade produtiva do fabrico, implicando a maior disponibilidade possível.

Apesar das diferentes características identificadas nos equipamentos, estes devem ser capazes de assegurar os objetivos organizacionais, bem como potenciá-los. Neste sentido, é identificada

a necessidade de manter o seu estado de funcionamento desejado e de elevar a sua eficiência operacional, sendo essencial uma manutenção eficaz.

Numa organização com altos níveis de produção, o setor da manutenção tem elevada influência nos custos de fabrico, na qualidade do produto final, na flexibilidade do processo e na diminuição de prazos de entrega. Assim, a contínua atualização dos métodos de manutenção é fundamental para maximizar a disponibilidade e longevidade dos equipamentos, minimizar as paragens de produção decorrentes de avarias e garantir os níveis de qualidade pretendidos.

A presente dissertação engloba estudos e análises a estratégias e métodos de manutenção, com vista à restruturação da função manutenção numa empresa do setor alimentar. Espera-se desenvolver uma política de gestão de manutenção que reflita um aumento de fiabilidade, disponibilidade e segurança dos ativos, reduzindo a ocorrência de falhas e maximizando a utilização dos recursos de manutenção.

1.2 Objetivos do trabalho

O presente trabalho tem como principal objetivo a melhoraria operacional e de gestão da manutenção na empresa Cerealis – Produtos Alimentares, S.A.. Pretende-se através de uma análise, otimização e desenvolvimento de material e processos, obter uma reestruturação multifacetada da manutenção, a qual se deverá refletir na melhoria do serviço prestado por esta, aumentando a competitividade e produtividade da organização, e na garantia de maiores níveis de disponibilidade dos ativos, assegurando o cumprimento de prazos e boa imagem da organização.

O processo de melhoria pode ser traduzido nos seguintes objetivos práticos:

- Desenvolver uma ferramenta integrada no ERP (*Enterprise Resource Planning*) e documentação capaz de auxiliar os processos e ações diárias de manutenção;
- Gerar uma base de dados completa, com uma recolha simples e assertiva, capaz de auxiliar os processos de gestão da manutenção;
- Estabelecer uma criticidade dos equipamentos em função da sua importância para o processo produtivo, segundo critérios específicos e transversais a vários departamentos;
- Estudar a criticidade dos equipamentos e correspondente análise;
- Adequar os Planos de Manutenção Preventiva (PMP) dos equipamentos à criticidade estabelecida;
- Desenvolver indicadores financeiros, de modo a auxiliar o controlo do orçamento.

1.3 Metodologia de Investigação

Com vista a alcançar os objetivos anteriormente enumerados, foi desenvolvida e aplicada a seguinte metodologia de investigação, Figura 1:

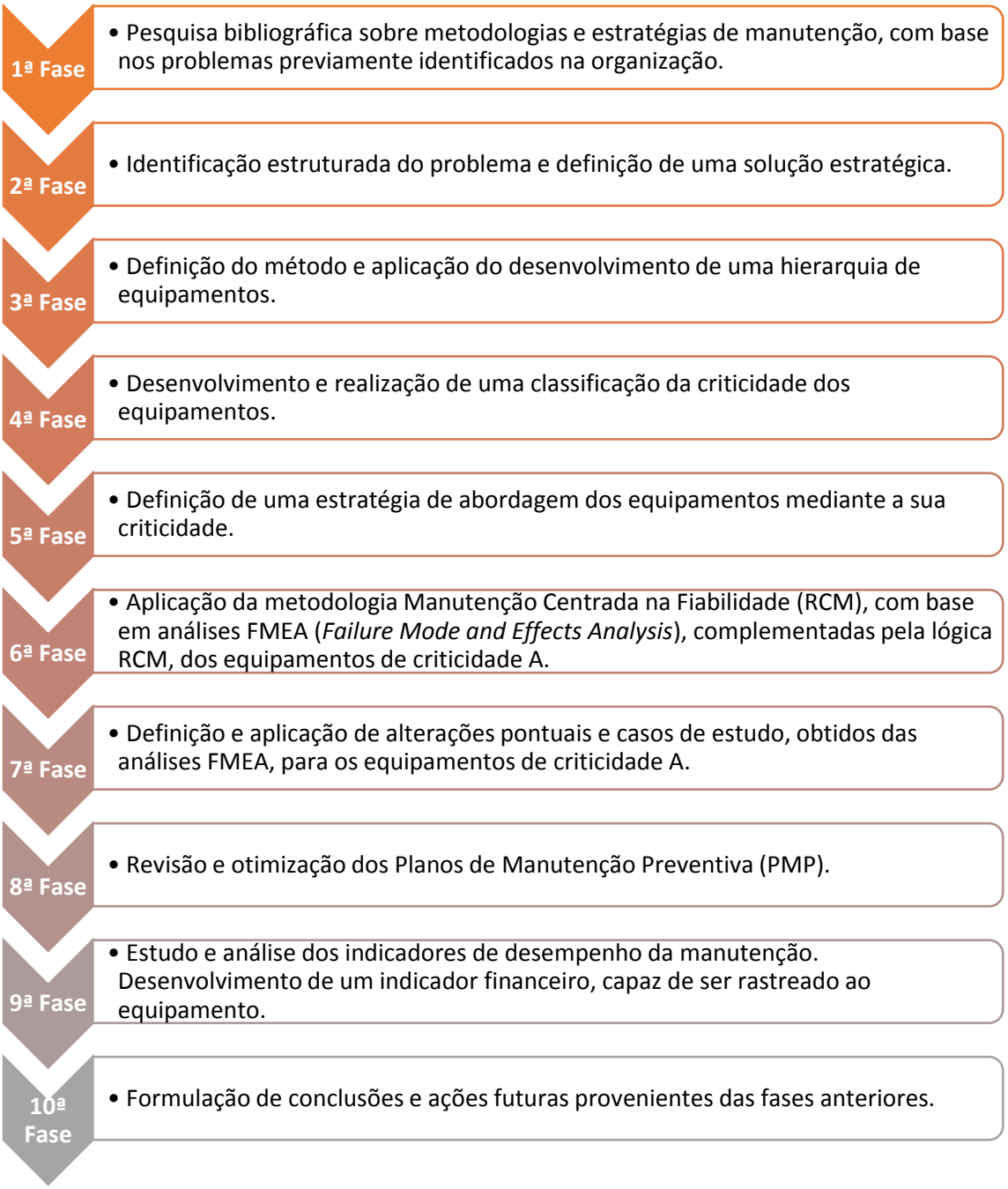


Figura 1 - Diferentes fases da metodologia de investigação

Algumas das fases desta metodologia implicaram um processo de análise e definição de uma estratégia de abordagem mediante os recursos e condições apresentadas. Destas, destacam-se a terceira, quarta, sexta e oitava fases, que apesar de distintas, de forma geral, envolveram as seguintes etapas:

1. Desenvolvimento de um método de abordagem customizado;
2. Formação das equipas técnicas e de gestão no método;
3. Aplicação conjunta do método;
4. Verificação e validação dos resultados obtidos.

Para finalizar, o último passo da metodologia foi a redação da presente dissertação.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação organiza-se em oito capítulos principais. O primeiro capítulo é constituído por uma introdução ao projeto, onde é efetuado o enquadramento temático deste, são definidos os seus objetivos, apresentadas as linhas gerais da metodologia seguida e, por fim, é retratada a estrutura do relatório.

O segundo capítulo, *Revisão Bibliográfica*, divide-se em três tópicos, sendo o primeiro uma introdução e contextualização à indústria agroalimentar. No segundo tópico, são apresentadas metodologias e estratégias de manutenção, provenientes de vários autores. No terceiro ponto, são abordadas ferramentas da qualidade, de modo a identificar-se as suas vantagens e aplicações. Este capítulo constituiu as bases para o desenvolvimento prático da dissertação, com fundamento em livros e publicações científicas da especialidade.

O corpo do trabalho, é constituído pelo terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo capítulos. No terceiro capítulo é caracterizada a empresa Cerealis e subsequentemente o problema a ser analisado e solucionado. Prontamente, nos seguintes capítulos são expostas as metodologias desenvolvidas e conclusões das várias soluções definidas. Sendo que o quarto capítulo aborda a hierarquia e taxonomia dos ativos, o quinto capítulo a criticidade destes mesmos ativos, o sexto capítulo uma Metodologia de Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM) e o sétimo capítulo uma revisão e otimização dos planos de manutenção preventiva e análise de indicadores.

Finalmente, o oitavo capítulo corresponde às *Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros*, onde são analisados os principais resultados do projeto, tanto para a organização como para o estagiário e, subsequentemente, são apresentadas ações futuras de preservação e melhoria dos materiais, métodos e ferramentas desenvolvidos.

1.5 Empresa de Acolhimento: Cerealis – Produtos Alimentares, S.A.

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e foi realizada em contexto de estágio no departamento de manutenção da empresa Cerealis – Produtos Alimentares, S.A., localizada em Águas-Santas, Maia. O estágio foi iniciado no dia seis de novembro de 2017 e decorreu até ao dia vinte sete de julho de 2018 (nove meses), sobre a orientação do engenheiro Manuel Gaspar, diretor da manutenção.

A empresa encontra-se apresentada em detalhe na secção 3.1.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução à Indústria Agroalimentar

2.2 Manutenção

2.3 Ferramentas da Qualidade

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução à Indústria Agroalimentar

O setor agroalimentar consiste no conjunto de atividades relacionadas com a transformação de matérias-primas em bens alimentares ou bebidas e a sua disponibilização ao consumidor final. Abrange atividades como a agricultura, a silvicultura, a indústria alimentar, a indústria de bebidas e a distribuição, sendo considerado como um setor altamente competitivo, em desenvolvimento e com elevado impacto a nível económico [1].

2.1.1 Importância da Indústria Agroalimentar na Economia Mundial

Em 2017, os gastos globais em comida e bebidas não alcoólicas atingiram 6,6 biliões de dólares dos Estados Unidos da América (US$), representando cerca de 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial [2].

Com base na Figura 2, que compara o mercado europeu com as principais economias do mundo, é possível denotar que este continente apresenta 17,3% da cota global de exportações do setor, sendo assim o maior exportador, em análise, de bens alimentares no ano de 2015.

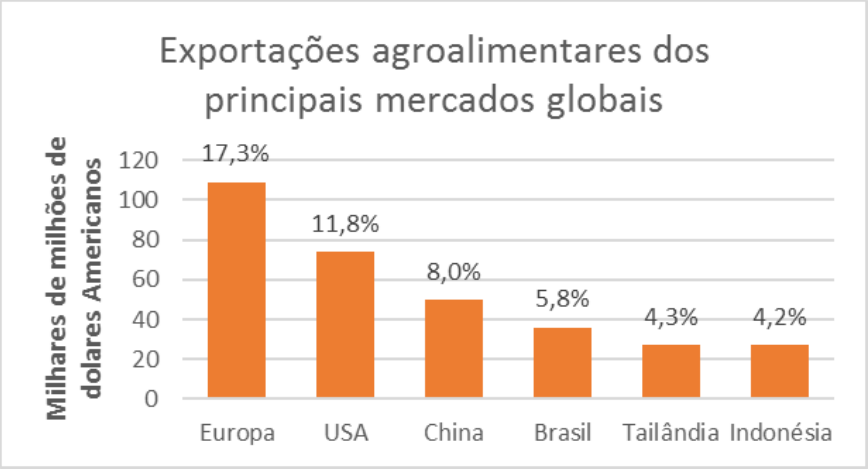


Figura 2 - Exportações agroalimentares dos principais mercados globais em 2015 [3]

Na Europa, o setor agroalimentar possui um valor de mercado de 1098 mil milhões de euros, sendo assim o maior setor industrial. Deste mercado, destaca-se essencialmente [3]:

- Ser o maior empregador, com cerca de 15% do emprego da indústria europeia, contabilizando 4,24 milhões de pessoas empregadas;
- Contabiliza 289 mil empresas;
- Representa 1,7% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) europeu.
- Exporta 102 mil milhões de euros, o que representa 17,3 % da exportação europeia;
- Importa 71,9 mil milhões de euros, perfazendo um saldo positivo de 30,1 mil milhões de euros.

2.1.2 Importância da Indústria Agroalimentar na Economia Nacional

O setor agroalimentar nacional caracteriza-se por possuir uma grande dispersão subsetorial e empresarial, sendo no seu todo vital para a economia europeia e portuguesa. Nos anos de 2011 e 2012, a Indústria Agroalimentar (IAA) apresentou o seguinte peso na economia nacional [1, 4]:

- Aproximadamente 4,1% do PIB português em 2012;
- Contribuiu para aproximadamente 12% do emprego nacional em 2011;
- Cerca de 8,4% das exportações nacionais em 2012;
- Cerca de 14,4% nas importações em 2012.

Em 2012, foi a indústria transformadora que mais contribuiu para a economia nacional, cerca de 20% do total da indústria, com um volume de negócios de 14,6 mil milhões de euros e um VAB de 2,6 mil milhões de euros. Destaca-se também a nível de empregabilidade, sendo a segunda indústria transformadora que mais emprega em Portugal, com mais de 100 mil postos de trabalho [5]. Na Figura 3, pode ser observada uma comparação face às cinco principais indústrias transformadoras a nível de volume de negócio, VAB e empregabilidade.

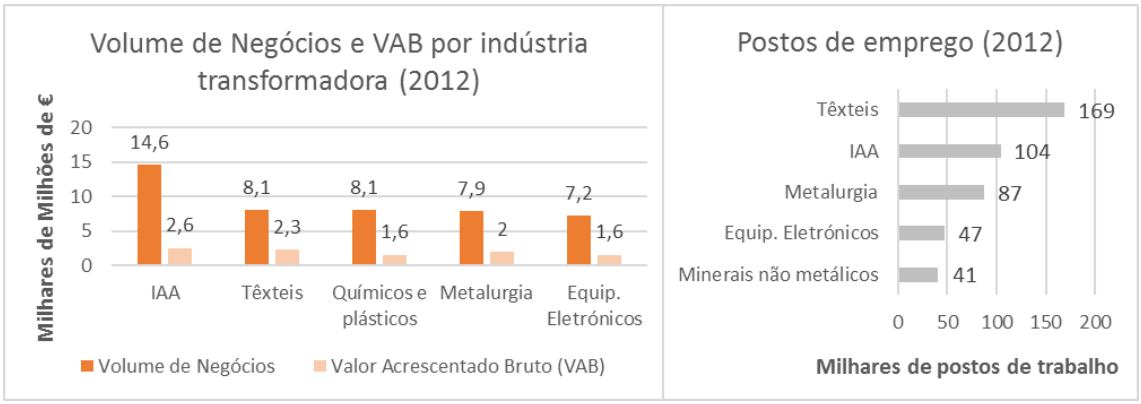


Figura 3 - Volume de negócios e VAB dos cinco principais setores da indústria transformadora em 2012 (à esquerda) e pessoas empregues nos cinco principais setores da indústria transformadora em 2012 (à direita). Adaptado de [5]

Na atualidade, a IAA em Portugal tem vindo a aumentar o seu volume de negócio e VAB, como pode ser observado na Figura 4. Este setor, em 2017, era constituído por 11322 empresas, maioritariamente de pequena e média dimensão, empregando 111956 pessoas e representando um volume de negócio de 15916 milhões de euros [6].

A IAA tem contribuído para o equilíbrio da balança comercial, registando desde 2013 uma taxa de crescimento das exportações superior às importações, como pode ser deduzido da Figura 4 [5-7]. Ainda assim o saldo do volume de negócios das exportações e importações contínua a ser deficitário, contribuindo negativamente para o saldo comercial da economia nacional [1].

Os dados anteriormente apresentados demonstram a importância da indústria agroalimentar na economia nacional. Sendo um setor sólido, representando cerca de 13,6% do total da indústria portuguesa e com perspetivas de crescimento nos próximos anos [4, 8, 9].

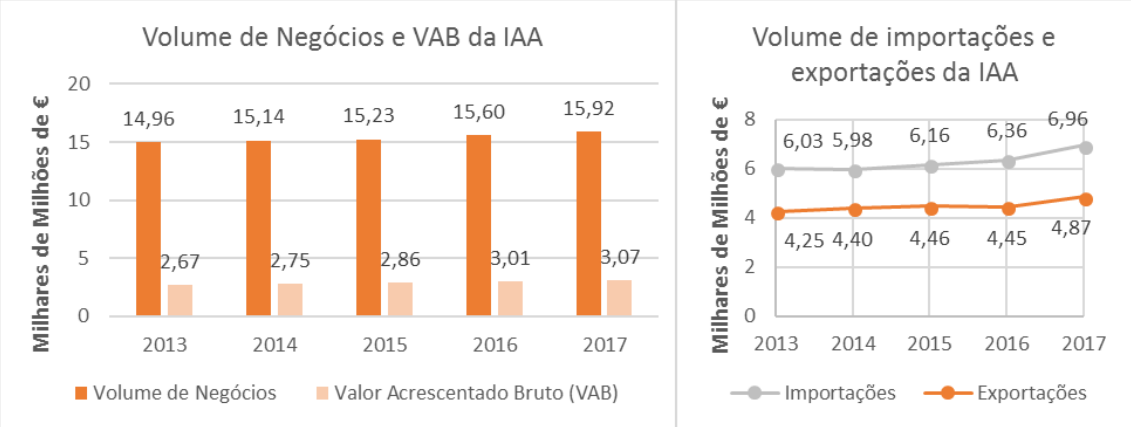


Figura 4 - Volume de negócios e VAB da IAA de 2013 a 2017 (à esquerda) e volume de importações e exportações da IAA de 2013 a 2017 (à direita). Adaptado de [6]

2.1.3 Composição da Indústria Alimentar Nacional

Segundo a "Classificação Portuguesa das Atividades Económicas" em vigor, definida em [10], a divisão indústria alimentar integra a secção das indústrias transformadoras. Esta divisão encontra-se subdivida em 9 grupos, que por sua vez estão divididos em classes e subclasses. Na

Tabela 1, é possível analisar a divisão em grupos, bem como o seu peso percentual na indústria alimentar segundo as estatísticas disponíveis em [8].

Tabela 1 - Distribuição das vendas totais de produtos da indústria alimentar pelos diferentes grupos e sua designação. Adaptado de [8, 10]

Divisão	Grupo	Peso das Vendas de Produtos
10. Indústrias Alimentares	101. Abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne	**21,1%**
	102. Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos	**9,8%**
	103. Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas	**9,5%**
	104. Produção de óleos e gorduras animais e vegetais	**7,9%**
	105. Indústria de lacticínios	**11,8%**
	106. Transformação de cereais e leguminosas; fabricação de amidos, de féculas e de produtos afins	**4,8%**
	107. Fabricação de produtos de padaria e outros produtos à base de farinha	**13,3%**
	108. Fabricação de outros produtos alimentares	**9,6%**
	109. Fabricação de alimentos para animais	**11,4%**

Tabela 2 - Distribuição das vendas de diferentes grupos de produtos da indústria alimentar pelas principais subclasses e sua designação. Adaptado de [8, 10]

Grupo	Classe	Subclasse	Peso das Vendas de Produtos
105	1051	10510. Indústrias do leite e derivados	**11,2%**
109	1091	10910. Fabricação de alimentos para animais de criação	**10.8%**
107	1071	10710. Panificação e pastelaria	**10,2%**
102	1020	10200. Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos	**9,8%**
101	1011	10110. Abate de gado (produção de carne)	**8,9%**
106	1061	10611. Moagem de cereais	**2,7%**
107	1073	10730. Fabricação de massas alimentícias, cuscuz e similares	**0,7%**

Na Tabela 2, pode-se observar a divisão de alguns grupos em classes e subsequentemente em subclasses. A divisão completa encontra-se no Anexo 1. Nesta listagem, destaca-se a "Indústrias do leite e derivados" com 11,2% das vendas de produtos da indústria alimentar no ano de 2016. Encontram-se também representadas as sublcasses "Moagem de cereais" e "Fabricação de massas alimentícias, cuscuz e similares", com um peso de 2,7% e 0,7%, respetivamente. Estas duas subclasses serão exploradas nos capítulos seguintes.

2.1.4 Indústria Alimentar Baseada em Cereais

Do ponto de vista agrícola, e segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - OCDE [11], o mercado dos cereais pode ser dividido em quatro principais categorias, o milho, o trigo, o arroz e outros (centeio, aveia, etc.) [12]. Como se pode analisar na Figura 5, existe uma relação muito próxima entre a quantidade produzida e consumida de cereais a nível mundial. O cereal que se destaca pela quantidade produzida é o milho, com 1014,3 milhões de toneladas produzidas em média por ano, durante 2013 a 2015, seguido pelo trigo, que obteve uma produção anual média de 720,3 milhões de toneladas.

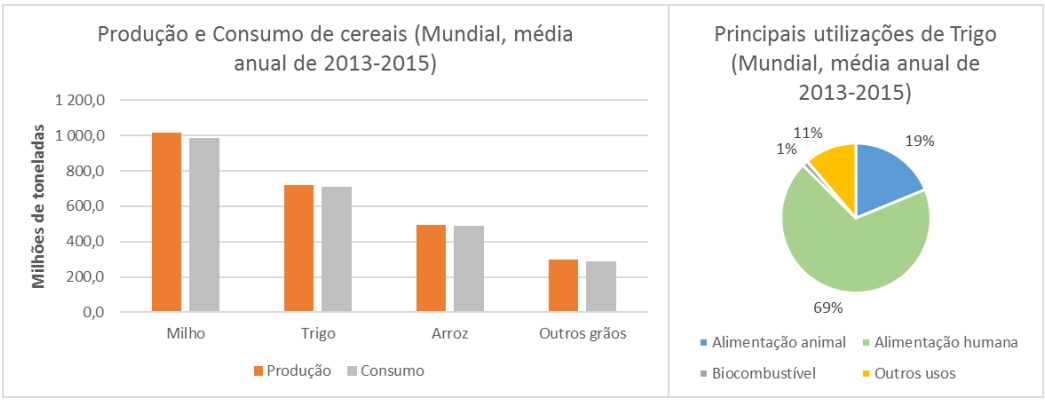


Figura 5 - Quantidade mundial produzida e consumida dos principais cereais entre 2013 a 2015 (à esquerda) e principais utilizações do cereal trigo (à direita). Adaptado de [11]

A nível nacional, o cenário é completamente diferente, como pode ser observado na Figura 6, onde, durante os anos de 2013 a 2015, Portugal obteve uma produção anual média de 1,3 milhões de toneladas de cereais e uma quantidade média importada de 4,1 milhões de toneladas. Estes números, aliados ao aumento das exportações dos cereais nacionais entre 2012 a 2016, contribuíram para uma forte dependência da importação. Em 2016, 86,1% das necessidades nacionais de cereais provieram da importação [12].

Também na Figura 6, constam as disponibilidades diárias de cereais por habitante português, sendo que, em média entre 2012 a 2016, cada habitante tinha disponível para consumo 338,7 gramas por dia. Destes, 69,4% eram trigo, sendo este o principal cereal disponível e consumido em Portugal [12]. Em 2013, o consumo deste cereal decresceu 6,5%, aumentando 2,1% entre 2012 e 2016. Este aumento é instigado pelos vários usos deste cereal, como pode ser observado na Figura 5, destacando-se os 69% para alimentação humana.

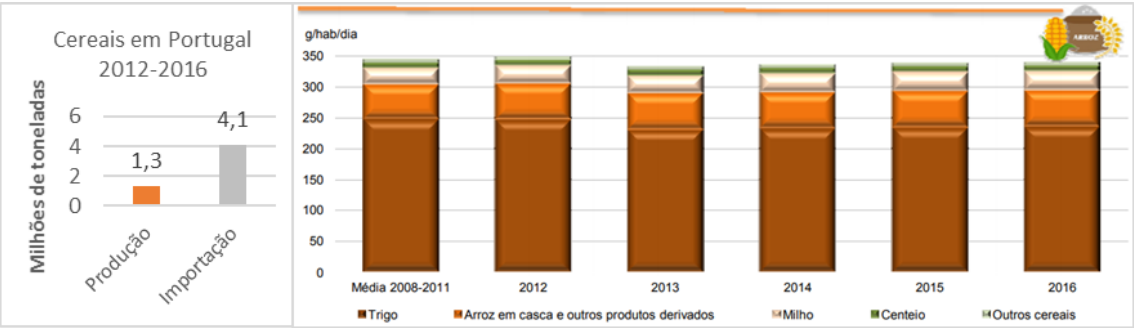


Figura 6 - Quantidade produzida e importada de cereais em Portugal entre 2012 a 2016 (à esquerda) e disponibilidades diárias por habitante português de cereais (à direita). Adaptado de [12]

2.1.4.1 *Trigo*

O trigo é, geralmente, classificado em duas espécies: o trigo comum, que inclui o trigo de inverno e de primavera e cujas principais utilizações são o fabrico de pão, farinha e outros produtos alimentares. O trigo duro, que apresenta grãos mais duros quando moído, dá origem a derivados de sêmola, e o principal uso é o fabrico de massas alimentícias [13]. Este cereal, apresenta um enorme número de produtos diretos, produtos indiretos, processos e partes interessadas. Assim, fica importante analisar-se a sua cadeia de fornecimento, que se encontra sintetizada na Tabela 3.

Nos capítulos seguintes, serão analisados detalhadamente exemplos específicos dos processos que envolvem transformações, sendo estes o processamento e a conceção e ainda os seus equipamentos. Será também explorado o mercado das massas alimentícias, um dos produtos da etapa de conceção do trigo.

Tabela 3 - Cadeia de fornecimento do trigo. Adaptado de [2]

Processo	Cultivo	Processamento	Conceção	Distribuição
Atividade	Plantação Colheita Secagem inicial	Armazenagem, pesagem, limpeza e classificação. Separar a casca do grão.	Novo processo de transformação. Embalamento. Aplicar marca.	Logística. Vendas B2B (*Business to Business*). Vendas B2C (*Business to Client*).
Partes interessadas	Agricultores	Moagens.	Indústria transformadora.	Retalhistas. Grossistas. Indústria alimentar.
Produtos principais	Grãos de trigo	Farinha e sêmola. Sêmea de trigo. Gérmen de trigo. Óleo de gérmen de trigo.	Pão e pastelaria Massa. Cereais de pequeno almoço.	Pão. Massa. Cereais de pequeno almoço.
Outros produtos	-	Cascas (usadas para combustível).	Vodca. Cerveja.	Outros.

2.1.5 Tipos e Mercado de Massas Alimentícias

Com base na "Classificação Portuguesa do Consumo Individual por Objetivo 2009", as massas alimentícias, juntamente com outras cinco subclasses, compõem a classe de "Cereais, pão e outros produtos à base de cereais". Esta subclasse "Massas alimentícias, bases de massas e similares" pode ser dividida em três categorias, sendo estas [14]:

- **Massas alimentícias secas**: Compreende massas alimentícias secas não cozinhadas de vários tipos, como massas cortadas (espiral, estrelinha, cotovelinhos, etc.), massas longas (esparguete, talharim, etc.), meadas e enroladas (aletria, *fettuccini*, etc.), e ainda massa de forno (lasanha seca). As massas secas são compostas essencialmente por trigo

duro moído, a sêmola, mas incluem também massas adicionadas de substâncias como ovo, tomate, espinafre, beterraba, farinha de trigo mole e outros produtos [14, 15].

- **Massas alimentícias refrigeradas ou congeladas e preparações à base de massas**: Inclui massas alimentícias refrigeradas ou congeladas, adicionadas ou não de substâncias como ovo, cenoura, carne, peixe e outros produtos, tendo como exemplo, lasanha, canelones pré-confecionados e pizzas congeladas. Estes produtos necessitam posterior cozedura.
- **Bases de massas e similares**: Contêm massas para conceção doméstica de tartes, pizzas e empadas. Como massa folhada, massa quebrada, massa brioche, base para pizzas e base para tartes.

No estudo apresentado em A.A.C. [16], tendo em conta o valor anual de vendas de massas alimentícias por categorias na Europa nos anos de 2006, 2007 e 2008, é possível concluir que a categoria massas secas representa 68,9%, 68,5% e 68,4% do mercado total de massas, respetivamente, sendo esta a principal categoria no mercado de massas alimentícias.

Segundo Skelly [17], o mercado das massas alimentícias secas mundial atingiu um consumo de 13 milhões de toneladas em 2016, correspondendo a um total de 23 mil milhões de US$ gastos. Sendo um produto já enraizado no consumo mundial, existem várias oportunidades de crescimento e inovação na área, sendo que desde o ano 2011 a 2016, este setor tem apresentado um crescimento anual médio de 1% [17].

Na Figura 7, pode-se analisar a quantidade produzida e consumida de massa seca para os cinco maiores produtores de massa mundial, e também Portugal. A nível mundial, destacam-se essencialmente Itália e os Estados Unidos da América (EUA) como produtores, sendo responsáveis por aproximadamente 40% da massa produzida em 2016 [17, 18]. Em geral, existe um balanço positivo entre produção e consumo, à exceção dos USA. Neste domínio, Portugal apresenta uma diferença positiva de aproximadamente 8 milhares de toneladas. Quanto ao consumo por habitante, Portugal apresenta 6,6 kg de massa consumidos por habitante em 2016, estando próximo dos valores registados pelos países do *top* 5 produtores mundiais, à exceção de Itália, que se destaca acentuadamente com 23,5 kg por habitante.

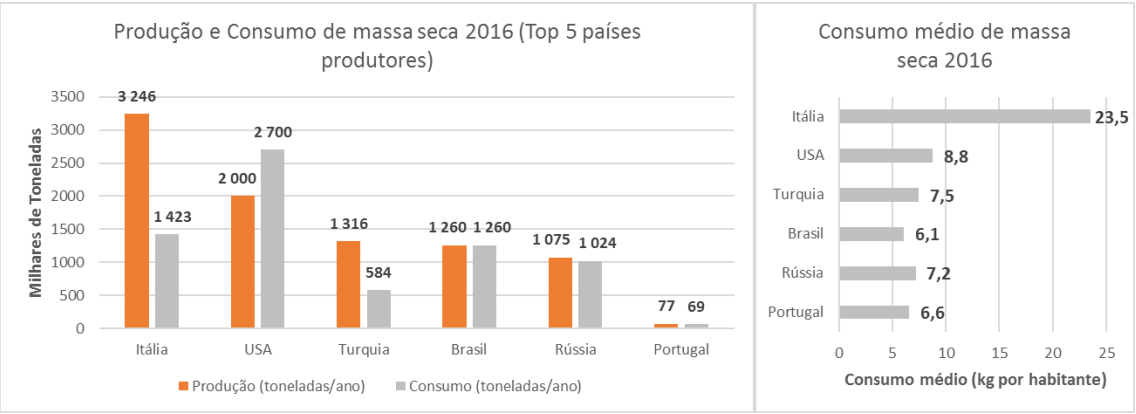


Figura 7 - Quantidade produzida e consumida de massa seca em 2016 (à esquerda) e consumo médio por habitante (à direita). Adaptado de [18-20]

2.1.6 Processos e Equipamentos Usados na Produção de Sêmola

A sêmola é obtida através da moagem de trigo duro. Este processo difere da moagem de grãos de cereais convencionais, uma vez que o seu produto final principal é a sêmola, não a farinha. No entanto, os processos de produção destes tipos de cereais são semelhantes, partilhando os mesmos equipamentos e variando essencialmente nas atividades de humidificação, perolização e moagem [13, 21]. Na Figura 8, é possível observar o processo de produção de sêmola, em particular as atividades que o constituem, respetivos equipamentos principais e transformações do produto.

O trigo duro chega à organização transformadora, sendo transportado por camião, comboio ou navio. Após ser descarregado deve ser encaminhado para o início do processo. Este como os outros transportes internos, é efetuado por intermédio de elevadores, transportadores de correntes, tapetes transportadores, transporte pneumático ou transportadores helicoidais, conforme pode ser analisado em (T).

A primeira etapa do processo consiste na receção, pré-limpeza e armazenamento do trigo duro (A), dado que os grãos fornecidos possuem impurezas e materiais estranhos (P1), provenientes da colheita deste. Essas contaminações devem ser removidas de modo a garantir um processo de produção seguro e maior vida útil dos equipamentos (P2). De seguida, o trigo duro deve ser armazenado em silos até à próxima etapa [13, 21].

Por sua vez, o trigo deve ser sujeito a uma limpeza otimizada (B), retirando assim todas as impurezas antes da fase de perolização e moagem. Os equipamentos identificados nesta etapa (B) permitem remover contaminações como sementes estranhas, pedras, pedaços de madeira, materiais ferrosos, poeira e palha com base em variações de peso, dimensão, cor ou propriedades magnéticas, aumentando significativamente a pureza do produto (P3). Posteriormente, o produto deve ser condicionado (B), processo que consiste numa primeira fase de humidificação do trigo duro, onde é adicionada água aos grãos e uma segunda fase onde o trigo húmido é armazenado por um período de 6 a 8 horas, de modo que a água penetre no grão e este atinja o grau de humidade desejado [21, 22].

Em seguida, o trigo húmido passa por um processo de perolização (C), que consiste numa segunda limpeza. Esta operação remove até 10% da casca da semente, obtendo-se uma diminuição do teor de cinzas, sêmea, cascas e contaminação microbiológica, contribuindo para uma maior segurança alimentar, rendimento e qualidade do produto final.

A etapa seguinte é a moagem (D), onde o trigo é moído em vários moinhos de cilindros, consecutivos. Após cada moinho, as diferentes porções da semente são separadas por peneiras, centrifugadoras de sêmea e sassores (D3) que removem os materiais estranhos por diferenciação de tamanhos, movimentos centrífugos e por peneiras de fluxo de ar, respetivamente. O processo de moagem e peneira é repetido diversas vezes, resultando no produto final, a sêmola, e outros subprodutos como farinhas de diferentes qualidades e sêmea [21, 23, 24].

Na última fase do processo (E), a sêmola é armazenada em silos e, quando existir a necessidade deve ser cuidadosamente pesada e expedida, através de ensacamento ou descarregando diretamente em camiões [13, 21].

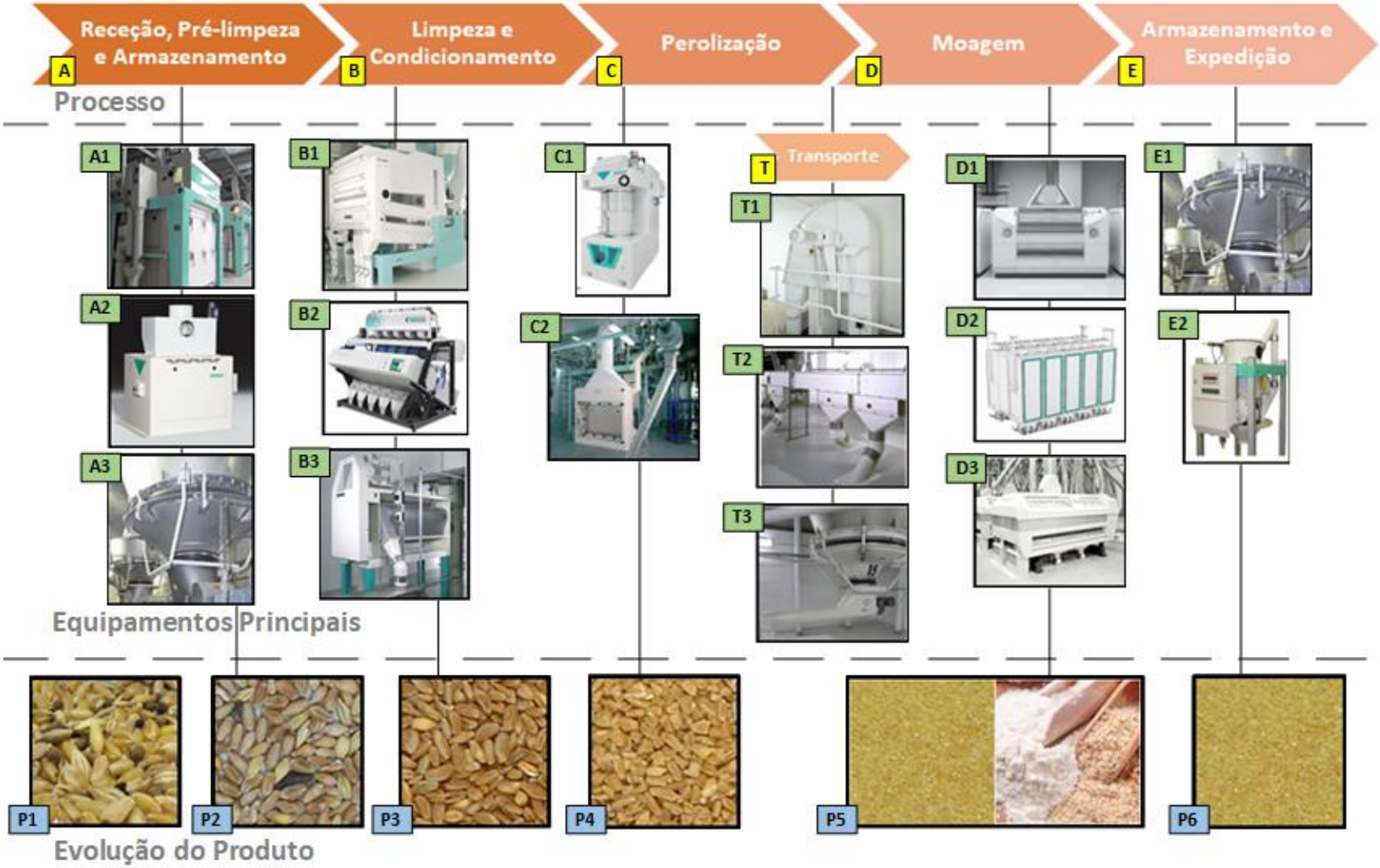


Figura 8 - Esquema do processo de produção de sêmola, principais equipamentos e transformações do produto. Adaptado de [13, 21-26]. Imagens obtidas de [22, 27-34].

As identificações e funções dos principais equipamentos da Figura 8 e Figura 9, podem ser observadas Tabela 4 na e Tabela 5, respetivamente.

Tabela 4 - Principais equipamentos do processo de produção de sêmola e respetivas funções (legenda Figura 8) [21, 22, 26-32]

Etiqueta	Identificação e Função do Equipamento
A1	**Máquina Limpeza TAS**: Limpeza grossa do produto rececionado através de peneiração e aspiração.
A2	**Íman de tambor**: Separação de partículas ferrosas do produto rececionado.
A3; E1	**Silo e vibro-extrator**: Armazenar e descarregar eficientemente o produto armazenado.
B1	**Limpador combinado**: Remover impurezas através de 4 estágios de peneiração e aspiração.
B2	**SORTEX**: Seriação e limpeza ótica dos grãos de produto (cor, forma e tamanho), remoção de várias impurezas.
B3	**Humidificador helicoidal duplo**: Humidificar e misturar homogeneamente o produto.
C1	**Perolizadora**: Desgaste por abrasão da casca do grão.
C2	**Canal de aspiração**: Seleção e separação de partículas leves do grão.
D1	**Moinho de 4 rolos**: Moer o trigo. Desgaste e trituração gradual do grão.
D2	***Plansifter***: Peneirar e segregar produtos à base de cereais já triturados.
D3	**Purificador**: Limpeza e classificação dos produtos triturados após moagem.
E2	**Balança doseadora**: Medidor de caudal mássico (peso e velocidade) de fluxo do produto a ser transferido.
T1	**Elevador de cinto**: Transportes verticais, normalmente longos percursos (3-60m), capacidade máxima de 200 toneladas hora.
T2	**Esteira de transporte**: Transportes horizontais de médios a longos percursos (2-75m) capacidade máxima de 200 toneladas hora.
T3	**Transportador helicoidal**: Transporte e dosagem de produtos, pequenos percursos (até 4m), normalmente horizontais podendo ter inclinação vertical.

Tabela 5 - Principais equipamentos do processo de produção de massas secas cortadas e respetivas funções (legenda Figura 9) [35-41]

Etiqueta	Identificação e Função do Equipamento
A1	**Balança Doseadora**: Medição e regulação contínuas de caudal mássico da mistura de sêmola e outros ingredientes.
A2; B1	**Prensa**: Misturar as matérias-primas, comprimir, remover o ar, extrudir e cortar dando forma à massa.
C1	**Secador**: Regular e controlar os níveis de humidade e temperatura na massa, reduzindo a humidade final da massa para níveis desejados.
D1	**Arrefecedor**: Arrefecimento gradual da massa até à temperatura de armazenamento, sem que haja condensação.
D2	**Silos de massa**: Armazenar e distribuir eficientemente a massa.
E1	**Balança**: Controlar o peso e dosear a massa a embalar.
E2	**Confecionadora**: Colocar o produto em pacotes selados, devidamente identificados e com data de validade.
F1	**Encartonadora**: Colocar os pacotes de massa em caixas de cartão, devidamente identificadas e seladas.
G1	**Armazém**: Armazenar paletes carregadas até à expedição.

2.1.7 Processos e Equipamentos Usados na Produção de Massa Seca

O processo de conceção de massa alimentar seca é essencialmente constituído por duas fases, o fabrico e o embalamento. De salientar, que existem variações no processo de conceção para massas longas e para massas cortadas. As diferenças estão essencialmente nos equipamentos utilizados para cada tipo de massa. No esquema da Figura 9 está representado o processo de conceção de massas secas cortadas, os seus principais equipamentos e fases do produto.

Conforme se pode analisar da Figura 9, os produtos iniciais (sêmola, água e outros) são inicialmente misturados e amassados (A), de modo a obter-se uma mistura de sêmola homogeneamente hidratada, com cerca de 31% de humidade. Esta fase é composta por três operações: a pré-misturação, a misturação principal e a misturação de vácuo. Na última, é retirado o ar da mistura, por intermédio de vácuo, de modo a remover-se os efeitos das bolhas de ar na mistura, como a diminuição da resistência mecânica e a aparência esbranquiçada do produto final [42-44].

A etapa seguinte consiste na extrusão (B), que compacta e comprime a mistura contra o molde, onde esta adquire o seu formato final e, subsequentemente, é cortada na dimensão requerida. Este processo de extrusão gere o ritmo de produção e tem impacto direto sobre a qualidade final do produto. Deste modo, deve ser devidamente controlado. A temperatura das câmaras de extrusão e cabeças de moldes é ajustada por mecanismos de controlo de temperatura dedicados, de modo a manter uma temperatura constante, que não deve ultrapassar os 51 °C, sob pena da massa ser danificada ou colar aos moldes [43]. Tanto a etapa (A) como (B), são efetuadas num equipamento denominado prensa (A2; B1) pelos fabricantes, que consiste num sistema integrado e complexo [42].

Por sua vez, a massa deve ser submetida a um processo de secagem (C), que segundo MRI [43] é o processo mais crítico e difícil de controlar. O objetivo do secador é diminuir a humidade na massa, de aproximadamente 31% para cerca de 13%, sendo alcançado através de um conjunto consecutivo de secagens, a níveis de temperatura e humidade diferentes [44]. Trata-se de uma operação gradual e demorada, que no caso das massas cortadas é efetuada em tapetes transportadores e demora em média 4 a 6 horas, e no caso das massas compridas é efetuado em canas e prolonga-se por 8 a 12 horas [42]. Após a secagem, obtém-se um produto com melhor aspeto, textura e menor concentração de microrganismos.

De seguida, a massa deve ser arrefecida até à temperatura ambiente (D), onde passa por um tratamento de ar frio para estabilizar o produto. Após o arrefecimento, o produto pode ser encaminhado diretamente para o embalamento, no entanto, por norma, é efetuada a ensilagem, finalizando qualquer reminiscência da estabilização da massa e mantendo produto em inventário, pronto para embalar [15, 42, 43]. A fase seguinte consiste no embalamento do produto, que se inicia pelo empacotamento (E), onde se dá o controlo específico do peso do produto e a colocação deste em pacotes de plástico devidamente identificados com a marca, data de validade, informação nutricional e outras características.

Para finalizar, a massa empacotada deve ser colocada em caixas de cartão (F) e consecutivamente em paletes (G), de modo a facilitar o armazenamento e expedição [15, 43].

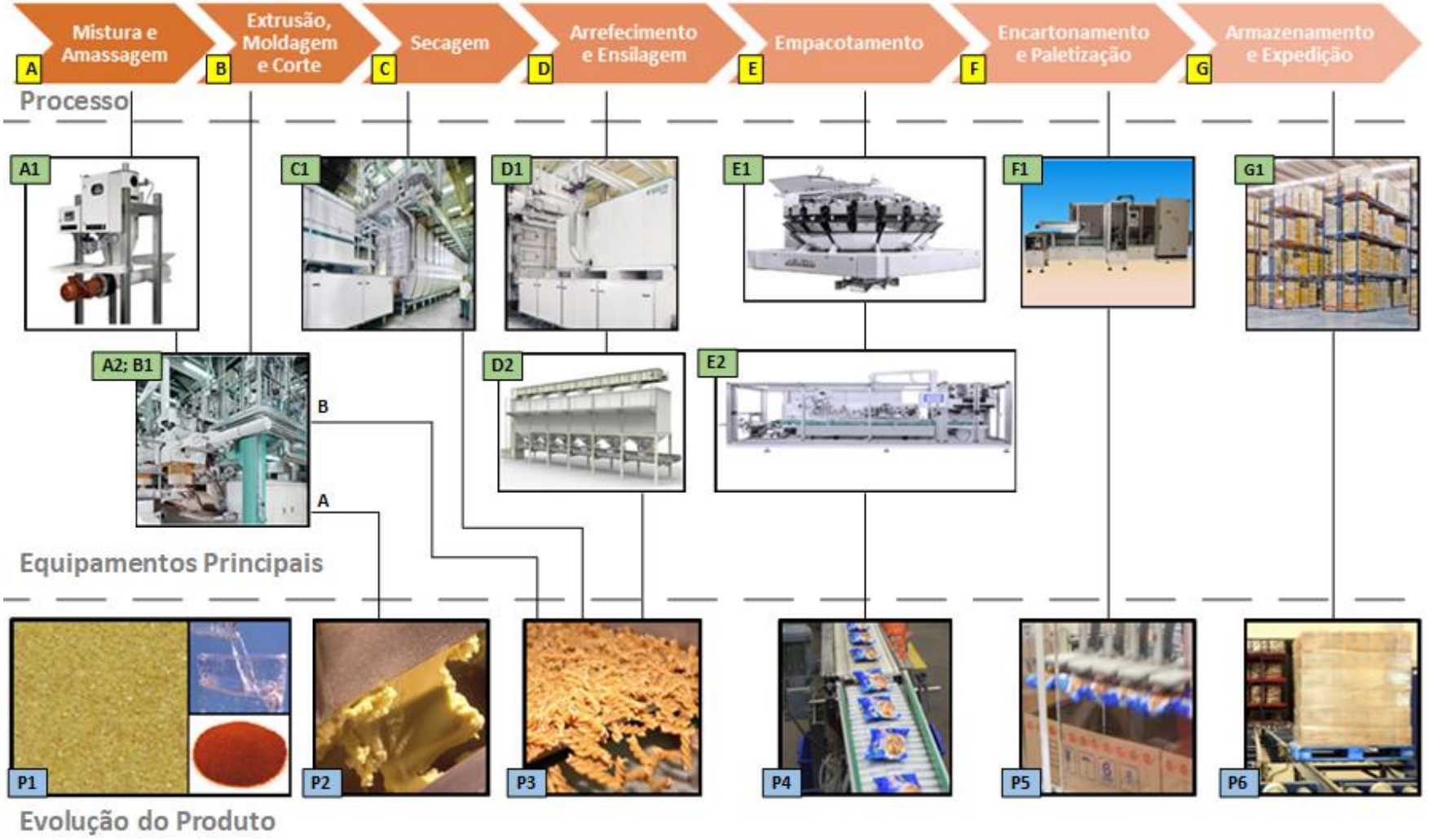


Figura 9 - Esquema do processo de produção de massas secas cortadas, principais equipamentos e transformações do produto. Adaptado de [15, 42-44]. Imagens obtidas de [35-41, 45-48]

2.2 Manutenção

2.2.1 Conceitos e funções da Manutenção

Segundo a norma europeia EN 13306:2010, "manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão aplicadas durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida" [49].

A manutenção pode ser entendida como a maximização da disponibilidade, desempenho e longevidade dos equipamentos, reduzindo as paragens de produção devidas a avarias, bem como assegurar os níveis de qualidade do trabalho prestado pelos mesmos [50]. Em Mobley [51], a esta definição é imputável o papel de evitar prejuízos causados por equipamentos ou problemas relacionados com o sistema.

Em suma, a principal responsabilidade da manutenção é prestar um serviço que permita à organização onde se encontra inserida, atingir os seus objetivos. As responsabilidades específicas variam entre organizações, no entanto, de acordo com Duffuaa and Raouf [52], estas geralmente contemplam os seguintes tópicos:

1. Manter bens e equipamentos em boas condições, bem configurados e em segurança para desempenhar a função requerida;
2. Realizar várias atividades de manutenção, tais como preventivas, preditivas, corretivas, inspeções e melhorias de modo eficaz e eficiente;
3. Armazenar e controlar o uso de materiais e peças suplentes;
4. Intervenção em novas plantas e expansões das infraestruturas;
5. Gestão de utilidades e conservação de energia.

De modo a atingirem-se os objetivos e responsabilidades acima enumerados, é necessário existir uma Gestão da Manutenção alinhada com os objetivos organizacionais. A Gestão da Manutenção engloba "todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos"[49].

2.2.2 Evolução da Manutenção

Nos últimos 20 anos, a manutenção tem passado por várias alterações que a conduziram a uma evolução consciente e exponencial. Estas alterações consistiram no aumento considerável de ativos físicos (equipamentos e infraestruturas) a serem mantidos, bem como a sua diversidade, a complexidade de novos projetos, desenvolvimento de novas técnicas de manutenção e mudanças a nível de organização e responsabilidades da manutenção.

As expectativas sobre a manutenção também aumentaram, sendo que estas exigem uma consciencialização sobre impactos de potenciais falhas no ambiente e segurança, a relação entre manutenção e qualidade do produto e uma maior pressão para se atingirem maiores níveis de disponibilidade de equipamentos e controlo de custos [53].

Na Figura 10 é possível analisar a evolução das expectativas que motivaram o desenvolvimento das estratégias de manutenção descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Expectativas e estratégias das três gerações da manutenção. Adaptado de [53, 54]

Gerações da Manutenção	Expectativas e estratégias de manutenção
1ª Geração	Corresponde ao período anterior à Segunda Guerra Mundial, onde a indústria não era muito mecanizada e contava com equipamentos simples, robustos e sobre dimensionados. Deste modo as ações da manutenção eram focadas em reparações após avarias, não havendo preocupações com o meio ambiente e segurança.
2ª Geração	O aumento da procura de produtos após a guerra levou ao incremento da mecanização na indústria, bem como ao aumento da sua complexidade. Assim sendo uma avaria num equipamento teria grande impacto, o que levou ao investimento na manutenção, surgindo assim a manutenção focada na prevenção da avaria, com intervalos de tempo fixos e consideração dos impactos ambientais. Devido ao aumento do peso dos custos da manutenção houve uma ênfase no planeamento e controlo da manutenção. Por fim o aumento do custo do capital da época conduziu à maximização da vida dos ativos.
3ª Geração	Teve início em meados dos anos 70, onde se deu elevada importância aos períodos de indisponibilidade, que eram responsáveis por elevadas perdas nas fábricas altamente mecanizadas e de capital intensivo. O aparecimento de metodologias altamente dependentes da fiabilidade dos equipamentos, como o sistema "*Just in time*" (JIT), bem como a exigência de padrões de qualidade mais elevados por parte dos clientes conduziram a um aumento dos custos de manutenção em termos absolutos. Surgiram neste período tecnologias preditivas, análise de fiabilidade, sistemas de controlo sofisticados e emergiu também uma grande preocupação com a segurança e ambiente. Foram desenvolvidas metodologias de gestão de manutenção complexas como o RCM ("*Reliability Centered Maintenance*") e TPM ("*Total Productive Maintenance*")

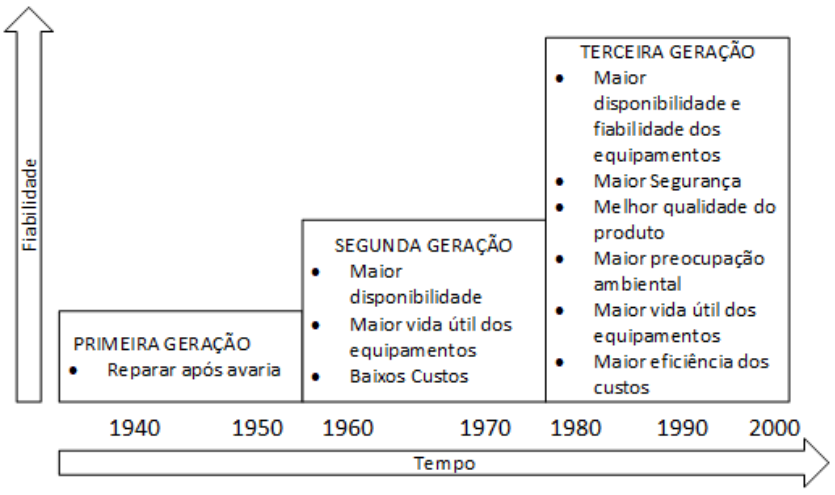


Figura 10 - Evolução das expectativas da manutenção Adaptado de [53, 55]

2.2.3 Tipos de Manutenção

Os vários critérios adotados para intervir na manutenção são, normalmente, designados por "tipos de manutenção" e a sua classificação não é consensual entre os autores da área. Neste trabalho, será utilizada a classificação baseada nas normas EN 13306:2010, que admite os tipos de manutenção esquematizados na Figura 11 [49, 55].

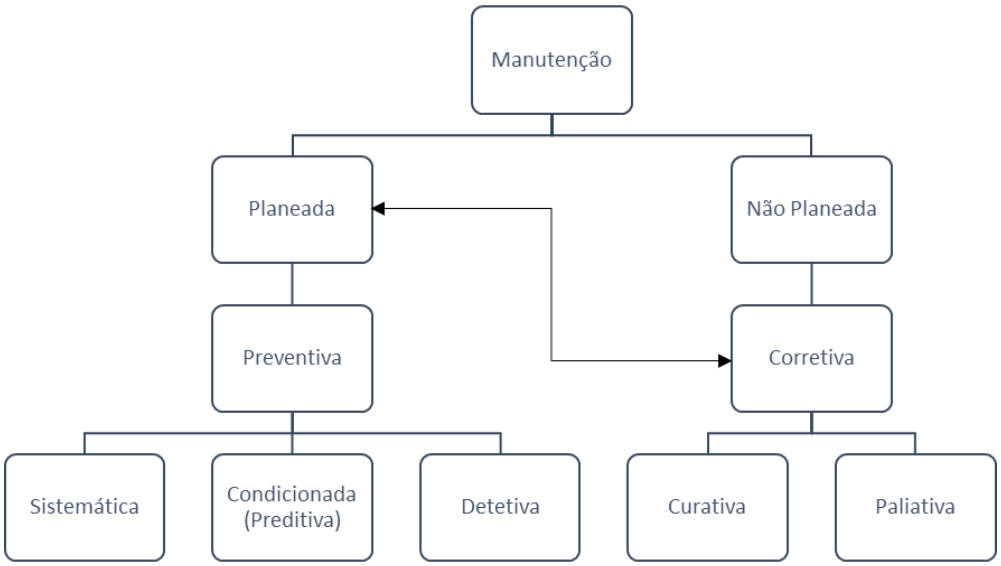


Figura 11 - Tipos de Manutenção [55]

As organizações possuem diferentes abordagens, no que diz respeito às suas políticas de manutenção. No entanto, todas estas abordagens têm em comum o objetivo de manter os ativos da organização capazes de cumprir as funções requeridas [56].

Algumas destas políticas são mais estruturadas que outras, contudo será sempre mais viável planear uma ação do que não planear, pelo menos numa primeira abordagem, sendo que será importante avaliar se uma manutenção planeada traz benefícios económicos. É então essencial, realizar uma análise custo/benefício. Nos casos em que não o seja, deve-se optar por uma manutenção não planeada, que consiste nos equipamentos trabalharem até à falha e após esta, realizar ações de manutenção [57]. De modo a facilitar a compreensão dos termos anteriores, proceder-se-á a uma análise mais detalhada destes, dividindo-os em dois grupos conforme, a Figura 11: manutenção planeada e manutenção não planeada.

2.2.3.1 Manutenção Planeada e Não Planeada

A manutenção planeada consiste em operações de manutenção levadas a efeito na sequência de metodologias otimizadas de manutenção. Ou seja, existe uma preparação prévia das intervenções a realizar, como garantir a disponibilidade do equipamento, ações a serem realizadas antecipadamente, e existência e obtenção de peças suplentes. Este tipo de manutenção implica um maior controlo dos ativos, a qual geralmente conduz a benefícios económicos e ao prolongamento da vida útil dos equipamentos [55, 57].

Por outro lado, a manutenção não planeada não envolve qualquer tipo de análise, plano ou preparação, sendo que uma falha surge sem aviso prévio e, normalmente, é necessária a reparação do ativo após a avaria [56].

Como descrito pela Figura 11, a Manutenção Planeada e a Manutenção Não Planeada podem ser essencialmente de dois tipos, preventiva e corretiva, sendo que estes serão analisados detalhadamente neste capítulo.

2.2.3.1.1 Manutenção Preventiva (MP)

Considera-se que é executada Manutenção Preventiva quando a mesma é realizada em intervalos de tempo determinados ou segundo critérios estabelecidos, com o propósito de reduzir a probabilidade de avaria (falha) ou a degradação do funcionamento de um dado bem [58]. Segundo Gulati [59], a manutenção preventiva tem como principais objetivos:

- Manter os ativos e instalações em condições de trabalho satisfatórias (aumentando a disponibilidade dos ativos);
- Realização de testes, medições, ajustes e substituição de peças e componentes com o fim de evitar a ocorrência da falha;
- Registos e análises de dados de condição dos ativos que irão despoletar ações de manutenção corretiva.

Este tipo de manutenção é denominado por vários autores de manutenção proativa, uma vez que implica atividades com uma abordagem proativa, em vez de apenas reagir após a falha, abordagem reativa [56]. A Manutenção Preventiva apresenta vários tipos de vantagens e desvantagens, que se encontram a seguir analisadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Principais vantagens e desvantagens da Manutenção Preventiva [60-62]

+	Melhor controlo dos custos de manutenção
	As operações e paragens são programadas de acordo com a produção
	Aumento da longevidade dos equipamentos
	Controlo mais eficaz de peças suplentes e sua limitação
	Custo menor de reparação
	Menor número de avarias
	Aumento da disponibilidade dos equipamentos
−	Aumentos das burocracias
	Aumento dos custos indiretos de manutenção
	O custo de cada operação é elevado, devido à periodicidade (Aplica-se à Manutenção Preventiva Sistemática (MPS))
	A multiplicidade de operações aumenta o risco de introdução de novas avarias, natureza invasiva da manutenção. (Aplica-se maioritariamente à MPS)

Na Manutenção Preventiva distinguem-se três tipos de manutenção, a manutenção preventiva sistemática, a manutenção preventiva condicionada (MPC) e a manutenção detetiva, que serão abordadas em maior pormenor na Tabela 8.

Tabela 8 - Tipos de manutenção preventiva

Tipo de manutenção	Definição
Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)	Manutenção Preventiva efetuada segundo um calendário estabelecido, em função das unidades de utilização [49, 55]. Esta manutenção é efetuada antes de ocorrer a falha de forma periódica, em intervalos de tempo estabelecidos, tendo como objetivo preservar o ativo no seu estado de funcionamento normal [57].
Manutenção Preventiva Condicionada (MPC)	Manutenção Preventiva, subordinada a um acontecimento predeterminado, revelador do estado de degradação do bem [49, 55]. É também conhecida por Manutenção Preditiva, e engloba ações de monitorização contínuas ou periódicas, como inspeções, testes, análises estatísticas e de tendências, com o objetivo de prever o momento da falha e tomar ações planeadas, de modo a evitá-la. Este tipo de manutenção, aplicada nos ativos corretos, pode resultar em elevadas reduções de custos de manutenção dos ativos e aumento significativo da sua disponibilidade [58, 59].
Manutenção Detetiva	Segundo Moubray [53], este tipo de manutenção visa verificar o estado de funcionalidade de componentes, aos quais estão associadas falhas ocultas. Estas falhas ocorrem geralmente em dispositivos de proteção aos sistemas em operação, sendo que este tipo de manutenção visa, através de ações periódicas de inspeção, elaboração de testes e ensaios, detetar a falha ou a iminência desta.

2.2.3.1.2 Manutenção Corretiva (MC)

Tipo de manutenção efetuada após a avaria, com o propósito de repor o bem num estado em que pode desempenhar a função requerida. Se esta intervenção for definitiva, designa-se por manutenção curativa [56]. Caso a ação seja de carácter provisório, denomina-se de manutenção paliativa. Como se encontra assinalado na Figura 11, pela dupla seta, este tipo de manutenção pode ser planeado (manutenção planeada corretiva) e desencadear outros tipos de ações de manutenção planeada. No entanto, normalmente está associada a uma abordagem reativa, sendo então designada por manutenção não planeada. As vantagens e desvantagens deste tipo de manutenção encontram-se analisadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Principais vantagens e desvantagens da Manutenção Corretiva [60-62]

+	Aplicada a equipamentos não tão importantes para a produção
	Menores custos de manutenção em equipamentos com pouca influência no processo produtivo
	Realização da intervenção apenas quando necessário
−	Altos custos de reparação, mão-de-obra, peças e serviços
	Elevado stock de peças suplentes
	Impossibilidade de programar paragens, resultando em perdas de produção decorrentes de paragens não planeadas
	Tempo de reparação elevado e, consequente, necessidade de horas extraordinárias por parte dos colaboradores

2.2.4 Níveis de Manutenção

Segundo as normas europeias EN 13306:2010, a prestação de manutenção pode ser classificada em cinco níveis, em função dos seguintes fatores [49, 55]:

- A natureza e complexidade dos trabalhos a realizar;
- O local de intervenção;
- Os meios materiais requisitados;
- A documentação necessária.

Os cinco níveis de manutenção a seguir apresentados, Tabela 10, com base em CEN [49] podem assumir diferentes caracterizações mediante as organizações e autores. No entanto, a maioria destas versões apelam a uma maior interligação entre a produção e manutenção [55, 58].

Tabela 10 - Níveis de manutenção. Adaptado de [55, 58]

Níveis de manutenção	Definição
Manutenção 1º nível	Manutenção simples, executada pelos operadores dos equipamentos no próprio local de trabalho. Abrange tarefas de limpeza, lubrificação, verificação de níveis, ensaios, controlo sensorial genérico (CSG), afinações simples e substituição de elementos acessíveis. Para a execução destas tarefas, são normalmente utilizadas apenas normas e manuais dos operadores, não havendo necessidade de meios materiais e documentação específica do equipamento.
Manutenção 2º nível	Ações de manutenção base, geralmente executadas por um técnico qualificado ou em alguns casos operador, utilizando procedimentos detalhados. Envolvem atividades como substituições de elementos *standard* ou operações de manutenção preventiva, como rotinas de inspeção.
Manutenção 3º nível	Engloba ações de manutenção complexas, como a identificação e diagnóstico de avarias, a reparação por substituição de componentes funcionais e reparações menores. São desempenhadas por técnicos especializados ou, em certos casos, por uma equipa de manutenção.
Manutenção 4º nível	Trabalhos importantes, de manutenção corretiva ou preventiva. Implicam o domínio de uma técnica ou tecnologia especializada, sendo então realizadas por uma equipa de manutenção ou pessoal técnico muito especializado.
Manutenção 5º nível	Diz respeito a trabalhos importantes de renovação, de construção ou de reparação, que impliquem um conhecimento específico, muitas vezes apenas detido pelo fabricante. Implicam então subcontratação e devem ser executados por uma equipa de manutenção polivalente.

2.2.5 RCM – Manutenção Centrada na Fiabilidade

2.2.5.1 Introdução Histórica da metodologia RCM

A manutenção centrada na fiabilidade (RCM) é uma estratégia de manutenção que teve origem nas décadas de 1960 e 1970, e foi introduzida por estudos na indústria de aviação dos Estados Unidos da América (EUA), tendo como principais objetivos a diminuição dos custos da manutenção e o aumento da fiabilidade dos equipamentos [55, 58].

Nesta área, pode ser destacado o trabalho realizado por Nowland e Heap (1978), que representa a primeira versão das estruturas de decisão da RCM, e está na origem de três importantes documentos na aviação comercial Norte Americana, sendo estes *Maintenance Steering Group-1* (MSG-1) (1968), MSG-2 (1972) e MSG-3 (1980), dado que esta última versão foi revista em 1993, e continua a orientar a elaboração de planos de manutenção na aviação comercial [53, 55, 58].

A RCM teve um enorme sucesso na indústria aeronáutica, tendo em conta que nos primeiros dezasseis anos após a sua introdução, as companhias aéreas comerciais não tiveram aumento nos custos de manutenção por unidade, apesar do tamanho e complexidade dos aviões ter aumentado significativamente, bem como os custos de mão de obra terem escalado no mesmo período, e também os registos associados à segurança das companhias aéreas terem obtido melhorias acentuadas [58].

Surge então o trabalho desenvolvido por Moubray [53], com o objetivo de adaptar e aplicar esta metodologia em todos os ramos de atividades, mantendo as bases defendidas por Nowlan and Heap [63] e introduzindo questões relacionadas com o ambiente.

Foram alcançados bons resultados a nível de disponibilidade de equipamentos e poupanças em custos de manutenção, com a implementação desta metodologia em várias empresas de diferentes setores. De acordo com Amaral [55], Moubray [53], e com o estudo realizado pela Universidade Politécnica de Madrid disponível em Cotaina, et al. [64], destacam-se as seguintes aplicações:

- Projeto de manutenção dos aviões Boeing 747, MD-11 e Airbus A-300, aplicado nos anos de 1960;
- Adotado pelo Departamento de Defesa dos EUA para aplicação na armada e aviação naval, na década de 1970;
- Aplicação em centrais nucleares dos EUA, nos anos de 1980;
- Uso em França, na empresa EdF (*Électricité de France*), nas centrais nucleares e térmicas, nos anos 90 do século XX;
- Em Portugal, destacam-se as aplicações na empresa EDP (Energia de Portugal), inicialmente na Central Termoelétrica de Sines e em 1998 na Central Termoelétrica de Setúbal.

2.2.5.2 Conceito RCM

A metodologia RCM consiste numa estrutura de decisão, com o objetivo de identificar atividades de manutenção e as suas frequências, a aplicar nos ativos mais relevantes para a organização, segundo uma base lógica específica [55, 58]. Segundo Moubray [53], esta traduz "uma metodologia iterativa racional e estruturada, com base na identificação dos modos de falha dos equipamentos e na gravidade das suas consequências".

Trata-se então de uma análise funcional metódica, de um dado contexto operacional, levada a cabo por uma equipa dedicada, com o objetivo de desenvolver novos programas de manutenção, quando não existem, e otimizar programas existentes. Em ambos os casos, o resultado final da metodologia RCM pretende ser um plano de manutenção (PM) composto por ações, que representem o melhor possível, dos pontos de vista técnico e de custos, uma abordagem de manutenção capaz de manter um ativo operacional [53, 58, 59], tendo sempre em conta fatores ambientais, de segurança, operacionais e de relação custo-benefício [58].

2.2.5.3 As sete Questões Básicas da RCM

O processo RCM implica colocar sete questões sobre os ativos ou sistemas em análise, sendo estas:

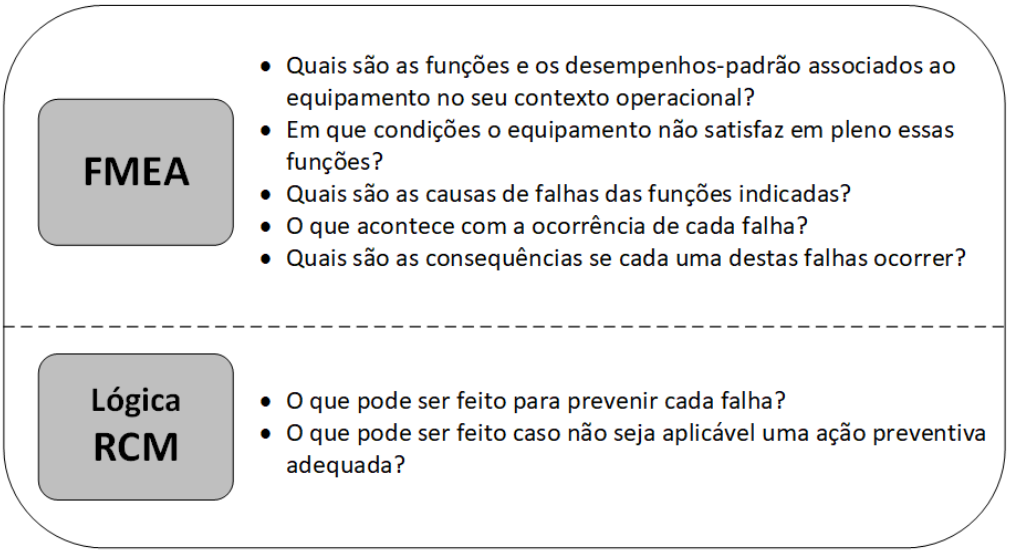


Figura 12 - Sete questões chave da RCM

Como é percetível na Figura 12, as cinco questões iniciais podem ser exploradas e definidas através de uma metodologia analítica que visa o estudo antecipado das falhas potenciais, denominada Análise do Modo de Falha e Efeitos (FMEA), e se encontra pormenorizadamente analisada na secção 2.2.5.10. As respostas às duas últimas questões constituem a Lógica RCM, que se traduzirá em resultados.

No entanto, é necessário compreender detalhadamente alguns conceitos e termos presentes nestas sete questões, que serão de seguida analisados.

2.2.5.3.1 Funções e Padrões de desempenho

Um equipamento ou componente, possuí uma finalidade específica dentro de uma organização, ou seja, este tem uma ou mais funções bem definidas a desempenhar. Uma perda parcial ou total de algumas dessas funções afetará, de algum modo, a produção. O efeito da falha depende essencialmente de dois fatores:

- A função do ativo no contexto operacional;
- O desempenho desejado para este ativo.

Por este motivo, o primeiro passo num processo RCM é definir as funções e padrões de desempenho de cada ativo no seu contexto operacional. Sempre que possível, estes padrões devem ser quantificados, podendo ser padrões de produção, qualidade do produto, serviço ao cliente, questões ambientais, segurança, custos operacionais e outros. Por norma, os operadores dos equipamentos são as pessoas na melhor posição para definir estes padrões. Por este motivo, é essencial que estejam envolvidos no processo RCM desde o início [53, 55].

2.2.5.3.2 Falhas Funcionais

Um ativo projetado corretamente, apenas deixará de realizar o seu desempenho inerente se algum tipo de avaria ocorrer. Isto significa que a manutenção atinge os seus objetivos, ao adotar metodologias apropriadas de gestão de falhas. Contudo, antes disso, é necessário identificar as falhas potenciais do ativo. Para isso, o processo RCM utiliza dois níveis:

- Em primeiro lugar, identifica as falhas potenciais, que podem ocorrer, e colocar o ativo num estado de falha;
- De seguida, identifica os eventos que podem causar cada uma das falhas potenciais.

Falha funcional pode ser definida como a incapacidade de um ativo atingir os padrões de desempenho desejados, ou seja, é considerada uma falha funcional não só a incapacidade total de um ativo cumprir a sua função, mas também falhas em que o ativo continue funcional, mas incapaz de cumprir o seu nível de desempenho desejado, padrão de desempenho [53, 55].

2.2.5.3.3 Modos de Falha

Segundo Moubray [53], após a identificação de uma falha funcional, deve-se "identificar todos os eventos que são razoavelmente prováveis de causar cada estado de falha". Estes eventos são denominados de modos de falha. É fundamental identificar a causa de cada falha, com o detalhe necessário, de modo a evitar que seja despendido tempo a analisar e a tratar sintomas e não causas das falhas. A maioria das listas de modos de falha relaciona-se com deterioração ou desgaste do equipamento. No entanto, deve-se listar também modos de falha relacionados com erros humanos, falhas no projeto ou instalação do equipamento. Equipamentos idênticos podem sofrer diferentes falhas funcionais, se o seu contexto operacional for diferente. Este facto deve ser levado em consideração aquando da listagem dos modos de falha, bem como apenas devem ser listados modos de falha com possibilidade real no contexto em questão [53, 55].

2.2.5.3.4 Efeitos e Consequência das Falhas

O quarto passo é o registo dos efeitos das falhas sobre o sistema. Este registo possibilita a avaliação do impacto de uma falha sobre o processo e, simultaneamente, permite a escolha de um nível adequado de manutenção preventiva.

O conjunto de respostas às quatro primeiras questões constitui uma fase bastante importante na análise RCM, onde poderão surgir algumas surpresas e, em alguns casos, grandes oportunidades para melhorar o desempenho dos equipamentos, a segurança das instalações e a eliminação de desperdícios.

A resposta à quinta pergunta possibilita decidir sobre a pertinência da prevenção a aplicar. É a gravidade das consequências que influencia diretamente o esforço dedicado em atividades de manutenção, para tentar evitar a falha. As ações de manutenção preventiva têm custos e exigem tempo para serem desempenhadas. Em certas ocasiões, onde as consequências se revelem irrelevantes, poderá se optar pela não intervenção preventiva, para além de atividades básicas como lubrificação e limpezas. O processo RCM classifica as consequências das falhas em quatro grupos, como podem ser analisados na Tabela 11.

Tabela 11 - Tipos de consequências de falhas funcionais. Adaptado de [53, 55]

Tipos de consequências	Definição
Consequências das falhas ocultas	As falhas não têm impacto direto no sistema produtivo. Dado que são falhas não evidentes para a equipa em serviço, expõem as empresas a outro tipo de falhas, que não produtivas, as quais podem ter consequências catastróficas (equipamentos de segurança e proteção).
Consequências ambientais e de segurança	A falha tem consequências de segurança, caso coloque em perigo a integridade das pessoas ou instalações. As consequências ambientais relacionam-se com o desrespeito de alguma regra ou imposição ambiental definida pela organização ou legislação. O processo RCM prioriza este tipo de consequências, o que implica a sua redução de risco para níveis muito reduzidos.
Consequências operacionais	Uma falha tem consequências operacionais, se afetar o sistema produtivo a nível da qualidade, da produção, dos custos ou do serviço aos clientes. Os custos associados a estas consequências é um fator decisivo para o valor a investir na sua prevenção.
Consequências não operacionais	As falhas que constituem esta categoria não afetam o ambiente, a segurança, ou o processo produtivo, envolvendo apenas o custo direto da reparação.

Em suma, é possível concluir que se uma falha tem um efeito significativo em alguma destas categorias, há que tomar ações preventivas para evitar o seu aparecimento [53, 55].

2.2.5.3.5 Tarefas Preventivas

Como referido, a segunda geração da manutenção caracterizava-se pela aplicação da manutenção preventiva sistemática, onde se efetuava a substituição periódica de componentes no final da sua vida útil. Admitia-se que existia uma correlação entre a idade do equipamento e a respetiva taxa de avarias, tal como sugeria o padrão de falhas considerado nesse momento, a Lei de Weibull. No entanto, devido ao aumento da complexidade dos equipamentos e componentes surgiram também diferentes padrões de falha. Na Figura 13 é possível observar esses padrões de falha principais, a seguir analisados [55].

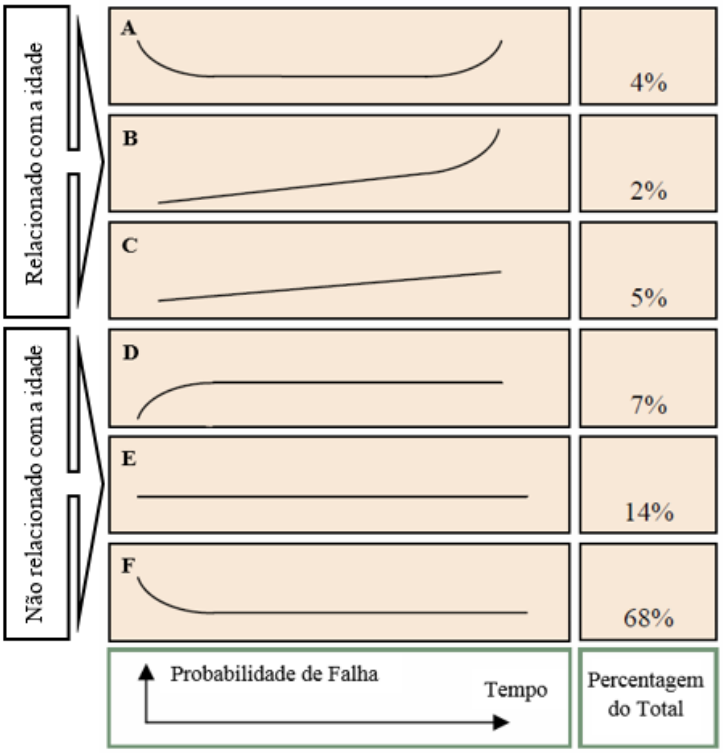


Figura 13 - Principais padrões de falha e a sua percentagem de ocorrência na aviação comercial dos USA. Adaptado de [63, 65]

- Padrão A: conhecido por “curva da banheira”. Constituído por três períodos distintos, infância, vida útil e velhice, caracterizados por probabilidade de falha decrescente, constante e crescente, respetivamente;
- Padrão B: conhecido por “desgaste típico”. Apresenta uma probabilidade de falha constante ou ligeiramente crescente, culminando numa zona de desgaste;
- Padrão C: conhecido por “desgaste gradual”. Apresenta uma probabilidade de falha linear e ligeiramente crescente;
- Padrão D: conhecido por “melhor quando novo”. Apresenta uma probabilidade de falha baixa durante a juventude do equipamento, aumentando até um nível constante, que se manterá até ao final da vida do equipamento;
- Padrão E: “aleatório”. Apresenta uma probabilidade de falha constante durante todo o ciclo de vida do equipamento.

- Padrão F: conhecido por "mortalidade infantil". Inicia-se com uma elevada probabilidade de falha na juventude do equipamento, que decrescerá até um valor constante ou ligeiramente crescente [55, 63].

Também na Figura 13, segundo o estudo realizado por Nowlan and Heap [63] na aviação comercial dos EUA, é possível perceber que apenas 11% das falhas registadas na aviação seguem padrões de falha relacionados com a idade dos ativos (A, B e C). Ou seja, é possível perceber que para os restantes ativos, 89%, a manutenção preventiva sistemática não será eficiente, deste modo foi necessário desenvolver novas abordagens para dar resposta a estes padrões de falha. Dado que este estudo foi conduzido na aviação, os seus resultados não são necessariamente os mesmo na indústria. No entanto, o aumento da complexidade dos ativos levará cada vez mais a padrões de falha não relacionados com a idade do ativo, principalmente nas falhas com tipos de padrão E e F [53, 55].

Tendo em conta estes factos, muitas organizações eliminaram grande parte das ações de manutenção preventiva sistemática, substituindo-as por outras. Assim, quando às avarias estão associadas consequências irrelevantes, opta-se geralmente por uma prática de manutenção corretiva. Por outro lado, quando as consequências das avarias são significativas, devem ser tomadas ações para evitar as falhas ou reduzir as suas consequências, surgindo assim três categorias de ações preventivas:

- **Ações de Manutenção Preventiva Condicionada**, quando usadas corretamente, são bastante eficazes na previsão de falhas funcionais. No entanto, tendo em conta o seu custo, devem ser utilizadas criteriosamente, sendo que a metodologia RCM permite essa seleção. A MPC inclui atividades de manutenção preditiva, manutenção baseada na condição e monitorização da condição.
- **Ações planeadas de renovação**, consistem no redesenho do ativo, implementando alterações que resultem num aumento de fiabilidade.
- **Ações planeadas de substituição**, como o nome indica, equivalem à substituição dos ativos na integra, por outros alternativos ou iguais.

As ações anteriores devem ser complementadas por ações planeadas de deteção de avarias, como testes, ensaios, provas e ações de Controlo Sensorial Genérico (CSG), levadas a cabo pelos operadores. A MPS deve ser aplicada sempre que seja conhecida a lei de degradação dos ativos, demonstrando vantagens nestes casos.

2.2.5.3.6 Tarefas-Padrão

Caso não seja aplicável uma tarefa preventiva, para reduzir as consequências relevantes de uma falha, terá de ser realizada uma tarefa de localização de falha, manutenção detetiva. Estas tarefas consistem em verificações periódicas de funções ocultas, tais como, testes, ensaios ou provas, com o objetivo de identificar o estado dessas funções. Na eventualidade de não ser identificada uma ação de localização satisfatória, ter-se-á de optar por uma ação corretiva após a falha, quando as consequências assim o permitem, ou pelo redesenho do equipamento ou sistema [53].

2.2.5.4 *Resultados e Metas da RCM*

Para [53], se a estratégia de RCM for aplicada com sucesso, esta resulta em três importantes resultados tangíveis, a curto prazo:

- Planos de manutenção, para serem executados pelo departamento de manutenção;
- Procedimentos operacionais revistos, para os operadores dos ativos;
- Uma lista de áreas, onde devem ser efetuadas alterações pontuais ao projeto ou forma de operar do ativo, de modo a lidar com situações onde os ativos não apresentem desempenhos de acordo com o pretendido na sua configuração atual.

Para além destes, são também alcançados a curto prazo dois resultados intangíveis, os processos de aprendizagem por parte dos participantes acerca do modo operativo dos ativos, e uma melhoria e fortalecimento do trabalho em equipa.

Os resultados a curto prazo acima enumerados, devem ser vistos como meios para atingir as metas da função da manutenção, das quais se destacam, Figura 14:

Maior segurança e proteção ambiental

- O processo da RCM considera todas as implicações de segurança e proteção ambiental associadas a cada modo de falha. Assim, através da integração destes fatores no fluxo de decisão da manutenção, obtém-se a redução ou eliminação de riscos ambientais e de segurança.

Melhor desempenho operacional (quantidade, qualidade do produto e serviço ao cliente)

- A RCM reconhece que todos os tipos de manutenção oferecem vantagens, estabelecendo regras para saber qual deve ser aplicado em cada situação. Deste modo, obtém-se um processo de manutenção mais focado e rigoroso, que resulta numa melhor performance dos ativos.

Redução e maior eficiência do custo da manutenção

- Pode-se destacar da RCM, uma atenção contínua e focada nas atividades da manutenção que têm maior impacto no desempenho da organização. Dessa forma, assegura-se que o orçamento da manutenção é maioritariamente gasto onde este produzirá maiores efeitos. Segundo (Moubray, 1997), se a metodologia RCM for devidamente aplicada em planos de manutenção existentes, é esperada uma redução de tarefas sistemáticas na ordem dos 40% a 70%. Por outro lado, se o processo for utilizado para desenvolver novos planos de manutenção, a carga de trabalho resultante destes planos, é muito inferior à carga resultante de planos desenvolvidos pelos métodos tradicionais.

Vida útil mais longa de ativos dispendiosos

- Deve-se à ênfase em atividades de manutenção com base na condição dos ativos.

Base de dados de manutenção completa

- No final do processo RCM, obtém-se um registo abrangente e totalmente documentado dos requisitos de manutenção para os equipamentos críticos da organização. Isto permite adaptar facilmente os planos de manutenção em caso de mudanças especificas em certos equipamentos, bem como reduzir o impacto dos efeitos da rotatividade do pessoal. Para além disso, dota a manutenção de informação documentada, e devidamente estruturada, que pode ser utilizada para fins de auditorias realizadas aos seus processos.

Maior motivação das pessoas

- O aumento do conhecimento nos equipamentos, no seu contexto operacional, contribui para um “sentimento de posse” e maior motivação por parte dos colaboradores. Isto implica também uma maior probabilidade de as soluções perdurarem.

Melhor trabalho em equipa

- A RCM fornece uma linguagem técnica comum e de fácil compreensão por todos os envolvidos no processo, dando assim, ao pessoal da manutenção e operação uma perspetiva do que pode e não pode ser alcançado pela manutenção, assim como os meios necessários para o atingir.

Figura 14 - Resultados da RCM em função dos objetivos da manutenção [53, 55]

Grande parte destes tópicos já são foco de programas de melhorias por parte da gestão da manutenção. No entanto, a RCM apresenta como vantagem uma metodologia passo a passo, para a melhoria de todos estes fatores de uma só vez, envolvendo todas as pessoas em contacto com os ativos em análise.

O autor Moubray [53], defende que a metodologia RCM produz resultados rapidamente. No caso de ser corretamente aplicada e focada, esta poderá sortir efeitos que resultem num retorno positivo sobre o seu investimento, em questão de meses.

O resultado final é uma manutenção com maior eficiência em termos de custos, mais harmoniosa e mais bem sucedida.

2.2.5.5 Metodologia de Implementação da RCM

Na bibliografia da área, existem várias metodologias e planos de aplicação da RCM. Na Figura 15, é apresentado um esquema do processo de implementação da RCM. Este, foi desenvolvido segundo Amaral [55], Márquez [58] e Piechnicki, et al. [66], sendo bastante semelhante a outras metodologias descritas na literatura.

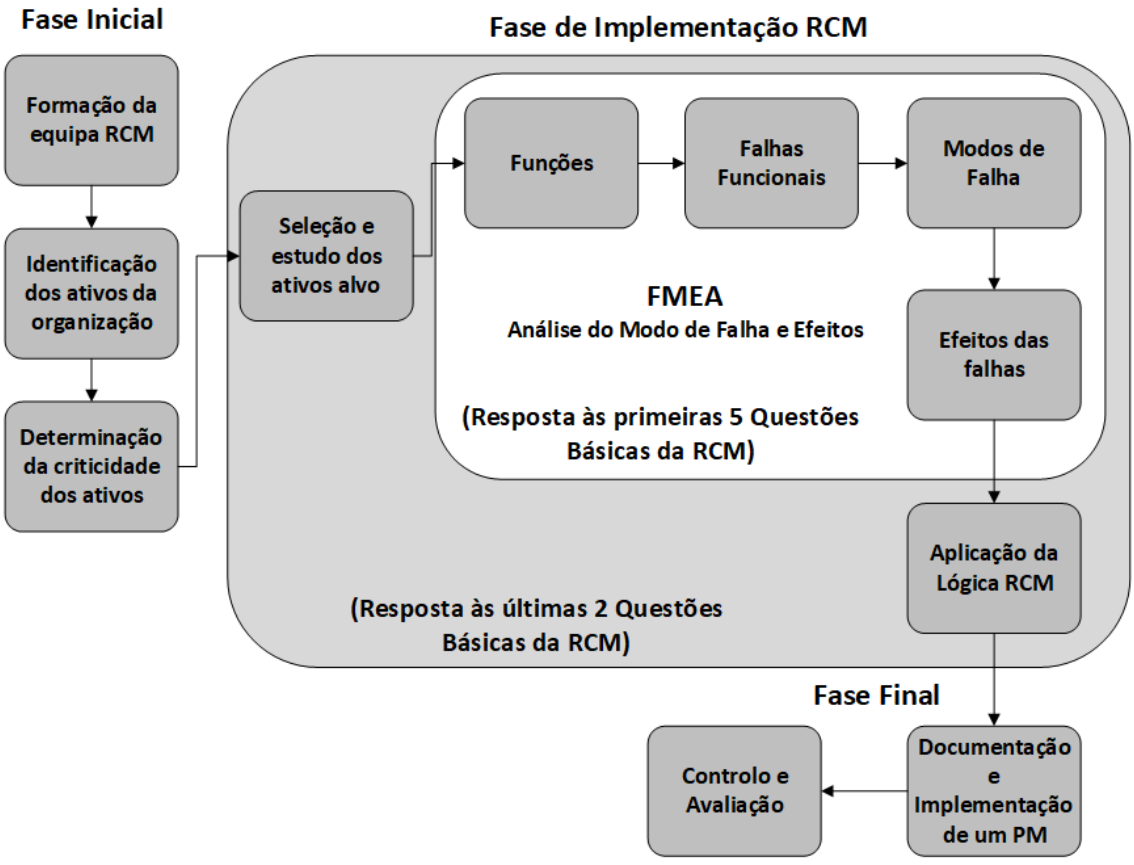


Figura 15 - Metodologia de implementação da RCM. Adaptado de [55, 58, 66]

A metodologia apresentada, divide-se essencialmente em três fases:

- Fase Inicial: Onde se cria a equipa principal que irá desenvolver o processo, bem como se estabelecem pressupostos iniciais sobre os ativos;
- Fase de Implementação da RCM: Nesta fase, pretende-se dar resposta às sete questões básicas da RCM, abordadas no capítulo 2.2.5.3.
- Fase Final: Esta fase consiste na organização da base de dados resultante do processo RCM e um controlo e avaliação deste.

Nos capítulos seguintes serão abordadas as diferentes etapas da metodologia sugerida em maior pormenor.

2.2.5.6 Equipa RCM

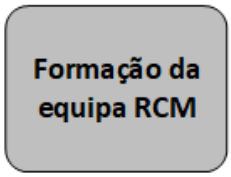


Figura 16 - Etapa 1 da Metodologia RCM

O sucesso do processo RCM vai depender da correta seleção da equipa que o irá desenvolver, Figura 16. Devido à amplitude e pormenorização dos assuntos abordados no decorrer da metodologia, é fundamental que esta equipa seja multidisciplinar. Em Moubray [53], é sugerido a formação de pequenas equipas que incluam pelo menos um membro da manutenção e um membro da operação e, quando necessário e possível, um membro especialista nos equipamentos em análise.

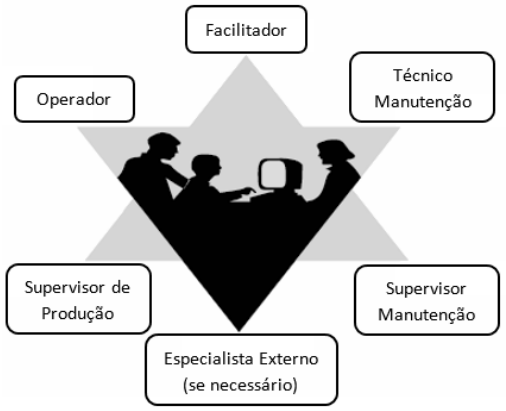


Figura 17 - Equipa de RCM típica Adaptado de [53, 58]

Na Figura 17, é possível observar um típico grupo de RCM, onde todos os elementos devem receber antecipadamente formação nesta metodologia. Estes irão estar sob a orientação de um facilitador, membro conhecedor da estratégia RCM, que desempenha um papel fulcral na equipa [58]. Este apresenta como principais funções:

- Assegurar a correta aplicação da técnica RCM;
- Proporcionar razoável consenso nas respostas dadas;
- Garantir uma progressão aceitável do projeto, dentro dos prazos estipulados;
- Assegurar que os registos estão completos e corretos;
- Motivar a equipa.

A equipa de análise de RCM deverá trabalhar em conjunto durante um período de tempo definido, com objetivos comuns e num ambiente positivo. Este ambiente deve ser marcado por: alinhamento, compromisso, compreensão e confiança entre os membros [58].

2.2.5.7 *Identificação e Hierarquia de Ativos*

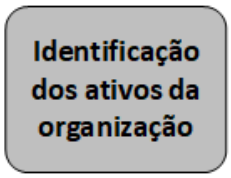


Figura 18 - Etapa 2 da Metodologia RCM

Antes de uma organização aplicar a RCM, esta deve ter conhecimento e registo de todos os seus ativos e a sua localização, Figura 18.

Este registo deve ser efetuado de modo a ser percetível saber os equipamentos que foram, serão e não serão analisados pela metodologia, bem como auxiliar no processo de análise de modos de falha. Para além disto, este registo interno será de muita utilidade para outros aspetos da gestão da manutenção, como o planeamento e agendamento de atividades, criação de base de dados de registos de falhas com rastreabilidade e alocação de custos aos equipamentos e seus subconjuntos [53, 58]. Deste modo, a identificação e hierarquia dos ativos deve ser realizada de forma a satisfazer todos estes propósitos [53].

Os ativos que devem ser alvo desta estratégia de manutenção são mais facilmente identificáveis se houver um correto registo de falhas, segundo uma hierarquia de equipamentos bem definida, sendo que, poderão ser identificáveis equipamentos, sistemas, componentes ou até peças problemáticas, Figura 19.

Na Figura 20, é possível observar um exemplo de uma hierarquia de ativos, constituída pela localização dos equipamentos e pela arborescência destes.

Para interpretação da Figura 21, arborescência de um equipamento, são necessários alguns conceitos base, que podem ser definidos a nível interno na organização, Figura 19.

Equipamento

- Unidade complexa, constituída por sistemas, conjuntos e peças, agrupados entre si para desempenhar um conjunto de funções.

Sistema

- Parte integrante de um equipamento, responsável por realizar uma função.

Conjunto

- Módulo independente, constituído por partes físicas, que permite ao sistema o desempenho da função destinada.

Componente

- Unidade pertencente a um conjunto, constituída por peças, geralmente não funcional por si mesma.

Figura 19 - Conceitos base de arborescência de ativos. Adaptado de [53, 55, 58]

Através da análise conjunta da Figura 20 e Figura 21, é possível traçar uma numeração destes ativos, exemplificada na Tabela 12. Esta numeração deve ser utilizada para um posterior registo e alocação de falhas, peças suplentes e custos envolvidos nos ativos. Se possível, para fim de rastreabilidade, devem estar especificados para cada equipamento, sistema, conjunto e componente [53, 58].

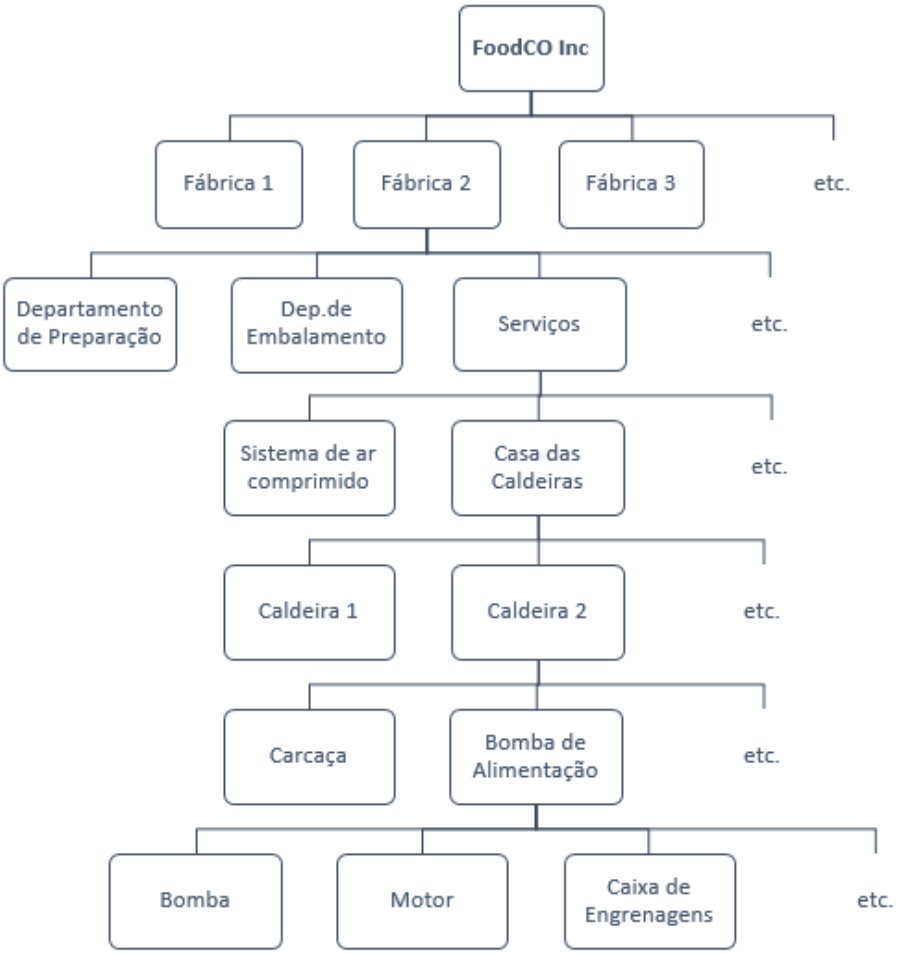


Figura 20 - Exemplo de uma hierarquia de ativos. Adaptado de [53]

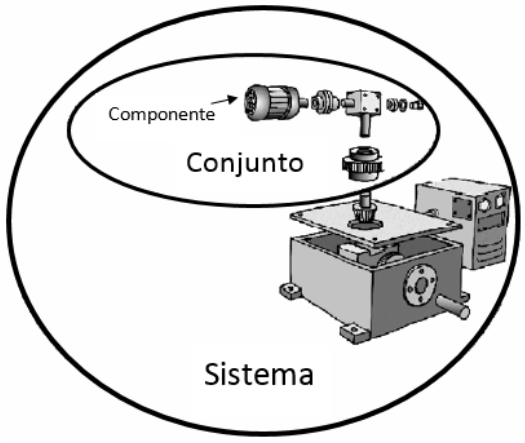


Figura 21 - Arborescência de um equipamento. Adaptado de [58]

Tabela 12 - Registo numérico da hierarquia de ativos. Adaptado de [53]

Número	**Item**
-	FoodCO Inc
01	Fábrica 1
02	Fábrica 2
0201	Dep. de Preparação
0202	Dep. de Embalamento
0203	Serviços
020301	Sistema de ar comprimido
020302	Casa das Caldeiras
02030201	Caldeira 1
02030202	Caldeira 2
0203020201	Carcaça
0203020202	Bomba de Alimentação
020302020201	Bomba
020302020202	Motor
020302020203	Caixa de Engrenagens
03	Fábrica 3

2.2.5.8 *Técnicas de Análise de Criticidade dos Ativos*

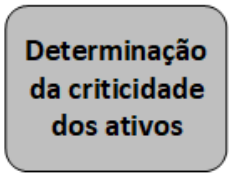


Figura 22 - Etapa 3 da Metodologia RCM

Determinar a criticidade de um ativo, consiste em avaliar a importância que este desempenha no processo produtivo da organização, Figura 22. Assim determinar a criticidade dos ativos é um processo específico para cada organização, mesmo dentro da mesma área de negócio. No entanto, existem fatores que devem ser comuns a todos os setores de negócio como o desempenho do equipamento (disponibilidade e fiabilidade), custo, segurança e aspetos ambientais [67].

A diferenciação de ativos justifica-se e é desejável por várias razões, tais como:

- Controlo e seriação da informação inserida em sistema informático;
- Controlo de ações de manutenção sobre equipamentos;
- Controlo de tempos em análises e ações de manutenção;
- Controlo de peças suplentes.

Na bibliografia da área, existem várias técnicas de análise de criticidade, podendo estas ser de dois tipos, técnicas qualitativas ou quantitativas, Figura 23.

Técnicas de análise qualitativas	•São baseadas nas opiniões, experiências e intuições das pessoas envolvidas no processo. Utilizam métodos como votações, entrevistas e questionários para classificarem os ativos, sendo assim mais simples e rápidas.
Técnicas de análise quantitativas	•São apoiadas numa base mais sólida, como informações e dados históricos dos ativos, o que leva a uma maior exatidão e à necessidade de mais recursos, tempo, pessoas e registos (maiores custos).

Figura 23 - Tipos de técnicas de análise de criticidade de ativos. Adaptado de [58]

A escolha entre estas técnicas não deve ser exclusiva, mas sim uma solução mista, capaz de obter o melhor das duas. Em Tang, et al. [68], é possível consultar uma solução mista, que oferece a simplicidade de um método qualitativo, aliado à exatidão na definição de parâmetros do método quantitativo.

A abordagem quantitativa é utilizada quando os dados históricos se encontram disponíveis e são de confiança, enquanto as técnicas qualitativas são utilizadas quando o ativo não é quantificável ou os dados históricos não estão disponíveis ou não são confiáveis [58].

2.2.5.8.1 Técnica Qualitativa – Fluxograma de Criticidade

Um fluxograma, é uma representação esquemática de um processo. Neste caso, este tem como objetivo ordenar uma sequência de questões a colocar a um grupo de trabalho, para avaliar a criticidade de cada ativo. Por norma, este tipo de processo apenas oferece três possíveis respostas às perguntas, categoria A, categoria B e categoria C, definidas por critérios pré-estabelecidos. Também a classificação final do ativo é obtida nestas três categorias, A, B e C [58].

Em Márquez [58], é sugerido um exemplo de aplicação desta técnica na indústria das bebidas, a seguir apresentado. De notar que, este método é utilizado com variações, dependendo do tipo de indústria onde é aplicado.

Na Tabela 13, é possível identificar os critérios selecionados neste caso, impacto ambiental, segurança, qualidade, tempo de operação, entrega, fiabilidade e manutibilidade, bem como os parâmetros de classificação dos ativos em cada um destes critérios, em categorias A, B e C. Na Figura 24, podemos consultar o exemplo de fluxograma sugerido pelo autor.

Tabela 13 - Critérios, parâmetros de classificação e categorias associados ao fluxograma de criticidade. Adaptado de [58]

Critérios	Categoria A	Categoria B	Categoria C
Impacto ambiental (E)	Impacto externo importante no negócio	Problema ambiental resolvido internamente	Sem consequências ambientais
Segurança (S)	Acidente causa ausência do trabalho a pessoas	Acidente causa danos menores nas pessoas	Não gera problemas de segurança
Qualidade (Q)	Produtos defeituosos chegam aos clientes	Produz produtos defeituosos	Não afeta a qualidade da produção
Tempo de operação (W)	Trabalha em 3 turnos (24horas)	Trabalha em 2 turnos (16 horas)	Trabalha em 1 turno (8h)
Entrega (D)	Para toda a fábrica ou instalação	Para algumas linhas de produção ou parte da instalação	Não causa perdas de produção ou indisponibilidade da instalação significativas
Fiabilidade (R)	Tempo entre avarias ≤ X horas ou dias	X< Tempo entre avarias ≤ Y horas ou dias	Tempo entre avarias > Y horas ou dias
Manutibilidade (M)	MTTR ≥ X minutos	X min. < MTTR ≤ Y min.	MTTR < Y minutos

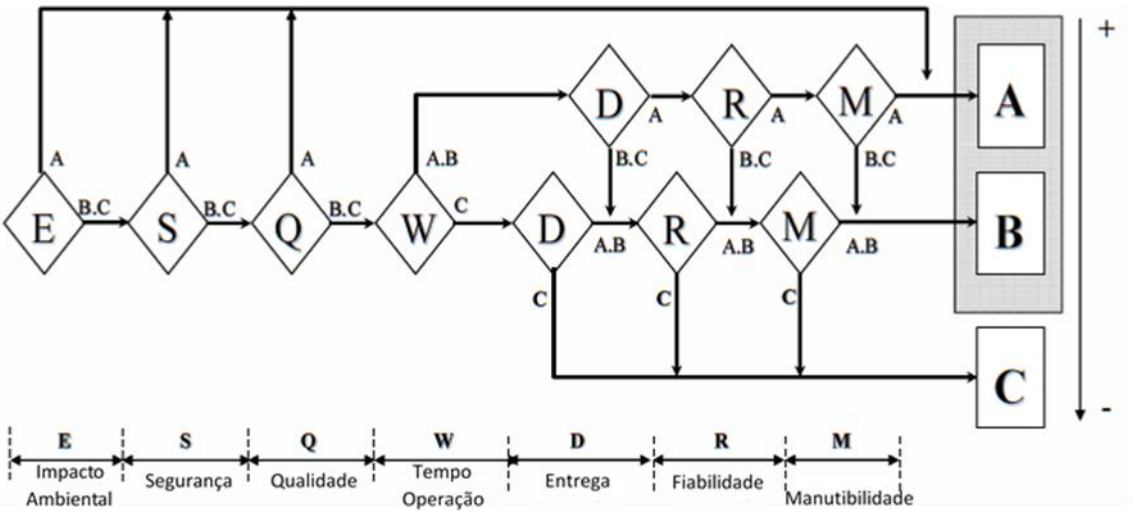


Figura 24 - Fluxograma de criticidade dos ativos [58]

2.2.5.8.2 Técnica Quantitativa – Avaliação de risco

As técnicas de gestão de risco são aplicadas em várias áreas, sendo que também podem ser utilizadas para priorizar os ativos. É importante ter alguns conceitos definidos, como risco e gestão de risco. Risco é um impacto potencial, positivo ou negativo, para um ativo que pode resultar de um acontecimento presente ou futuro. Gestão de risco é o processo de identificar estes riscos e definir planos para reduzir o impacto destes [58]. Algumas indústrias, como a aeronáutica e petrolífera, gerem o risco de uma forma bastante rigorosa, através da aplicação deste método.

O risco pode ser traduzido na probabilidade de ocorrência de um evento e das suas consequências.

O processo de determinação do risco é específico para cada organização, sendo que é possível dentro da mesma indústria obter processos e classificações diferentes, uma vez que os critérios e importância destes variam com o contexto. Os critérios são fatores de risco que podem incluir: segurança dos colaboradores; custo da manutenção; impacto ambiental; indisponibilidade operacional; tempo médio entre falhas (MTBF); tempo médio para reparação (MTTR) e outros.

De seguida, é apresentada uma análise de risco aplicada na indústria petrolífera [58]. Neste caso, o cálculo do risco foi efetuado segundo a seguinte equação (1):

$$\boldsymbol{Risco = Frequência \times Consequência} \quad (1)$$

Onde a frequência reflete o número de ocorrências num dado período de tempo, e pode ser classificada a partir dos critérios sugeridos na Tabela 14.

Tabela 14 - Classificação e escala da frequência (F) de falhas [58]

Frequência da Falha (F)	Falhas por ano	Valor Atribuído
Má	> 4	4
Razoável	2 - 4	3
Boa	1 – 2	2
Excelente	< 1	1

A consequência é determinada através da seguinte equação (2):

$$\boldsymbol{Consequência = (IO \times FO) + CM + IAS} \quad (2)$$

Onde,

- IO - Fator de Impacto Operacional
- FO - Fator de Flexibilidade Operacional
- CM - Fator de Custo de Manutenção
- IAS - Fator de Impacto na Segurança e Ambiente

Mais uma vez, devem ser definidos critérios de classificação de cada um destes fatores. Os exemplos dados por [58] na Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18, definem as classificações e escalas dos fatores da equação (2) e aplicam-se ao caso em específico. Como no exemplo anterior, fluxograma de criticidade, estes parâmetros devem ser adaptados à indústria e organização onde pretendem ser aplicados.

Tabela 15 - Classificação e escala do impacto operacional (IO) [58]

Impacto Operacional (IO)	**Consequência**	**Valor Atribuído**
Extremamente alto	Paragem imediata da fábrica	10
Muito alto	Paragem parcial da fábrica	6
Alto	Impacto na produção ou qualidade	4
Médio	Custo operacional relacionada com indisponibilidade	2
Baixo	Sem impacto operacional significativo	1

Tabela 16 - Classificação e escala do impacto na flexibilidade operacional (FO) [58]

Impacto na Flexibilidade Operacional (FO)	**Consequência**	**Valor Atribuído**
Alta	Sem operação suplente ou alternativa	4
Média	Operação suplente partilhada	2
Baixa	Operação suplente disponível	1

Tabela 17 - Classificação e escala do Custo de Manutenção (CM) [58]

Custo de Manutenção (CM)	Consequência	**Valor Atribuído**
Alto	≥ 20.000 €	2
Baixo	< 20.000 €	1

Tabela 18 - Classificação e escala do impacto ambiental e segurança (IAS) [58]

Impacto Ambiental e Segurança (IAS)	**Consequência**	**Valor Atribuído**
Extremamente alto	Impacto na segurança de pessoas, que exige notificação a instituições públicas	8
Muito alto	Impacto ambiental irreversível	6
Alto	Impacto na infraestrutura da fábrica, que causa danos severos	4
Médio	Pequenos acidentes ou incidentes	2
Baixo	Impacto ambiental sem infração de leis	1
Muito baixo	Sem impacto para as pessoas, ambiente e infraestruturas	0

Tendo em conta os critérios e escalas anteriores, foi fixado um valor máximo de criticidade de 200 e mínimo de 2, valores adimensionais. Devem então ser estabelecidos os níveis de criticidade e intervalos numéricos de classificação destes. Na Tabela 19, estão representadas as três classes de ativos, crítico, semicrítico e não crítico, bem como a respetiva escala de classificação.

Após obter o valor de risco para cada ativo, a classificação deve ser representada sobre a forma de uma tabela, onde conste o nome do ativo, parâmetros de classificação e classificação final. Esta pode ser representada numa matriz de risco, exemplo na Figura 25, onde fica intuitivamente representada a situação atual de criticidade de ativos.

Tabela 19 - Níveis de criticidade dos ativos [58]

Nível de Criticidade dos Ativos	Valor Adimensional do Risco
Crítico	R > 100
Semicrítico	40 < R < 100
Não Crítico	R < 40

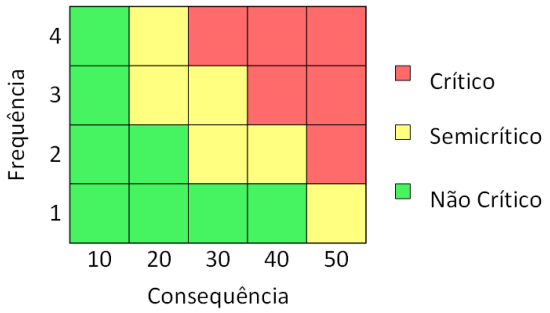


Figura 25 - Matriz de risco e localização dos ativos Adaptado de [58, 68]

2.2.5.9 *Definição da Estratégia de Manutenção dos Ativos*

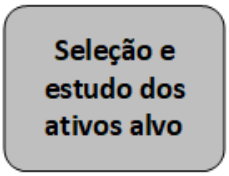


Figura 26 - Etapa 4 da Metodologia RCM

Após realizar a análise de criticidade e priorização dos ativos, é fundamental definir a estratégia a implementar para cada categoria de ativo, Figura 26. Inicialmente, deve ser realizada uma análise crítica dos resultados da priorização de ativos, em percentagem, onde segundo Amaral [55], para a indústria de celulose a percentagem de ativos de categoria A ou críticos não deve ser superior a 25%, medida esta que pode ser referência para outras indústrias. Quando este valor é significativamente superior a um quarto do total dos ativos, o processo de seriação de criticidade deve ser revisto. Isto deve-se à elevada importância e foco de recursos e custos investidos nesta categoria de ativos.

O processo de estratégia a seguir representado, Figura 27, assume a classificação da secção 2.2.5.8.1, nas três categorias de criticidade A, B e C, que pode ser respetivamente adaptado às categorias da secção 2.2.5.8.2, crítico, semicrítico e não crítico.

Estando implementada a estratégia, devem ser avaliados os resultados desta, bem como periodicamente ou sempre que justificável, rever a priorização de ativos e estratégia implementada.

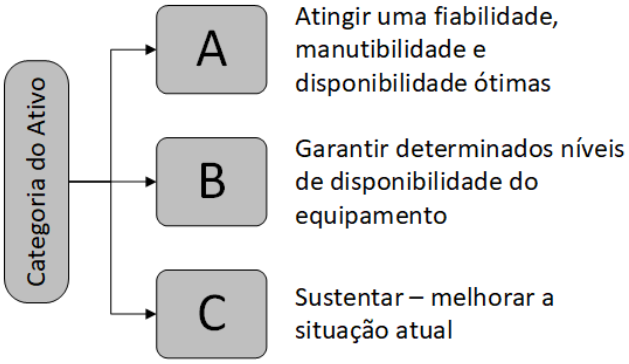


Figura 27 - Exemplo de uma estratégia de manutenção para diferentes categorias de ativos [58]

Estando definidos os objetivos da estratégia a atingir para cada categoria de ativo na Figura 27, estes podem ser alcançados tendo em conta as ações sugeridas na Figura 28, para os ativos da categoria A, B e C.

Ações para atingir uma fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade ótimas (Categoria A)

- **Identificar todos os Modos de Falha críticos**
  FMECA (Análise de Modo de Falha, Efeitos e Criticidade)
- **Definir ações e planos de manutenção ótimos**
  RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade)
- **Padronizar ações de manutenção**
  Definir padrões e formar técnicos e operadores
- **Analisar pontos fracos de projeto dos equipamentos**
- **Melhoria contínua do plano de manutenção**
  Revisão contínua da FMEA e RCM

Ações para garantir determinados níveis de disponibilidade do equipamento (Categoria B)

- **Evitar todas as falhas repetitivas**
  Analisar todas as falhas (RCFA - Análise de Falhas e Causas Raiz)
- **Melhorar o plano de manutenção**
  Analisar o histórico de falhas
  Analisar a eficácia das ações de manutenção
  Revisão contínua do plano de manutenção
- **Padronizar ações de manutenção**
  Definir padrões e formar técnicos e operadores
- **Analisar pontos fracos de projeto dos equipamentos**

Ações para sustentar – melhorar a situação atual (Categoria C)

- **Evitar falhas repetitivas**
  RCFA – Analisar todas as falhas críticas (por exemplo: > 1hora para reparação)
- **Padronizar ações de manutenção críticas**

Figura 28 - Exemplos de ações de manutenção detalhadas para ativos de categoria A, B e C [58]

2.2.5.10 *Análise do Modo de Falha e Efeitos – FMEA*

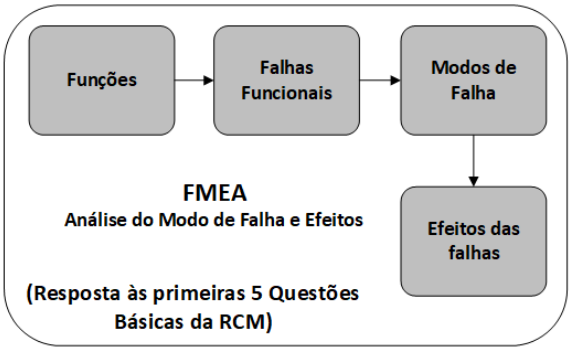


Figura 29 - Etapa 5, 6, 7 e 8 da Metodologia RCM

A FMEA é considerada a ferramenta fundamental da RCM, tendo como objetivo a resposta às primeiras cinco questões chave da metodologia, presentes na Figura 12, apresentando uma abordagem qualitativa e prática que a torna a ferramenta de análise de fiabilidade e risco mais utilizada na indústria [58]. Esta ferramenta visa identificar as funções, os modos de falha, as causas e as consequências associadas a cada falha potencial, Figura 29.

2.2.5.10.1 Introdução

A FMEA é uma análise sistemática de falhas potenciais, com o objetivo de as evitar. É considerada um processo preventivo, desencadeado antes de serem implementadas alterações aos produtos ou processos [65].

Esta metodologia de análise de falhas surgiu no início dos anos 1950, com o intuito de projetar sistemas de controlo de aviação, tornando-se numa técnica oficial e utilizada na indústria de aviação e defesa. Teve várias aplicações práticas nestes setores, como a utilização pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) nas missões Apollo e o desenvolvimento de uma FMEA normalizada militar, "MIL_STD_1629".

Nos finais dos anos 1970, foi adotada pela indústria automóvel como parte do processo de desenvolvimento, de modo a lidar com problemas de fiabilidade existentes. Devido ao seu sucesso, ao longo dos anos tem vindo a ser adaptada e aplicada a várias indústrias como a indústria nuclear, saúde, análises ambientais, desenvolvimento de *software* e outras [65].

Segundo Manzini, et al. [69] e Weibull [70], surgiram variações da metodologia, podendo esta ser aplicada a um processo (PFMEA), ao projeto de um novo produto (DFMEA), a análise de um sistema ou análise de um produto. Apesar destas várias denominações poderem variar em objetivos e terminologia, todas apresentam uma metodologia de aplicação semelhante.

Surgiu também uma extensão à ferramenta FMEA, denominada de FMECA (Análise de Modo de Falha, Efeitos e Criticidade). Esta extensão, por muitos autores denominada apenas por FMEA, sendo atualmente o formato mais utilizado, difere da metodologia tradicional, uma vez que complementa a análise de falhas qualitativa com uma análise quantitativa, onde através de uma análise de risco se pretende investigar a criticidade das falhas em detalhe, introduzindo o conceito de severidade, ocorrência e detetabilidade [69].

2.2.5.10.2 Conceito e Benefícios da FMEA

A Análise do Modo de Falha e Efeitos é uma técnica de engenharia utilizada para definir, identificar e eliminar falhas e problemas correntes ou potenciais [65].

Segundo Moubray [53], é uma avaliação de risco predominantemente qualitativa, baseada no julgamento de peritos, onde é essencial ter um conhecimento sólido do equipamento e da sua operação, sendo este assegurado por uma equipa multidisciplinar. Esta deve ser composta por quatro a seis membros, dos quais um deve ser o líder do projeto, outro um elemento responsável por redigir o processo e os restantes membros devem ser especialistas nas diferentes áreas a serem analisadas [71]. Dado o carácter único de cada análise FMEA, as equipas não devem ser fixas, mas sim adaptarem os seus membros especialistas mediante os equipamentos ou áreas em análise. Todos os elementos envolvidos no processo FMEA devem possuir uma formação básica prévia na metodologia. O líder da análise deve possuir conhecimentos sólidos e sistematizados na metodologia, de modo a orientar a restante equipa [72].

A aplicação da FMEA apresenta benefícios o nível do projeto de um novo produto, resultando em maior fiabilidade, aumento de qualidade, segurança, satisfação dos clientes e redução de custos. Esta pode também ser utilizada para criar, otimizar ou controlar planos de manutenção para equipamentos [65, 70]. Fornece uma base de dados com falhas potenciais do equipamento e ações corretivas e preventivas, com o objetivo de as evitar, que pode ser utilizada para análises ou formações futuras. Além disso, a FMEA é exigida para cumprir com requisitos de segurança e qualidade impostos por normas como a ISO 9001, ISO/TS 16949 e outras [70].

2.2.5.10.3 Processo FMEA

A ferramenta FMEA é um método indutivo que possibilita identificar modos de falha potencias, as suas falhas e consequências, sendo a primeira abordagem uma análise qualitativa, que deve ser acompanhada de uma análise quantitativa e de um processo de geração, implementação e avaliação de um plano de melhoria. Na Figura 30, é possível visualizar um esquema com as fases anteriormente enumeradas e a sua sequenciação. Estas fases serão exploradas em detalhe nos subcapítulos seguintes.

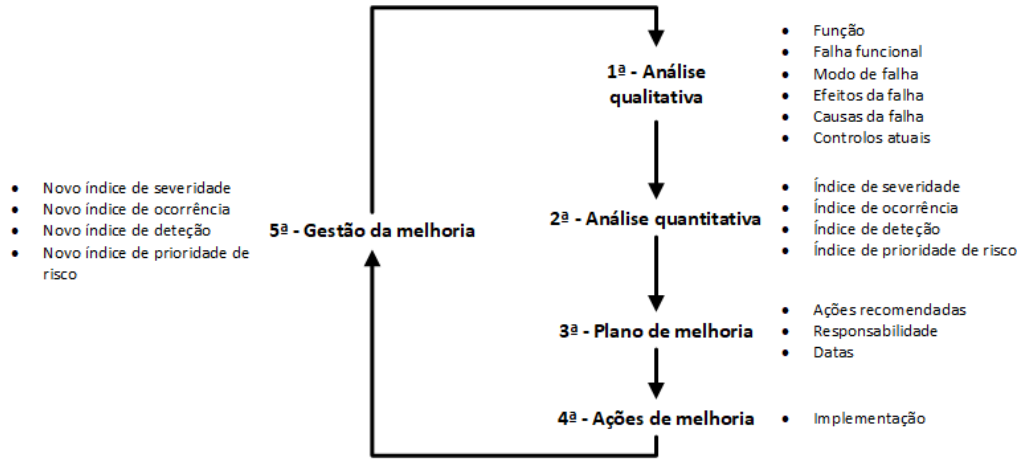


Figura 30 - Fases de uma análise FMEA [55]

2.2.5.10.4 Análise Funcional

O primeiro passo da FMEA consiste em analisar as funções do ativo em estudo, sendo que a função de um ativo é a capacidade de este satisfazer uma necessidade, cumprindo um padrão de desempenho mínimo [53]. Por este motivo, a definição de uma função deve seguir a metodologia da Figura 31.

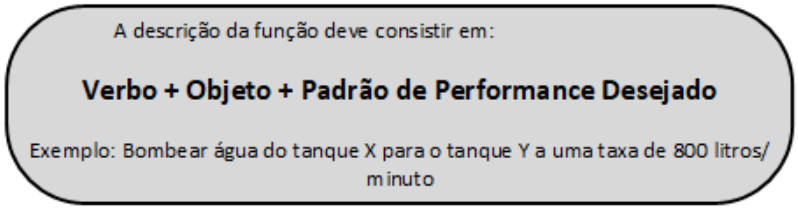


Figura 31 - Metodologia e exemplo da descrição de uma função. Adaptado de [53]

Normalmente, a capacidade inicial de um equipamento sofre deterioração, implicando assim a necessidade de definir objetivos de desempenho. Na Figura 32, identifica-se o desempenho inicial do ativo, à qual está associada uma margem de deterioração que não deve ultrapassar o desempenho desejado pelos utilizadores do equipamento, sendo este o padrão de desempenho mínimo. Estes padrões devem ser um mínimo quantitativo. Em certos casos, quando não é possível, podem ser qualitativos, sob a forma de intervalo de valores ou absolutos [53].

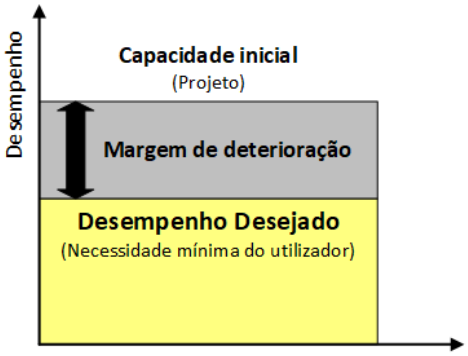


Figura 32 - Comparação de padrões de desempenho iniciais e desejados. Adaptado de [53]

As funções podem ser essencialmente de dois tipos, primárias e secundárias, e estes dois tipos podem ser subdivididos em subcategorias. Na Figura 33, é possível analisar os tipos de falha e subcategorias às quais devem estar ligados padrões de desempenho mínimos.

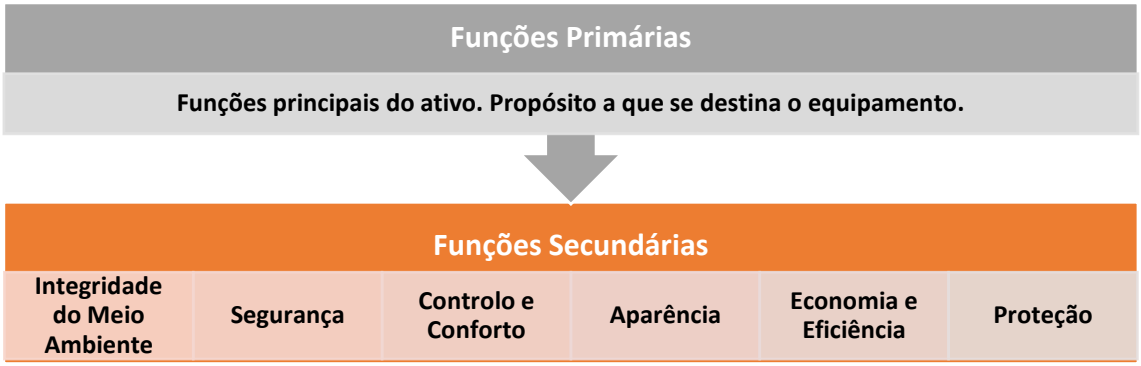


Figura 33 - Funções primárias, secundárias e subcategorias de um ativo. Adaptado de [53]

2.2.5.10.5 Falha Funcional

Uma falha funcional é definida como a incapacidade de o ativo cumprir uma função de acordo com o padrão de desempenho desejado pelo utilizador, ilustrado na Figura 34. Esta falha funcional pode ser total ou parcial [53].

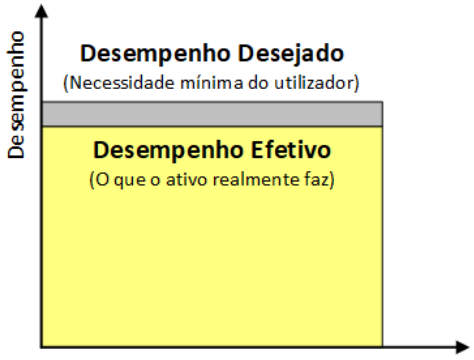


Figura 34 - Estado geral de falha [53]

2.2.5.10.6 Modos de Falha

Segundo Moubray [53], um modo de falha é qualquer evento que leve a uma falha funcional. Na Figura 35, é possível analisar um exemplo de uma função, as suas falhas funcionais e modos de falha para uma bomba de água, exemplo retirado de Moubray [53].

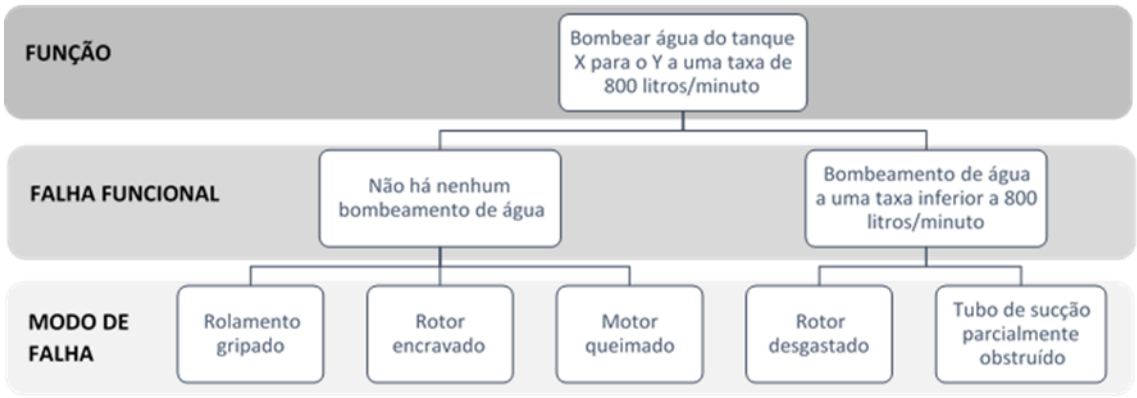


Figura 35 - Exemplos de uma função, falhas funcionais e modos de falha de uma bomba de água [53]

O modo de falha deve ser descrito segundo a Figura 36, e conter detalhe suficiente de modo a ser possível delinear uma estratégia de gestão de falhas. No entanto, nem todos os modos de falha devem ser registados, pois implicaria o consumo excessivo de tempo. Assim, devem ser registados modos de falha com uma probabilidade real de ocorrência, como:

- Modos de falha que ocorreram anteriormente no ativo, ou em equipamentos iguais ou semelhantes;
- Modos de falha que são alvo de ações de manutenção preventiva, e teriam lugar caso estas ações não acontecessem;
- Modos de falha que ainda não ocorreram, mas têm probabilidades reais de ocorrência [58].

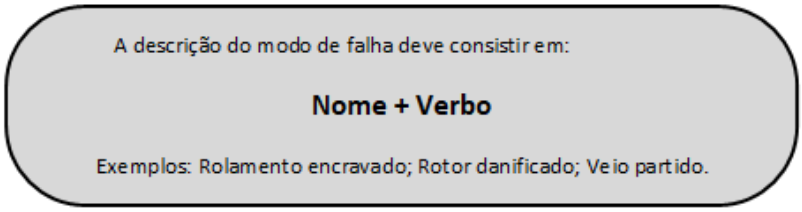


Figura 36 - Metodologia e exemplos da descrição de um modo de falha

2.2.5.10.7 Efeitos da falha

Os efeitos da falha descrevem o que acontece quando um modo de falha ocorre [53]. Relacionam-se com tempos de indisponibilidade, impactos na qualidade do produto, ameaças à segurança de pessoas e ambiente. Os impactos destes efeitos na organização, mediante o contexto do ativo, constituem as consequências das falhas. Estas devem ter em consideração os impactos diretos, secundários e consequências adversas de tempos de indisponibilidade na produção.

2.2.5.10.8 Causas de Falha

As causas de falha são fatores que levam à ocorrência da falha funcional no equipamento. A descrição destas causas pode variar de um cariz básico, como a máquina falhou, até uma análise detalhada das causas raízes, normalmente relacionadas com falhas específicas dos componentes do equipamento [53].

Segundo Press [71], causas de falha típicas incluem fatores como o dimensionamento incorreto do material, o uso de lubrificante incorreto, corrosão e excesso de calor ou força.

2.2.5.10.9 Método de Controlo Atual

Os métodos de controlo atuais consistem nos métodos correntes de prevenção e deteção, com o objetivo de prevenir, detetar ou evitar a falha. A ocorrência atual das falhas é influenciada diretamente por estes mecanismos de controlo, daí a importância de serem listados na análise [71].

2.2.5.10.10 Análise Quantitativa - Avaliação de Risco

De modo a priorizar as falhas analisadas, cada modo de falha potencial e efeito deve ser avaliado nos três fatores seguintes, Figura 37:

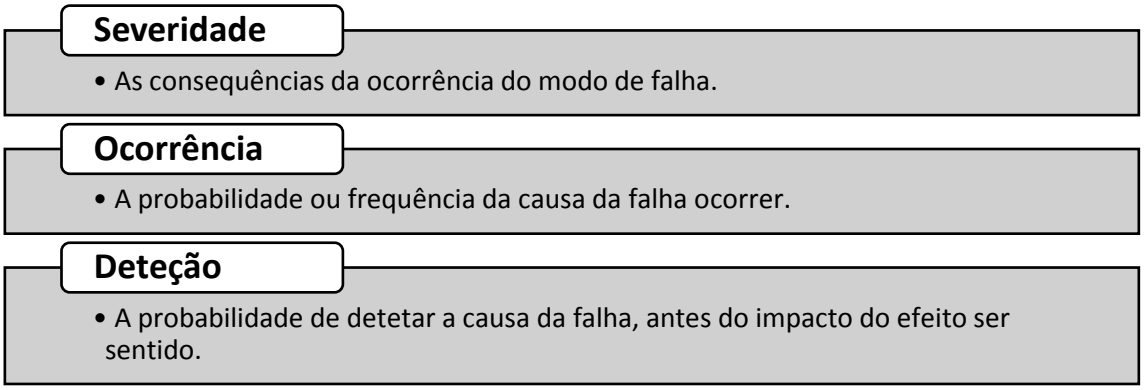


Figura 37 - Fatores de classificação para a análise quantitativa da FMEA. Adaptado de [65, 72]

Estes três fatores são classificados mediante escalas pré-estabelecidas, de 1 a 10, que devem ser tanto quanto possível, quantitativas e detalhadas. Nas Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 22 podem ser consultados exemplos de classificações de critérios para os índices de severidade, ocorrência e deteção, respetivamente, que deverão ser customizados e adaptados à indústria, organização e, em certos casos, até aos equipamentos a analisar.

De seguida, estes três índices são multiplicados, com igual peso para os três, dando origem ao número de prioridade de risco (RPN). Este número pode ser calculado segundo a equação (3) [65]:

$$\boldsymbol{RPN} = \textbf{Índice de Severidade} \times \textbf{Índice de Ocorrência} \times \textbf{Índice de Deteção} \quad (3)$$

O RPN irá variar entre 1, menor risco possível, e 1000, risco mais elevado, para cada causa potencial de falha, e é utilizado para avaliar a necessidade de tomar ações, corretivas ou preventivas, para diminuir este risco. Estas ações devem ser registadas durante a análise FMEA, e mais tarde analisadas. As causas potenciais com um índice de risco elevado, devem ser analisadas e respondidas em primeiro lugar. Para além disso, deve ser prestada especial atenção a causas potenciais com índices de severidade de 9 e 10, independentemente do RPN [72].

Tabela 20 - Exemplo de uma escala e critérios de avaliação do índice de severidade. Adaptado de [65]

Efeito	Critério: gravidade do efeito	Classificação
Nenhum	Sem consequência.	1
Muito mínimo	Item/Produto operacional, mas não está de acordo com a política da empresa.	2
Mínimo	Item/Produto operacional, mas pode conter alguns defeitos percetíveis por clientes atentos.	3
Muito baixo	Item/Produto operacional, mas contém alguns defeitos percetíveis pela maioria dos clientes.	4
Baixo	Item/Produto operacional, mas pode gerar inconveniências nas atividades subsequentes.	5
Moderado	Item/Produto operacional, mas pode gerar retrabalho, reparações ou danificar o equipamento.	6
Alto	Item/Produto operacional, mas a um nível reduzido de desempenho. Cliente insatisfeito.	7
Muito alto	Item/Produto inoperacional, com perda da sua função primária.	8
Grave – Com aviso	Ameaça à segurança de pessoas e equipamento ou incumprimento de regulamentos, com aviso prévio.	9
Grave – Sem aviso	Ameaça à segurança de pessoas e equipamento ou incumprimento de regulamentos, sem aviso prévio.	10

Tabela 21 - Exemplo de uma escala e critérios de avaliação do índice de ocorrência. Adaptado de [65]

Probabilidade de falha	Possíveis taxas de falha	Classificação
Remota: falhas improváveis	≤ 1 em 1.500.000	1
Baixa: relativamente poucas falhas.	1 em 150.000 1 em 15.000	2 3
Moderada: falhas ocasionais	1 em 2.000 1 em 400 1em 80	4 5 6
Alta: falhas repetitivas	1 em 20 1 em 8	7 8
Muito alta: falhas quase inevitáveis	1 em 3 ≥ 1 em 2	9 10

Tabela 22 - Exemplo de uma escala e critérios de avaliação do índice de deteção. Adaptado de [65]

Deteção	Critério: probabilidade de deteção por controlos atuais	Classificação
Quase certa	Os controlos atuais quase certamente detetarão uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	1
Muita alta	Probabilidade muito elevada de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	2
Alta	Probabilidade elevada de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	3
Moderadamente alta	Probabilidade moderadamente alta de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	4
Moderada	Probabilidade moderada de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	5
Baixa	Probabilidade baixa de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	6
Muito baixa	Probabilidade muito baixa de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	7
Remota	Probabilidade remota de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	8
Muito remota	Probabilidade muito remota de os controlos atuais detetarem uma causa potencial e o modo de falha subsequente.	9
Quase impossível	Os mecanismos de controlo atual não irão ou não serão capazes de detetar uma causa potencial e o modo de falha subsequente. Ou não existem controlos atuais.	10

2.2.5.10.11 Plano, Ações e Gestão de Melhoria

Após a realização dos pontos anteriores, e obtendo uma lista hierarquizada de causas potenciais de falha, devem ser elaborados planos de melhoria. Estes planos de melhoria devem partir das ações recomendadas durante a análise FMEA, do RPN associado à causa potencial e da exequibilidade e viabilidade das ações. Após aprovação e definição de datas e responsabilidades das ações, em grupo, estas devem ser implementadas [65]. No seguimento da metodologia apresentada, será utilizada a lógica RCM para apoiar a decisão de seleção das ações a implementar.

Para concluir o processo, deve ser realizada uma fase de gestão de melhoria onde, após a validação das ações tomadas, são reavaliados os índices de severidade, ocorrência, deteção e calculado o novo RPN [55, 65].

2.2.5.10.12 Documentação (Carta) FMEA

Todo o processo FMEA deve ser documentado e, para este fim, deve ser utilizada uma carta ou folha de FMEA. Não existe um modelo único, no entanto, o formato utilizado deve contemplar os pontos anteriormente analisados. Na Figura 38, é apresentado um exemplo de uma carta FMEA obtida de Amaral [55], que tem por base a norma IEC 60812:2006, elaborada pela Comissão Eletrotécnica Internacional [73].

Sistema: 1			Grupo de trabalho: 2								Número de folha: Data original: 3 Data de revisão:					
Componente	Função	Modo Potencial de Falha	Efeito Potencial de Falha	Índice de Severidade	Causas Potenciais de Falha	Índice de Ocorrência	Tarefas Existentes	Índice de Deteção	NPR	Ações Recomendadas	Responsável de Data de Conclusão Limite	Resultados das Ações				
												Ações Tomadas	Severi-dade	Ocorrência	Deteção	NPR
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			

1 – Caracterização do sistema	10 – Valor de 1 a 10 do índice de ocorrência da falha
2 – Nome das pessoas que participam no grupo de trabalho	11 – Método para identificar e controlar as falhas
3 – Número de carta e datas de execução e de revisão	12 – Valor de 1 a 10 do índice de deteção da falha
4 – Nome do componente	13 – Número de prioridade de risco
5 – Função que o componente desempenha	14 – Ações recomendadas pelo grupo de trabalho
6 – Possíveis modos de falha	15 – Responsáveis pela implementação e datas limite
7 – Possíveis efeitos que podem ser causados no sistema	16 – Ações corretivas realizadas
8 – Valor de 1 a 10 do índice de severidade dos efeitos	17 – Reavaliação dos índices e cálculo de novo NPR
9 – As causas que podem ter desencadeado o modo de falha	

Figura 38 - Exemplo de uma carta FMEA [55]

2.2.5.11 Lógica RCM

Figura 39 - Etapa 9 da Metodologia RCM

Para complementar a folha FMEA, também denominada carta RCM, é utilizado um diagrama de decisão RCM, Figura 39. O diagrama de decisão é uma ferramenta que, através de um fluxograma, apoia a tomada de decisão sobre ações recomendadas, para as respetivas causas potencias das falhas registadas. Esta ferramenta é mencionada em Moubray [53] e é sugerido um exemplo prático, onde devem ser registados os seguintes casos:

- Que rotina de manutenção, se alguma, deve ser aplicada, qual a periodicidade e quem deve ser o responsável;
- As falhas que são graves o suficiente para exigirem uma alteração de projeto do item;
- Casos onde foram tomadas decisões deliberadas de manutenção após a falha.

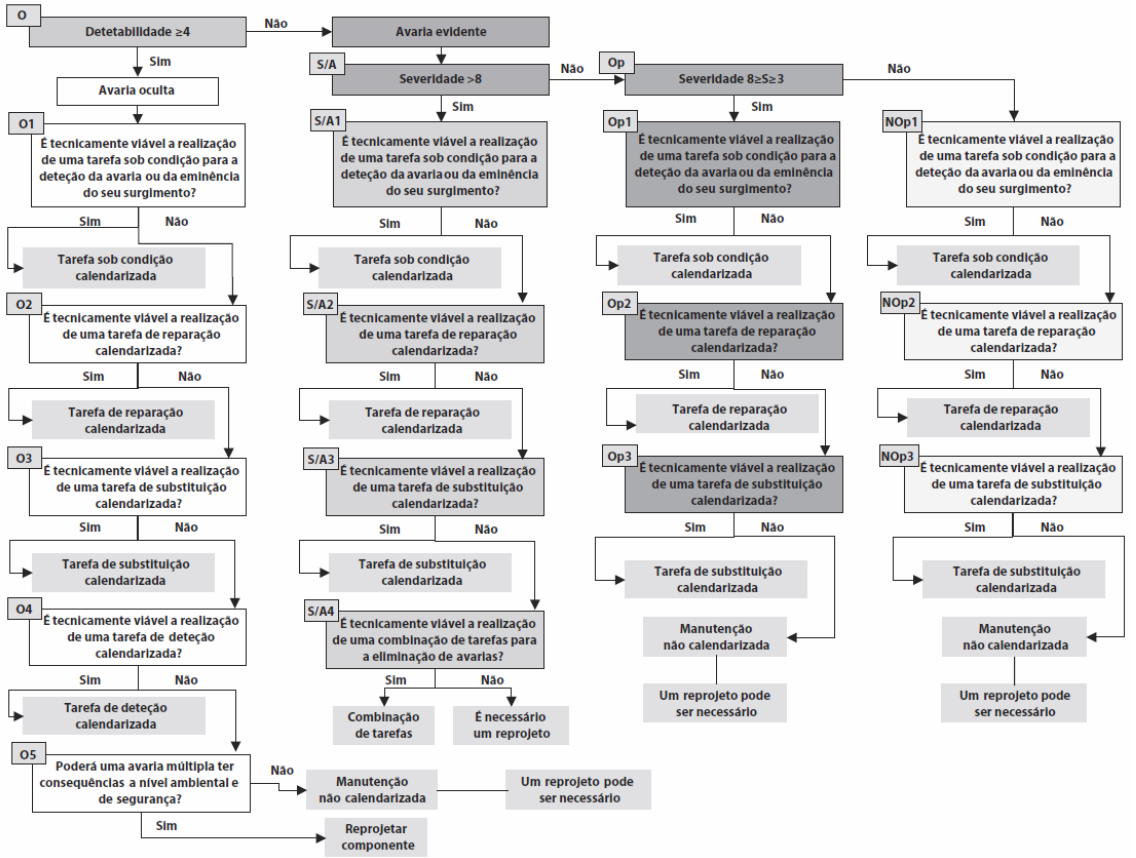


Figura 40 - Diagrama de decisão RCM. Adaptado de [74]. Obtido de [55]

No entanto, a abordagem de Moubray [53] não tem em consideração a análise de risco resultante de algumas versões das cartas FMEA, como a apresentada na secção 2.2.5.10.

Deste modo, será tida como referência a abordagem de Silva, et al. [74], que inspirada no modelo desenvolvido por Moubray [53] disponível no Anexo 2, apresenta um diagrama de decisão que contempla a avaliação de criticidade no processo de decisão.

Na Figura 40, é possível analisar o diagrama de decisão RCM, anteriormente descrito, que integra todo o processo de decisão associado à análise quantitativa da FMEA, exemplo retirado de Amaral [55]. Este diagrama utiliza o valor dos índices de detetabilidade, obtidos na análise FMEA, para tomar decisões quanto às ações corretivas e preventivas a implementar, de modo a evitar avarias ocultas e avarias evidentes.

Este diagrama de decisão RCM, estuda não só a viabilidade técnica das ações recomendadas, mas também a sua viabilidade económica. A decisão resulta da adaptação das ações às consequências das falhas, onde, segundo Amaral [55] e Moubray [53], devem ter em conta os seguintes fatores, Figura 41:

Falha oculta

- Uma ação proativa é justificada se reduz o risco das falhas associadas à função oculta para um nível mínimo aceitável. Caso não seja possível definir tal ação, então deve ser programada uma ação periódica de análise de condição, para averiguar as falhas potenciais (inspeções, ensaios ou testes). Na eventualidade de não se encontrar um modo de ensaio válido, em função das consequências da falha, deve ser efetuado um redesenho do item.

Falha com consequências de segurança ou ambientais

- Uma ação de prevenção só deve ser aplicada se reduzir o risco deste tipo de falhas para níveis extremamente reduzidos. Caso contrário, o item em análise deve ser redesenhado.

Falha tem consequências operacionais

- Uma ação preventiva é justificada se o custo total de a realizar, durante um período de tempo, for inferior ao custo das consequências funcionais acrescido do custo da reparação. As ações preventivas devem ser justificadas numa base económica.

Falha tem consequências não operacionais

- Só justifica uma ação proativa se o seu custo total, ao longo de um período de tempo, não exceder o custo de reparação. Também estas ações devem ser justificadas em termos económicos.

Figura 41 - Tipos de falhas e respetivas ações a implementar, segundo o diagrama de decisão RCM (Figura 40). Adaptado de [53, 55]

Todas as decisões de tarefas de manutenção a realizar devem ser registadas na carta FMEA e, mais tarde, serem transcritas para uma folha de decisão que indique claramente a ação, a frequência e a área responsável.

2.2.5.12 *Seleção de atividades de manutenção segundo o RCM*

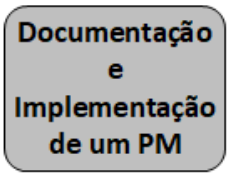


Figura 42 - Etapa 10 da Metodologia RCM

Após se obter uma lista das ações obtidas da análise RCM, estas devem ser inscritas nos planos de manutenção e procedimentos operacionais, Figura 42. No entanto, antes desta transposição, todas as ações devem ser avaliadas e validadas pelas áreas competentes.

Segundo Moubray [53], esta avaliação pode ser efetuada através do processo descrito na Figura 43, onde devem ser abordados os seguintes passos [55]:

1. Auditoria às folhas de decisão;
2. Melhoria na descrição das ações propostas (maior detalhe);
3. Identificação das ações propostas dirigidas à operação e aos recursos humanos;
4. Organização das tarefas propostas em planos e procedimentos;
5. Criação de mecanismos para garantir que as tarefas são implementadas de acordo com as condições propostas.

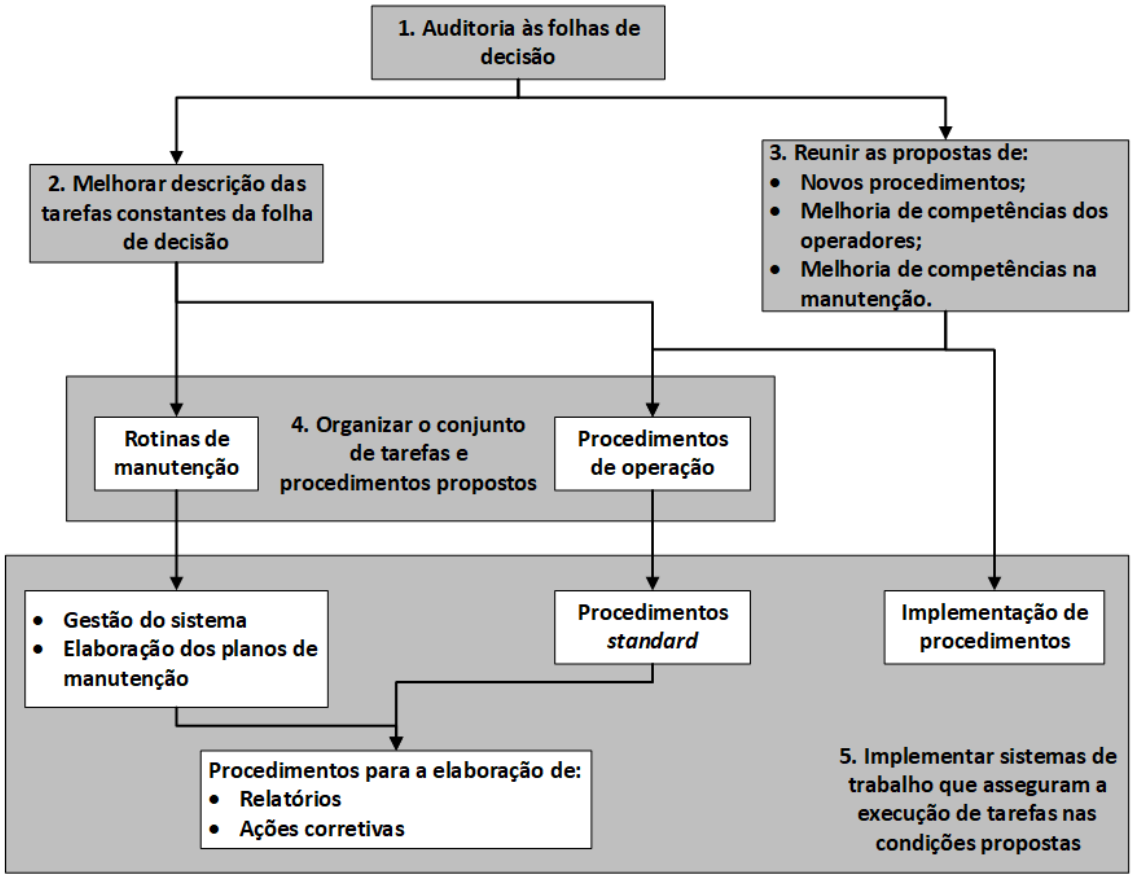


Figura 43 - Diagrama de transposição das tarefas propostas para os planos de manutenção. Adaptado de [53]. Obtido de [55]

2.2.5.12.1 Otimização dos Planos de Manutenção

Uma das principais aplicações da RCM na indústria é efetuada com o propósito de realizar uma otimização dos planos de manutenção. Esta abordagem tem como principais objetivos [75]:

- **Adição de novas tarefas ao PM atual**: devem ser incrementadas atividades ao PM atual que não sejam abordadas por este, mas que devido à gravidade das consequências da falha potencial e fatores económicos e operacionais, façam sentido constar nesse PM. Estes fatores são abordados nas etapas anteriores da RCM.
- **Eliminação de tarefas do PM atual**: devem ser identificadas e eliminadas tarefas do PM existente que representem [55]:
  - Duplicação de tarefas;
  - Tarefas de carácter preventivo sistemático, em vez de análise de condição;
  - Ações desnecessárias e sem interesse prático;
  - Ações de manutenção sistemáticas que possam ser substituídas por ações pontuais;
  - Tempo de execução de tarefas demasiado frequente ou tardio.
- **Melhoria de tarefas do PM atual**: devem ser identificas e reestruturadas atividades de carácter preventivo e sistemático, e, quando possível, substituídas por ações não intrusivas, como as tarefas de análise de condição. Por vezes, algumas atividades podem ser alteradas de modo a abordar a prevenção de mais de um modo de falha [75].

Na Figura 44, é possível analisar os passos a considerar na elaboração de novos PM:

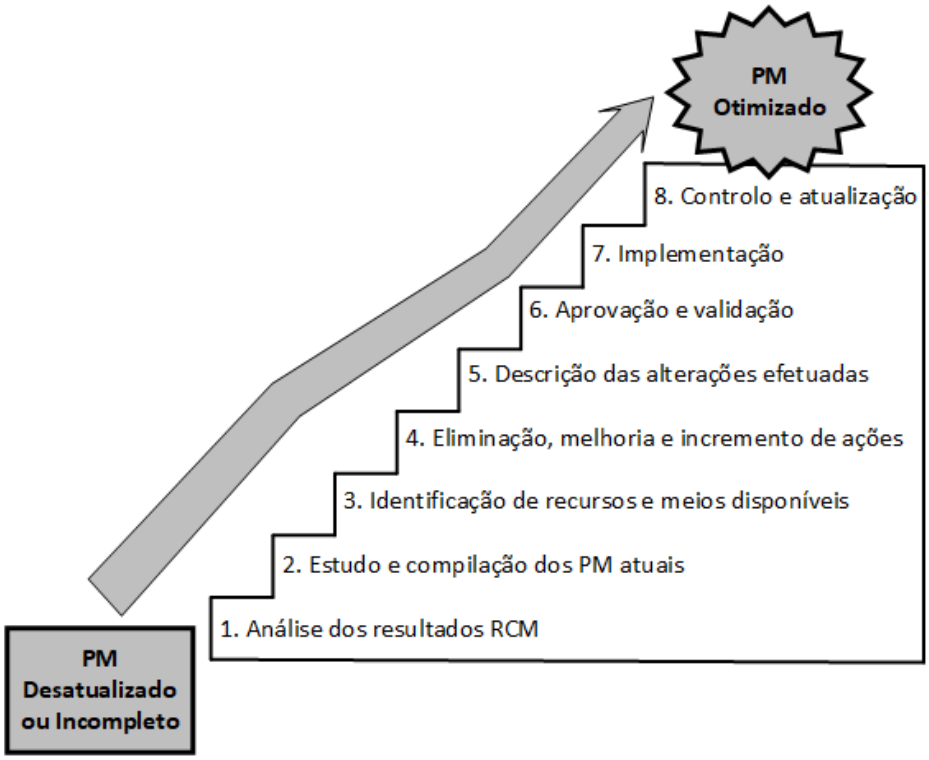


Figura 44 - Passos para a implementação de novos PM. Adaptado de [55, 76]

O conteúdo e a organização dos PM são preponderantes para o sucesso destes. Os novos PM devem ser completos, precisos (nível adequado de detalhe), concisos, ter uma apresentação consistente e ser aptos para controlo administrativo. Para isso, devem abordar os seguintes critérios, Figura 45:

Apresentação e conteúdo básico

- As tarefas devem ser descritas de modo a não causar qualquer dúvida aos responsáveis pelo seu cumprimento. O formato dos procedimentos dos PM deve ser simples e intuitivo, contendo a seguinte informação básica (Moubray, 1997):

✓ Identificação, nome e número do ativo em causa e, se aplicável, subconjunto deste;
✓ Domínio de especialização do recurso humano responsável (operadores, mecânico, eletricista, lubrificador, etc.);
✓ Frequência e duração estimada da tarefa;
✓ Indicações de segurança (ativo desligado, equipamento de segurança necessário, etc.);
✓ Lista prévia de ferramentas e peças suplentes necessárias para o desempenho das ações.

Organização e planeamento das rotinas de manutenção

- Após as atividades de manutenção a desempenhar estarem identificadas, estas devem ser acomodadas, de modo a serem planeadas e escalonadas. Pode-se identificar dois tipos de atividades dominantes (Moubray, 1997):

✓ Atividades simples e com elevada frequência, que devem ser realizadas pelos operadores dos equipamentos e, por isso, ser incorporadas nos procedimentos operacionais dos ativos.
✓ Atividades mais complexas que devem ser incorporadas em rotinas de manutenção. Uma rotina de manutenção é um documento que contém uma lista de determinadas tarefas de manutenção, a serem desempenhadas por alguém com um determinado nível de conhecimento, num determinado equipamento e numa frequência determinada (Moubray, 1997). Assim, devem ser agrupadas e consolidadas as tarefas a desempenhar tendo em conta o equipamento, o recurso humano e a frequência destas, de modo a criar o menor número de rotinas possível.

Figura 45 - Critérios fundamentais para a realização de rotinas de planos de manutenção. Adaptado de [53, 76]

Estas rotinas devem ser organizadas em procedimentos escritos, que oferecem vantagens não só a nível operacional, mas também a nível administrativo. Alguns dos benefícios destes procedimentos são [76]:

- Fornecer um registo de ações de manutenção aprovadas e seguindo determinados padrões de segurança;
- Fornecer informação padronizada e procedimentos a todos os envolvidos;
- Uniformizar ações, diminuindo a subjetividade do individuo a realizar a ação;
- Suporte à experiência e conhecimento do técnico, melhorando o seu desempenho;
- Documentar e desenvolver as práticas da organização;
- Aumentar a eficácia e eficiência dos procedimentos de manutenção.

2.2.5.12.2 Manutenção Baseada na Condição

Como apresentado na secção 2.2.3, este tipo de manutenção oferece várias vantagens, e deve estar presente num plano de manutenção integrado [55].

Consiste num processo de monitorização dos equipamentos, de onde resultam indicações do estado de condição dos componentes analisados. Traduz-se num plano de inspeções com uma frequência pré-estabelecida, e pode ter como base várias técnicas de controlo de condição. Estas técnicas baseiam-se em diferentes tecnologias e controlam vários parâmetros, através da utilização de equipamentos específicos, capazes de registar: níveis de vibração, pressão, temperatura, desempenho, análise de óleos e outros [53, 55]. As técnicas de controlo de condição mais utilizadas são [55, 57]:

- Análise de vibrações;
- Termografia;
- Inspeção Visual;
- Análise de óleos;
- Outros métodos não destrutivos (análise de ultrassons, líquidos penetrantes, radiografia).

A aplicação deste tipo de manutenção é adequada a falhas que possam ser previamente detetadas (degradação), caracterizadas por um padrão de falha como o indicado na Figura 46. Nesta figura, pode-se analisar um gráfico que traduz o comportamento de um equipamento conforme se aproxima da falha funcional, denominado de “Curva P-F”, onde “P” representa a falha potencial, momento a partir do qual é possível detetar a iminência da falha e “F” a ocorrência da falha funcional. O intervalo P-F corresponde ao intervalo de tempo onde a MPC é adequada e eficaz [55, 77].

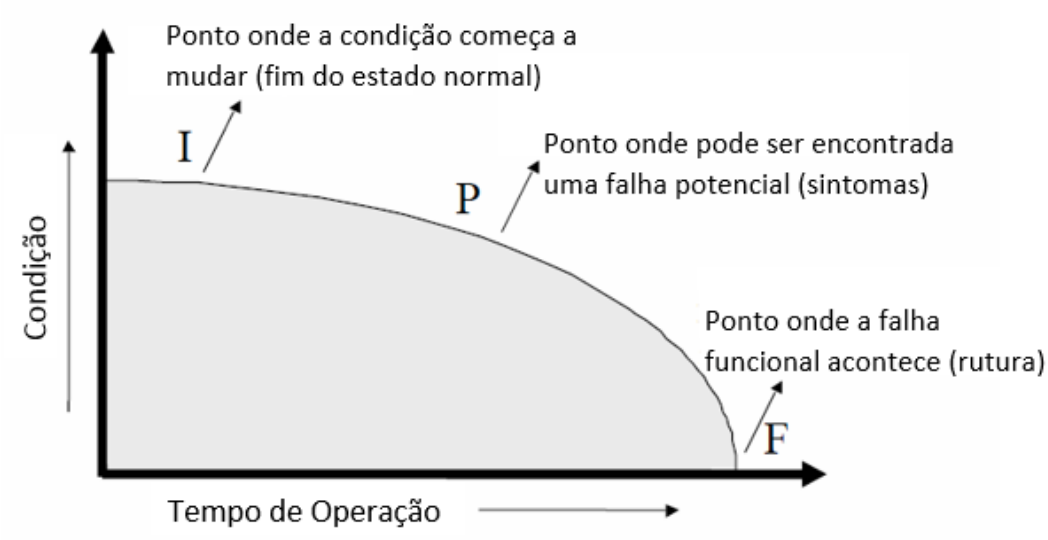


Figura 46 - Curva de falha potencial P-F (degradação) Adaptado de [55, 58, 77]

Existem vários benefícios associados a este tipo de manutenção, que podem ser sintetizados pelos resultados práticos obtidos por um estudo realizado em Mobley [51]. Este estudo analisa

o impacto da inclusão da MPC nos planos de manutenção de 500 empresas, nas áreas da produção de energia, papel, alimentar, têxtil e aço, obtendo [51, 55]:

- Redução dos custos de manutenção de 50% a 80%;
- Redução das avarias de 50% a 60%;
- Redução do armazenamento de peças suplentes de 20% a 30%;
- Redução das paragens não programadas de 50% a 80%;
- Aumento do tempo de vida dos ativos de 20% a 40%;
- Aumento de produtividade de 20% a 30%;
- Melhorias a nível de segurança de trabalhadores e instalações.

2.2.5.13 Controlo e avaliação do processo RCM

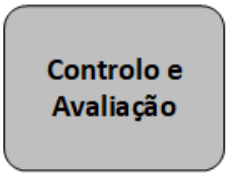


Figura 47 - Etapa 11 da Metodologia RCM

Estando grande parte do processo RCM realizado, deve ser avaliado o desempenho e os resultados deste, com indicado na Figura 47. Na Figura 48, estão representados exemplos de indicadores de desempenho que podem ser utilizados nesta avaliação, os indicadores de desempenho serão analisados e um maior detalhe no capítulo seguinte 2.2.6.

Para uma análise dos resultados obtidos do processo RCM, devem ser analisados indicadores de fiabilidade e desempenho dos ativos. De modo a analisar o desenrolar do processo RCM, devem ser analisadas etapas intermédias deste processo, como a análise de criticidade dos ativos, resultados da FMEA e produtos da auditoria RCM e otimização dos planos de manutenção.

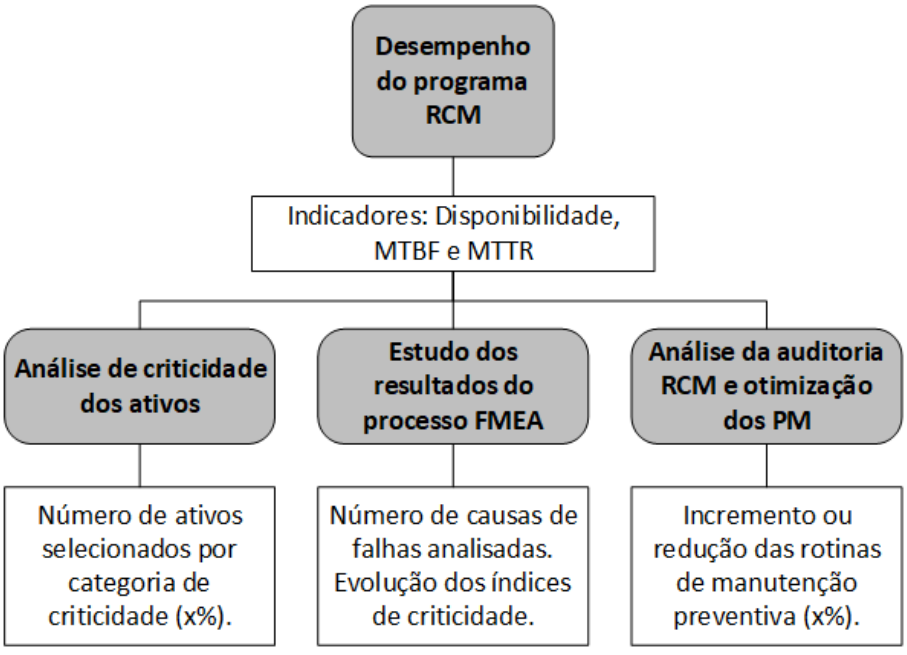


Figura 48 - Indicadores para melhorar e controlar o processo RCM. Adaptado de [55, 58]

É necessário ter em conta, que sempre que se justifique uma reanálise ou reformulação de etapas intermédias do processo RCM, estas devem ser devidamente realizadas, registadas e o processo posteriormente adaptado, sendo assim uma metodologia em melhoria contínua.

2.2.6 Indicadores de Gestão da Manutenção

Para a evolução de uma organização, é fundamental a medição do seu desempenho. Os indicadores de desempenho (KPIs) são ferramentas de gestão que permitem efetuar a medição e avaliar o consequente nível de desempenho [55].

Os KPIs permitem que os gestores de topo transmitam aos seus colaboradores informações sobre a eficiência do processo, identificando fontes de ineficiência e oportunidades de melhoria, bem como a qualidade do seu desempenho ao longo de um período de tempo [55, 78].

A análise e gestão destes indicadores, por si só, pode constituir um método de gestão e melhoria que pode ser complementado por atividades de "*Benchmarking*", que visa a comparação com as melhores práticas na indústria. Deste modo, os gestores e equipa estão aptos para definir metas a atingir e traçar planos de ação para o conseguir [65, 78].

Existem indicadores comuns a várias indústrias e muito populares em áreas em específico, que podem ser consultados em diferentes bibliografias da área. Contudo, em certas ocasiões, estes devem ser criados para determinados casos em particular, devendo ser [55, 79]:

- Curtos, simples e entendidos por todos;
- Não contraditórios ou análogos a indicadores já existentes;
- Capazes de ser controlados pelos gestores e percebidos pelos executantes;
- Focados e aplicados, em áreas chave, importantes para a atividade a controlar.

2.2.6.1 Tipos de Indicadores

Dada a amplitude de aplicações dos indicadores de desempenho dentro das organizações, estes são aplicados a vários departamentos, existindo assim [80, 81]:

- Indicadores operacionais;
- Indicadores financeiros;
- Indicadores de saúde, segurança de pessoas e segurança ambiental;
- Outros.

Dentro destes departamentos, os indicadores podem ser subdivididos em áreas como no caso da manutenção: planeamento, financeiros, estratégia, execução, etc.

Existindo vários indicadores, para a manutenção, será importante destacar o indicador operacional OEE e, em específico da área, o MTBF, o MTTR e a disponibilidade [57, 78].

Como referido, existem métricas das melhores práticas na indústria, para fins de "*Benchamarking*", que serão a seguir apresentadas, podendo ser da metodologia de Produção de Classe Mundial (WCM), disponível em Smith [82], ou através dos valores de referência consultados em Ben-Daya, et al. [65].

2.2.6.1.1 OEE – Índice de Eficiência Global do Equipamento

Apesar de ser um indicador de natureza operacional, este é utilizado em várias áreas dentro da organização, incluindo a manutenção, sendo uma métrica quantitativa fundamental para medir a eficiência global de um sistema produtivo, dando uma imagem global do equipamento [55, 65]. Pode também ser utilizado para medir impactos de melhorias ou alterações implementadas nos equipamentos [83]. Este indicador foi desenvolvido no âmbito da metodologia TPM, sendo atualmente aplicado de forma generalizada nas organizações. Consiste na combinação de três índices, Figura 49:

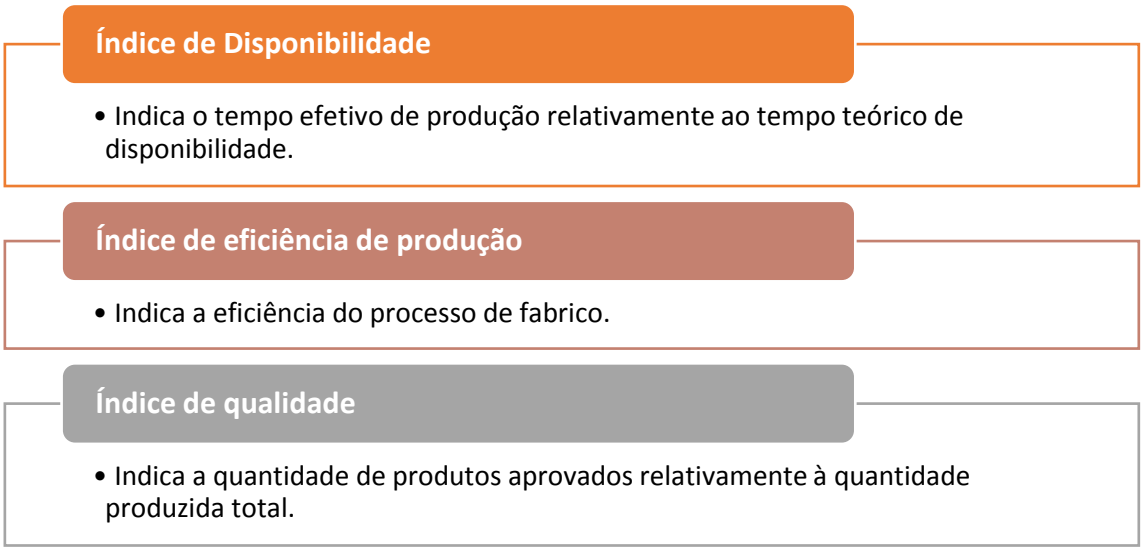


Figura 49 - Índices que compõem o indicador OEE. Adaptado de [55, 83-85]

Na Figura 50, é possível observar estes índices, bem como as respetivas perdas associadas.

A Tabela 23, traduz intuitivamente o método de cálculo de cada um dos índices e o indicador final, bem como as melhores práticas na indústria, segundo a WCM.

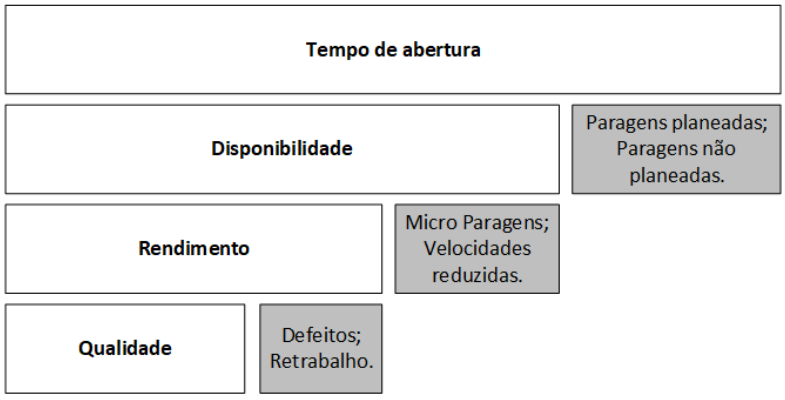


Figura 50 - Índices do OEE e respetivas perdas. Adaptado de [84, 86]

Tabela 23 - Cálculo de índices OEE, disponibilidade, eficiência de produção e qualidade. Adaptado de [55, 65, 84]

Índice	Fórmula de Cálculo	Melhor Prática na Indústria (WCM)
Disponibilidade (D)	$D = \frac{Tempo\ de\ operação\ real}{Tempo\ de\ operação\ teórico}$	90%
Eficiência de Produção (EP)	$EP = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ nominal}{Tempo\ de\ ciclo\ real} = \frac{Capacidade\ produtiva\ real}{Capacidade\ produtiva\ nominal}$	95%
Qualidade (Q)	$Q = \frac{Total\ de\ peças\ conforme}{Total\ de\ peças\ produzidas}$	99%
OEE	$OEE = D \times EP \times Q$	85%

2.2.6.1.2 MTBF – Tempo Médio Entre Falhas

O tempo médio entre falhas é um indicador de eficácia dos equipamentos. Como o nome indica, este traduz o tempo médio decorrido entre duas falhas consecutivas, como pode ser observado na Figura 51 [57, 80].

Este indicador tem como principal objetivo fornecer informações sobre os equipamentos. Um ativo que possua um baixo MTBF, é caracterizado por baixos parâmetros de fiabilidade e elevado número de falhas [58]. Este indicador pode ser calculado através da equação (4), em unidades de tempo (u.t.) [58, 87]:

$$\boldsymbol{MTBF = \frac{\sum Tempo\ útil\ de\ funcionamento}{Nº\ total\ de\ falhas\ nesse\ período}} \quad (4)$$

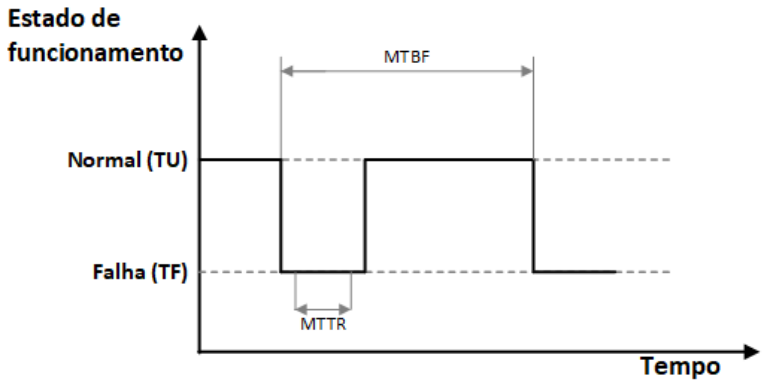


Figura 51 - Representação esquemática dos parâmetros MTBF, MTTR, TU (tempo útil) e TF (tempo de paragem por falha). Adaptado de [55, 88]

2.2.6.1.3 MTTR – Tempo Médio para Reparação

O MTTR exprime o tempo médio necessário para a reparação de uma falha, sendo também um indicador de eficácia dos equipamentos. Na Figura 51, é possível analisar a representação deste parâmetro, sendo que equipamentos com MTTR elevados, refletem elevados tempos de reparação e, com isso, um impacto negativo na disponibilidade [58, 87].

É importante salientar que o tempo de reparação de uma avaria corresponde ao tempo de inspeção, diagnóstico, acesso, substituição ou reparação, montagem e controlo [55]. Na expressão (5), está representado o cálculo deste indicador, em unidades de tempo:

$$\boldsymbol{MTTR = \frac{\sum Tempo\ de\ reparação}{Nº\ total\ de\ reparações\ nesse\ período}} \quad (5)$$

2.2.6.1.4 Disponibilidade

Trata-se de um indicador que traduz o tempo durante o qual um ativo está disponível para realizar as suas funções específicas. “O aumento de disponibilidade dos equipamentos é um dos principais objetivos de qualquer modelo ou estratégia de manutenção” [55]. Ao analisar-se a equação (6), onde o (TU) é o tempo útil de funcionamento e (TF) o tempo de paragem por falha, é possível efetuar o cálculo da disponibilidade. Este indicador pode também ser obtido através dos indicadores anteriores, MTBF e MTTR, como indicado na expressão (7) [55].

$$\boldsymbol{Disponibilidade = \frac{TU}{TU + TF} \times 100\%} \quad (6)$$

$$\boldsymbol{Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%} \quad (7)$$

Por sua vez a indisponibilidade, inverso da disponibilidade, pode ser obtida pela expressão (8) [55].

$$\boldsymbol{Indisponibilidade = (1 - D) = 1 - \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%} \quad (8)$$

2.2.6.1.5 Outros indicadores

Na Tabela 24, constam vários indicadores de desempenho da manutenção retirados da bibliografia, a sua área de aplicação e quando disponível, as melhores práticas na indústria.

Tabela 24 - Indicadores de desempenho da manutenção, área de aplicação e melhores práticas para "*benchmarking*". Adaptado de [55, 65, 81, 82]

Nº	KPI	Área de aplicação	Melhores Práticas na indústria
1	Custo de manutenção	Financeiro	Contexto específico (€)
2	Custo de manutenção / Custo total de fabricação	Financeiro	< 10% a 15%
3	Custo de manutenção do ativo / custo de substituição do ativo	Financeiro	< 2% a 3%
4	Manutenção Planeada / Manutenção Total	Planeamento	> 90%
5	Horas de Manutenção Planeada e Programada / Horas de trabalho	Planeamento	~ 85-95%
6	Manutenção Corretiva (não planeada)	Planeamento	< 10%
7	Frequência de falhas	Fiabilidade	Contexto específico (falhas/u.t.)
8	Horas de indisponibilidade devido a Manutenção Planeada	Indisponibilidade	Contexto específico (horas)
9	Percentagem de ordens de trabalho que exigem retrabalho	Retrabalho (mensal)	Máximo 3%
10	Horas de MP / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	~ 20%
11	Horas de MPC / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	~ 50%
12	Horas de MC planeada / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	~ 20%
13	Horas de MC não planeada / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	~ 10%
14	Percentagem de cumprimento dos planos de manutenção sistemática ou condicionada	Planeamento/Execução	> 90%
15	Percentagem de cumprimento dos planos de lubrificação	Planeamento/Execução	> 90%

2.2.7 Custos na Manutenção

Em muitas organizações, os custos diretos da manutenção, como serão a seguir abordados, representam o terceiro maior custo operacional, apenas atrás de custos associados a matérias primas e de operação (mão de obra e energia) [53]. Deste modo, conhecer os custos associados à manutenção é indispensável para avaliar o seu desempenho e contributo para a organização em causa.

É possível encontrar diferentes classificações para estes custos em diferentes fontes bibliográficas, de onde será apresentada a versão de Amaral [55], que se assemelha a grande parte destas. Segundo este autor, os custos totais de manutenção resultam da soma dos custos diretos, indiretos e especiais, como pode ser observado na Figura 52 e Figura 53.

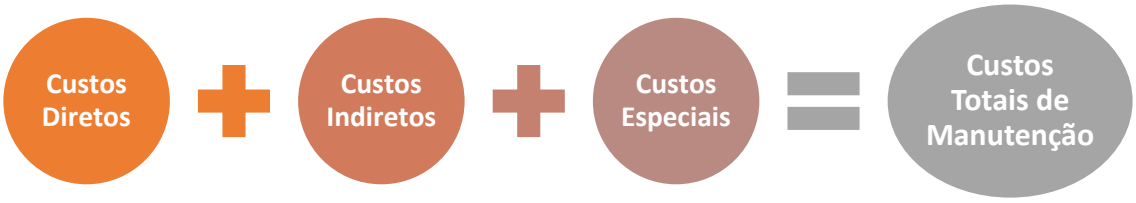


Figura 52 - Representação do cálculo dos Custos Totais da Manutenção. Adaptado de [55]

Custos Diretos

- Os custos diretos são custos que podem ser atribuídos a determinados centros de custos, ativos ou serviços produzidos pela organização, como:
  - Custos da mão de obra;
  - Consumo de peças suplentes;
  - Consumo de materiais, matérias-primas e consumíveis;
  - Custos de posse de peças suplentes, ferramentas e máquinas;
  - Despesas comuns do serviço de manutenção;
  - Custos de contratos de manutenção;
  - Custos dos trabalhos subcontratados.

Custos Indiretos

- Estes custos são denominados de custos "escondidos" por Cabral (2006), e é-lhes atribuído elevado destaque por este autor. Estes custos, são normalmente decorrentes da perda de produção imputável à manutenção, podendo ser:
  - Custos associados à falta de qualidade dos produtos;
  - Custos de amortização dos equipamentos parados;
  - Custos de matérias primas em processo e novo arranque do processo produtivo;
  - Custos de mão de obra de produção parada;
  - Penalizações e perdas de clientes;
  - Custos de não produção.

Custos Especiais

- Como o nome indica, são custos que resultam de situações extraordinárias que não se enquadram nos custos diretos, nem indiretos. Exemplos de custos especiais:
  - Percentagem de salários administrativos;
  - Percentagem de amortizações.
  - Outras percentagens associadas à manutenção.

Figura 53 - Custos diretos, indiretos e especiais definições e exemplos. Adaptado de [55, 79]

2.2.7.1 Controlo de Custos de Manutenção

Segundo Ben-Daya, et al. [65], de modo a controlar e tentar reduzir os custos abordados, existem tópicos dentro da manutenção com maior capacidade de poupança, sendo estes:

- Analisar o consumo de peças suplentes e materiais da produção;
- Analisar os procedimentos de inspeção;
- Revisão de políticas e planos de manutenção (ajuste de métodos e recursos humanos).

A minimização do custo da manutenção é uma questão de não realizar manutenção desnecessária (custos de mão de obra, peças suplentes, tempo de indisponibilidade para manutenção, etc.) e não falhar os prazos de manutenção necessária (indisponibilidade, avarias inesperadas, baixa fiabilidade do equipamento) [89].

É expectável que, aumentando a quantidade de ações de manutenção de prevenção, haja menos avarias e, por isso, diminua a quantidade de manutenção corretiva e indisponibilidade. No entanto, como se pode analisar na Figura 54, quando é atingido o ponto de equilíbrio (x%), a continuidade do investimento em manutenção preventiva vai gerar cada vez menos efeitos. Sendo de elevada dificuldade calcular este ponto de equilíbrio, denominado ponto ótimo, deve-se tentar balancear os investimentos em manutenção preventiva e corretiva, dentro de uma zona satisfatória (entre x1% e x2%).

Como foi analisado em capítulos anteriores, o investimento em manutenção preventiva traz não só retornos a nível de custos diretos e indiretos (operacionais), mas também a nível de outros fatores não tangíveis, como: a diminuição de desorganização de processos, melhorias a nível de segurança de pessoas e ambiente e melhor gestão da manutenção [90, 91].

Contudo, os retornos dos investimentos neste tipo de manutenção não são imediatos e é expectável uma variação inicial. Estes fatores, devem-se à inércia e resistência à mudança natural dos sistemas eletromecânicos e das pessoas.

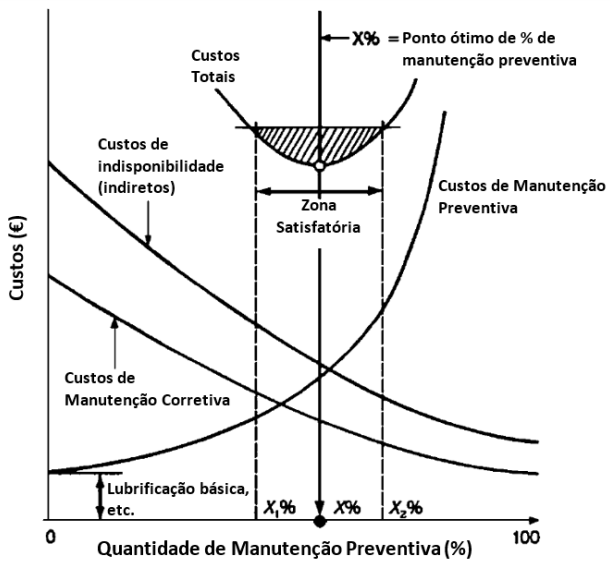


Figura 54 - Relação entre custo e quantidade de manutenção preventiva [90]

2.2.8 Sistema de Gestão de Manutenção Assistida por Computador

A enorme quantidade de informação que é necessária possuir e controlar para uma correta gestão de manutenção, dá origem à necessidade de a organização possuir um sistema informático adequado [55]. Este sistema, designado por GMAC (Gestão da Manutenção Assistida por Computador) pode ser essencialmente de dois tipos: o primeiro tipo trata-se de um sistema integrado de gestão de toda a organização, conhecido por ERP (*Enterprise Resource Planning),* o qual integra vários módulos ou aplicações referentes a diferentes áreas da organização. Deste tipo destacam-se o "Oracle", "PeopleSoft" e "SAP" [59, 65].

O segundo tipo trata-se de um sistema constituído apenas por uma aplicação focalizada na manutenção, denominado por CMMS (*Computerized Maintenance Management System*). Alguns exemplos dos CMMS que se sobressaem são: o "assetPoint", "Champs", "Ivara", "Maximo / IBM" e "eMaint" [59].

Um sistema GMAC deve possuir toda a informação e organização fundamental à gestão de manutenção, da qual se destaca, Figura 55:

Informações e funções de um sistema GMAC

- Informação sobre todos os ativos físicos instalados;
- Planeamento e programação de trabalhos e criação e gestão das intervenções, incluindo:
  - Numeração;
  - Classificação;
  - Grau de prioridade;
  - Custo das intervenções;
  - Emissão de documentos de registo;
  - Informação sobre a situação de cada intervenção.
- Registo histórico das intervenções realizadas nos equipamentos e instalações, com indicação do tipo de trabalho realizado, materiais consumidos e recursos utilizados;
- Base de dados sobre recursos internos e externos, incluindo os resultados das análises FMEA e RCM;
- Capacidade de gerar periodicamente valores relativos aos KPIs previamente elaborados;
- Gestão de peças de suplentes e outros materiais indispensáveis à atividade da manutenção, incluindo informação sobre fornecedores e níveis de inventário;
- Base de dados do plano de MPS, evidenciando necessidades do plano de lubrificação, rotinas de inspeção e outras ações periódicas;
- Base de dados do plano de MPC, evidenciando necessidades do plano de inspeções, de recolha de dados e do estudo de fiabilidade dos ativos.

Figura 55 - Informações e funções de um sistema de gestão de manutenção assistida por computador [55, 59]

Pode-se concluir que a informática tem um importante papel na gestão da manutenção. Assim, o sistema GMAC deve abordar todos os tópicos anteriormente mencionados, de modo integrado facilitando e promovendo o acesso e a partilha de toda a informação da organização.

2.3 Ferramentas da Qualidade

De modo a auxiliar e catalisar a aplicação de metodologias e técnicas na indústria, foram desenvolvidas várias ferramentas. Assim, uma ferramenta da qualidade consiste num dispositivo numérico ou gráfico, utilizado para auxiliar indivíduos ou equipas a interpretar e melhorar processos [92].

A maioria destas ferramentas foi desenvolvida no Japão, pelos conhecidos "gurus da qualidade", de onde se destacam as sete ferramentas da qualidade nos anos de 1960, e em 1976 as novas sete ferramentas da qualidade. Segundo Basu [93], as ferramentas da qualidade podem ser classificadas segundo o seu propósito, ao longo de um processo de análise. Na Figura 56, é possível identificar cinco categorias às quais estão associados vários tipos de ferramentas.

Figura 56 - Categorias das ferramentas da qualidade [93]

A seguir, será analisado um conjunto de ferramentas que se destacam pela sua utilidade e facilidade de aplicação, das quais:

- Fluxograma, usualmente utilizado para propósitos de definição;
- Diagrama de Pareto, que tem por finalidade de medir e organizar informação;
- Diagrama de causa e efeito, utilizado na fase de medição com o principal objetivo de organizar informação;
- Análise SWOT, com o propósito de efetuar uma análise estruturada;
- Análise 3C, que se enquadra na categoria de melhoria, representando uma melhoria de um problema, por norma técnico e específico;

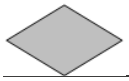
2.3.1 Fluxograma

O fluxograma é uma representação gráfica de um processo. É um método que permite analisar como se relacionam entre si as diferentes etapas num processo, tendo assim múltiplas utilizações na indústria, como [55, 92]:

- Preparação e melhoria de processos empresariais (produtivos, administrativos e outros);
- Identificação das atividades críticas de processos;
- Representação e documentação da sequência e encadeamento das atividades que constituem o processo;
- Identificação, alocação e definição de tarefas dos recursos humanos envolvidos no processo.

As atividades, decisões e outras ações de um fluxograma, são identificadas por uma simbologia universal, representada na Tabela 25 [92].

Tabela 25 - Simbologia básica de um fluxograma [92, 94]

Símbolo	Descrição
	Terminador - Indica o início ou o fim do processo.
	Atividade - Representa uma atividade do processo.
	Documentação - Representa uma atividade que tem de ser documentada.
	Decisão – Indica uma decisão, normalmente com uma resposta sim ou não, à questão representada no interior do losango.
	Conector – Liga um ponto do fluxograma a outro ponto, sem a utilização de uma linha de fluxo.
	Dados Armazenados – Representa informação digital/eletrónica pertinente para o processo.
	Saída ou Entrada de informação - Representa dados ou informação que entra ou sai de uma atividade ou processo.
	Linha de fluxo – Conectam pontos de um fluxograma, indicando a direção do fluxo.

2.3.2 Diagrama de Pareto (Análise ABC)

O diagrama de Pareto, também conhecido por diagrama 80/20 ou diagrama ABC, é uma ferramenta da qualidade que permite estabelecer prioridades em função da divisão dos problemas em categorias, os poucos vitais e os muito triviais [95]. Trata-se de um gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas [55].

Este diagrama possibilita uma fácil identificação das causas ou problemas mais importantes, aos quais devem ser aplicados grande parte dos esforços para os resolver. Permite ainda uma consciencialização de quanto seria melhorado o problema total, se fosse resolvida a causa identificada [92, 96].

Na Figura 57, é possível analisar um diagrama de Pareto ao qual está associada uma análise ABC, onde [93]:

- Categoria A: consiste nas causas responsáveis por 80% dos efeitos;
- Categoria B: constituída pelas causas responsáveis por 80% a 96%;
- Categoria C: constituída pelas restantes causas.

Os diagramas de Pareto são utilizados para priorizar os problemas em várias áreas, como nas vendas, produção, inventário, avarias, defeitos e outras, permitindo inicialmente identificar que problema deve ser estudado e, de seguida, priorizar as causas do problema a serem tratadas primeiro. Estes diagramas oferecem como principais vantagens o facto de serem de fácil aplicação e interpretação [65, 93].

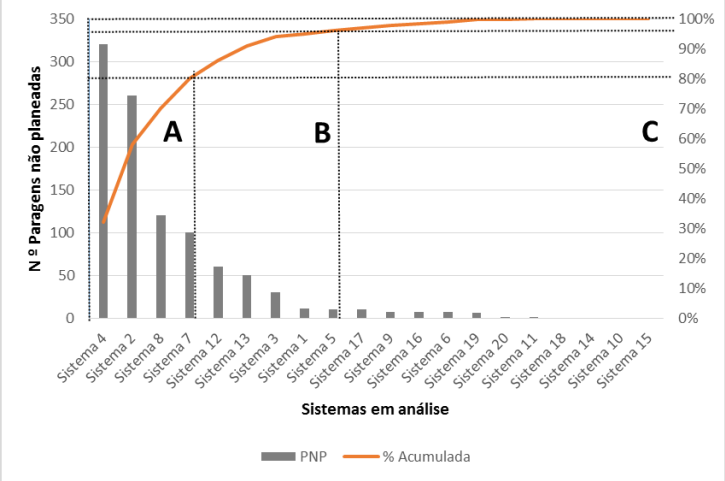


Figura 57 - Diagrama de Pareto e classificação A, B e C. Adaptado de [93]

2.3.3 Análise SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta que visa analisar a posição competitiva de uma solução ou organização em relação aos seus concorrentes. Deste modo, analisa em detalhe quatro parâmetros, que podem ser divididos em fatores internos à organização, sendo estes forças e fraquezas, ou em fatores externos à organização, as oportunidades e as ameaças [93].

Na Figura 58, pode ser observado um modelo de uma análise SWOT que pode ser utilizado pela equipa para identificar estratégias de melhoria, combinando os fatores em análise.

Apesar da análise SWOT ser principalmente utilizada como ferramenta de marketing, esta pode ser aplicada com grande sucesso em sumariar e evidenciar os pontos-chave de um processo, depois da fase analítica deste [93, 97].

Figura 58 - Representação esquemática de uma análise SWOT [98]

2.3.4 Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama Ishikawa)

Também conhecido por diagrama de Ishikawa, devido ao seu inventor Kaoru Ishikawa, ou diagrama espinha de peixe, consequência do seu formato visual, consiste numa ferramenta que permite identificar, ordenar e expor possíveis causas de um problema em específico. Este diagrama, exemplificado na Figura 59, ilustra graficamente a cadeia de causas e efeitos do problema em análise onde, para cada efeito, existem várias causas associadas às categorias selecionadas [55, 65, 96].

Esta análise deve ser efetuada por um grupo de trabalho multidisciplinar, podendo utilizar técnicas auxiliares como é o caso do conjunto de categorias "6 M" (método, mão de obra, matéria-prima, máquinas, medição e meio ambiente) ou um diagrama de Pareto [92, 93].

É uma ferramenta muito utilizada para fins de melhoria de processos, apresentando como principais benefícios [65]:

- Abordagem estruturada e de fácil leitura para a identificação das causas raízes dos problemas;
- Promove e utiliza o conhecimento global de um grupo de trabalho;
- Identifica áreas onde devem ser recolhidos dados para um estudo detalhado;
- Constrói uma ferramenta visual onde identifica causas, organizadas em diferentes categorias, e a sua relação com o problema ou efeito em análise.

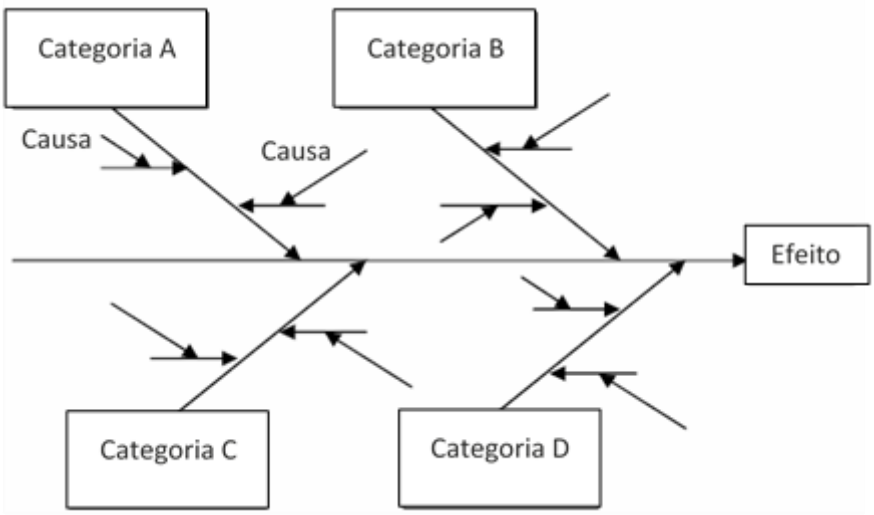


Figura 59 - Exemplo de um diagrama de causa e efeito [65]

2.3.5 Análise 3C

A análise 3C (Caso, Causas e Contramedidas) trata-se de uma ferramenta de resolução estruturada de problemas em grupo. É uma metodologia de abordagem rápida e ágil de vários tipos de problemas na indústria, e apresenta como principais objetivos [99]:

- Resolver problemas específicos de forma estruturada e rápida;
- Melhorar indicadores de desempenho;
- Promover a aprendizagem e o espírito de equipa.

Como pode ser analisado na Figura 60, o problema é estruturado em quatro quadrantes:

1. **Caso**: Neste quadrante, o problema específico deve ser selecionado e devidamente identificado com dados concretos. Deve também ser realizada a definição do objetivo a alcançar, podendo ser utilizada uma metodologia SMART (Simples, Mensurável, Atingível, Relevante e Temporal).
2. **Causa**: Avaliada através da utilização de ferramentas específicas como o diagrama de Ishikawa, complementado pelas categorias "6 M" (Método, Mão de obra, Matéria-prima, Máquinas, Medição e Meio ambiente), ou usando a técnica "5 Porquês", identificando possíveis causas que devem ser utilizadas para chegar às causas raízes do problema.
3. **Contramedida**: Determinadas as causas raízes, são delineados planos de ações para cada uma destas causas. Estas contramedidas devem ter definidos os responsáveis, estado de desenvolvimento e data de conclusão.
4. **Verificação**: Nesta fase, faz-se a comparação do resultado obtido com o objetivo estipulado. Esta comparação deve ser efetuada com base em dados concretos. Observando uma conformidade e estabilidade nesta comparação, o problema pode ser dado como resolvido e os resultados devem ser partilhados. Caso contrário, devem ser definidas e aplicadas novas medidas para as causas existentes e, em último caso, reanalisar a definição de causas [86, 100].

A ferramenta 3C assegura ainda a preservação e divulgação do conhecimento adquirido, métodos aplicados e resultados obtidos [86].

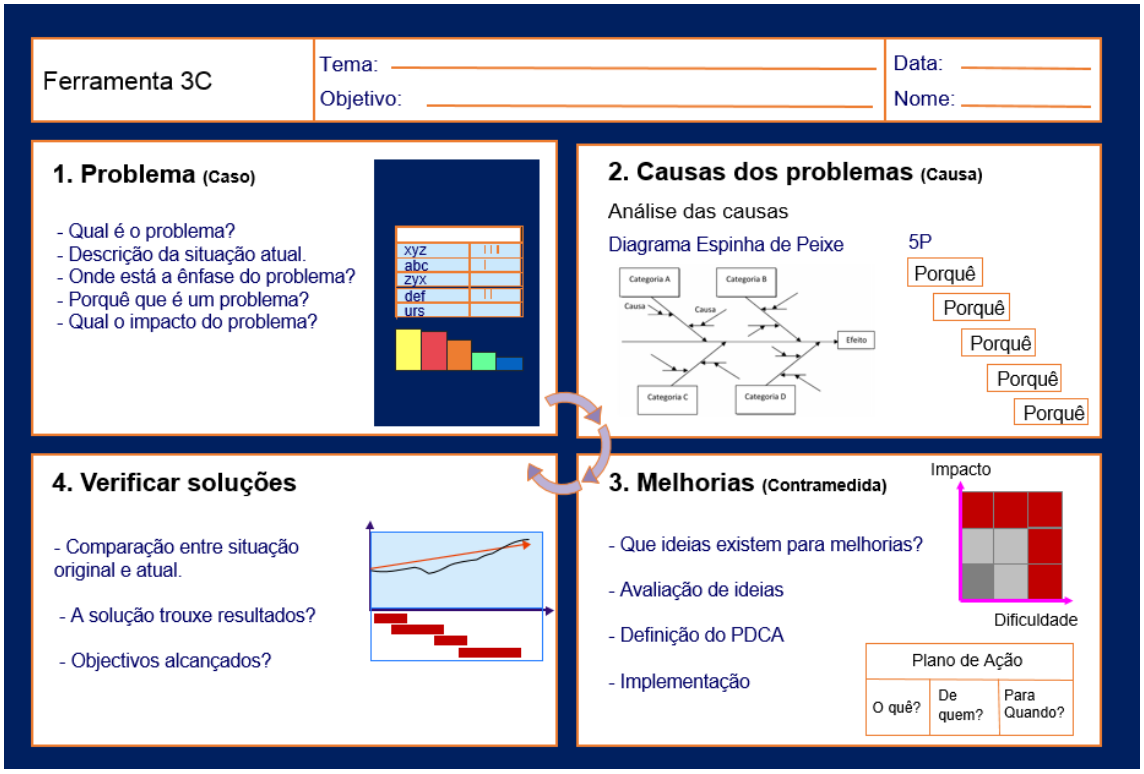


Figura 60 - Exemplo de um modelo de aplicação da ferramenta 3C [86]

ENQUADRAMENTO AO TRABALHO PRÁTICO

3.1 Caracterização da Empresa

3.2 Caracterização do Problema

3.3 Metodologia de Abordagem dos Problemas

3 ENQUADRAMENTO AO TRABALHO PRÁTICO

3.1 Caracterização da Empresa

A Cerealis é um grupo português de referência no setor agroalimentar, focalizando-se em produtos derivados da transformação de cereais.

Foi fundada em 1919 por Manuel Lage e José Amorim, em Águas-Santas na Maia, tendo em 1999 adquirido a Companhia Industrial de Transformação de Cereais e Derivados, passando a integrar marcas como a Nacional. O Grupo está dividido em três participações, como se pode observar no organograma da Figura 61. A Cerealis Produtos Alimentares (CPA) é uma empresa dedicada à produção e comercialização de produtos alimentares destinados ao consumidor final, como massas alimentícias, bolachas, cereais de pequeno-almoço farinhas de usos culinários e produtos refrigerados. Esta empresa possui também uma participação de 33% do capital social da empresa líder no setor de massas alimentícias na República Checa, a Europasta. A Cerealis Moagens é vocacionada para a produção e comercialização de farinhas de trigo e centeio. Por sua vez a Cerealis Internacional é a *trading,* responsável pela compra de matérias primas (geralmente cereais) e exportação dos produtos do grupo. Por último, a Cerealis SGPS gere as participações do grupo, prestando-lhes serviços como apoio jurídico, financeiro e social [101].

Figura 61 - Organograma do Grupo Cerealis. Obtido de [102]

Possui marcas como a Milaneza, líder do mercado de massas em Portugal, que apresenta produtos no mercado das massas secas, massas frescas e refeições congeladas à base de massa. A marca Nacional, possui produtos como massas secas, farinhas, cereais de pequeno-almoço e bolachas. A Cerealis está também presente no mercado de massas alimentícias e farinhas para a indústria de panificação e pastelaria com as marcas: Família Amiga, Harmonia, Concordia, Big

e Napolitana, Figura 62. Para além disso, a Cerealis produz para diversas marcas brancas, principalmente massas secas alimentícias.

Os seus mais de 160 produtos distribuídos por mais de 2300 clientes em carteira, representaram em 2017 uma faturação de 200 milhões de euros. A exportação representa cerca de 25% do volume de negócios dos produtos de grande consumo, estando presente em cinco continentes e mais de quarenta países, sendo os principais mercados externos a Espanha e os PALOPS (Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa) [102].

Figura 62 - Marcas do Grupo Cerealis. Obtido de [102]

A Cerealis apresenta cerca 700 colaboradores distribuídos por cinco centros de produção, capazes de processar 480 mil toneladas de cereais por ano. Estes centros de produção podem ser analisados em detalhe na Figura 63. Em todos os centros e atividades produtivas do Grupo, encontram-se implementados Sistemas de Gestão de Qualidade e de Segurança Alimentar, certificados pelas normas NP EN ISO 9001 (desde 1997) e NP EN ISO 22000 (desde 2006). A Cerealis possuí também certificações pela norma *International Food Standard* (IFS) e Halal.

Figura 63 - Centros de produção do Grupo Cerealis, localização, área e capacidades produtivas. Obtido de [101]

3.1.1 Organização do Centro de Produção da Maia

A CPA é constituída pelo centro de produção da Maia e da Trofa, no entanto a presente dissertação foi desenvolvida inteiramente no centro de produção da Maia, que será a seguir analisado em detalhe.

Na Figura 64, está presente o centro de produção da Maia, que é especializado na produção de sêmola, massas alimentares e bolachas, sendo o principal polo logístico do grupo Cerealis.

Neste centro industrial é integrado todo o processo produtivo de massas, desde a receção da matéria prima (trigo duro) até ao produto final, pronto a ser expedido. Esta integração acontece através de uma semolaria capaz de abastecer duas fábricas de massas (fabrico e embalamento), presentes no centro industrial. Para além destas três fábricas, há na Maia uma fábrica de bolachas e um armazém automático de distribuição logística. Este último não será abordado nesta dissertação, uma vez que a sua manutenção se encontra na íntegra alocada a uma empresa externa.

Figura 64 - Centro de produção da Maia da Cerealis Produtos Alimentares

3.1.1.1 Semolaria

A Semolaria é a fábrica responsável pela transformação do trigo duro em sêmola, num processo bastante semelhante ao descrito na secção 2.1.6, e labora num período de 24 horas por dia (três turnos) e em sete dias da semana.

As instalações e equipamentos foram totalmente renovados em 2009, estando a fábrica organizada em sete pisos, Figura 65, e em cinco áreas de transformação do produto:

Receção – Área responsável pela receção de trigo duro, transporte realizado por camião, primeira limpeza do trigo rececionado e posterior armazenamento. Tem uma capacidade de armazenagem de cerca de dez mil toneladas.

Limpeza – Limpeza profunda do trigo e subsequente humidificação e armazenagem.

Moagem – Consiste no processo de transformação do trigo duro húmido em sêmola. A moagem ocorre a uma taxa de 400 toneladas por dia, das quais se obtêm cerca de 314 toneladas de sêmola, 8 toneladas de farinha sem classificação e 78 toneladas de sêmea (farelo), esta última, será transformada em ração animal.

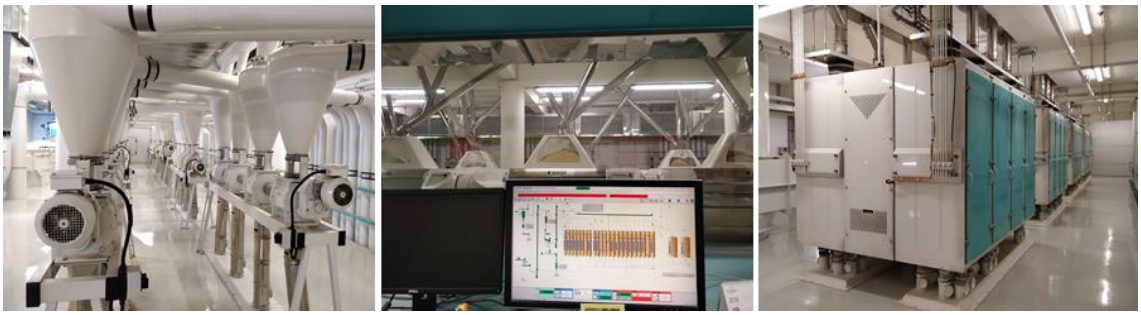


Figura 65 - Eclusas (5º piso) (à esquerda), sala de controlo (1º piso) (ao centro) e *plansichters* (4º piso) (à direita) da Semolaria CPA

1. Subprodutos – Área que transforma resíduos alimentares, como cascas, remoídos das fábricas de massas (massas não conformes) e outros resultantes do processo, e a mistura com sêmea, de modo a produzir ração animal, produzindo a uma taxa média de 415 toneladas por semana, sendo que a ração animal é produzida em dois formatos, *pellets* e farinha. A CPA Maia possui uma capacidade de armazenamento destes subprodutos de 630 toneladas.
2. Produtos Acabados – Expedição dos produtos finais da Semolaria, em que a sêmola geralmente é expedida para as duas fábricas de massas, podendo também ser expedida para o exterior através de camiões cisternas. A farinha sem classificação pode ser comercializada externamente, enviada para as fábricas de massas ou integrada na ração animal. A ração animal é expedida através de camiões.

3.1.1.2 Fábrica de Massas 1

Trata-se da fábrica mais antiga do complexo, sendo composta essencialmente por duas áreas principais, o fabrico e embalamento de massas. Nesta instalação, são produzidas massas cortadas, compridas e enroladas, Figura 66, podendo ser ou não aditivadas (massas especiais). O fabrico trabalha 24 horas por dia (três turnos) em sete dias por semana, sendo constituído por duas linhas de produção de massas compridas, duas linhas de produção de massas cortadas e duas linhas de produção de massas enroladas, totalizando uma taxa média de produção de 6967 quilogramas por hora. O embalamento de massas, por sua vez opera 18 horas por dia em sete dias por semana, sendo composto por nove linhas das quais, quatro de embalamento de cortadas, três embalamento de compridas e duas de embalamento de enroladas, a uma taxa média de embalamento de massas de 11287 quilogramas por hora.

Figura 66 - Fabrico de massas enroladas (à esquerda), embalamento de massas enroladas (ao centro e à direita) da fábrica de massas 1 da CPA

3.1.1.3 Fábrica de Massas 2

Fábrica de massas contruída de raiz em 2003, sendo também constituída essencialmente por duas áreas de produção, o fabrico e o embalamento de massas, Figura 67. O fabrico de massas labora 24 horas por dia (três turnos) e sete dias por semana, fabricando apenas massas simples (sem aditivos) e sendo composto por uma linha de massas compridas e duas de massas cortadas, com taxas de produção médias combinadas de 10839 quilogramas por hora. O embalamento de massas desta fábrica opera 18 horas por dia (dois turnos) em sete dias por semana, sendo constituído por duas linhas de massas compridas e sete linhas de cortadas, capazes de efetuar o embalamento de massas a uma taxa média de 14360 quilogramas por hora.

Figura 67 - Fabrico de massas (à esquerda e ao centro) e embalamento (à direita) da fábrica de massas 2 da CPA

3.1.1.4 Fábrica de Bolachas

A fábrica de bolachas, à semelhança das fábricas de massas, é composta essencialmente pelo fabrico e embalamento de bolachas, Figura 68. Estas áreas operam 18 horas por dia (dois turnos) em cinco dias por semana. A fábrica foi totalmente renovada em 2017, tendo ficado operacional em julho do referente ano, estando ainda em ajustes. O fabrico de massas tem uma capacidade média instalada de produção de bolachas de 1024 quilogramas por hora e o embalamento, que trabalham em série (não há armazenamento de bolachas), tem uma capacidade média instalada de aproximadamente 1000 quilogramas por hora.

Figura 68 - Fabrico de bolachas (à esquerda) e embalamento de bolachas (ao centro e à direita) da fábrica de bolachas da CPA

3.1.2 Organização dos Departamentos da CPA

Os departamentos operacionais da CPA estão organizados em sete direções, de onde se destacam a direção industrial, a direção da qualidade, a direção logística e a direção da manutenção.

O estágio para o desenvolvimento da presente dissertação foi realizado no departamento da manutenção da CPA. Este departamento encontra-se organizado segundo o esquema presente na Figura 69. Foi orientador do estágio na organização o diretor da manutenção, e durante este foram desenvolvidas funções comuns à equipa responsável pelos processos de manutenção e planeamento, controlo e aprovisionamentos (PAC) da manutenção. A gestão da manutenção é composta pelo diretor, por um engenheiro responsável por processos e projetos de manutenção, uma engenheira de planeamento, controlo e aprovisionamentos e dois administrativos. A equipa técnica da manutenção, é composta por três coordenadores de manutenção, responsáveis por três equipas de técnicos e lubrificadores, que asseguram a manutenção de quatro fábricas diferentes, totalizando dezassete técnicos de manutenção e três lubrificadores.

De destacar que a equipa técnica de manutenção da fábrica de massas 1 e Semolaria é a mesma. Deste modo, algumas análises de desempenho ou indicadores são atribuídos à equipa, logo as duas fábricas são agregadas e estudadas em simultâneo.

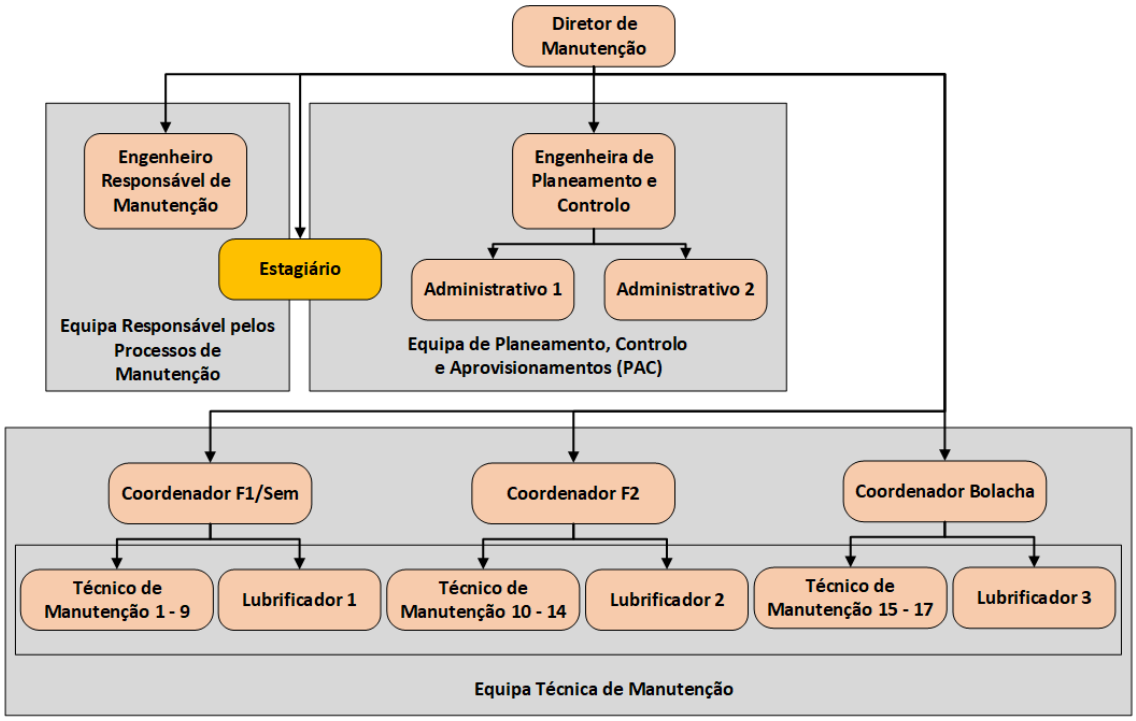


Figura 69 - Organograma da direção de manutenção da Cerealis Produtos Alimentares

3.2 Caracterização do Problema

A direção de manutenção na Cerealis surgiu no início de 2016. Antes disso, a manutenção era assegurada pelos serviços técnicos pertencentes à direção industrial. Deste modo, à data da dissertação, a direção de manutenção ainda se encontra em estruturação e adaptação.

No início de 2017 foram definidos objetivos operacionais no Grupo, onde se pretende a diminuição da taxa de avaria global da CPA (Centro de produção da Trofa e da Maia) em aproximadamente 5% em 2016, para descer para cerca de 2,5% em 2019, um incremento no OEE de 9% e na disponibilidade de 10%, no mesmo período de tempo, como se pode observar na Figura 70.

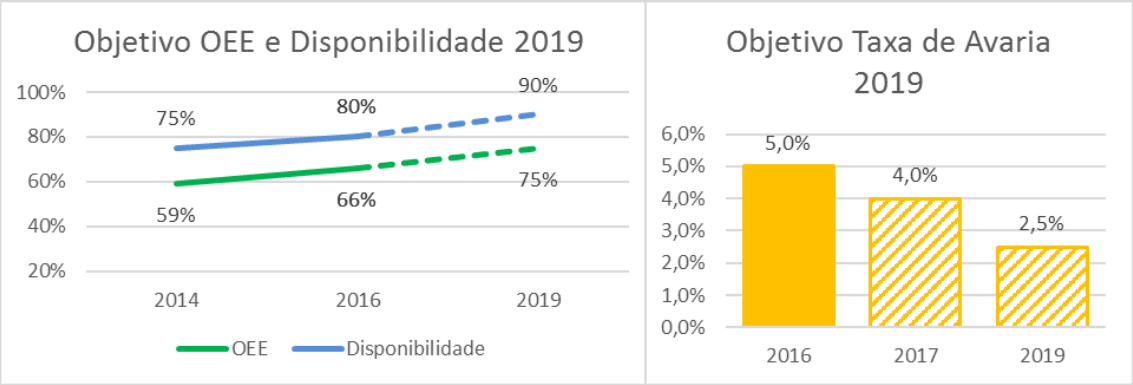


Figura 70 - Objetivos organizacionais para 2019 da CPA (Trofa e Maia), OEE e disponibilidade (à esquerda) e taxa de avaria (à direita)

Tendo em conta os objetivos definidos no início do ano, foi realizada uma análise interna de modo a identificar problemas e lacunas nos seus processos de gestão e técnicos. De modo a complementar a análise interna, foram estudados os resultados dos principais indicadores durante o ano 2017 (até ao início do estágio).

3.2.1 Análise Interna do Departamento de Manutenção

A gestão da manutenção, em conjunto com elementos das equipas técnicas, avaliaram as fragilidades dos seus processos internos através de *brainstorming*, entrevistas e identificação de problemas evidentes.

Um destes problemas foi a "**Falta de registos e baixa organização de dados**". Este problema consistia na presença de bases de dados pouco fidedignas e por vezes desatualizadas. Esta lacuna nos registos pode implicar um enviesamento nos indicadores de desempenho a serem avaliados. Também a falta de registos pode implicar excesso de trabalho em inventários no armazém de peças suplentes e dificuldades no controlo orçamental. Foram identificadas as principais contrariedades relativas ao problema:

- Fraco auxílio e integração do ERP (sistema GMAC), nos processos diários de manutenção e de gestão;
- Necessidade de estabelecer processos organizados com a devida responsabilização de registos por parte dos colaboradores;

Outro problema evidenciado foi o "**Fraco planeamento e priorização de tarefas**". Esta era uma adversidade que se manifestava essencialmente na equipa técnica. O processo de manutenção diária existia com base na experiência dos técnicos, não existindo um método de priorização de atividades ou equipamentos, ficando esta decisão ao critério da equipa técnica de manutenção, que muitas vezes não coincidia com a opinião da equipa de produção.

Semestralmente, em cada fábrica da CPA, existe uma paragem "grande", para que se efetuem limpezas e ações de manutenção. Nestas paragens era registado um elevado número de ações de manutenção não planeadas, onde muitas delas acarretavam a subcontratação de mão-de-obra de urgência, implicando elevados custos. A equipa técnica salientou a importância de serem identificadas as ações corretivas a efetuar nas paragens semestrais, bem como a médio e curto prazo. Esta necessidade era evidenciada pela predominância da manutenção não planeada sobre a planeada, traduzida pelos indicadores de desempenho.

A falha no planeamento acarreta também uma dificuldade no controlo de custos, demonstrando assim a necessidade de um controlo e previsão de custos mais fiável.

3.2.2 Análise dos Principais Indicadores de Desempenho do Departamento de Manutenção

De modo a verificar e complementar a análise anterior, foram estudados os principais indicadores do departamento de manutenção. Este estudo auxilia também na identificação de novos problemas e na priorização de áreas ou fábricas a intervir.

3.2.2.1 Taxa de Avaria

O *Year to Date* (YTD) da taxa de avarias da CPA em 2017, regista 3,8%, estando abaixo do objetivo estipulado para o ano. No entanto, como se pode observar na Figura 71, ao longo do ano de 2017 apresentou uma elevada variabilidade, a qual também se pretende reduzir com a resolução de alguns problemas identificados nesta secção. Na Tabela 26, estão presentes os YTD da taxa de avaria por fábricas e em alguns casos áreas da CPA, onde se destaca essencialmente a taxa de avaria média em 2017 de 9,1% do embalamento de massas 1. Esta taxa é bastante superior a outras áreas, devendo esta zona ser priorizada.

Este indicador é definido de taxa de avaria segundo a nomenclatura interna da empresa, que pode ser observada em detalhe na secção 7.4.1.1.

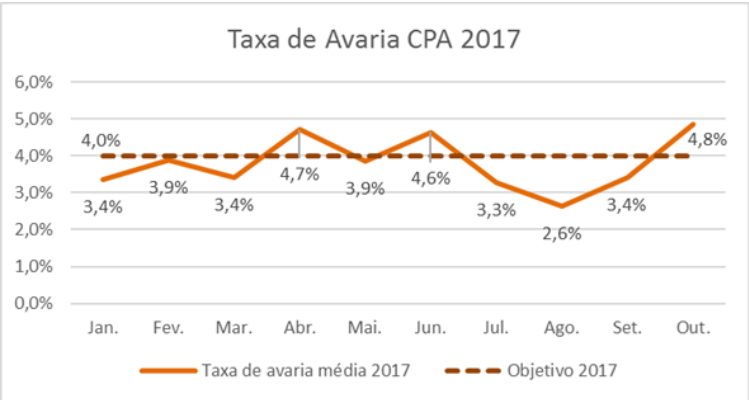


Figura 71 - Evolução da taxa de avaria da CPA em 2017

Tabela 26 - YTD de 2017 da taxa de avaria por fábrica e área da CPA

2017		
Fábrica	**Área**	**YTD**
Semolaria	Global	2,9%
F. Massas 1	Fabrico	3,5%
F. Massas 1	Embalamento	9,1%
F. Massas 2	Fabrico	2,1%
F. Massas 2	Embalamento	3,9%
F. Bolachas	Global	4,4%
F. Cereais	Fabrico	1,6%
F. Cereais	Embalamento	2,7%

3.2.2.2 *Taxa de Manutenção Planeada*

A taxa de manutenção planeada na CPA em 2017 apresenta um YTD de 50%, estando bastante superior ao objetivo global deste ano, fixado em 33%, Figura 72. No entanto, quando comparado com valores das melhores práticas da indústria (superior a 90%) é evidente o desajuste do objetivo anual. Na Tabela 27, encontram-se os YTD das diferentes fábricas da CPA, sendo que a fábrica de massas 1 e Semolaria apresentam a menor taxa de manutenção planeada, com 42,5%.

Foram identificadas as principais causas para o atual índice de manutenção planeada, sendo estas:

- Incumprimento do plano de manutenção preventiva;
- Fraca monitorização dos equipamentos;
- Falta de registo de cumprimento de rotinas de inspeção;
- Planeamento desajustado das tarefas de manutenção preventivas e corretivas.

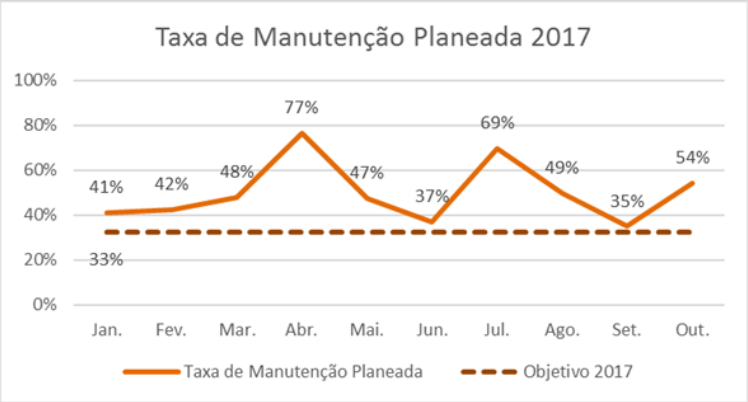


Figura 72 - Evolução da taxa de manutenção planeada da CPA em 2017

Tabela 27 - YTD de 2017 da taxa de manutenção planeada por fábrica da CPA

2017	
Fábrica	**YTD**
Fábrica 1 (Massas 1 e Semolaria)	42,5%
Fábrica Massas 2	52,8%
Fábrica Bolachas	75,2%
Fábrica Cereais	45,4%

3.2.2.3 *Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva (PMP)*

Dadas as evidências anteriores referentes ao cumprimento do PMP, foi efetuado o estudo deste indicador, Figura 73.

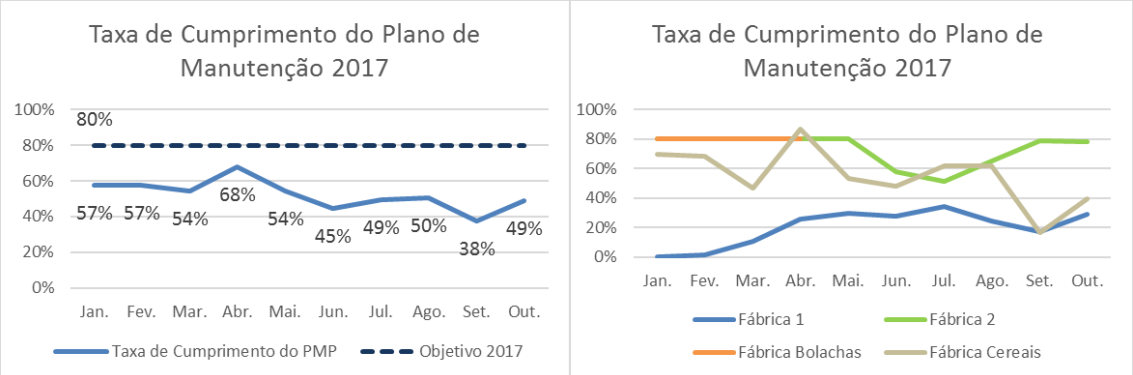


Figura 73 - Evolução da taxa de cumprimento do PMP da CPA (à esquerda) e taxa de cumprimento do PMP das fábricas da CPA (à direita) em 2017

O YTD de 2017, da taxa de cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva (PMP) apresenta-se em 52%, bastante inferior ao objetivo para o ano em análise, Figura 73 (à esquerda). Na Figura 73 (à direita), é evidente que a fábrica 1, composta pela fábrica de massas 1 e Semolaria, é a que a presenta menor taxa de cumprimento do PMP, podendo justificar em parte os valores dos indicadores anteriormente analisados.

Assim, foi efetuada uma análise detalhada do PMP (que é composto por ações de inspeção, limpeza técnica e lubrificação) da fábrica 1, presente na Figura 74.

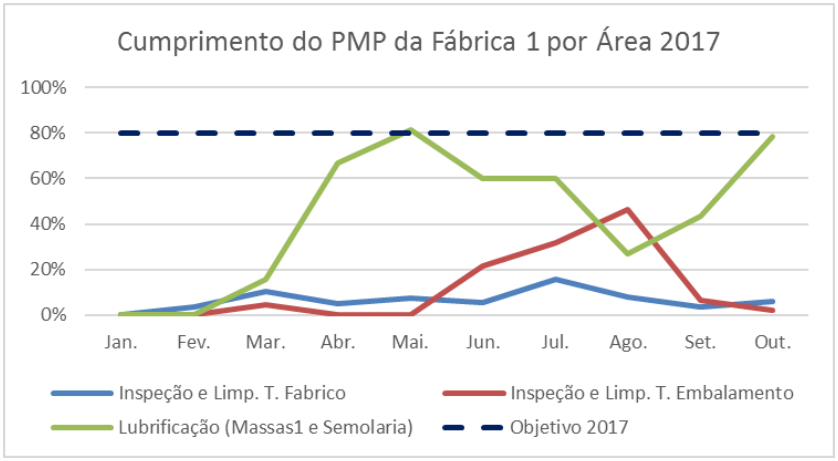


Figura 74 - Evolução do cumprimento das várias atividades do PMP (inspeções, limpezas técnicas e lubrificações) das áreas da fábrica 1 (massas 1 e Semolaria) da CPA em 2017

Pela análise do gráfico da Figura 74, é evidente que o cumprimento das inspeções e limpezas técnicas (YTD 6,6% para o fabrico de massas 1 e 11,3% para o embalamento de massas 1) é bastante inferior ao cumprimento do plano de lubrificação da fábrica 1 (43,2%), sendo ambos os valores bastantes inferiores ao objetivo de 80%. Assim sendo, foi efetuada uma análise de causa efeito para tentar perceber as causas primárias que originam as baixas taxas de cumprimento dos PMP, Figura 75.

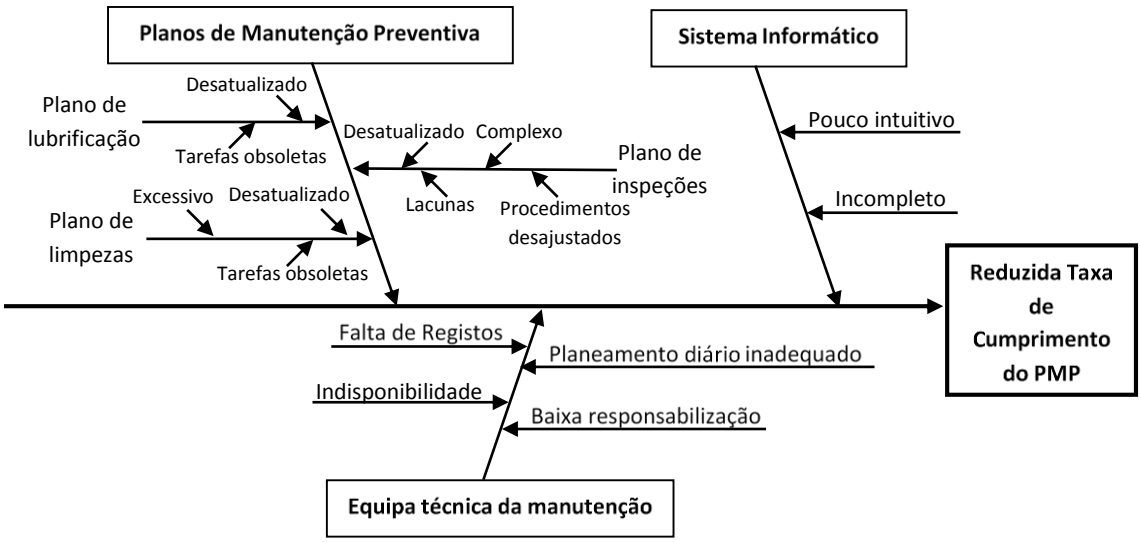


Figura 75 - Diagrama de causa e efeito de avaliação de causas para a reduzida taxa de cumprimento do PMP na CPA

3.2.3 Resumo dos Principais Problemas Identificados

Os principais problemas ou oportunidade de melhoria identificados no departamento de manutenção da CPA podem ser resumidos na Tabela 28.

Tabela 28 - Quadro resumo dos principais problemas ou oportunidades de melhoria no departamento de manutenção da CPA

Nº	Área (Processo)	Descrição do Problema/Oportunidade de melhoria
1	Sistema GMAC (Infor M3)	• Sistema GMAC pouco adaptado aos processos diários da manutenção; • Sistema GMAC pouco intuitivo na utilização (necessidade de desenvolvimento de novas aplicações).
2	Material de Apoio	• Base de dados e histórico dos equipamentos incompleto; • Falta de uma definição de criticidade dos equipamentos transversal e aceite pelos vários departamentos.
3	Gestão/ Planeamento	• Desenvolver uma base de dados fiável e completa do histórico e custos atribuídos aos equipamentos (possibilitar monitorização dos ativos); • Desenvolver um planeamento de manutenção corretiva com base em atividades preventivas de condição; • Oportunidade de desenvolver material de apoio à gestão da manutenção (exemplo: criticidade dos equipamentos).
4	Indicadores de Desempenho	• Diminuir a taxa de avaria, de encontro ao objetivo de 2019 (2,5%); • Aumentar a taxa de manutenção planeada e o seu objetivo para valores próximos das melhores práticas na indústria; • Aumentar a taxa de cumprimento do PMP.
5	PMP	• Planos de manutenção desatualizados (necessidade de uma revisão geral); • Revisão e estruturação especial dos planos de inspeção dos equipamentos; • Assegurar a disponibilidade de elementos técnicos para o desempenho dos PMP; • Necessidade de estabelecer o processo de aplicação dos PMP e definir quem assume responsabilidades.

3.3 Metodologia de Abordagem dos Problemas

Pela análise da Tabela 29, pode-se concluir que se pretende implementar uma reestruturação de processos e informações de parte do departamento de manutenção. Esta reestruturação deve estar interligada com processos de gestão e planeamento, que resultem numa atividade diária da equipa técnica mais eficiente e eficaz, traduzindo-se em resultados quantificáveis.

Tabela 29 - Quadro resumo das possíveis soluções para os principais problemas ou oportunidades de melhoria no departamento de manutenção da CPA

Nº	Área (Processo)	Possíveis soluções a desenvolver
1	Sistema GMAC (Infor M3)	• Desenvolvimento de uma aplicação que integre informações básicas dos equipamentos e permita efetuar registos intuitivamente; • Organização e fácil acesso destes registos por parte da gestão da manutenção; • Apoio à equipa técnica (contribuição para a diminuição de tempos de resposta).
2	Material de Apoio	• Desenvolvimento e aplicação de um método de atribuição de criticidade aos ativos transversal às várias áreas da CPA; • Possível desenvolvimento de uma plataforma com informações técnicas dos equipamentos.
3	Gestão/ Planeamento	• Extrair dados diretamente do sistema informático; • Trabalhar num método que permita auxiliar o controlo orçamental por área de produção; • Estabelecer um plano de atividades preventivas bem definido, de modo a sustentar um plano de ações corretivas planeadas; • Organizar informação e priorizar ações em função da importância dos equipamentos.
4	Indicadores de Desempenho	• Desenvolver estudos e métodos que potenciem a disponibilidade dos equipamentos (refletindo-se nos indicadores de desempenho); • Delinear e formalizar processos por meio de fluxogramas; • Investir na responsabilização e delegação de tarefas.
5	PMP	• Revisão total dos planos de manutenção; • Revisão e desenvolvimento de novos procedimentos das rotinas de inspeção; • Otimizar e planear os PMP, de modo a aumentar a disponibilidade da equipa técnica; • Formalizar a aplicação dos PMP por meio de um fluxograma.

3.3.1 Tempestade de Ideias

Tendo em consideração os problemas apresentados relativamente à organização, disponibilidade e confiança nos dados obtidos, bem como pela necessidade de apoio aos processos diários e de gestão da manutenção, o departamento decidiu desenvolver uma aplicação no ERP da empresa, o Infor M3. Esta aplicação, denominada "Árvore de Equipamentos", consistia numa lista organizada com as várias hierarquias dos equipamentos, desde a sua localização até ao seu componente/peça. A aplicação integra vários parâmetros, desde registo OTs (Ordens de Trabalho), registo de atividades efetuadas no ativo (descrição, tempo, componente ou peça intervencionados e outros), registo e localização em armazém (posição) de peças suplentes, associação de fichas técnicas digitais dos equipamentos e obtenção de um histórico organizado e fidedigno dos registos anteriores.

A aplicação desta solução foi predeterminada pelo departamento de manutenção, tendo sido iniciada antes do começo do estágio para o desenvolvimento da dissertação em causa. A sua metodologia de aplicação encontra-se descrita na Figura 76.

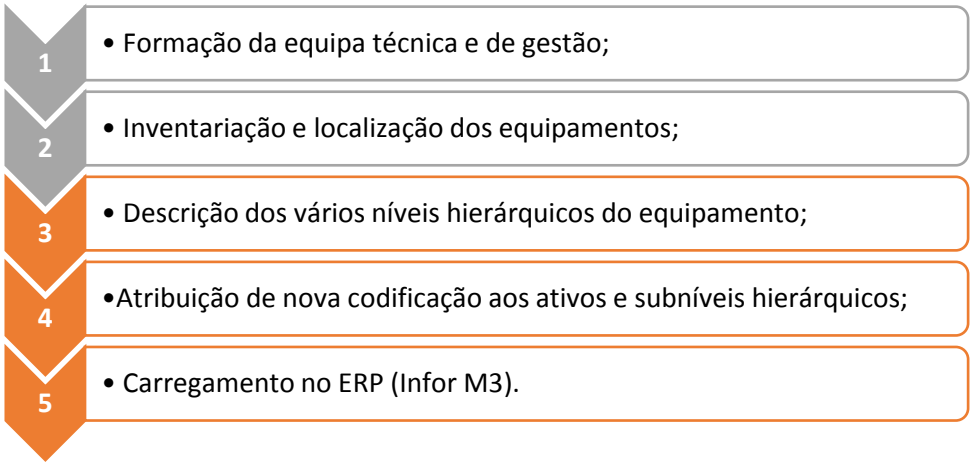


Figura 76 - Metodologia de aplicação da "Árvore de Equipamentos" da CPA

Uma das principais soluções apontadas foi a definição de uma classificação para os diferentes ativos da CPA, em função da sua importância para o processo produtivo. Esta classificação iria não só permitir priorizar ações diárias das equipas técnicas da manutenção e da produção, mas também auxiliar ao apoio de decisão e definição de estratégias de gestão da manutenção.

O método de classificação de ativos em função da sua importância para a organização, varia em função de vários critérios, para diferentes organizações e até ambientes fabris. Deste modo, tendo por base métodos existentes, foi desenvolvido um método personalizado de classificação dos esquipamentos, tendo em conta fatores importantes para a realidade e área de negócio da CPA. Assim sendo, de uma forma geral, a metodologia de aplicação foi a seguinte:

1. Desenvolvimento da metodologia de classificação da criticidade dos ativos, adaptada à CPA;
2. Aplicação da metodologia desenvolvida às fábricas da CPA do polo da Maia;
3. Carregamento no ERP (Infor M3).

A solução seguinte a ser considerada, foi a revisão dos planos de manutenção, sendo que surgiram essencialmente duas alternativas:

1. Revisão dos PMP tendo em conta os métodos tradicionais utilizados pela CPA, sendo estes a experiência da equipa técnica e de gestão e o histórico de ocorrências e ações de manutenção sugeridas no manual do fornecedor do equipamento;
2. Aplicar uma estratégia de análise estruturada dos equipamentos, que permitisse não só delinear PMP, mas também ações corretivas que melhorassem o desempenho dos equipamentos a curto e longo prazo. A estratégia considerada foi a manutenção centrada na fiabilidade (RCM), que através da ferramenta FMEA permite uma análise bastante detalhada dos ativos, com o seguimento de ações apropriadas.

Tanto uma abordagem como a outra oferecem pontos positivos e negativos que se traduzem em oportunidades e ameaças, sendo estas estudadas através da análise SWOT presente na Figura 77 e Figura 78, respetivamente.

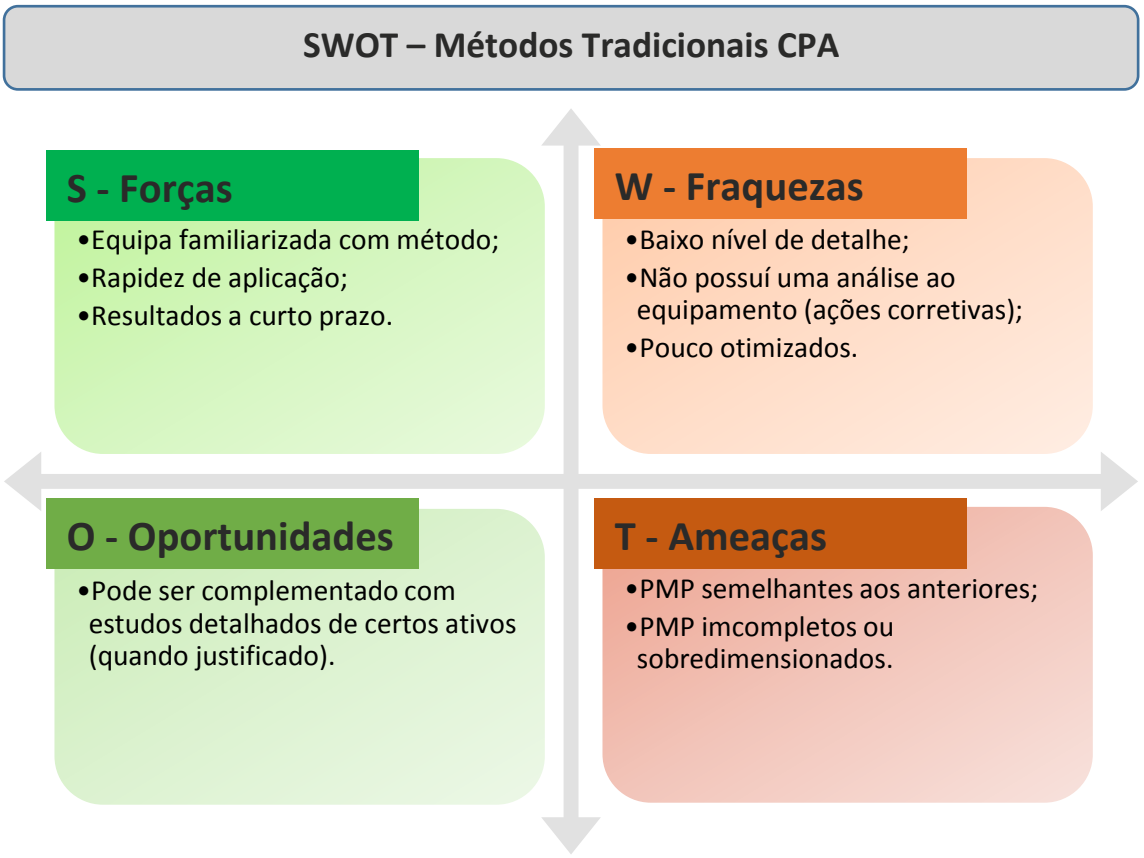


Figura 77 - Análise SWOT da opção de efetuar a revisão dos PMP pelos métodos tradicionais da CPA

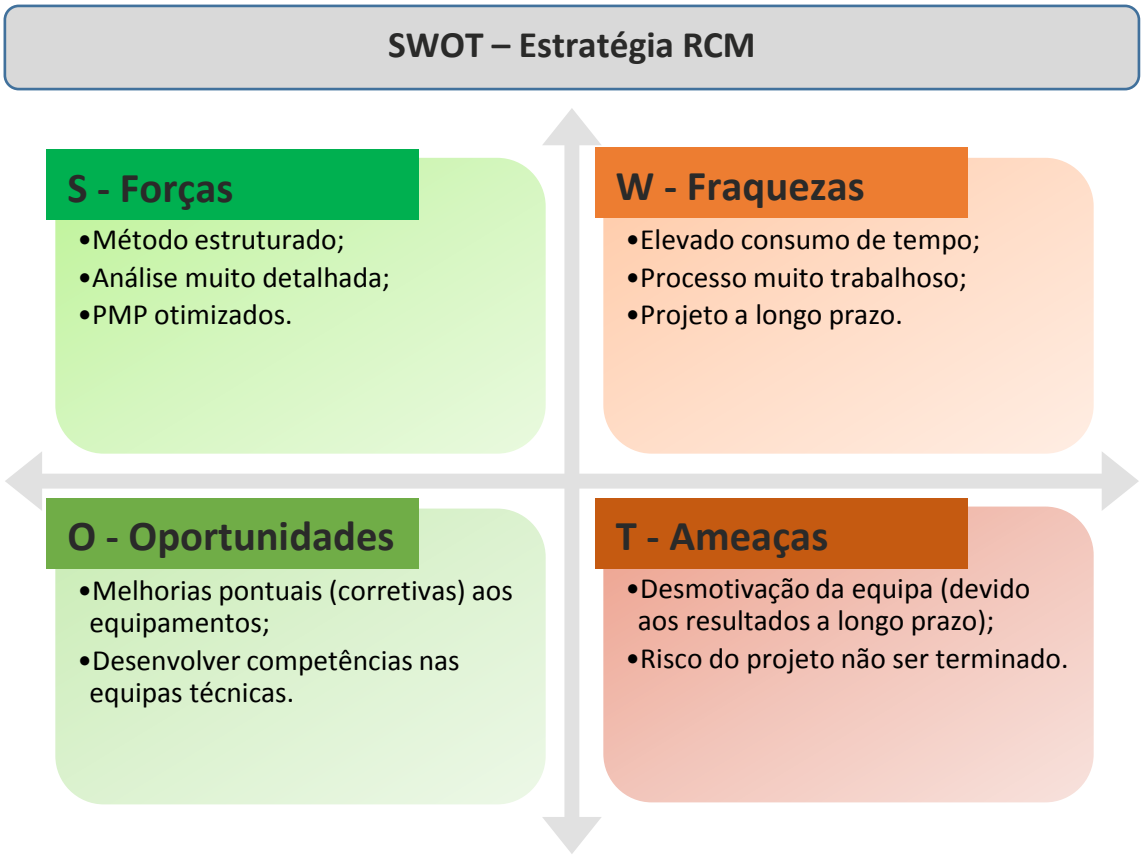


Figura 78 - Análise SWOT da opção de efetuar a revisão dos PMP com base numa estratégia de manutenção centrada na fiabilidade

Após o estudo efetuado, foi definido que a estratégia RCM era aquela que iria resultar em PMP mais completos, otimizados e adaptados a cada equipamento. No entanto, devido ao elevado número de equipamentos presentes no polo da Maia da CPA, mais de quinhentos ativos, o desenrolar desta estratégia iria implicar um enorme investimento de tempo e seria um projeto com elevada duração.

Assim sendo, a direção de manutenção definiu uma estratégia de abordagem mediante a criticidade dos ativos. Esta abordagem baseou-se na classificação dos equipamentos anteriormente realizada, de modo a diferenciar a atenção a dar a cada ativo. Foi então definido que seria aplicada uma estratégia RCM para a revisão dos PMP dos equipamentos de criticidade A, e numa fase inicial os equipamentos das classes de criticidade B e C teriam os seus PMP revistos pelos métodos tradicionais enumerados. Este plano foi definido não só numa vertente de gestão de tempo, mas também para avaliar os resultados e o desenrolar do projeto de aplicação de uma estratégia RCM, sendo que, quando aplicada aos equipamentos de criticidade A, se esperasse que tivesse um impacto elevado, dada a importância destes ativos para o processo produtivo.

A estratégia de manutenção centrada na fiabilidade consiste na análise estruturada das falhas potenciais de cada equipamento de criticidade A, por intermédio de uma análise FMEA, assistida pela análise do índice de risco e auxílio de uma lógica de decisão RCM, de modo a definir ações

a aplicar. A fase seguinte desta estratégia prende-se com o tratamento e aplicação das ações registadas nas análises FMEA, onde se pretendem obter os seguintes resultados:

- Melhorar o desempenho dos equipamentos de criticidade A a curto prazo, através da aplicação de casos de estudo e ações pontuais definidas para o departamento de manutenção e produção;
- Melhorar o desempenho dos equipamentos a longo prazo, por intermédio da revisão dos PMP;
- Apoio à gestão da manutenção, através de estudos detalhados dos equipamentos e processos revistos.

A fase seguinte da solução apresentada foi a revisão dos PMP. Numa fase inicial, pretende-se efetuar a avaliação dos PMP atuais e os pontos a melhorar. Nesta fase, deve ser dada especial atenção aos planos de inspeção, segundo a análise da secção 3.2.2.3. Posteriormente, devem ser aplicadas as revisões dos três tipos de PMP: planos de inspeção, planos de lubrificação e planos de limpezas técnicas.

3.3.2 Metodologia Final a Aplicar

No esquema da Figura 79, é possível analisar a proposta de metodologia a seguir pelo departamento de manutenção da CPA Maia. A metodologia inicia-se com a aplicação da hierarquia de equipamentos (1), que se traduz na aplicação da "Árvore de equipamentos" a desenvolver no ERP. A segunda etapa (2) consiste na análise de todos os ativos da CPA Maia, e classificação da sua criticidade segundo um método preestabelecido internamente. Após a classificação dos ativos, apresenta-se uma definição de estratégias (3) a aplicar a cada classe de equipamentos.

A fase (4), consiste no desenrolar da estratégia RCM aplicada aos equipamentos de criticidade A, como anteriormente descrita. Esta tarefa irá motivar parte da fase (5), a revisão dos PMP dos equipamentos de classe A e a fase (6), ações pontuais a aplicar. A complementar a fase (5), serão revistos os PMP dos equipamentos de criticidade B e C, de modo a serem formalizadas rotinas de manutenção abrangentes e otimizadas de toda a organização.

Por fim, serão analisados os principais indicadores de desempenho a controlar e avaliar, de modo a identificar alterações provocadas pelas soluções desenvolvidas, fase (7).

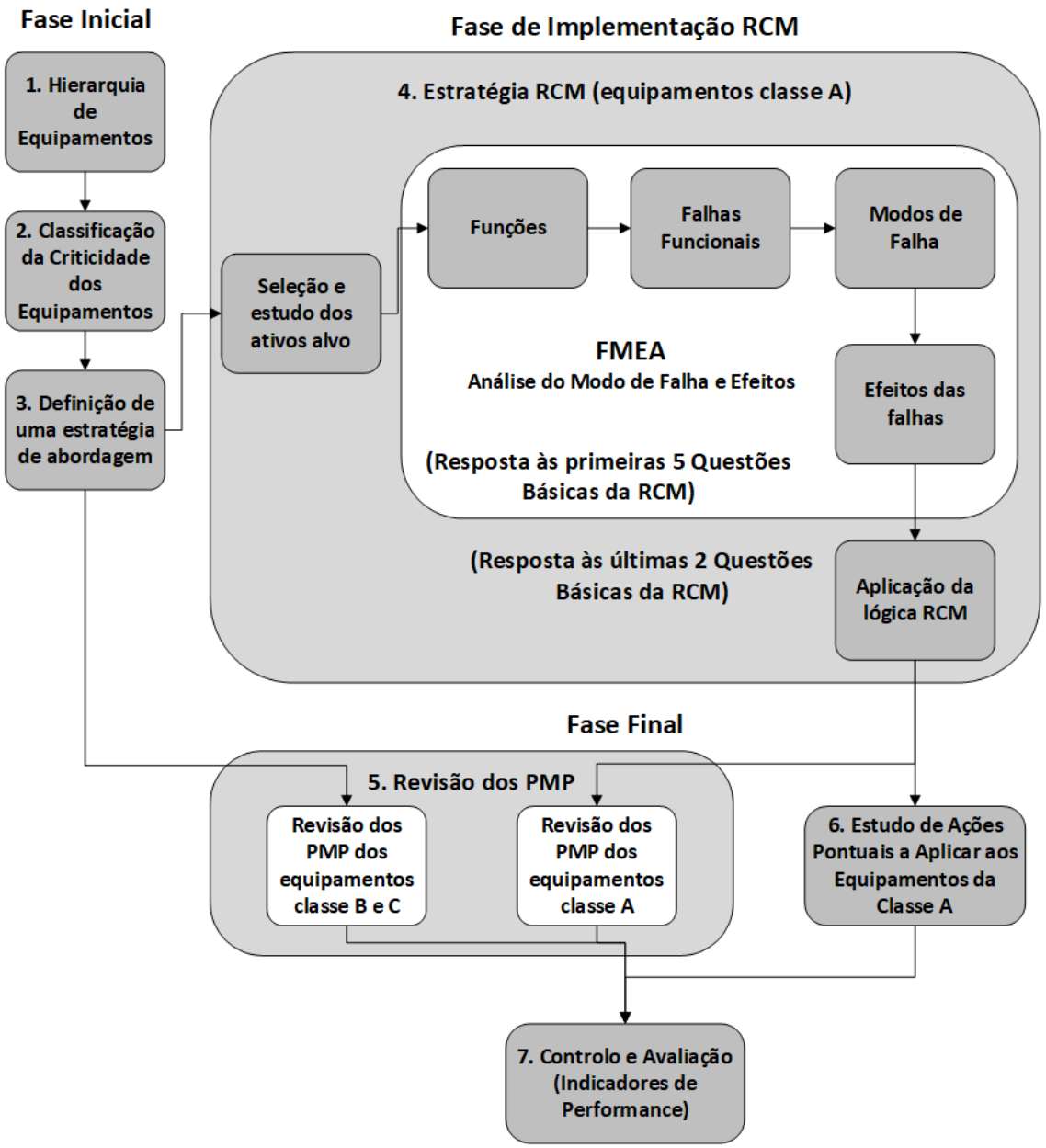


Figura 79 - Metodologia da solução final proposta pelo departamento de manutenção da CPA

HIERARQUIA E TAXONOMIA DOS ATIVOS DA CPA

4.1 Material de Suporte

4.2 Hierarquia de Ativos

4.3 Taxonomia de Ativos

4.4 Resultados da Hierarquia e Taxonomia dos Ativos

4 HIERARQUIA E TAXONOMIA DOS ATIVOS DA CPA

A identificação, organização e codificação do parque de máquinas são tarefas fundamentais para o bom funcionamento do sistema de gestão de manutenção. O processo de hierarquia e taxonomia dos equipamentos na CPA visou obter informação sobre uma plataforma informática facilmente acessível para auxiliar os processos de manutenção diários, desempenhados pela equipa técnica, e informação de suporte à gestão de manutenção. Este foi iniciado em abril de 2017 e colocado integralmente em funcionamento em dezembro de 2017. Como se pode observar na Figura 80, na etapa inicial foram recolhidas e organizadas informações de suporte à hierarquia e taxonomia, que culminaram no carregamento em suporte digital de uma árvore de equipamentos devidamente codificada.

Figura 80 - Etapas de suporte (cinzento) à hierarquia e taxonomia dos equipamentos (laranja) da CPA e objetivo final (castanho)

4.1 Material de Suporte

Com objetivo de auxiliar as etapas seguintes, foram reunidos registos e material de apoio à gestão da manutenção previamente existente. Foram recolhidos os registos de codificação anteriores, Tabela 30, onde apesar de desatualizado, é possível visualizar parte dos equipamentos disponíveis nas linhas de produção. De maior importância foram os fluxogramas de mapeamento de processo produtivo, que foram estabelecidos pela direção de manutenção e industrial em março de 2017, e representam de forma simples o processo produtivo. Na Figura 81, é possível analisar o excerto do mapa de processo da linha 1 de embalamento da fábrica de massas 1 na Figura 81, onde facilmente se pode observar a área e linha de embalamento referente, assim como, a função dos equipamentos e a sequência destes. Ao todo foram recolhidos 21 fluxogramas de processo (1 Semolaria, 11 fábrica de massas 1 e 9 fábrica de massas 2), no Anexo 3 pode-se observar alguns destes fluxogramas.

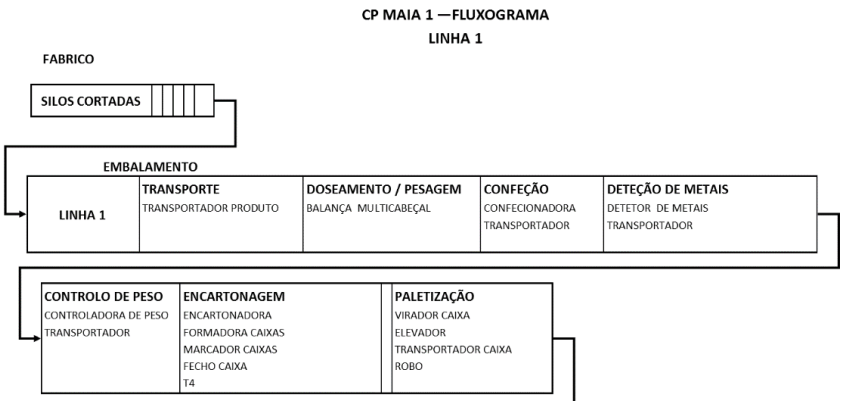


Figura 81 - Excerto do mapa de processo da linha 1, embalamento da fábrica de massas 1 CPA

Tabela 30 - Excerto da codificação dos equipamentos anteriores (última atualização fevereiro de 2006)

Empresa	Código de Localização	Descrição Equipamento	Código Equipamento
1	0215EMLINHA1	Balança da Linha 1	WBL0014
1	0215EMLINHA1	Confecionadora da Linha 1	WCF0023
1	0215EMLINHA1	Encartonadora da Linha 1	WEN0011
1	0215EMLINHA1	Transportadores da Linha 1	WTRANL1

4.2 Hierarquia de Ativos

A hierarquia dos ativos foi composta essencialmente por duas fases: a hierarquia de localização, onde se pretende inventariar e identificar a localização de todos os ativos na organização e a hierarquia de equipamento (arborescência), onde se identificam os vários níveis de elementos que compõem o equipamento. Na Figura 82, pode-se observar um exemplo de uma hierarquia de equipamentos com nove níveis hierárquicos, semelhante à que se pretende aplicar na CPA. O processo de hierarquia foi lançado com uma formação inicial, onde estiveram presentes a equipa técnica e de gestão da manutenção que se iriam envolver no projeto. O principal objetivo desta instrução foi estabelecer conceitos principais, bastante importantes à realização desta etapa, semelhantes aos que se encontram presentes na secção 2.2.5.7, Figura 19.

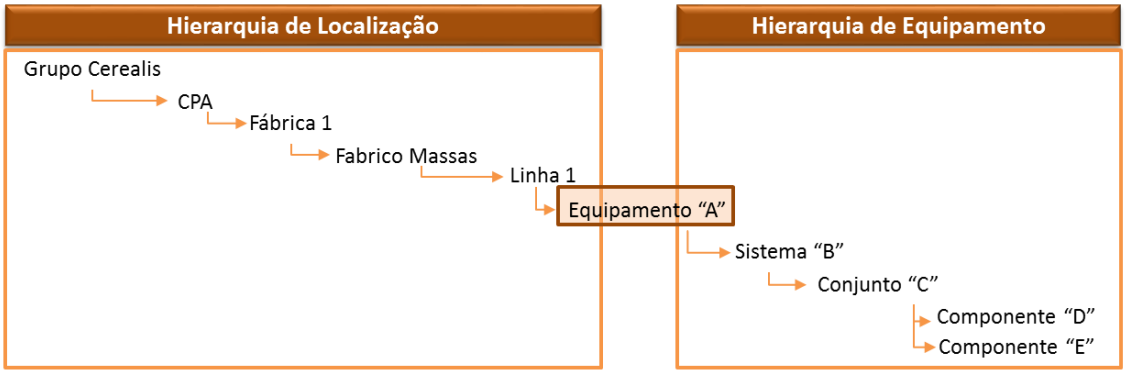


Figura 82 - Exemplo de uma hierarquia de ativos com nove níveis hierárquicos (formação inicial)

No seguimento da formação inicial, foram realizadas sessões onde se desenvolveram em conjunto com as equipas dois projetos-piloto: a linha 6 de embalamento de massas e linha E de fabrico de massas, da fábrica 1. Foram efetuadas as hierarquias de 17 equipamentos na linha 6 de embalamento e 11 equipamentos na linha E de fabrico, sendo assim possível a todos os elementos que iriam desenrolar o projeto terem estado envolvidos nas várias fases da hierarquia.

Após a finalização dos projetos-piloto, foi estipulado um plano de desenrolar do projeto e definidas equipas para o concretizar. Foram compostas quatro equipas, por fábrica ou área, sendo estas fábrica de massas 1, fábrica de massas 2, equipamento de suporte e semolaria. Estas foram compostas por três a quatro elementos da manutenção, sendo eles um o coordenador da fábrica em questão e os restantes por afinidade e experiência associadas aos equipamentos em análise.

4.2.1 Desenvolvimento da Hierarquia de Ativos

A primeira fase da hierarquia de ativos consistiu na inventariação e localização da posição de cada equipamento no espaço fabril. Esta inventariação e subsequente localização já se encontrava delineada, apesar de desatualizada, em sistema informático, como pode ser observado na Tabela 30, a qual foi estruturada, atualizada e organizada pela direção de manutenção, para todos os equipamentos da CPA em estudo.

Como abordado no capítulo 2.2.5.7, esta fase consistiu na definição da localização do equipamento, em cinco níveis hierárquicos. No caso específico da Cerealis, definiu-se o grupo, a empresa, a fábrica, a área e a linha ou piso para cada equipamento. Na Tabela 31, pode-se analisar um excerto da hierarquia de equipamentos, onde foram identificadas as posições de 7 equipamentos pertencentes à fábrica de massas 1, na área de embalamento e na linha 1. Alguns destes equipamentos podem ser observados na Figura 83.

Tabela 31 - Excerto da hierarquia de equipamentos da fábrica de massas 1, embalamento, linha 1 da CPA

1º - Grupo	2º - Empresa	3º - Fábrica	4º - Área	5º - Linha/Piso	6º - Equipamento
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Transporte de Produto
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Balança
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Confecionadora
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Detetor de Metais
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Controlo de Peso (x2)
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Formadora de Caixas
Grupo Cerealis	Cerealis - Produtos Alimentares S.A.	Fábrica de Massas 1	Embalamento	Linha 1	Encartonadora

Figura 83 - Balança, confecionadora (à esquerda), detetor de metais e formadora de caixas (à direita) da fábrica de massas 1, embalamento, linha 1 da CPA

A segunda fase da hierarquia foi desenvolvida maioritariamente pelas equipas de técnicos de manutenção, no chão de fábrica. Consistiu na hierarquia dos equipamentos, onde cada equipamento foi dividido em três níveis hierárquicos: sistemas, conjuntos e componentes. Inicialmente, a gestão de manutenção forneceu impressos parcialmente preenchidos que deviam ser validados e completados pela equipa técnica no terreno. Assim, os técnicos efetuaram registos em papel dos diferentes níveis hierárquicos, que mais tarde foram validados em reunião com a direção da manutenção e transferidos para formato digital. Esta divisão foi efetuada com base na consulta de manuais técnicos dos equipamentos, disponíveis em papel e

formato digital, Figura 84 e maioritariamente com consulta dos próprios equipamentos no chão de fábrica, Figura 85.

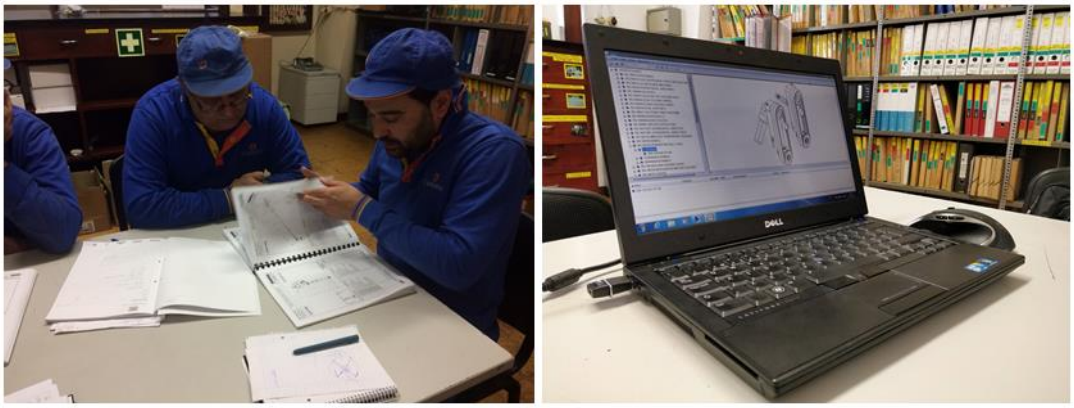


Figura 84 - Técnicos de manutenção a consultar os manuais dos equipamentos (à esquerda) e consulta do *software* do fabricante da confecionadora (à direita)

Figura 85 - Biblioteca de manuais técnicos dos equipamentos (à esquerda), equipa técnica da manutenção a consultar equipamentos no chão de fábrica (ao centro e à direita)

Tendo por base a lista de equipamentos inventariados na etapa anterior, o primeiro passo foi selecionar o equipamento e realizar a arborescência. Neste caso, será analisado o exemplo do equipamento Confecionadora da linha 1, embalamento da fábrica de massa 1. Assim, este ativo deve ser divido em sistemas, tendo em conta as funções das partes integrantes do equipamento. Na Figura 86, pode-se analisar alguns dos sete sistemas que constituem este equipamento. De seguida, cada sistema foi divido em conjuntos, obtendo-se 19 conjuntos neste ativo, e subsequentemente em componentes, sendo que este equipamento é composto por 126 componentes no total.

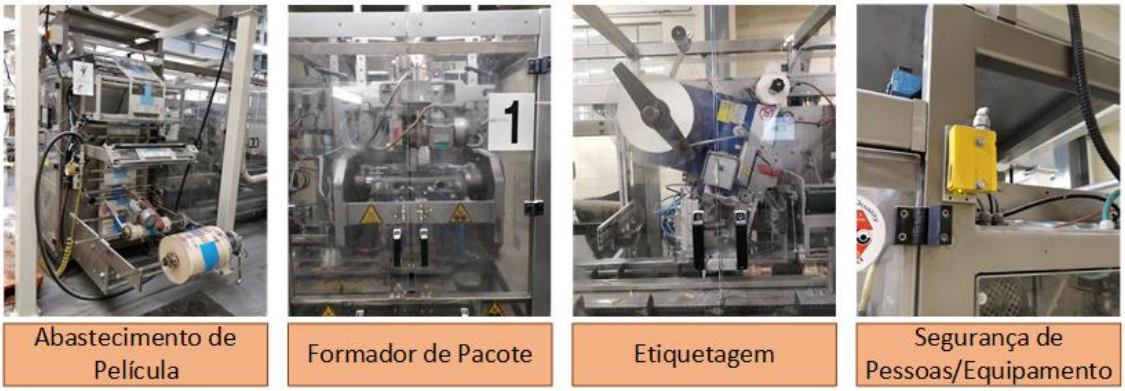


Figura 86 - Quatro dos sete sistemas da Confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA

Na Tabela 32, é possível analisar um excerto da hierarquia da confecionadora da linha 1, estando o sistema formador de pacote totalmente hierarquizado. Este sistema divide-se em três módulos independentes, os conjuntos, e posteriormente estes dividem-se em 30 componentes diferentes. Nesta tabela, encontram-se destacados alguns elementos, aos quais está associada uma análise do processo de hierarquia do equipamento mais detalhada na Figura 87. No Anexo 4 é possível consultar a totalidade da hierarquia da confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA.

Tabela 32 - Excerto da hierarquia da Confecionadora da linha1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA

Cerealis **Manutenção Industrial**

Linha (5º Nivel)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
1	Confecionadora	Sistema Formador de Pacote	Soldadura Vertical	Fita Soldadura
				Rolos Soldadura
				Resistência
				Cilindro Pneumático 1
				Motoredutor
				Sensor Fita Cortada
				Sonda Temperatura
				Cilindro Pneumático 2
			Transporte	Correia Arrasto Esquerda
				Motor Esquerdo
				Correia Arrasto Direita
				Motor Direito
				Rodas Transmissão
				Bomba Vácuo
				Cilindro Pneumático Esquerdo
				Cilindro Pneumático Direito
				Cardans
			Soldadura Horizontal	Maxilas
				Lancetas
				Motor
				Sensores
				Correias Dentadas
				Polie Dentada
				Guias
				Resistências
				Lâmina de Corte
				Cilindro Pneumático
				Molas
				Sonda Temperatura
				Tubo Transferência

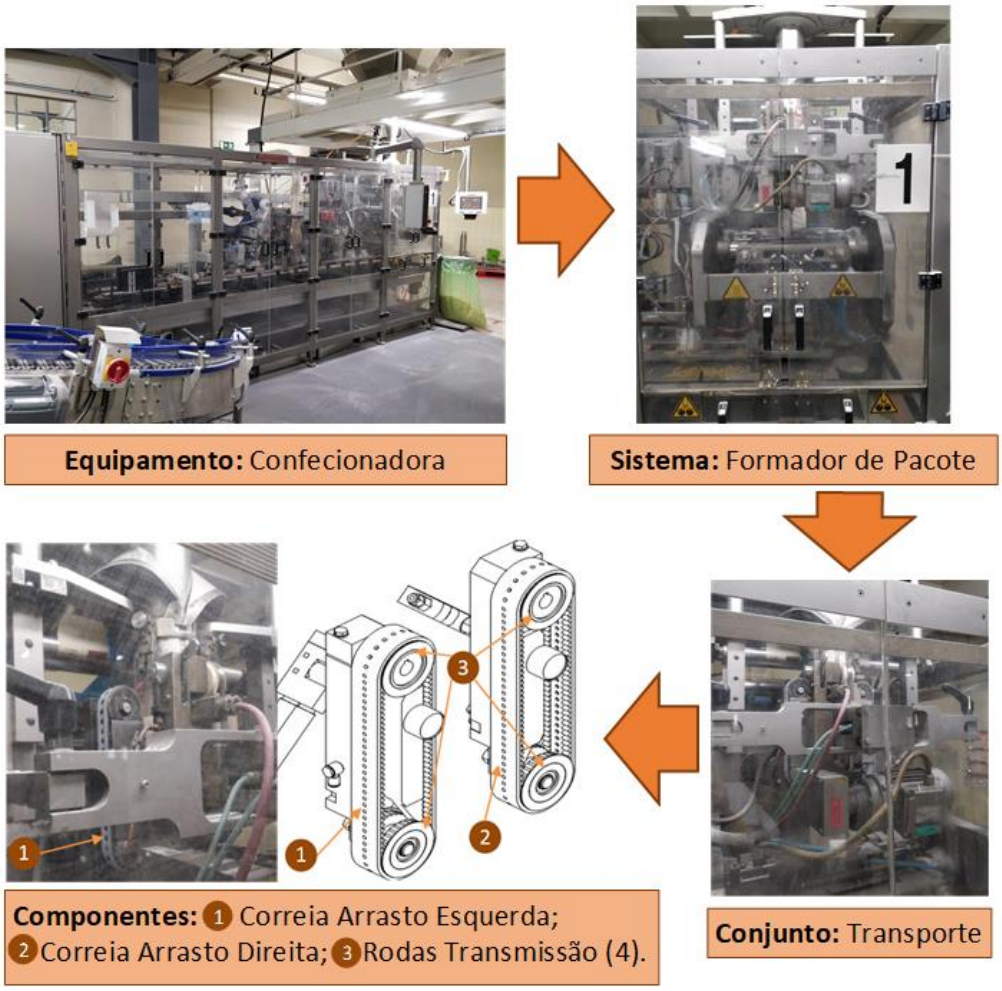


Figura 87 - Análise de parte do processo de hierarquia da confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA

O trabalho de hierarquia de ativos, localização e arborescência, foi um trabalho bastante extenso, que abordou um grupo, uma empresa, quatro fábricas, cinco áreas, 47 linhas/pisos e 638 equipamentos. Para cada um destes equipamentos, foi realizada uma hierarquia de localização e de equipamento semelhante à da Tabela 31 (localização) e ao Anexo 4 (equipamento).

Foi então elaborado um documento final, onde constava a lista total dos componentes, conjuntos, sistemas, equipamentos, linhas/pisos, áreas, fábricas, empresa e grupo. Este documento foi de elevada importância para a fase seguinte, a taxonomia.

4.2.2 Fichas Técnicas de Equipamentos e Componentes

Na CPA existe um elevado número de equipamentos e, subsequentemente, componentes semelhantes entre si. No entanto, estes podem apresentar características técnicas ou dimensionais diferentes, o que os torna incompatíveis, em caso de substituição, adaptação ou normalização. Com o objetivo de identificar equipamentos ou componentes do mesmo grupo

de artigo com propriedades diferentes ou não, foi preparado o desenvolvimento de um método de fichas técnicas da Cerealis Produtos Alimentares (FTCPA).

À data de realização desta dissertação, o método não foi integralmente desenvolvido, no entanto foram estabelecidas as condições de associação de cada grupo de artigo (elemento semelhante) de equipamentos e componentes, ficando por realizar os modelos de inserção de características para cada família de equipamentos e o seu carregamento em suporte informático. As fichas técnicas de equipamentos ou componentes, são modelos normalizados para a inserção de características e informação técnica do mesmo grupo de artigo. Um modelo de uma ficha técnica de motores elétricos deve incluir campos como, potência elétrica, tensão de alimentação, corrente nominal, dimensões, características específicas e outas.

Antes da criação dos modelos das fichas, devem ser identificados e criados os grupos de equipamentos, ou seja, identificar os equipamentos e componentes comuns entre si, de modo a serem agrupados na mesma ficha de característica. A criação destes grupos foi efetuada através de análise da totalidade dos equipamentos e componentes da hierarquia de equipamentos. Deste modo, a cada equipamento e componente foi associada uma FTCPA, como se pode observar na secção 4.3.1., que se encontra carregada em sistema informático.

Foram desenvolvidos dois grupos de artigos, um para os equipamentos e outro para os componentes, que devem ter um código único iniciado por FTCPA e sequencial. Na Tabela 33 e Tabela 34 podem ser analisados excertos da base de dados dos grupos de FTCPA criadas.

Tabela 33 - Excerto da codificação das FTCPA dos grupos de artigos Equipamentos

Grupo de Artigo	Designação	Exemplos
FTCPA030	Balança Dinâmica	*FlowBalancers* e Medidores de Fluxo.
FTCPA035	Moinho	Moinho de Rolos, Moinho de Martelos e Moinho Raleiro.
FTCPA071	Balança Multicabeçal	-
FTCPA073	Confecionadora	-

Tabela 34 - Excerto da codificação das FTCPA dos grupos de artigos Componentes

Grupo de Artigo	Designação	Exemplos
FTCPA102	Motor	Motores Elétricos, Motores Passo, Servomotores
FTCPA104	Moto Redutor	-
FTCPA107	Sensor	Sensores de Temperatura, Sensores de Humidade, Sensores de Pressão, Sensores Indutivos, Sensores Ultrassónicos, etc.
FTCPA108	Contador	Contador de Água, Medidor de Fluxo, Medidor de Caudal, Manómetros, Conta Voltas, etc.
FTCPA109	Fim-de-curso	*Switch*
FTCPA120	Correia de Transmissão	Correias Trapezoidais, Correias dentadas, Correias sincronizadoras, etc.
FTCPA126	Cilindro de Atuação	Cilindros Pneumáticos, Cilindros Hidráulicos e Cilindros de Eixos Elétricos

4.3 Taxonomia de Ativos

No seguimento do trabalho da hierarquia, e com o objetivo de carregar a informação de modo organizado em sistema informático, foi necessário estabelecer uma nomenclatura e codificação estruturadas e padronizadas. De modo geral, a codificação é composta por um prefixo seguido de um código composto por letras e números, que permitem identificar a localização, a função e o nível hierárquico referido.

A partir do documento completo da hierarquia, foram adicionados códigos compostos por letras e números, de modo a identificar por meio de um código processual o grupo, a empresa, a fábrica, a área, a linha, o equipamento, o sistema, o conjunto e por fim o componente. Este código foi desenvolvido tendo por base a metodologia apresentada por Moubray [53], presente no capítulo 2.2.5.7. De modo a sistematizar esta codificação, foi desenvolvida uma norma interna da CPA de codificação de ativos, que se encontra resumida no Anexo 5.

A codificação dos equipamentos da Cerealis foi realizada em nove níveis, sendo que os cinco primeiros indicam a localização do equipamento e os últimos quatro a arborescências destes, até ao último nível, o componente. No Anexo 5, esta codificação pode ser analisada em detalhe.

A atribuição dos códigos foi efetuada na integra pela direção de manutenção, onde se obteve uma lista completa que integrava a hierarquia de equipamentos, FTCPA e o código de cada equipamento. Por último, esta lista foi enviada ao departamento de informática que, por sua vez, carregou a informação de modo estruturado em sistema informático, Infor M3.

4.3.1 Desenvolvimento da Taxonomia de Ativos

Através da hierarquia completa dos equipamentos do polo da Maia da CPA, anteriormente analisado na secção 4.2.1, e da codificação dos equipamentos da Cerealis estabelecida no Anexo 5 é possível realizar a codificação dos vários níveis hierárquicos dos equipamentos.

O documento da taxonomia foi realizado com o objetivo de carregamento da informação das hierarquias de equipamentos em sistema informático, Infor M3. Este *software* contém algumas limitações para as quais a lista a carregar deve estar adaptada, como:

- Apenas conter letras maiúsculas;
- Cada campo a carregar deve possuir no máximo 60 caracteres;
- Os nomes dos campos devem ser tão sucintos quanto possível.

Inicialmente, foi realizada a codificação dos códigos de 1º, 2º, 3º, 4º e 5º nível de modo a poder completar o campo LOCAL, presente na Tabela 35. Estes campos foram preenchidos segundo o Anexo 5, tratando-se assim da codificação da hierarquia de localização.

Tabela 35 - Primeiras onze colunas do excerto da lista final de taxonomia carregada em sistema informático

LOCAL	1º - Grupo	Cód1º Nível	2º - Empresa	Cód2º Nível	3º - Fábrica	Cód3º Nível	4º - Área	Cód4º Nível	5º - Linha/Pis	Cód5º Nível
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07

No seguimento da Tabela 35, foi realizada a codificação da hierarquia do equipamento, Tabela 36 e Tabela 37. Na primeira foi atribuído o código de equipamento, único a esta Confecionadora, a FTCA do equipamento e será associada a criticidade do equipamento após o capítulo seguinte. A partir do nível 7 dá-se início à arborescência do equipamento com a codificação do sistema, neste caso com o código 70, na sequência de sistemas anteriormente codificados.

Tabela 36 - Coluna 12 à 17 do excerto da lista final de taxonomia carregada em sistema informático

6º - Equipamento	Cód6º Nível	CRITICIDADE	Grupo Artigo (E)	7º - Sistema	Cód7º Nível
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70
CONFECIONADORA	500076		FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70

Analisando a Tabela 37, é possível observar que dentro deste sistema existem (no excerto analisado) três tipos de conjuntos aos quais estão adicionados os códigos de nível 8, 70 ao conjunto de soldadura horizontal, 71 ao conjunto de soldadura vertical e 72 ao conjunto de transporte. O último nível, aborda a codificação do componente, que deve ser única, como abordada na secção anterior. A cada componente está também associada uma FTCPA, de modo a associar no sistema informático a ficha técnica ao componente em questão.

Tabela 37 - Coluna 18 à 22 do excerto da lista final de taxonomia carregada em sistema informático

8º - Conjunto	Cód8º Nível	9º - Componente	Cód9º Nível	Grupo Artigo (C)
SOLDADURA HORIZONTAL	70	LANCETAS	901111	FTCPA116
SOLDADURA HORIZONTAL	70	MAXILAS	901112	FTCPA140
SOLDADURA HORIZONTAL	70	MOTOR	901114	FTCPA102
SOLDADURA VERTICAL	71	FITA SOLDADURA	901122	FTCPA140
SOLDADURA VERTICAL	71	RESISTÊNCIA	901124	FTCPA101
SOLDADURA VERTICAL	71	ROLOS SOLDADURA	901125	FTCPA116
TRANSP	72	CORREIA ARRASTO DIREITA	901132	FTCPA120
TRANSP	72	CORREIA ARRASTO ESQUERDA	901133	FTCPA120
TRANSP	72	MOTOR ESQUERDO	901135	FTCPA102

No Anexo 6, pode-se analisar a totalidade da lista de taxonomia do equipamento confecionadora anteriormente analisado. Esta lista foi efetuada para todos os equipamentos do polo da Maia da CPA e encontra-se em atualização contínua.

4.4 Resultados da Hierarquia e Taxonomia dos Ativos

Concluindo o processo de hierarquia e taxonomia, obteve-se a identificação e codificação de 638 equipamentos, 1194 sistemas, 2810 conjuntos e 14120 componentes do polo industrial da Maia CPA e associação ao devido centro de custo. Após o processo de carregamento da hierarquia e taxonomia de equipamentos no sistema informático Infor M3, foi possível observar resultados imediatos como:

- O principal objetivo, a "Árvore de Equipamentos", no sistema GMAC, tornou-se facilmente acessível, possuindo identificação, localização e especificação dos equipamentos do polo da Maia, como pode ser observado na Figura 88.

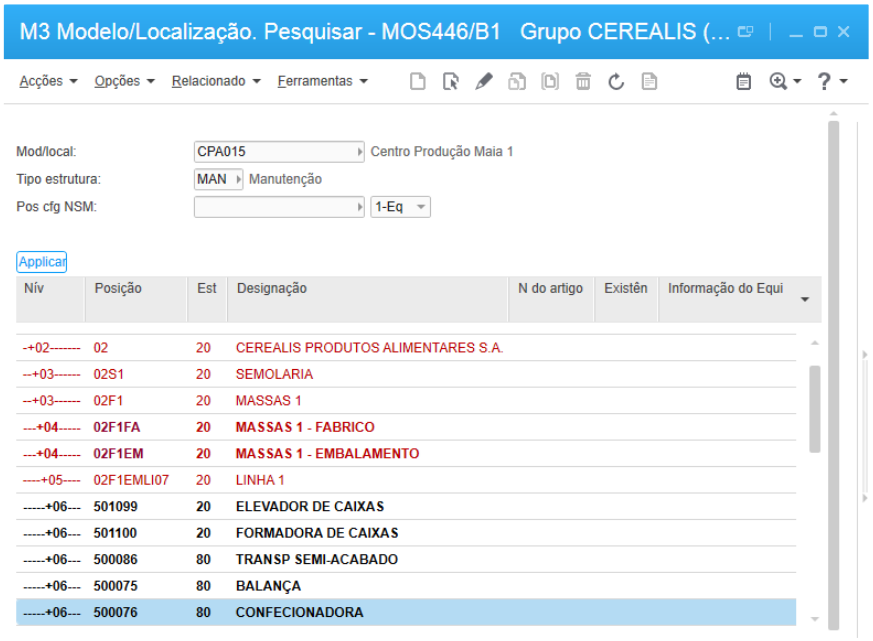


Figura 88 - "Árvore de Equipamentos" em Infor M3

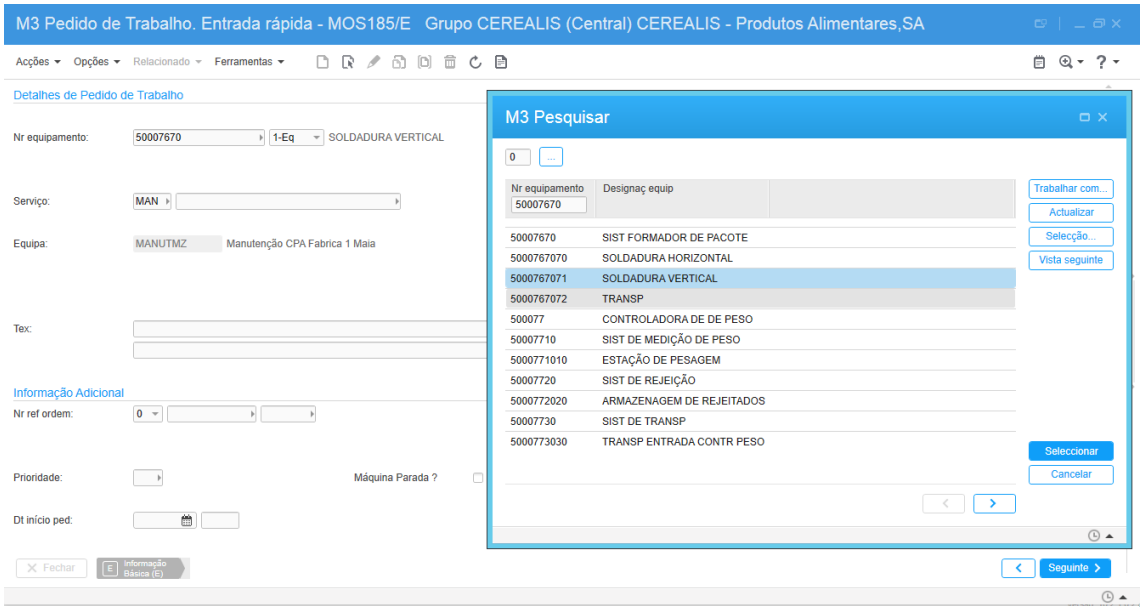


Figura 89 - Módulo de abertura de uma OT com a "Árvore de Equipamentos" associada em Infor M3

A Árvore de equipamentos, para além da informação de consulta, foi associada ao módulo de abertura de Ordens de Trabalho (OTs), Figura 89. Deste modo, os técnicos recebem a informação normalizada prévia de onde exatamente é a avaria, possibilitando uma preparação antecipada como a seleção do técnico a responder à OT, material necessário e redução do tempo de diagnóstico da falha. Quando analisados os registos de OTs dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2017 e 2018, notou-se um aumento no registo de OTs concluídas de 31% de 2018 face a 2017, Figura 90. Este aumento deve-se essencialmente à exigência imposta pela direção da manutenção sobre as equipas técnicas, de registo prévio da abertura das OTs antes dos trabalhos serem efetuadas, exigência esta que coincidiu com a associação da "Árvore de Equipamentos" a este módulo. Na Figura 91, pode-se analisar informações normalizadas presentes nos registos das OTs concluídas. De destacar a coluna "LINHA", que permite identificar a localização detalhada do equipamento. A coluna "EQUIPAMENTO", em função da especificação do registo na abertura da OT, permite identificar desde o equipamento até ao componente, fornecendo automaticamente na coluna "DESCRIÇÂO_EQUIP" a descrição do elemento em análise.

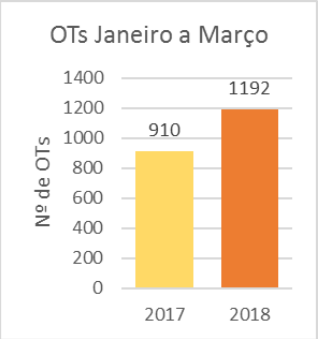


Figura 90 - Gráfico comparativo de OTs concluídas registadas em igual período de 2017 e 2018

TIPO_OT	LINHA	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO_EQUIP	HORAS_TRABALHADAS
COR	02F2EMLI04 - LINHA 1	5004403032	TRANSP	5,50
COR	02B1FAXE01 - BOL. AUX. FAB	5010947070	ARMAZENAMENTO	2,00
MEL	02B1FAXE01 - BOL. AUX. FAB	5010947071	REFRIGERAÇÃO	2,00
COR	02F2EMLI06 - LINHA 3	5004491010	PESAGEM	0,50
COR	02F2EMLI04 - LINHA 1	5004283032	STRIPPING	0,42
COR	02F1FALI04 - LINHA E	500007	HUMIDIFICADOR	0,33
COR	02F1EMLI07 - LINHA 1	500076	CONFECIONADORA	0,25
COR	02B1FAXE01 - BOL. AUX. FAB	5010947071	REFRIGERAÇÃO	0,13
COR	02F1EMLI07 - LINHA 1	5000762020	OBTURADOR	0,08

Figura 91 - Excerto da tabela de registo de OTs de 2018

Para além destes resultados imediatos, a hierarquia e taxonomia dos ativos permitiram o desenvolvimento de projetos a médio e longo prazo. A médio prazo foi estabelecido um histórico associado aos equipamentos e, dependendo do nível onde foi registada a OT, pode ir até ao componente. Este histórico contém informações como intervenções realizadas, compras realizadas, custos de peças suplentes utilizadas, tempo dedicado à avaria pelos técnicos e outros dados que vão contribuir diretamente para delinear estratégias de abordagem dos ativos e gestão da manutenção.

A longo prazo, foram desenvolvidos e planeados projetos de onde se destacam:

Para melhorar o controlo do armazém e diminuir o tempo despendido pelos técnicos de manutenção, foi adicionado um último nível à "Árvore de Equipamentos", as peças suplentes. Deste modo, foi incorporado um subnível onde é possível visualizar rapidamente a peça suplente, o armazém onde se encontra, a posição neste armazém, a existência em stock e caso pertinente, alguma informação adicional. A identificação e alocação de peças suplentes aos níveis do equipamento é um processo bastante extenso e demorado, que se encontra em fase de desenvolvimento. Na Figura 92 (à esquerda), pode-se analisar a peça suplente "Correia de Arrasto Direita", que se encontra no armazém 991 com o código de "I3-26" e uma existência de

seis unidades, que foi adicionada à confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1. Na Figura 92 (à direita), encontra-se a sua posição no armazém de peças suplentes 991 da CPA.

Figura 92 - "Árvore de Equipamentos" com o subnível peça suplente adicionado (à esquerda) e posicionamento da mesma peça suplente no armazém 991 CPA (à direita)

O estabelecimento da árvore de equipamentos no sistema informático permitiu o registo e controlo de vários tipos de informação, o que possibilitou estabelecer novos indicadores de desempenho. Destacam-se os indicadores de custos de equipamentos associados ao Infor M3 que se encontram devidamente analisados na secção 7.4.2.1.

A associação das fichas técnicas FTCPA pretende tornar facilmente acessível a informação técnica de equipamentos e componentes. Deste modo, são expectáveis os seguintes resultados, após a sua implementação:

- Identificar equipamentos ou componentes equivalentes, que possam ser utilizados como substitutos ou adaptados entre si;
- Identificar uma normalização/compatibilização entre componentes que implique uma redução nas posições e número de peças suplentes em inventário;
- Fichas técnicas dos componentes facilmente acessíveis pelo Infor M3.

Após a obtenção de um histórico substancial, que se encontra a ser registado, este será tratado e utilizado para auxiliar atividades como:

- Elaboração e otimização de planos de manutenção (preventiva, condicionada e de lubrificação), que serão anexados ao equipamento em questão;
- Desenvolvimento de um plano de monitorização de ativos críticos (abordado na secção seguinte), de modo a obter-se um plano de ações personalizado para a gestão destes equipamentos;
- Auxílio do processo de decisão, com informação detalhada, de possíveis substituições ou renovações de ativos, gestão de peças suplentes, gestão de equipamentos de reserva e outras atividades de cariz de gestão da manutenção.

Após hierarquia e taxonomia dos ativos foram evidentes duas necessidades despoletadas. A primeira consiste na necessidade contínua de atualização da hierarquia e taxonomia dos equipamentos, sempre que necessário. Ou seja, sempre que existam alterações aos equipamentos registados, inclusão de novos equipamentos, eliminação ou abate de ativos atuais, ou sempre que sejam encontrados erros na "Árvore de Equipamentos".

A segunda necessidade prende-se com a atualização da codificação, realizada na taxonomia, onde foi despoletada a necessidade de colocar etiquetas em equipamentos e em certos componentes, de modo a estes serem devidamente identificados. O processo de etiquetagem é um processo gradual, sendo que existem equipamentos e componentes prioritários, por exemplo os equipamentos de metrologia legal, onde a sua identificação é obrigatória. Deste modo, estes equipamentos foram previamente etiquetados, como se pode observar na Figura 93. Manteve-se também a etiquetagem anterior, uma vez que existem processos ainda com base nesta codificação, sendo o objetivo uma transição progressiva.

Figura 93 - Etiquetagem de equipamentos que exigem metrologia legal (sondas) no fabrico da fábrica de massas 1 da CPA

Os restantes ativos estão atualmente em processo de etiquetagem, Figura 94, onde a fábrica de massas 2 e fábrica da bolacha estão praticamente concluídas estando em fase de implementação na fábrica de massas 1 e Semolaria. Pretende-se a identificação por meio de etiquetas de todos os ativos e componentes ou conjuntos que por si só necessitem de um plano de manutenção dedicado, como no caso da Figura 94 (à esquerda). Mais uma vez, quando existiam etiquetas com o código anterior, estas foram preservadas de modo a suavizar a fase de transição, tanto para a equipa de manutenção como de produção, Figura 94 (à direita).

Figura 94 - Etiquetagem do conjunto "Transportador de saída de controlo de peso" do equipamento "Controlo de Peso" da linha 4, embalamento da fábrica de massas 2 (à esquerda), etiquetagem do equipamento "Carregador de Produto 2" da fábrica de bolachas (ao centro) e etiquetagem do equipamento "Porta paletes Balança Romão I20 " do fabrico da fábrica de massas 1 (à direita)

CRITICIDADE DOS ATIVOS DA CPA

5.1 Metodologia de Criticidade dos Ativos da CPA

5.2 Preparação para Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA

5.3 Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA

5.4 Análise Crítica dos Resultados Obtidos

5.5 Resultados Práticos

5.6 Estratégia de abordagem mediante a criticidade

5 CRITICIDADE DOS ATIVOS DA CPA

A criticidade de ativos consiste num processo de diferenciação dos equipamentos em função da sua importância para o sistema produtivo. Esta diferenciação foi realizada considerando três classes de criticidade (A, B e C) e tem como principais objetivos:

- Priorizar ações nos equipamentos (ações corretivas ou melhoria);
- Gestão da informação contida em Infor M3 em função da criticidade do equipamento;
- Auxiliar na seleção de métodos de manutenção (planos de manutenção, análise de falhas, e outros);
- Apoio a estratégias de gestão (justificar investimentos, gestão de peças suplentes e outras).

Deste modo, irão ser obtidos estratégias de gestão de ativos distintas, em função da criticidade destes.

Na Figura 95, podem-se observar as principais etapas do processo de estabelecimento da criticidade de equipamentos da CPA. A primeira etapa consistiu em desenvolver e adaptar uma metodologia sistemática de criticidade dos ativos, onde foram estabelecidos critérios, parâmetros e métodos de classificação dos equipamentos. A segunda etapa disse respeito a uma preparação de documentação e da equipa pluridisciplinar que iria ser responsável pelo desenvolvimento do projeto, de modo a suavizar e facilitar a aplicação do método. A fase seguinte foi o desenrolar do projeto, onde efetivamente se procederam às sessões de classificação de todos os ativos, identificados na hierarquia de equipamentos. A fase final compreendeu a organização da informação e subsequente associação à taxonomia e carregamento em sistema informático.

Figura 95 - Etapas do processo de atribuição de criticidade dos ativos da CPA

5.1 Metodologia de Criticidade dos Ativos da CPA

De modo a obter-se uma diferenciação sistemática dos equipamentos e comum a todas as fábricas da CPA, foi necessária a formulação de uma metodologia interna de classificação da criticidade dos ativos, no cenário operacional em que se encontram instalados. De salientar que todo o processo de seleção de critérios, definição de método de classificação e definição de parâmetros de classificação dos métodos foram desenvolvidos por uma equipa pluridisciplinar. Esta equipa foi constituída por membros da direção e equipa técnica da Manutenção, direção e equipa operacional Industrial e direção da Qualidade (que inclui o departamento de Segurança). As vantagens do trabalho em equipa multidisciplinar podem ser consultadas na secção 2.2.5.6.

A metodologia selecionada tem por base uma técnica de análise qualitativa, no entanto sempre que possível os critérios foram aproximados de uma análise quantitativa. Na secção 2.2.5.8, podem ser analisadas duas técnicas, sendo uma quantitativa e outro qualitativa.

Inicialmente, foram selecionados os critérios sobre os quais os ativos seriam avaliados, sendo estes a "Qualidade", a Disponibilidade, a Segurança, os Custos e a Complexidade Tecnológica. Cada um destes critérios foi categorizado em três níveis possíveis de avaliação, como se pode observar na Tabela 38, sendo que os parâmetros de classificação destes níveis se encontram especificados na secção 5.1.2. Por último, foi necessário estabelecer o método de atribuição da classe de criticidade para cada ativo, que se encontra descrito na secção 5.1.1.

Tabela 38 - Critérios de avaliação dos ativos e os respetivos níveis de avaliação

Critério de Avaliação	Níveis de avaliação		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3
QUALIDADE Efeitos da falha sobre a qualidade dos produtos	Crítico para a qualidade do produto	Afeta indiretamente a qualidade do produto	Não causa impacto na qualidade do produto
DISPONIBILIDADE Efeitos da falha sobre o processo produtivo	Interrompe totalmente a produção	Interrompe parcialmente a produção	Não interrompe a produção
SEGURANÇA Riscos potenciais para as pessoas e o meio ambiente	Envolve riscos de proporções graves	Envolve riscos de proporções moderadas	Envolve riscos de proporções mínimas
CUSTOS Valores monetários envolvidos nas reparações	Elevados	Moderados	Baixos
COMPLEXIDADE TECNOLÓGICA Efeitos sobre o tempo de reparação e especialização	Tempo de reparação elevado ou requer alta especialização	Tempo de reparação moderado e especialização moderada	Não representa riscos

5.1.1 Método de Atribuição de Classe de Ativos

Pretende-se que a classificação dos ativos esteja dividida em três classes de criticidade, a classe A, classe B e classe C, em função dos critérios de avalização anteriormente analisados, Tabela 38.

Classe de Criticidade A

Esta classe é referente aos equipamentos que afetam diretamente a qualidade do produto final, interrompem totalmente a produção ou envolvem riscos consideráveis para a segurança pessoal ou ambiental. Pertencem também à classe A os ativos que envolvam custos elevados ou envolvam tempos de reparação elevados, ou exijam alta especialização da mão de obra para efetuar a reparação da avaria.

Assim sendo, os equipamentos definidos como Classe A são os que satisfazem uma das seguintes condições:

- Pelo menos um dos fatores Nível 1 assinalados na Tabela 39;
- Pelo menos um dos fatores Nível 1 combinado em simultâneo com um dos fatores Nível 2, assinalados na Tabela 40.

Tabela 39 - Critérios de avaliação de criticidade classe A1

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

Tabela 40 - Critérios de avaliação de criticidade classe A2

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

Classe de Criticidade B

A classe de criticidade B é composta por equipamentos que afetem indiretamente a qualidade do produto ou interrompam parcialmente a produção, assim como ativos que apresentem riscos de segurança, custos e complexidade tecnológica de proporções moderadas.

Deste modo, os ativos definidos como Classe B são os que satisfazem uma das seguintes condições:

- Pelo menos um dos fatores Nível 2 assinalados na Tabela 41, sendo os restantes fatores Nível 2 ou 3;
- Pelo menos dois dos fatores Nível 2 assinalados na Tabela 42.

Tabela 41 - Critérios de avaliação de criticidade classe B1

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

Tabela 42 - Critérios de avaliação de criticidade classe B2

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

Classe de Criticidade C

A classe C integra os ativos que não afetam a qualidade do produto, não interrompem a produção e possuem baixo impacto a nível de segurança, custos e complexidade tecnológica.

Os equipamentos definidos como Classe C são os que satisfazem uma das seguintes condições:

- Apenas um dos fatores Nível 2 assinalados na Tabela 43;
- Todos os fatores posicionados no Nível 3 na Tabela 44;
- Os restantes casos não contemplados anteriormente.

Tabela 43 - Critérios de avaliação de criticidade classe C1

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

Tabela 44 - Critérios de avaliação de criticidade classe C2

Nível	1	2	3
Qualidade			
Disponibilidade			
Segurança			
Custos			
Complexidade Tec.			

5.1.2 Parâmetros de Classificação dos Níveis de Avaliação

Tendo em conta os cinco critérios de avaliação especificados na Tabela 38, que se pretendem classificar em três níveis possíveis, foram desenvolvidos parâmetros para a classificação de cada um destes níveis com base na situação e objetivos específicos da CPA. A definição destes parâmetros teve por base critérios quantitativos, no entanto, na indisponibilidade ou falta de confiança de dados históricos, devem ser classificados em função da experiência do grupo de trabalho (qualitativamente).

5.1.2.1 Qualidade

Considerou-se preponderante avaliar o impacto de uma falha do ativo sobre a qualidade dos produtos por este desenvolvido, dado que se tratam de produtos alimentares e possuem especiais preocupações associadas. Cada equipamento deve ter em conta critérios de qualidade estabelecidos internamente para a gama de produtos que produz.

Através da Tabela 45, pode-se analisar que existem essencialmente dois métodos que podem ser utilizados para a avaliação do nível do critério Qualidade, sendo o primeiro um método quantitativo, que deve ser utilizado preferencialmente em função da existência de histórico fidedigno. Este processo envolve a utilização do método de fatores de Risco de Segurança Alimentar (RSA), que se encontra a seguir analisado. O segundo método, qualitativo, deve ser utilizado na ausência de dados históricos, tendo como base a opinião do grupo multidisciplinar a participar na análise.

Tabela 45 - Métodos de classificação do critério Qualidade em três níveis

Nível 1 Crítico para a qualidade do produto	**Nível 2** Afeta indiretamente a qualidade do produto	**Nível 3** Não causa impacto na qualidade do produto
Risco Crítico segundo o método de fatores de Risco de Segurança Alimentar (RSA). Ou Envolve perda de controlo de fatores de dosagem, temperatura e humidade dos produtos.	Risco Importante segundo o método de fatores de Risco de Segurança Alimentar (RSA). Ou Envolve ausência estanquecidade ou mau acondicionamento do produto.	Risco Secundário segundo o método de fatores de Risco de Segurança Alimentar (RSA). Ou Não geram impacto na qualidade do produto final.

Método Fatores de Risco de Segurança Alimentar

Este método assemelha-se ao apresentado na secção 2.2.5.8.2, onde se pretende o cálculo do Índice de Risco (IR) de perigos que coloquem em causa a segurança alimentar nos equipamentos da CPA. Na equação (9), pode observar-se a fórmula utilizada para o cálculo do IR. Este fator é composto pela multiplicação do Índice de Frequência (IF), do Índice de Gravidade (IG) e do Índice de capacidade de Deteção do perigo (ICD). Após a determinação dos fatores de cálculo do IR, este deve ser avaliado segundo a Tabela 46, em uma das três classes: Crítico, Importante ou Secundário.

A frequência pretende traduzir o número de ocorrências do perigo, sendo que a ponderação do IF se encontra descrita na Tabela 46.

A gravidade consiste no impacto do perigo na saúde do consumidor dos produtos, e o seu índice quantitativo pode ser obtido segundo a Tabela 48.

A capacidade de deteção do perigo resume-se à constatação do perigo, englobando a iminência ou a ocorrência deste, permitindo assim tomar ações. Este índice pode ser classificado por meio da Tabela 49.

$$IR = Frequência \times Gravidade \times Capacidade\ de\ Deteção \quad (9)$$

Tabela 46 - Avaliação do nível do Índice de criticidade do critério Qualidade

Nível	Risco	Limites do IR
1	Crítico	IR ≥ 60
2	Importante	25 ≤ IR < 60
3	Secundário	IR < 25

Tabela 47 - Avaliação do fator Índice de Frequência (IF) para o critério Qualidade

IF	Frequência com que ocorre o perigo
1	Nunca ocorreu (não há histórico)
2	Uma vez por ano ou semestre
3	Uma vez por trimestre
4	Uma vez por mês
5	Todas as semanas

Tabela 48 - Avaliação do fator Índice de Gravidade (IG) para o critério Qualidade

IG	Gravidade do perigo
1	Efeitos pouco graves/significativos para a saúde (sem manifestações clínicas)
2	Danos cumulativos ou efeitos pouco graves para a saúde com ligeiras manifestações clínicas
3	Pode implicar incapacidade breve
4	Pode implicar incapacidade temporária
5	Incapacidade permanente ou morte

Tabela 49 - Avaliação do fator Índice de Capacidade de Deteção (ICD) para o critério Qualidade

ICD	Capacidade de deteção do perigo
1	Remota (quase impossível não detetar)
2	Baixa
3	Moderada
4	Alta (deteção difícil)
5	Muito Alta (quase impossível garantir a deteção)

5.1.2.2 Disponibilidade

A disponibilidade do equipamento foi o segundo critério a ser considerado, de modo a representar o efeito das falhas do equipamento sobre o processo produtivo. Deste modo, devem ser analisados diferentes impactos no processo de produção, como indisponibilidade da linha de produção ou queda de ritmo de produção, que contribuem para perdas face à capacidade nominal instalada da linha. O índice de Disponibilidade (ID) pode ser obtido pela equação (10) e deve ser avaliado segundo os critérios de avaliação da Tabela 50, obtendo-se o nível do critério Disponibilidade.

O cálculo do ID é efetuado a partir de três fatores: a Indisponibilidade, a Frequência e a Queda de Ritmo. Na determinação destes critérios deve ser analisado o contexto de cada equipamento na linha de produção, sendo que alguns equipamentos, ou até mesmo linhas, podem ter redundâncias, diminuindo o impacto da falha.

A Indisponibilidade representa o impacto, em tempo, da paragem da linha de produção devido a avarias que sucedem no equipamento em análise. Este fator deve ser classificado segundo os critérios presentes na Tabela 51.

A Frequência pretende efetuar uma análise histórica do número de avarias no equipamento em causa, sendo que na Tabela 52 se encontram os critérios de classificação utilizados.

Por fim, a Queda de Ritmo analisa o impacto médio na capacidade de produção da linha devido a avarias no equipamento. Os critérios encontram-se na Tabela 53, sendo que devem ser o mais quantitativos possíveis.

$$\boldsymbol{ID = Indisponibilidade \times Frequência \times Queda\ de\ Ritmo} \quad (10)$$

Tabela 50 - Avaliação do nível do Índice de criticidade do critério Disponibilidade

Nível	Impacto na Disponibilidade	Limites do ID
1	Severo	125 ≥ ID ≥ 75
2	Moderado	75 > ID > 15
3	Baixo	15 ≥ ID

Tabela 51 - Avaliação do fator Indisponibilidade para o critério Disponibilidade

Indisponibilidade	Impacto	Ponderação
Interrompe a produção com paragens > 60 minutos	Alto	5
Interrompe a produção com paragens ≤ 60 minutos	Médio	3
Não interrompe a produção	Baixo	1

Tabela 52 - Avaliação do fator Frequência para o critério Disponibilidade

Frequência	Impacto	Ponderação
Paragens comuns devido a avarias frequentes (mais de 1 avaria a cada 3 meses)	Alto	5
Paragens ocasionais devido a avarias (1 avaria a cada 6 meses)	Médio	3
Baixa frequência de paragens devido a avarias (no máximo 1 avaria a cada 12 meses)	Baixo	1

Tabela 53 - Avaliação do fator Queda de Ritmo para o critério Disponibilidade

Queda de Ritmo	Impacto	Ponderação
Reduz o ritmo de produção a uma taxa acima de 30% $(1 - \frac{Prod.Real}{Cap.Nominal} > 30\%)$	Alto	5
Reduz o ritmo de produção até uma taxa de 30% $(1 - \frac{Prod.Real}{Cap.Nominal} \leq 30\%)$	Médio	3
Não afeta diretamente o ritmo de produção	Baixo	1

5.1.2.3 Segurança

O critério Segurança pretende analisar os riscos potenciais para as pessoas e meio ambiente provenientes do ativo em avaliação. Deste modo, na Tabela 54 pode-se observar os dois métodos de avaliação deste critério, onde o primeiro é referente à segurança das pessoas e o segundo à segurança e impacto ambiental. O primeiro utiliza o método da matriz de risco de segurança a seguir descrito, e o segundo utiliza uma classificação qualitativa obtida pela análise do grupo de trabalho. Ambos os métodos devem ser analisados para obter a classificação do equipamento em avaliação.

Tabela 54 - Métodos de classificação do critério Segurança em três níveis

Nível 1 Envolve riscos de proporções graves	**Nível 2** Envolve riscos de proporções moderadas	**Nível 3** Envolve riscos de proporções mínimas
Envolve riscos de proporções graves para a segurança dos colaboradores (utilizar Matriz de Risco de Segurança – N1). Ou Danos elevados para o ambiente como produção de resíduos perigosos, derrames de poluentes no solo ou águas.	Envolve riscos de proporções moderadas para a segurança dos colaboradores (utilizar Matriz de Risco de Segurança – N2). Ou Danos moderados para o ambiente como produção de resíduos não recicláveis, consumo de recursos não renováveis, libertação de poeiras ou produção de efluentes líquidos.	Envolve riscos de proporções mínimas para a segurança dos colaboradores (utilizar Matriz de Risco de Segurança – N3). Ou Danos reduzidos no ambiente como produção de resíduos recicláveis ou consumos de recursos renováveis (exceto água).

Método da Matriz de Risco de Segurança

Este método divide o critério segurança, na vertente de pessoas, em dois fatores: a gravidade e a probabilidade. A gravidade pretende analisar as consequências para as pessoas no caso de um acidente que envolva o equipamento, e deve ser classificada segundo os critérios presentes na Tabela 55. A probabilidade, por sua vez, pretende estimar a frequência de ocorrência de um

acidente face às condições e procedimentos de segurança atualmente impostos relativamente ao equipamento. O mesmo pode ser analisado na Tabela 56.

Após se obter a ponderação de ambos os fatores, deve ser consultada a matriz presente na Figura 96 e definido o nível do critério Segurança.

		Gravidade			
		1	2	3	4
Probabilidade	1	N1	N1	N2	N3
	2	N1	N2	N2	N3
	3	N2	N2	N3	N3
	4	N2	N3	N3	N3

Figura 96 - Matriz de classificação do critério Segurança em três níveis (N1 - Nível 1; N2 - Nível 2; N3 - Nível 3)

Tabela 55 - Avaliação do fator Gravidade para o critério Segurança

Gravidade	Consequência	Valor
Muito Grave	Morte ou lesão com incapacidade total permanente.	1
Grave	Danos/Doenças ocupacionais graves ou lesões com incapacidade total temporária.	2
Moderada	Lesão com incapacidade parcial temporária (pequenas fraturas ou entorses).	3
Secundária	Lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade (pequenos cortes, pequenos traumatismos).	4

Tabela 56 - Avaliação do fator Probabilidade para o critério Segurança

Probabilidade	Consequência	Valor
Alta	Não existem ou não são conhecidos procedimentos de segurança. Condições de segurança incertas.	1
Média	Procedimentos de segurança existentes, mas não implementados/utilizados. Condições de segurança incertas.	2
Baixa	Existem procedimentos/condições de segurança, mas podem ser melhoradas	3
Muito Baixa	Existem procedimentos/condições de segurança e estão bem implementados	4

5.1.2.4 Custos

Dada a sua importância transversal, foi relevante avaliar os custos, através dos valores envolvidos nas reparações associadas ao ativo. A análise destes custos deve ser realizada tendo em consideração dados históricos do custo médio de reparação de avarias no equipamento, englobando mão de obra (interna e externa) e materiais necessários (peças suplentes ou consumíveis), tendo por base os critérios da Tabela 57.

Tabela 57 - Avaliação do nível de criticidade do critério Custos

Nível 1 Custos Elevados	**Nível 2** Custos Moderados	**Nível 3** Custos Baixos
Custo de repararação da avaria ≥ 500€	500€ > Custo de repararação da avaria ≥ 200€	200€ > Custo de repararação da avaria

5.1.2.5 Complexidade Tecnológica

O último critério a ser considerado na análise foi a complexidade tecnológica do equipamento. Esta foi avaliada em função do tempo despendido em média na reparação do ativo e a especialização da mão de obra necessária. Assim sendo, devem ser avaliadas as competências e desempenho da equipa de manutenção e operação relativamente ao ativo em estudo.

Na Tabela 58, podem ser consultados os métodos de avaliação do critério complexidade tecnológica, sendo que o primeiro método é referente às capacidades da equipa técnica interna e o segundo ao tempo médio de reparação (MTTR). Para classificação deste último método, devem ser utilizados dados históricos, sempre que disponíveis.

Tabela 58 - Métodos de classificação do critério Complexidade Tecnológica em três níveis

Nível 1 Tempo de reparação elevado ou requer alta especialização	**Nível 2** Tempo de reparação moderado e especialização moderada	**Nível 3** Não representa riscos
Nível de especialização necessário para diagnóstico e reparação da avaria não dominado pela equipa técnica interna da manutenção. Ou Tempo médio de reparação ≥ 90 minutos.	Nível de especialização necessário para diagnóstico e reparação da avaria dominado pela equipa técnica interna da manutenção. Ou 90 minutos > Tempo médio de reparação ≥ 60 minutos.	Nível de especialização requerido para diagnóstico e reparo amplamente dominado pela a empresa. Ou 60 minutos > Tempo médio de reparação.

5.2 Preparação para Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA

Após o desenvolvimento da metodologia, foi necessário realizar a preparação da sua aplicação. Esta preparação iniciou-se com o desenvolvimento de uma ferramenta para classificar a classe de criticidade do equipamento. Esta foi desenvolvida em *MSExcel®* e consiste no método descrito na secção 5.1.1. Na Figura 97, pode ser observado um exemplo de aplicação da ferramenta.

Cerealis | **Criticidade dos Equipamentos** | Organizar

Área em Análise

Local - Etapa	Designação do equipamento	CRITICIDADE	QUALIDADE	DISPONIBILIDADE	SEGURANÇA	CUSTO	COMPLEXIDADE	RESPONSÁVEL
Exemplo 1	Exemplo Classe A	A	1	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Exemplo 2	Exemplo Classe A	A	3	3	2	1	3	Direção de Manutenção
Exemplo 3	Exemplo Classe B	B	3	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Exemplo 4	Exemplo Classe B	B	3	3	2	2	3	Direção de Manutenção
Exemplo 5	Exemplo Classe C	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Exemplo 6	Exemplo Classe C	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção

Figura 97 - Exemplo da ferramenta desenvolvida em MSExcel® para atribuição da classe de criticidade dos equipamentos da CPA

Assim que os documentos e material de apoio se encontravam totalmente desenvolvidos, foi realizada uma formação inicial das equipas de direção de manutenção, produção e qualidade, e também das equipas técnicas da manutenção e produção. Nesta formação inicial, foram introduzidos os conceitos, critérios e projeto a ser realizado em todos os ativos da CPA Maia, identificados na hierarquia de ativos.

No seguimento da sessão inicial, foram realizadas sessões onde se desenvolveram projetos piloto de atribuição de criticidade aos equipamentos da linha E (fabrico) e linha 6 (embalamento) da fábrica de massas 1, equipamentos estes cuja hierarquia se encontrava também completa via projetos piloto. Nestas sessões, foram envolvidos todos os membros das várias áreas que iriam concretizar o projeto de atribuição de criticidade. Apesar de em alguns casos não ser a área proveniente dos membros envolvidos, o projeto-piloto permitiu esclarecer dúvidas e desenvolverem capacidades importantes para o desenrolar do projeto. Estas sessões culminaram com a definição de equipas e a sua composição, para realizar a atribuição de criticidade dos restantes equipamentos e elaboração do cronograma de desenvolvimento do projeto.

5.3 Aplicação da Metodologia de Criticidade dos Ativos na CPA

A fase de desenrolar do projeto foi essencialmente composta por sessões onde esteve presente uma equipa multidisciplinar composta por elementos fixos e elementos móveis. Os primeiros consistem em elementos comuns a todas as sessões da direção da manutenção e qualidade, e os segundos elementos, transmutáveis, compostos por membros da direção e técnicos da produção e pela equipa técnica da manutenção, referente à área dos equipamentos em análise.

De modo a obter-se resultados compatíveis entre as várias fábricas do polo da Maia, foram agregadas áreas estratégicas, dando assim origem às seguintes sessões/equipas:

1) Embalamento de massas da fábrica 1 e da fábrica 2: nestas sessões foram avaliados 233 equipamentos e foram constituídas por duas sessões de quatro a cinco horas cada. Foi de elevada importância realizar estas duas áreas em conjunto, uma vez que tornou a partilha de informação e discussão desta bastante mais rica e, no cômputo geral, houve uma poupança de tempo, face à opção de realizar as duas áreas em separado, devido à similaridade de equipamentos.
2) Fabrico de massas da fábrica 1 e da fábrica 2: nestas sessões foram avaliados 90 equipamentos e foram compostas por duas sessões de três a quatro horas cada. Dada a elevada complexidade dos equipamentos em análise, foi de elevada importância o contributo das equipas técnicas de ambas as áreas, obtendo-se assim uma melhor triagem da criticidade dos equipamentos.
3) Equipamentos Auxiliares da fábrica de massas 1 e da fábrica de massas 2: nestas sessões foram avaliados 38 equipamentos e foram compostas por uma sessão de quatro a cinco horas. Devido à elevada similaridade entre os equipamentos das duas fábricas, foi bastante proveitoso agregar as duas áreas.
4) Semolaria: nesta fábrica foram analisados 210 equipamentos em duas sessões de quatro a cinco horas cada.
5) Fábrica de Bolachas: foram analisados 67 equipamentos em duas sessões de três a quatro horas.

Nestas sessões, as equipas deviam estar munidas com registos e informação pertinentes ao processo de avaliação do ativo. No entanto, no decorrer do processo de avaliação foi notado que não havia ou não eram fidedignos os registos históricos existentes. Nestes casos, optou-se por uma abordagem qualitativa, com base na experiência do grupo.

5.4 Análise Crítica dos Resultados Obtidos

A atribuição de um grau de criticidade aos equipamentos acarreta riscos. Um excesso de equipamentos com classe de criticidade A pode implicar custos acrescidos, devido a uma análise e foco excessivos nestes e, pelo contrário, um défice de equipamentos nesta classe pode implicar custos indiretos devido à falha dos equipamentos em causa. Deste modo, deve ser efetuada uma análise detalhada de todos os equipamentos e, após esta, uma análise crítica dos resultados, com o objetivo de assumir estes riscos de forma formal.

Quando o processo foi iniciado, os resultados esperados seriam, à semelhança do diagrama de Pareto apresentado na secção 2.3.2, cerca de 20% para os ativos de criticidade A, estando os restantes 80% distribuídos pela classe B e C. Também quando analisado o valor de referência, dado como limite na secção 2.2.5.9, de 25% para os equipamentos da classe A, era esperado um valor final entre cerca de 20% a 25% do total dos ativos da CPA pertencentes à classe de criticidade A.

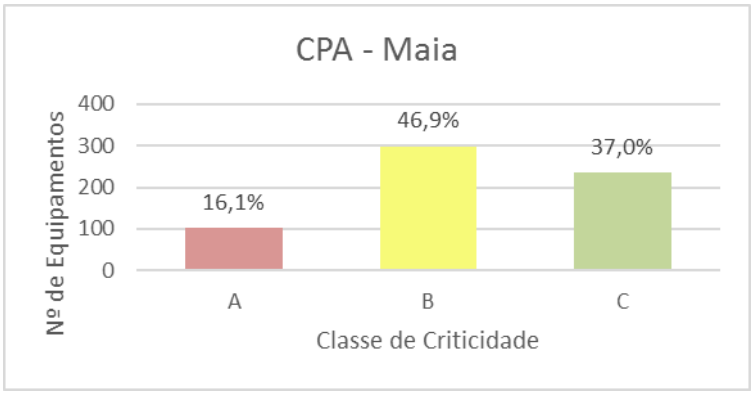


Figura 98 - Distribuição da criticidade dos ativos do polo da Maia da CPA

Na Figura 98, observa-se a distribuição pelas três classes de criticidade dos equipamentos do polo da Maia da CPA. O valor final de equipamentos pertencentes à classe A, aquela que irá ser alvo da análise mais detalhada, é de 16,1%, ou seja, 103 equipamentos. Este valor é cerca de 4% inferior ao valor esperado, o que levou a uma análise detalhada por fábricas/áreas, demonstrada nas seguintes subsecções.

Após esta análise, a equipa envolvida no processo concordou com a criticidade de equipamentos obtida à luz do processo desenvolvido, estando assim apta a ser iniciada a próxima fase, seleção das estratégias de abordagem das classes de criticidade.

5.4.1 Fábricas de Massas

As duas fábricas de massas analisadas apresentam áreas e equipamentos bastantes semelhantes entre si. Por este motivo, era esperada uma criticidade dos ativos análoga. Quando analisada a Figura 99 e Figura 100 esta semelhança é confirmada entre áreas e, por consequência, entre as fábricas. A classe de criticidade A, em ambas as fábricas, é ligeiramente superior a 20%, estando este valor muito próximo do esperado. Deste modo, o maior foco será depositado em cerca de um quinto dos equipamentos destas fábricas.

A nível das classes B e C na fábrica de massas 2, estas apresentam uma percentagem muito próxima, obtendo-se assim uma distribuição quase nivelada nestas duas classes. No caso da fábrica de massas 1, a classe de ativos A e B são ligeiramente superiores em cerca de 2% e 3%, respetivamente, e a classe C inferior em cerca de 5%, relativamente às classes da fábrica 2. Estas desigualdades entre as duas fábricas podem ser justificadas com a diferença de idade dos ativos de uma fábrica e outra, que contribuem diretamente para a classificação dos critérios em análise.

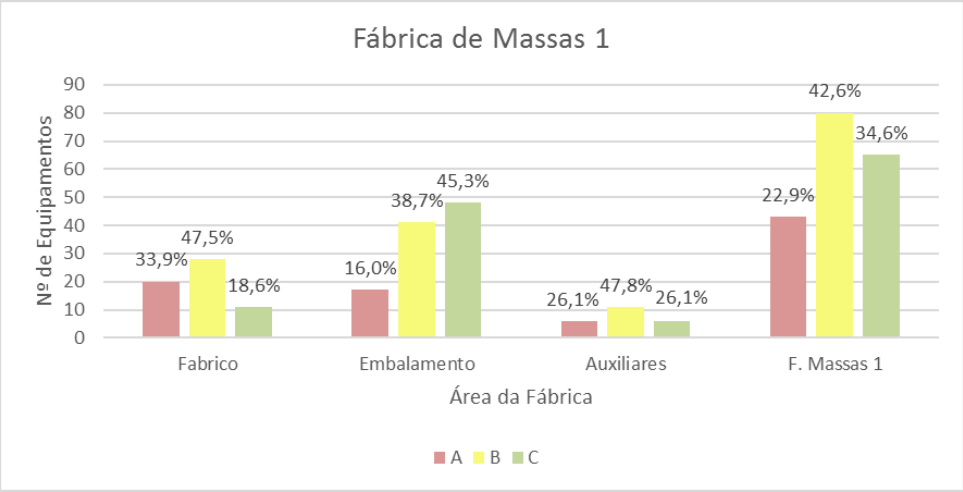


Figura 99 - Distribuição da criticidade dos ativos da Fábrica de Massas 1 da CPA

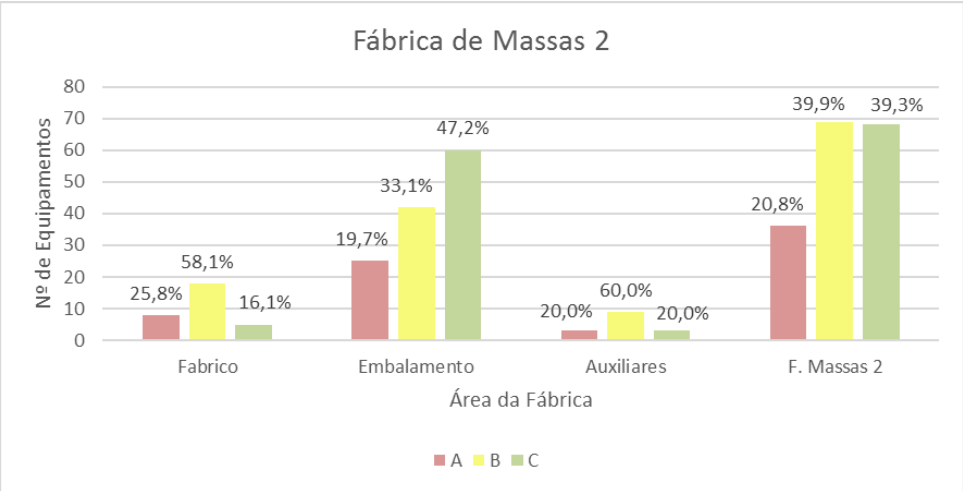


Figura 100 - Distribuição da criticidade dos ativos da Fábrica de Massas 2 da CPA

5.4.2 Semolaria

A Semolaria, por sua vez apresenta a distribuição de criticidade mostrada na Figura 101. A classe de criticidade A representa 21 dos 210 equipamentos analisados. Dado o elevado número de equipamentos analisados, esta foi a fábrica que mais contribuiu para a distribuição global da criticidade do polo da Maia CPA. Por isso, torna-se importante validar os resultados e análises de criticidade obtidos.

Na Figura 102, pode-se observar a distribuição da classificação dos critérios de criticidade nos três níveis. A classe de criticidade A conta com um reduzido número de equipamentos, 10%. Este facto deve-se à baixa concentração de equipamentos com nível 1 atribuído ao critério Qualidade e Disponibilidade, e também à ausência de níveis 1 nos critérios de Segurança, Custos e Complexidade Tecnológica. Por outro lado, o domínio da classe B pode ser explicado com a elevada concentração do nível 2 de ponderação atribuído ao critério Disponibilidade.

Após uma análise crítica em equipa, esta concordou e validou a análise de criticidade atribuída a esta fábrica, uma vez que esta apresenta particularidades diferentes das restantes fábricas, onde a falha num equipamento pode implicar a paragem de uma área completa da fábrica, com impacto elevado na disponibilidade.

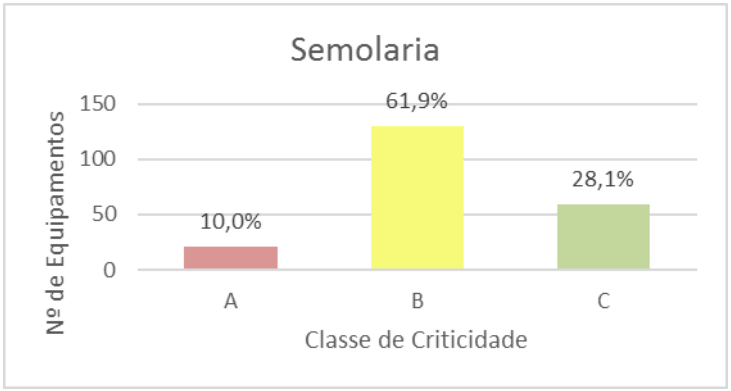


Figura 101 - Distribuição da criticidade dos ativos da Semolaria da CPA

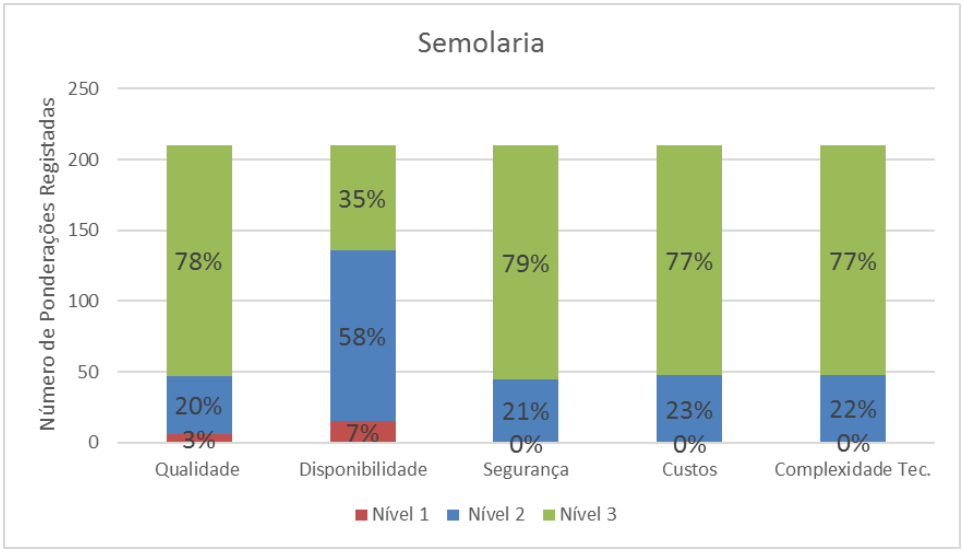


Figura 102 - Distribuição das ponderações atribuídas aos critérios de criticidade dos ativos da Semolaria da CPA

5.4.3 Fábrica de Bolachas

Na Figura 103, pode-se observar a criticidade dos ativos da fábrica da bolacha, onde é evidente a predominância da classe de criticidade C em detrimento das restantes.

Esta fábrica apresenta um panorama peculiar e diferente das restantes, dado que se trata de uma fábrica nova, para a qual não existe histórico substancial de dados dos equipamentos. Assim sendo, os critérios da metodologia de análise de criticidade são falseados em função da ausência de dados, registando-se assim uma predominância do nível "3" de ponderação dos critérios, Figura 104, sendo os critérios Disponibilidade e Custos os mais afetados pela ausência de histórico de avarias e ordens de trabalho.

Deste modo, houve um compromisso assumido pelo grupo de trabalho, de uma futura revisão da criticidade dos equipamentos desta fábrica, quando houver um histórico significativo dos equipamentos, tendo sido o período previamente planeado de um ano civil.

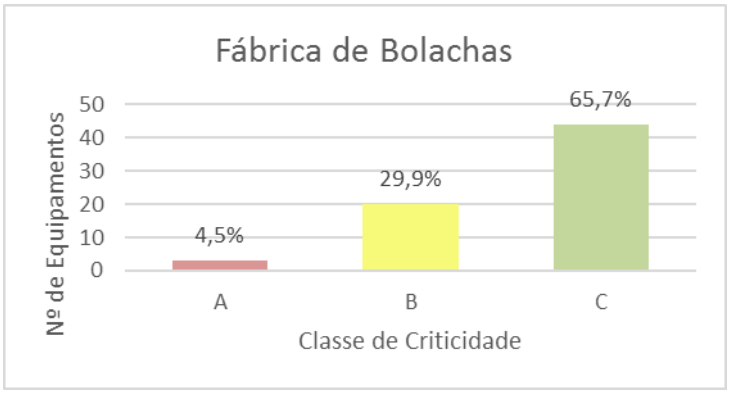


Figura 103 - Distribuição da criticidade dos ativos da Fábrica de Bolachas da CPA

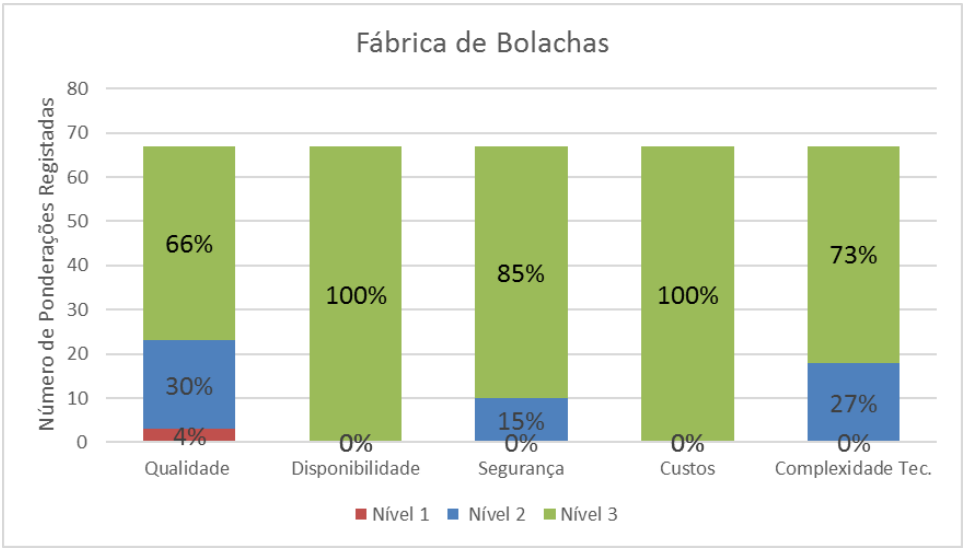


Figura 104 - Distribuição das ponderações atribuídas aos critérios de criticidade dos ativos da Fábrica de Bolachas da CPA

5.5 Resultados Práticos

Após estabelecer a criticidade dos ativos, foram imediatamente obtidas listagens dos equipamentos ordenados pela sua criticidade no processo produtivo. Estas listas encontram-se organizadas por fábrica, no caso da Semolaria e fábrica de bolachas, e por áreas (fabrico, embalamento e auxiliares) no caso das fábricas de massas 1 e 2. Na Figura 105 pode-se observar um excerto da lista de equipamentos, e sua criticidade, do embalamento da fábrica de massas 1. Esta lista encontra-se na totalidade no Anexo 7.

Cerealis | **Criticidade dos Equipamentos** | Organizar

F1 - Embalamento

Local - Etapa	Designação do equipamento	CRITICIDADE	QUALIDADE	DISPONIBILIDADE	SEGURANÇA	CUSTO	COMPLEXIDADE	RESPONSÁVEL
Embalamento Linha 1 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Elevador de Caixas	B	3	2	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Confeção	Confecionadora 5.1	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Confeção	Confecionadora 5.2	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Fecho de caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Formadora caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção

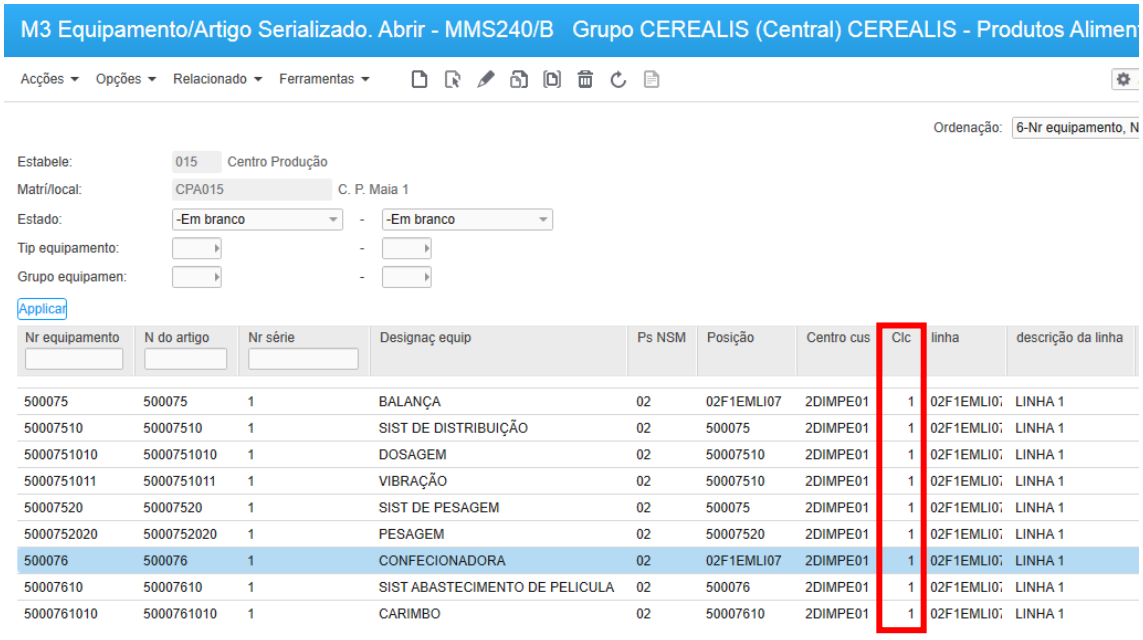
Figura 105 - Excerto da lista de ativos ordenada por criticidade do embalamento da fábrica 1 de massas da CPA

Após terem sido obtidas as listagens de ativos e criticidade associada, houve a necessidade de completar a taxonomia de ativos iniciada na secção 4.3.. Na Tabela 59, encontram-se os equipamentos indicados na Figura 105, com a respetiva taxonomia e classificação de criticidade na coluna “CRITICIDADE”. Dadas algumas limitações do sistema informático, a criticidade dos equipamentos foi atribuída em algarismos numéricos, onde 1 corresponde à classe de criticidade A, 2 à classe B e 3 à classe C. Estando o documento de taxonomia completo, foi carregado em Infor M3.

Tabela 59 - Excerto da Taxonomia de Equipamentos com criticidades dos ativos

4º - Área	Cód4º Nível	5º - Linha/Piso	Cód5º Nível	6º - Equipamento	Cód6º Nível	CRITICIDADE	Grupo Artigo (E)
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	CONFECIONADORA	500076	1	FTCPA073
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	BALANÇA	500075	1	FTCPA071
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	ELEVADOR DE CAIXAS	500079	2	FTCPA026
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	ENCARTONADORA	500080	2	FTCPA080
EMBALAMENTO	EM	LINHA 5	LI11	CONFECIONADORA 5.1	500118	2	FTCPA073
EMBALAMENTO	EM	LINHA 5	LI11	CONFECIONADORA 5.2	500119	2	FTCPA073
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	FECHADORA DE CAIXAS	500081	3	FTCPA081
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	FORMADORA DE CAIXAS	500082	3	FTCPA079
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	MARCADOR DE CAIXAS	500083	3	FTCPA132
EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	TRANSP DE SAÍDA DA LINHA	500085	3	FTCPA025

Com a informação carregada em sistema informático, a criticidade do equipamento ficou facilmente acessível, Figura 106. Nesta Figura 106, é também possível averiguar que a criticidade dos sistemas, conjuntos e componentes é referente à classe de criticidade atribuída ao equipamento que integram, havendo assim oportunidade para numa fase posterior, desenvolver um projeto de diferenciação de criticidade de sistemas, conjuntos e componentes dos diferentes ativos.

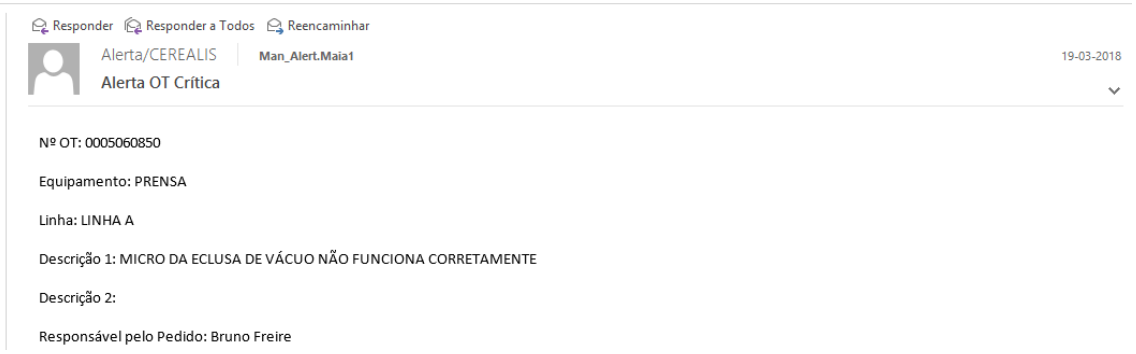


Nr equipamento	N do artigo	Nr série	Designaç equip	Ps NSM	Posição	Centro cus	Clc	linha	descrição da linha
500075	500075	1	BALANÇA	02	02F1EMLI07	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
50007510	50007510	1	SIST DE DISTRIBUIÇÃO	02	500075	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
5000751010	5000751010	1	DOSAGEM	02	50007510	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
5000751011	5000751011	1	VIBRAÇÃO	02	50007510	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
50007520	50007520	1	SIST DE PESAGEM	02	500075	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
5000752020	5000752020	1	PESAGEM	02	50007520	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
500076	500076	1	CONFECIONADORA	02	02F1EMLI07	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
50007610	50007610	1	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	02	500076	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1
5000761010	5000761010	1	CARIMBO	02	50007610	2DIMPE01	1	02F1EMLI07	LINHA 1

Figura 106 - Diferentes níveis hierárquicos dos ativos e respetiva classe de criticidade (destacada a vermelho) em Infor M3

A criticidade dos equipamentos foi também adicionada à lista de ordens de trabalho, onde consta a criticidade dos ativos que permite aos técnicos diferenciarem a prioridade em que devem atender as diferentes OTs em espera.

No caso particular das OTs abertas, relativas aos equipamentos da classe de criticidade A, estas geram um email alerta, Figura 107, que é automaticamente enviado à equipa de manutenção responsável pela área do equipamento. Deste modo, é facilitada a informação e a priorização destes ativos, com o objetivo de minimizar os impactos da avaria dos equipamentos de criticidade A.


Responder Responder a Todos Reencaminhar

Alerta/CEREALIS Man_Alert.Maia1 19-03-2018

Alerta OT Crítica

Nº OT: 0005060850

Equipamento: PRENSA

Linha: LINHA A

Descrição 1: MICRO DA ECLUSA DE VÁCUO NÃO FUNCIONA CORRETAMENTE

Descrição 2:

Responsável pelo Pedido: Bruno Freire

Figura 107 - Email alerta de uma OT aberta num equipamento criticidade A, Prensa do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA

Tendo todos os ativos classificados quanto à sua criticidade, é possível aplicar uma estratégia de gestão da manutenção diferenciada, em função da classe dos equipamentos, tendo sido este o principal objetivo da aplicação da definição de criticidade destes. Esta estratégia diferenciadora aborda fatores técnicos e de gestão que envolvam a definição e aplicação de ações sobre os equipamentos mediante a sua importância, mais concretamente na definição de planos de manutenção (preventiva, condicionada, lubrificação e outros), na gestão do armazém de peças suplentes para cada equipamento, na priorização de renovações a aplicar a equipamentos, e outras atividades que necessitem de priorizar ativos em função da sua importância para o sistema produtivo. A estratégia implementada na CPA encontra-se analisada na secção seguinte.

Numa fase futura, é previsível a existência de dados históricos fiáveis dos equipamentos, sendo assim possível aplicar a metodologia de atribuição de criticidade desenvolvida, de modo a obter-se o maior partido dela. Portanto, quando desenvolvida uma base de dados substancial, seria pertinente realizar uma nova análise dos equipamentos da CPA, que não tivessem sido revistos até à data.

Por último, a criticidade dos ativos deve ser revista sempre que pertinente, como em remodelações, alterações significativas dos equipamentos existentes, ou presença de dados históricos anteriormente inexistentes e aplicada sempre que sejam instalados novos equipamentos, ficando assim ao encargo da direção da Manutenção a aplicação desta estratégia.

5.6 Estratégia de abordagem mediante a criticidade

Concluindo a criticidade de ativos, foram obtidas três categorias de equipamentos: A, B e C, sendo então possível definir estratégias, de modo a priorizar os equipamentos em função das suas classes.

A categoria A é constituída por ativos cujas falhas têm implicações significativas no processo produtivo e, por isso, devem estar capazes de operar na sua capacidade total. Deste modo, a manutenção deve ter como objetivo a obtenção da máxima fiabilidade, o menor tempo possível de paragens e a inexistência de intervenções não-planeadas ou de emergência.

Na Figura 108, estão presentes algumas ações e comportamentos a adotar para diferentes ramos da manutenção segundo a estratégia da CPA para os ativos da categoria A.

Métodos de Manutenção
- Monitorização e acompanhamento das condições operacionais e das variáveis que caracterizam o desempenho dos ativos;
- Manutenção à base de atividades preventivas baseadas na condição dos ativos;
- Manutenção baseada em atividades preventivas sistemáticas para os equipamentos, nos quais não seja possível aplicar ações com base na condição;
- Implementações de melhorias após a falha.

Resposta a Ordens de trabalho (avarias)
- Prioridade na resposta às OTs nos ativos.

Revisão dos Planos de Manutenção
- Atualização e otimização dos planos de manutenção;
- Utilização de métodos conceptuais, manuais de equipamentos e experiência da equipa técnica);
- Utilização de métodos de análise de falhas detalhados (FMEA ou Análise de Causa Raiz).

Engenharia da Manutenção
- Análise contínua dos dados de desempenho operacional dos ativos;
- Análise imediata de anomalias apresentadas.

Gestão de Peças Suplentes
- Preferência pela substituição de peças, em detrimento da recuperação destas;
- Disponibilidade total de peças suplentes de uso corrente e de indicação do fabricante.

Política de Investimentos
- Prioridade para investimentos que visem o aumento da fiabilidade dos ativos.

Figura 108 - Planeamento de estratégias a aplicar a equipamentos da categoria de criticidade A da CPA

A categoria B é composta por ativos que, em caso de falha, afetam parcialmente o processo produtivo, podendo comprometer a quantidade ou qualidade do produto final produzido. O objetivo da equipa de manutenção perante estes equipamentos é garantir o número mínimo de intervenções não planeadas ou de emergência, através de uma abordagem balanceada entre custos e obtenção da fiabilidade pretendida.

A estratégia admitida, para os ativos da categoria B da CPA, pode ser resumida segundo os tópicos da Figura 109.

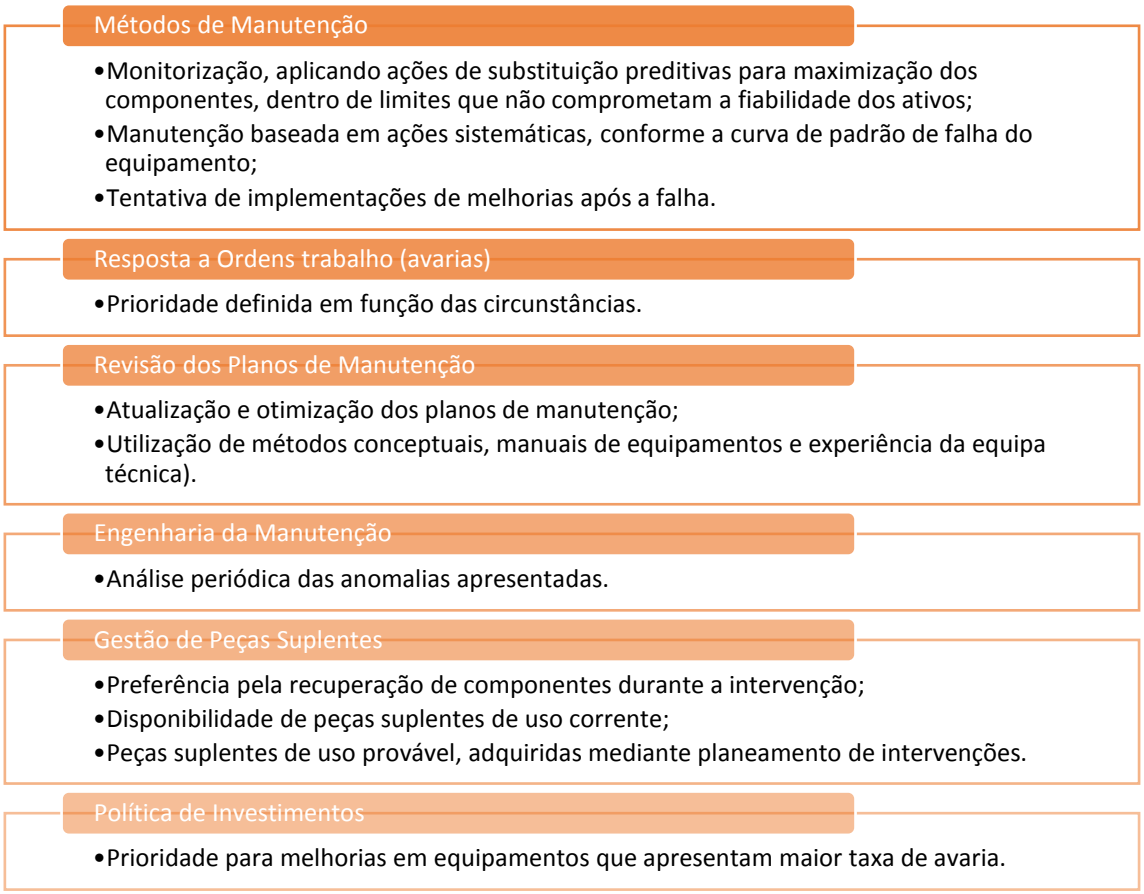


Figura 109 - Planeamento de estratégias a aplicar a equipamentos da categoria de criticidade B da CPA

Os equipamentos que integram a categoria C, por norma, em caso de falha, não trazem consequências relevantes ao processo produtivo. Assim sendo, pretende-se obter a vida útil máxima destes ativos e minimizar os custos através do menor aporte de recursos da manutenção (materiais e mão de obra) possível.

Na Figura 110, pode-se observar as linhas guia da estratégia aplicada na CPA aos equipamentos da categoria C.

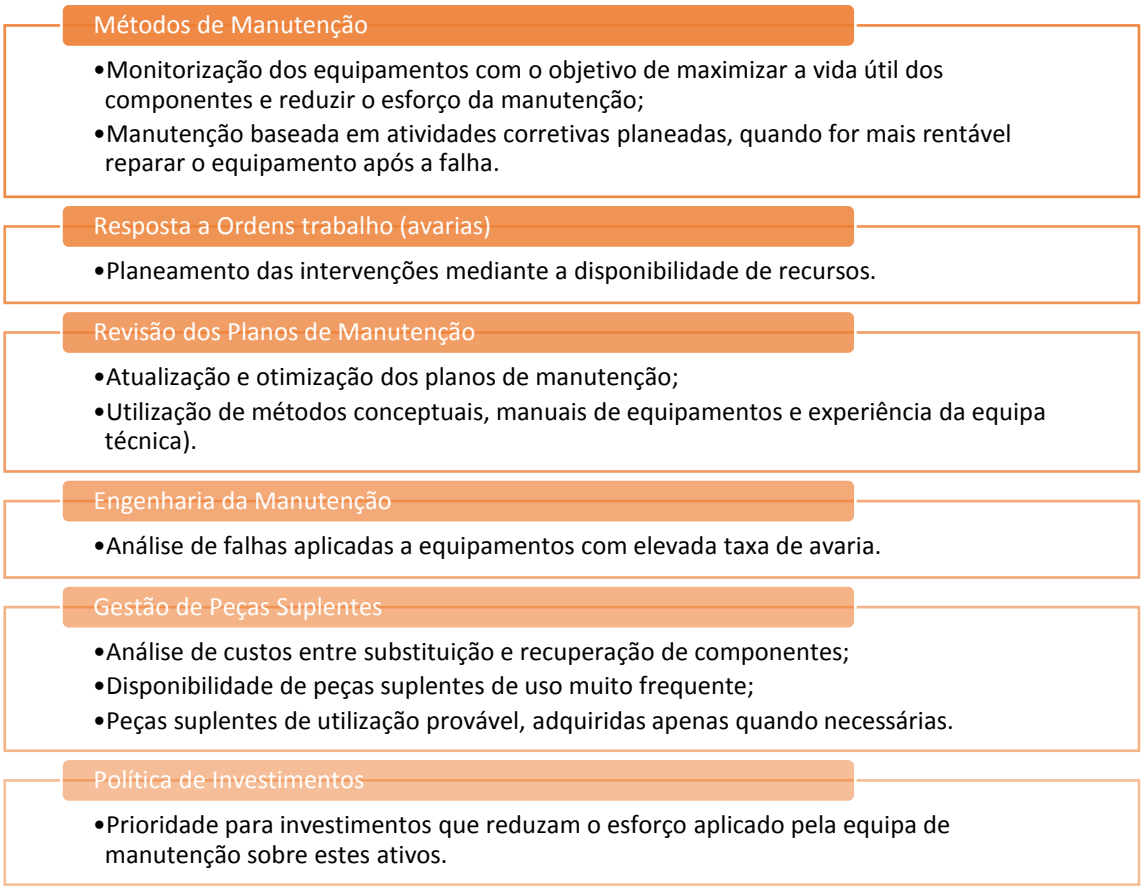


Figura 110 - Planeamento de estratégias a aplicar a equipamentos da categoria de criticidade C da CPA

Tendo em conta as estratégias anteriormente apresentadas, foi dada especial importância à revisão dos planos de manutenção, lacuna identificada na secção 3.2. Deste modo, foi definida uma estratégia de avaliação dos ativos da categoria A tendo em conta a ferramenta FMEA, abordando assim ações de manutenção preventivas atualmente desempenhadas, novas ações e problemas atuais dos ativos. Com o objetivo de criar uma análise sistemática de cada equipamento desta categoria, foi desenvolvida uma metodologia de manutenção centrada na fiabilidade. Esta metodologia visa identificar ações a incorporar no PMP da manutenção, e ações pontuais a serem desempenhadas pela manutenção e produção referentes ao equipamento em análise.

Os equipamentos da categoria B e C terão os seus planos de manutenção também revistos. No entanto, esta revisão será inicialmente efetuada com base na experiência da equipa técnica da manutenção e manuais do fabricante do ativo em análise.

METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO CENTRADA EM FIABILIDADE (RCM)

6.1 Preparação Inicial da Análise FMEA e Lógica RCM

6.2 Análise FMEA e Aplicação da Lógica RCM

6.3 Tratamento da informação das análises FMEA

6.4 Resultados do processo RCM

6 METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO CENTRADA EM FIABILIDADE (RCM)

Após o desenvolvimento da criticidade dos ativos e definição da estratégia a aplicar a cada categoria, foram selecionados os equipamentos a aplicar na análise FMEA e, subsequentemente, a lógica RCM. Foram selecionados os ativos pertencentes à categoria A da CPA Maia, sendo estes 103 equipamentos, que podem ser observados no Anexo 8. No entanto, devido a limitações de tempo e disponibilidade das equipas técnicas e de gestão, foram inicialmente selecionadas duas fábricas a serem analisadas por estas metodologias.

As fábricas selecionadas foram a fábrica de Massas 1 (Fabrico, Embalamento e Geral ou Auxiliares) e a Semolaria, totalizando 64 equipamentos de criticidade A. Alguns destes podem ser observados na Figura 111, e na totalidade no Anexo 11.

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento
4	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500075	BALANÇA
5	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500076	CONFECIONADORA
20	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500037	PRENSA
21	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500953	ABASTECIMENTO LA
38	MASSAS1	GERAL	ETA	500988	ETA
39	MASSAS1	GERAL	PT	500160	POSTO TRANSFORMAÇÃO 1
80	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500561	ELEVADOR 101
84	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500595	TRANSPES CORRENTES 105
100	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500756	ELEVADOR 201

Figura 111 - Excerto da tabela de equipamentos de criticidade A da CPA, selecionados para aplicação da análise FMEA

Com o objetivo de responder às sete questões fundamentais do RCM, identificadas na secção 2.2.5.3, para cada um destes equipamentos, foram aplicadas análises FMEA à qual se encontrava associada uma lógica RCM. Deste modo, este processo visa determinar as ações requeridas, para cada ativo, no seu contexto operativo. Uma vez que este processo foi desenvolvido por iniciativa da manutenção são esperadas mais ações requeridas nesta área. No entanto, serão também abordadas áreas como a produção e a segurança.

A análise FMEA pretende ser uma ferramenta estruturada e sistemática de análise funcional dos ativos, que se encontra aliada a uma lógica RCM, com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão mediante o risco associado a cada falha potencial. De destacar que as análises realizadas nesta secção terão em consideração o fator de risco associado a cada falha potencial, podendo ser denominadas de análises FMECA. No entanto, a avaliação de criticidade foi considerada uma adaptação da FMEA, e por este motivo será ao longo da dissertação designada por análise FMEA.

Na Figura 112, encontram-se as principais fases do processo de análise aplicado, sendo que nas subsecções seguintes, estas fases se encontram detalhadamente exploradas.

Figura 112 - Fases do processo de análise FMEA e lógica RCM aplicadas na CPA

6.1 Preparação Inicial da Análise FMEA e Lógica RCM

Antes de ser iniciado o processo de análise FMEA, existem certas etapas que devem ser abordadas de modo a facilitar e acelerar o processo. Uma vez que o desenvolvimento da metodologia FMEA é desempenhado por peritos (equipa técnica e de gestão de diferentes áreas), estes devem estar munidos de ferramentas, materiais, informações e possuírem formação prévia na metodologia.

Estas etapas foram efetuadas numa fase inicial do processo e encontram-se descritas nas seguintes subsecções.

6.1.1 Carta FMEA

A carta FMEA consiste na folha (formulário) que deve ser preenchido no decorrer da análise FMEA. Esta folha oferece um modelo que permite uma análise sistemática das diferentes falhas potenciais, a sua criticidade e ações a serem tomadas de modo a evitá-las.

Na Figura 113, pode-se analisar a carta FMEA utilizada na CPA, que foi elaborada em *MSExcel®*. Esta foi desenvolvida com base nas informações presentes na secção 2.2.5.10.3 e exemplo disponível na secção 2.2.5.10.12. O modelo da folha FMEA pode ser observado em detalhe no Anexo 9. Esta comtempla os campos básicos abordados na introdução teórica, incluindo os indicies de ocorrência (O), gravidade (G), detetabilidade (D) e, por consequência, o número de prioridade de risco (RPN). Ao número de prioridade de risco está associada uma escala gráfica, que pretende facilitar a perceção do risco associado à falha potencial. No caso particular da CPA, foi considerada uma escala onde o vermelho está associado a riscos altos, com um número de prioridade de risco superior ou igual a 250, o amarelo a riscos moderados, com índices superiores ou iguais a 75 e inferiores a 250 e, por último, o verde referente a um risco baixo associado aos índices inferiores a 75. Torna-se importante salientar que esta escala foi adaptada à realidade da CPA ao longo das análises FMEA iniciais, tendo sido apresentada a versão final. Para além disso, a escala em questão encontra-se alinhada com a lógica RCM, presente na secção 6.1.3.

Cerealis

Data da Elaboração:		Área(s) envolvida(s):			Página:	1/1						
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:			Responsável:							
Data da Última Revisão:		Sistema:										
FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

Figura 113 - Carta FMEA desenvolvida em MSExcel®, utilizada na CPA

6.1.2 Critérios de Classificação de Risco (Gravidade, Ocorrência e Deteção)

Como foi abordado na secção, 2.2.5.10.10, com vista à determinação do número de prioridade de risco (RPN) das falhas potenciais, através da expressão 3, devem ser predeterminados os índices de gravidade ou severidade, de ocorrência e de deteção.

Na CPA foram desenvolvidos critérios de classificação para cada um destes parâmetros por um grupo multidisciplinar com base na indústria, na realidade e no contexto em questão. Estes critérios foram completados e melhorados ao longo das sessões iniciais de FMEA, de modo a melhor retratar a realidade em análise. Os critérios a seguir apresentados, são a versão final.

O índice gravidade, também designado severidade, foi obtido pelos critérios inscritos na Tabela 60. Este índice é valorado de acordo com dez critérios que pretendem representar as consequências da ocorrência do modo de falha na CPA.

Tabela 60 - Critérios de classificação do índice Gravidade utilizados na CPA

Gravidade do Efeito			
Efeito	**Classificação**	**Descrição do Efeito**	**Exemplo**
Apenas percetível	1	Falha de menor importância. Baixo ou nenhum impacto na segurança, qualidade e produtividade.	Sem necessidade de intervenção imediata. Oportunidade de melhoria.
Pouca importância	2 a 3	Provoca redução de performance do ativo e aparecimento gradual de ineficiência. Cliente interno perceberá a falha mas não ficará insatisfeito.	Queda de ritmo
Moderadamente grave	4 a 6	Ativo sofrerá uma degradação progressiva: -Ineficiência moderada; -Produtividade reduzida; -Início de frustração por parte do operador ou cliente do produto; -Cliente interno perceberá a falha e ficará insatisfeito.	Paragem de produção com reparação relativamente simples com duração máxima de 2 horas.
Grave	7 a 8	De 50% a 70% das vezes não se consegue manter a produtividade e requer grande esforço do operador. Há baixa de eficiência e de produtividade. Alta taxa de PNP. O ativo não desempenha a sua função. O cliente interno perceberá a falha e ficará muito insatisfeito.	Paragem de produção cuja reparação tem duração máxima de 1 dia. Falha no plano produtivo consegue ser recuperada.
Extremamente Grave	9 a 10	Não se consegue impedir o “colapso” do processo. Problemas são catastróficos e podem implicar perigo de segurança. Cliente ficará muito insatisfeito.	Paragem de produção cuja reparação tem duração bastante significativa. Rutura. Risco segurança.

O índice ocorrência, pretende representar a frequência (probabilidade) da causa de a falha ocorrer, tendo em conta a experiência dos peritos e o histórico associado ao equipamento. De modo a sistematizar a avaliação, foi desenvolvida a escala presente na Tabela 61, classificada em dez valores.

Tabela 61 - Critérios de classificação do índice Ocorrência utilizados na CPA

Ocorrência		
Probabilidade	**Classificação**	**Descrição de Ocorrência**
Improvável	1	Máximo 1x por ano
Muito pequena	2 a 3	2 a 4x por ano
Moderada	4 a 6	Máximo 1x por mês
Alta	7 a 8	15 dias a semanalmente
Alarmante	9 a 10	Diariamente

O índice deteção, pretende avaliar a capacidade de detetar a causa da falha, antes da falha ocorrer, tendo em conta os métodos atuais. Na Tabela 62, encontram-se os critérios definidos, também em dez valores, para avaliar este índice na CPA.

Tabela 62 - Critérios de classificação do índice Deteção utilizados na CPA

Capacidade de Deteção			
Deteção	**Classificação**	**Descrição de Mecanismos de Deteção**	**Exemplo**
Alta	1	Deteção total de falhas via controlos e alarmes existentes.	
Moderada	2 a 3	Falhas podem ser detetadas via sistema de controlo existente. São aplicadas ações corretivas em pelo menos 90% das vezes em que os parâmetros do equipamento saem do intervalo de controlo.	
Pequena	4 a 6	Falhas podem ser detetadas via inspeção humana. É empregada uma ação corretiva somente em 50% das vezes em que os parâmetros do equipamento saem do intervalo de controlo.	Manutenção preditiva. PMP
Muito pequena	7 a 8	Nível de controlo muito baixo. Não existe rotina de inspeção.	Sem manutenção planeada, mas possível de a realizar.
Improvável	9 a 10	Não há nenhum tipo de controlo de inspeção. A causa da falha não pode ser detetada.	Sem manutenção planeada e impossível de a realizar.

Para facilitar a consulta destes critérios, foi elaborada e impressa uma folha onde constam as tabelas de classificações dos três critérios. Esta folha pode ser consultada no Anexo 10.

Dado que os três índices anteriores são valorados entre 1 a 10, isto significa que os valores do número de prioridade de risco poderão variar entre o valor mínimo de 1 e um valor máximo de 1000. O RPN deve ser utilizado como um indicador do grau de criticidade de cada modo de avaria. Este encontra-se explorado em detalhe na secção seguinte.

6.1.3 Diagrama de Decisão (Lógica RCM)

O diagrama de decisão é uma ferramenta que pretende traduzir uma lógica RCM e, deste modo, apoiar a tomada de decisão quanto à natureza das ações recomendadas a aplicar.

Na Figura 114, pode-se analisar o diagrama de decisão desenvolvido e utilizado na CPA. Este foi desenvolvido pelo grupo de trabalho com base no diagrama presente na secção 2.2.5.11 e também sofreu alterações em função das primeiras análises FMEA onde foi utilizado, sendo esta a versão final.

A leitura do diagrama é iniciada nas caixas superiores que possuem a classificação atribuída ao número de prioridade de risco, que se encontram organizadas em quatro classes.

A primeira classe refere-se a valores de RPN superiores ou iguais a uma classificação de 250, que representam uma avaria muito importante. Inicialmente, é avaliada a existência de uma ação ou tarefa periódica a ser atualmente aplicada com o objetivo de prever ou prevenir a falha. Caso a resposta seja “SIM”, a próxima etapa é avaliar se esta ação preexistente deve ser mantida ou conciliada com outra tarefa ou, pelo contrário, deve ser removida. Após esta fase inicial, comum a todas as classes, é apreciada a viabilidade técnica e económica de aplicar uma ação corretiva pontual e se esta resolve efetivamente o problema. Caso “NÃO”, a análise continua. A segunda tarefa em consideração é uma tarefa sob condição calendarizada, como uma inspeção, mais uma vez deve ser avaliada a sua viabilidade técnica e económica, para detetar a avaria antes desta suceder. Caso a resposta seja “SIM”, deve ser aplicada uma tarefa deste género, caso contrário, a análise deve prosseguir. De seguida, é avaliada a viabilidade de efetuar uma tarefa de substituição calendarizada. Quando a resposta à pergunta é “SIM”, esta deve ser aplicada, no caso de “NÃO”, deve ser desenvolvido um caso de estudo da avaria em questão, utilizando o método 3C.

A segunda classe engloba modos de falha com uma classificação de RPN superior ou igual a 160 e inferior a 250, representando uma avaria importante. Esta é bastante semelhante à primeira classe, no entanto é introduzida a hipótese de efetuar uma tarefa de reparação calendarizada.

À terceira classe, avarias de importância média, pertencem valores de RPN superiores ou iguais a 75 e inferiores a 160. É quase idêntica à segunda classe, diferindo na última ação. Em alternativa ao caso de estudo, esta classe apresenta como último recurso tarefas de correção ou melhoria após a ocorrência da avaria, concluindo que não é viável ou rentável investir na prevenção desta.

A última classe, avarias de importância baixa, após considerar a existência e viabilidade de ações preexistentes, avalia a existência de uma tarefa sob condição calendarizada, de fácil aplicação e tecnicamente e economicamente viável. Caso “SIM”, esta deve ser aplicada, caso contrário, deve ser aplicada uma ação após a avaria, corretiva ou de melhoria.

É importante salientar que o diagrama de decisão em análise foi utilizado como ferramenta de auxílio de decisão durante as análises FMEA. No entanto, este não foi irrefletidamente utilizado. As ações recomendadas tiveram a sua origem nos peritos que constituíam a equipa de análise, tendo sido a sua natureza e aplicação constantemente questionadas. Deste modo, o diagrama serviu de ferramenta base para uma reflexão sistemática e estruturada, dado que a decisão final pertenceu ao grupo de trabalho.

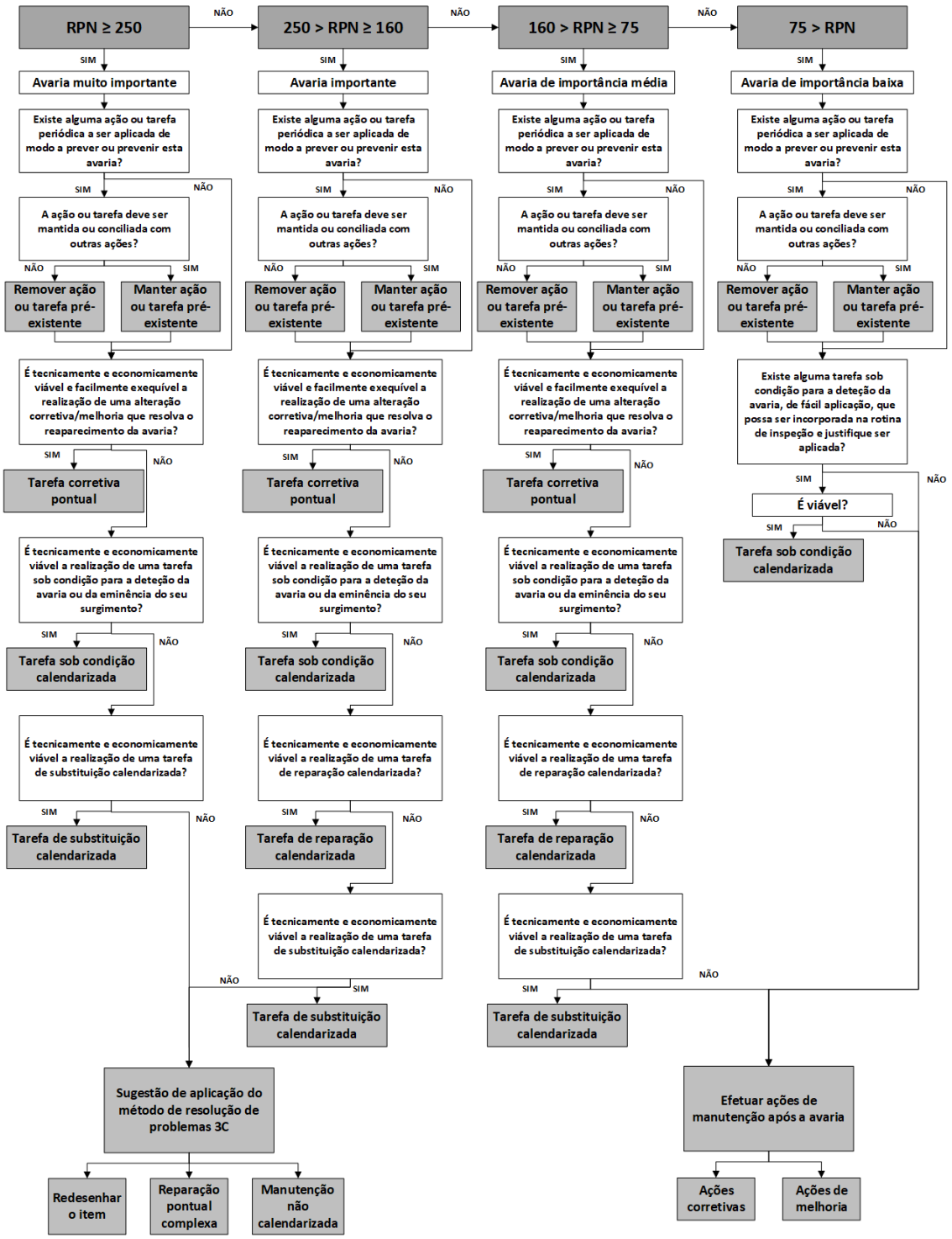


Figura 114 - Diagrama de decisão utilizado nas análises FMEA na CPA

6.1.4 Formação Inicial e Projetos Piloto

Antes de iniciar o processo de análise, foi fundamental preparar e formar a equipa técnica e de gestão das diferentes áreas que iriam participar no processo de análise FMEA. Na formação inicial, Figura 115, onde estiveram presentes 20 colaboradores da CPA, essencialmente da equipa técnica e de gestão dos departamentos de produção e manutenção, foram introduzidos conceitos teóricos, requisitos da FMEA e as diferentes etapas da análise FMEA. Estes princípios foram abordados na secção 2.2.5.10, sendo que na formação inicial foram apresentados de uma forma sintética e prática.

Figura 115 - Formação inicial em análise FMEA na CPA

De modo, a consolidar a análise FMEA nos participantes, foram elaborados três projetos piloto de análises FMEA, que examinaram um equipamento de cada uma das principais fábricas da CPA, Figura 116. Assim sendo, foram organizadas três equipas de análise FMEA, uma por cada fábrica e selecionados três equipamentos com elevada taxa de complexidade, diferentes entre si.

Figura 116 - Sessão de análise FMEA do equipamento piloto Confecionadora

Figura 117 - Confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 (à esquerda), Prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 2 (ao centro) e Transportador de Correntes 105 da Semolaria (à direita), da CPA

- O primeiro equipamento selecionado foi a Confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1, como pode ser observado na Figura 117 (esquerda). Este equipamento apresenta uma elevada complexidade, um elevado número de funções primárias que deve satisfazer e um elevado número de componentes. A análise deste equipamento envolveu 10 colaboradores e teve a duração de aproximadamente duas semanas, com sessões de cerca de três horas por dia, cinco dias por semana;
- O segundo equipamento a ser analisado foi a Prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 2, que se encontra representado na Figura 117 (ao centro). Este equipamento ofereceu uma complexidade média alta, devido à sua dimensão e impacto direto e indireto nas falhas potenciais em análise. Foi analisado por um grupo de trabalho composto por cerca de sete elementos (produção e manutenção), em sessões diárias de cerca de três horas, em cerca de sete dias;
- O terceiro equipamento que integrou os projetos piloto foi o Transportador de Correntes 105 da Semolaria, Figura 117 (à direita). Este equipamento foi analisado por seis colaboradores da CPA, oferecendo uma complexidade média, tendo sido realizadas sessões diárias de aproximadamente três horas, durante cinco dias.

6.1.5 Formação da Equipa e Planeamento do Projeto

Após as sessões dos projetos-piloto, foram definidas equipas, da Semolaria e fábrica de massas 1 e 2, para dar início ao projeto de análise FMEA dos restantes equipamentos de criticidade A. Mais uma vez se torna relevante referir a importância da equipa que irá integrar as análises FMEA, como abordado na secção 2.2.5.6 e 2.2.5.10.2. De modo a formar a equipa pluridisciplinar, foram selecionados colaboradores da manutenção e da produção, sendo uma equipa de análise FMEA idealmente composta por cinco elementos:

- Facilitador: pessoa responsável pela análise, pertencente ao departamento de gestão da manutenção;
- Departamento de Manutenção: Coordenador de manutenção da área à qual pertence o equipamento e um técnico de manutenção com elevada experiência no equipamento em análise;
- Departamento de Produção: Responsável pela área de produção à qual pertence o equipamento e um operador da linha ou, em certos casos, do equipamento em específico.

A equipa apresentada anteriormente seria a equipa modelo, no entanto, por indisponibilidade ou outros motivos, nem sempre os membros enumerados conseguiram estar presentes em todas as sessões. Assim sendo, foi definido que o número mínimo para a concretização da análise FMEA seria de três pessoas, o facilitador, um elemento do departamento da manutenção e um elemento do departamento da produção.

Estando as equipas formadas, foi necessário planear o desenrolar do projeto de análises FMEA a implementar aos 69 equipamentos de criticidade A, inicialmente projetados realizar. O planeamento foi elaborado tendo em conta as durações das sessões dos projetos piloto, associando o efeito de aprendizagem, a disponibilidade dos colaboradores, os horários compatíveis e uma duração média de sessão entre duas a três horas.

Na Figura 118, pode-se observar o cronograma do planeamento inicial do projeto FMEA, que teve duração efetiva de 26 semanas. Foi determinado iniciar com a área de embalamento da fábrica de massas 1, que possui 17 equipamentos com criticidade A, em simultâneo com a Semolaria, que possui 21 equipamentos desta categoria. Foram assim formadas duas equipas, que participaram em sessões diárias de segunda-feira a sexta-feira, sendo a primeira da fábrica de massas às nove horas da manhã e a segunda, a Semolaria às catorze horas. Ambas as sessões tiveram uma duração média prevista de duas a três horas, e realizaram-se na direção da manutenção da CPA, do polo da Maia.

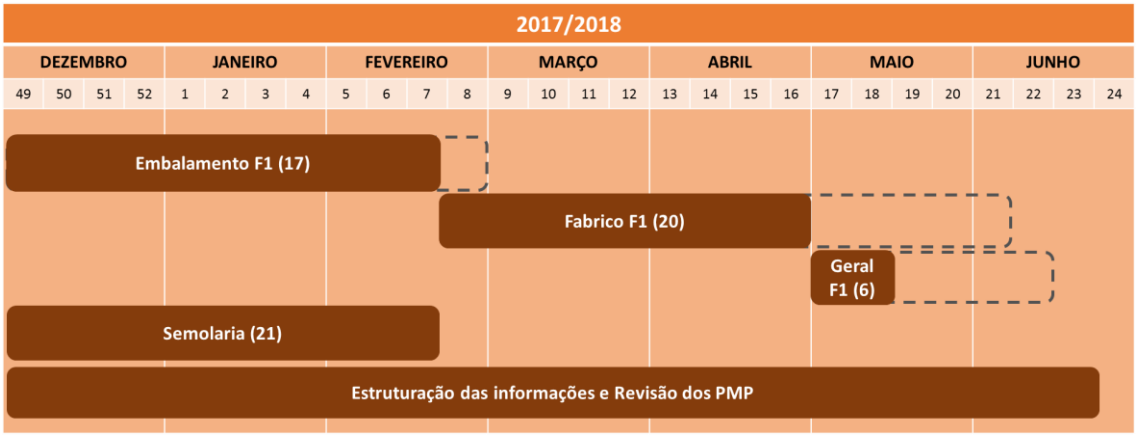


Figura 118 - Cronograma do planeamento inicial do desenrolar do projeto FMEA, atraso indicado a tracejado e número de equipamentos em análise por fábrica/área em parênteses

A ordem das áreas da fábrica de massas 1 foi escolhida de modo a priorizar as áreas com maior necessidade de efetuar as fases seguintes do projeto. Esta necessidade foi avaliada pela gestão de manutenção. As fases seguintes do projeto, podendo ser identificadas no cronograma, passam pela estruturação das informações e revisão dos PMP que serão analisadas nas secções seguintes da dissertação.

No Anexo 11, é possível visualizar o cronograma detalhado e completo dos equipamentos e das semanas planeadas para a realização da sua análise FMEA. Neste cronograma, pode-se também observar o desvio ao planeamento inicial e concluir que o projeto terminou com um atraso de quatro semanas, cerca de um mês face ao plano inicial. Este atraso deveu-se essencialmente a períodos de férias e indisponibilidades dos elementos constituintes das equipas.

6.2 Análise FMEA e Aplicação da Lógica RCM

As análises FMEA, assistidas da lógica de decisão RCM dos diferentes equipamentos, foram realizadas em várias sessões com a equipa de trabalho. Como se pode consultar na Figura 119, existem atividades que devem ser realizadas antes, durante e após estas sessões. Nas secções seguintes, serão pormenorizadas cada uma destas etapas.

Figura 119 - Etapas da análise FMEA e aplicação da lógica RCM

6.2.1 Preparação da Sessão FMEA

Antes de se realizarem as sessões de análises FMEA, existe material e informação que deve ser reunida antecipadamente. Este trabalho é atribuído essencialmente ao facilitador das sessões, e deve estar focado no equipamento a analisar na sessão seguinte. O material reunido e procedimentos desempenhados nesta fase, mostrou-se de elevada importância para uma melhor eficiência e eficácia das sessões FMEA a realizar.

Semanalmente era enviada a convocatória para os membros intervenientes nas sessões, onde constava o equipamento a analisar, o planeamento das sessões e os participantes.

O seguinte material devia estar disponível no início de cada sessão FMEA:

- **Carta FMEA**: O documento devia estar previamente preparado e os cabeçalhos preenchidos. As análises FMEA foram registadas em documentos *MSExcel® em computador,* um por cada equipamento, onde em cada folha deste documento foi analisado um sistema do ativo.
- **Registos históricos do equipamento**: Os registos de OTs e avarias encontram-se em documentos informáticos e foram filtrados para o equipamento em análise. Apesar destes registos não serem muito completos nem fidedignos, registos anteriores, foram importantes numa fase inicial para o grupo estabelecer as principais avarias do ativo.
- **Hierarquia do equipamento**: Este documento demonstrou uma elevada importância no decorrer das sessões de análise FMEA. Permitiu uma análise metódica e completa dos sistemas, conjuntos e componentes do equipamento, sendo assim possível garantir que todos estes tinham visto os seus modos de falha analisados. Para além de garantir uma análise completa do ativo, acrescentou organização e metodologia de análise às sessões.
- **Fotografias do equipamento**: De modo, a facilitar a análise da equipa técnica e simplificar a associação da hierarquia do equipamento ao ativo, foi preparado um conjunto de fotografias do equipamento. Estas fotografias foram obtidas e ordenadas em função dos sistemas do equipamento em análise.
- **Critérios de classificação de risco**: Estes critérios encontram-se reunidos no Anexo 10, devendo existir uma folha impressa para cada participante da sessão.

- **Diagrama de decisão (lógica RCM)**: Em cada sessão existiu uma versão impressa deste diagrama, presente na secção 6.1.3, e serviu para auxiliar os participantes na seleção das ações recomendadas.

6.2.2 Sessão FMEA (Exemplo Prático)

O primeiro passo numa análise FMEA foi enquadrar a equipa no equipamento e especificamente no sistema em análise. Isto foi alcançado com o auxílio do material de apoio. Nesta secção, será analisado o exemplo prático do equipamento confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA. O primeiro sistema em análise foi identificado através da hierarquia do equipamento, Figura 120, e pela fotografia do sistema, Figura 121.

Após o enquadramento no sistema, foi iniciada a análise técnica, que seguiu a estrutura identificada na Figura 122.

Cerealis **Manutenção Industrial**

Linha (5º Nivel)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
3	Confecionadora	Sistema de Abastecimento de Produto	Obturador	Servomotor
				Lâmina
				Tirante
				Sensor posição trás
				Sensor posição frente
			Tubo formador	Colarinho
				Tubo

Figura 120 - Excerto da hierarquia de equipamento da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Figura 121 - Fotografia do sistema de abastecimento do produto da confecionadora 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Figura 122 - Início da metodologia da sessão de análise FMEA (primeiras cinco etapas)

O primeiro passo da análise do sistema foi identificar as funções deste, no caso do exemplo, apenas possui uma função "Abastecer de massa", identificada com o número (1) na Figura 126. Estando o propósito do sistema estabelecido, foram analisadas as incapacidades, totais e parciais do sistema em cumprir esta função, listadas no número (2). Em seguida, listaram-se os eventos que possam levar à falha funcional, os modos de falha (3). A etapa seguinte consistiu em listar os impactos da ocorrência nos modos de falha apresentados, os efeitos da falha (4), sendo que neste exemplo foram: "Paragem da produção", quando implicava uma paragem do equipamento e, por consequência, da linha de produção; "Desperdício de Produto" quando o impacto consistia em produto não conforme; "Queda de ritmo" quando o equipamento funcionava, no entanto implicava uma diminuição da velocidade nominal de pacotes efetuados por minuto. Na carta FMEA estão identificados com o número (5) os conjuntos ou componentes onde são registados os modos de falha. Quando possível especificar, deve estar associado o elemento do equipamento à causa potencial (campo seguinte a preencher).

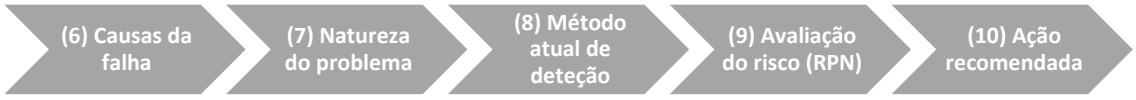


Figura 123 - Continuação da metodologia da sessão de análise FMEA (últimas cinco etapas)

Na Figura 123, pode-se observar a continuação das etapas de análise FMEA a efetuar na sessão. A listagem das causas potenciais (6), foi das fases mais importantes da análise FMEA, uma vez que devem ser reunidos os fatores que levaram às falhas funcionais. Estas causas devem ser detalhadas o mais possível, para facilitar as fases seguintes da análise. Associado às causas da falha está a natureza do problema (7), que por norma foi "Mecânica", quando a causa resulta de aspetos mecânicos, "Elétrica" quando a causa deriva de fatores elétricos, "Operacional" quando estão envolvidos motivos relacionados com os operadores ou técnicos que estão em contacto com o equipamento ou outros tipos de fatores associados à natureza do problema. O método atual de deteção (8) teve como objetivo listar os métodos atuais que visam prevenir, detetar ou evitar a causa da falha. Na ausência de um, deve ser listado "Não há".

A fase seguinte (9) consiste na avaliação dos três índices de criticidade que compõem o RPN. O primeiro a ser analisado foi a ocorrência (O), que avaliou a probabilidade de a causa da falha listada ocorrer. Para avaliação deste critério e listagem das causas potenciais (6), o grupo de trabalho consultou a base de dados de avarias registadas e ordens de trabalho realizadas. Nesta fase, ficaram bastante evidentes lacunas de registos, registos incompletos, dificuldade na localização de certas avarias e outras contrariedades. Deste modo, apesar dos registos serem utilizados como ferramenta auxiliar, a atribuição dos índices de criticidade foi realizada maioritariamente sobre uma base empírica, resultante do debate da equipa de análise FMEA.

O segundo critério foi a gravidade (G) que avalia as consequências da ocorrência do modo de falha, onde foram considerados os efeitos potenciais listados. E, por último, é avaliada a deteção (D), onde é apreciada a probabilidade de detetar a falha antes de esta ocorrer, tendo em conta os métodos atuais listados em (8). Após terem sido avaliados os três fatores, é possível obter o RPN que auxilia a equipa de análise na tomada de decisão quanto à ação recomendada a listar em (10), objetivo da análise FMEA. As ações enumeradas devem incluir para além da sua descrição, informação quanto à área responsável pelo seu cumprimento, a periodicidade aconselhável pela equipa técnica e outras informações específicas, como o exemplo da atividade dever ser desempenhada com o equipamento em funcionamento ou parado.

Após a realização da análise FMEA do sistema de "Abastecimento de Produto", foi selecionado outro sistema para análise. A ordem dos sistemas foi geralmente a ordem que se encontra na hierarquia dos ativos, no entanto, quando a equipa achou pertinente alterar a sequência, esta foi alterada. Foi selecionado o sistema "Formador de Pacote" e reunido e analisado o material auxiliar, Figura 124.

Cerealis Manutenção Industrial

Linha (5º Nível)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
3	Confecionadora	Sistema Formador de Pacote	Soldadura horizontal	Maxilas
				Lancetas
				Motor Servo Fecho
				Sensores Fecho
				Encoder
				Resistências
				Correias dentadas (3)
				Polie dentada (4)
				Tirantes
				Guias
				Lâmina de corte
				Cilindro pneumático lâmina
				Cilindro pneumático lancetas
				Molas
				Sonda temperatura
				Motor Servo vertical
				Encoder movvertical
				Correias dentadas (3)
				Cilindro Travão
				Polie dentada (5)
				Cams movvertical
				Tubo transferência

Figura 124 - Material auxiliar (hierarquia do equipamento à esquerda e fotografia do sistema à direita) do sistema "Formador de Pacote"

Na Figura 127, pode-se observar um excerto da análise FMEA deste sistema onde se podem destacar alguns casos exemplo. O caso assinalado com número (1), representa a causa potencial dos dentes das rodas de tração desgastados, que em caso de falha causará um impacto considerável, assinalado com um fator de 7 (Gravidade), paragem até um dia de trabalho. Quanto ao método atual de deteção, foi listada a existência de uma atividade em paragem com periodicidade mensal, que refletiu um índice de deteção de 6. Dada a baixa ocorrência histórica desta avaria, o grupo considerou que a sua probabilidade de ocorrência correspondia a um índice de ocorrência de 1, que refletiu num valor de RPN de 42. Tendo em conta este RPN e uma análise crítica da equipa, foi sugerido manter a ação de inspeção da manutenção, no entanto, foi decidido alterar a sua periodicidade de mensal para bimensal (ação recomendada).

No caso número (2), foi registada uma causa relacionada com parametrização incorreta por parte dos operadores, para a qual não havia um método atual de deteção. Esta situação refletiu um RPN de 240, ou seja, um risco moderado, à qual o grupo optou por aplicar uma tarefa corretiva pontual. Esta tarefa consistiu na criação de uma ficha de especificação técnica de parametrização do servo motor do movimento vertical das maxilas para os diferentes produtos (pacotes) a serem produzidos na confecionadora, ação atribuída à produção.

O caso (3), representa um problema bastante comum, responsável por um elevado número de micro paragens (paragens com tempo inferior a 10 minutos), que consiste em massa (produto) nas maxilas. Não existia nenhuma ação de deteção atual e, deste modo, a causa em análise apresentou um RPN de 392, risco elevado. Após discussão no grupo e utilização do diagrama de decisão, optou-se por aplicar uma ação calendarizada, que consistiu numa limpeza operacional das maxilas sempre que existisse a mudança de produto (produção).

Tendo em conta os exemplos disponibilizados nos dois sistemas e comentários, a análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA pode ser consultada e interpretada na íntegra no Anexo 12.

Ao longo das sessões FMEA foram surgindo dúvidas quanto à composição e funcionamento dos vários sistemas dos equipamentos. De modo a responder a estas questões, a equipa de trabalho foi desenvolvendo diferentes estratégias, como a consulta dos manuais dos fornecedores e consulta dos equipamentos no campo de trabalho, com o auxílio e supervisão dos membros técnicos da equipa FMEA. De forma geral, eram agrupadas um conjunto de dúvidas que seriam esclarecidas nos ativos físicos no final das sessões, na Figura 125 pode-se analisar o exemplo de uma dessas visitas ao local de trabalho.

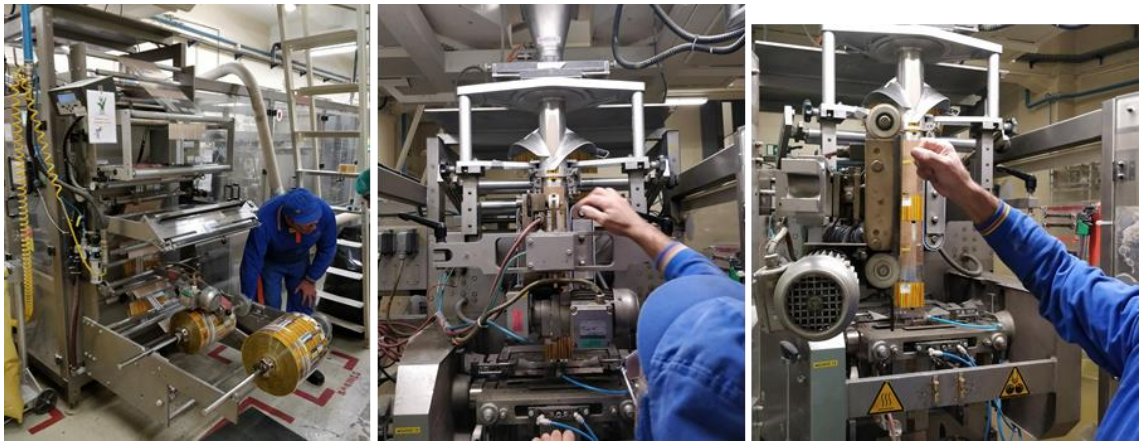


Figura 125 - Visita ao local de trabalho para consulta do equipamento Confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

6.2.3 Ajuste do documento FMEA (Revisão)

Após as sessões FMEA, o facilitador ficou responsável por efetuar uma revisão das cartas FMEA. Nesta revisão o facilitador devia certificar que os campos necessários estavam todos preenchidos, os índices estavam conforme o discutido na sessão, em conformidade entre eles e fundamentados no diagrama de decisão. De seguida, o documento devia ser formatado e organizado de forma a obterem-se documentos com formatações semelhantes. No Anexo 12, podem ser observadas três cartas FMEA, revistas, dos seguintes equipamentos:

- Confecionadora, da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA;
- Transportador de Correntes 107, da Semolaria da CPA;
- Prensa, da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA;
- Posto de transformação 1, do geral da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	1/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Abastecimento de Produto		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Abastecer de massa	Não abastecer	Obturador parado	Paragem da produção	Obturador	Servo Motor avariado	Elétrica	Não há	1	7	8	56	Verificar existência de SpareParts
					Sensores avariados	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Sensores descalibrados	Elétrica	Não há	1	4	8	32	
					Encoder avariado	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Tirantes danificados	Mecânica	Não há	3	7	8	168	Inspeção Mensal ao estado dos tirantes (visual) Parada
					Guia Nylon danificada	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Inspeção Mensal ao estado da guia de nylon(visual) Parada
	Abastecer fora da especificação	Obturador desajustado	Desperdício de produto	Obturador	Servo Motor avariado	Elétrica	Não há	3	4	8	96	
			Queda de ritmo		Sensores descalibrados	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Encoder avariado	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Guia Nylon danificada	Mecânica	Não há	1	4	8	32	
					Parametrização errada na programação	Operacional	Não há	3	5	10	150	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1	Baixo:	1 a 159
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Moderado:	160 a 249
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Alto	250 a 1.000
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8		
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

Figura 126 - Excerto da análise FMEA (primeiro sistema completo) da confecionadora da linha 3 da fábrica de massas 1 da CPA

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	3/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Formador do pacote		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
(...)												
Formar o fundo/topo do pacote	Não formar o pacote ou formar fora de especificação	Lancetas paradas	Paragem da produção	Lancetas	Cilindro com fuga de ar	Mecânica	Não há	3	8	8	192	Inspeção visual Mensal
					Guias desgastadas	Mecânica	Não há	3	7	8	168	Inspeção visual Mensal
		Maxilas com movimento desajustado	Paragem da produção	Servo motor fecho das maxilas	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Avaria dos variadores de velocidade	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
			1		Rodas de tração desgastadas (dentes)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	7	6	42	Ajustar para Bimensal
					Folga no veio de motor	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal
			2	Servo motor movimento vertical das maxilas	Parametrização incorreta	Operacional	Não há	3	8	10	240	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
				Correias	Desgaste das correias (fadiga)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	7	6	42	Ajustar para Bimensal
					Esforço demasiado das correias (desgaste)	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
			3	Maxilas	Massa nas maxilas	Mecânica	Não há	7	7	8	392	Procedimento de limpeza operacional das maxilas a cada mudança de produto - Produção
(...)												

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

Figura 127 - Excerto da análise FMEA (parte do terceiro sistema) da confecionadora da linha 3 da fábrica de massas 1 da CPA

6.3 Tratamento da informação das análises FMEA

As ações recomendadas das análises FMEA constituem propostas a serem aplicadas. No entanto, antes de serem transcritos nos procedimentos da organização, estas devem ser auditadas, avaliadas e validadas pelos departamentos a que se destinam. Este processo seguiu uma lógica que se encontra descrita na Figura 128 e será a seguir analisada.

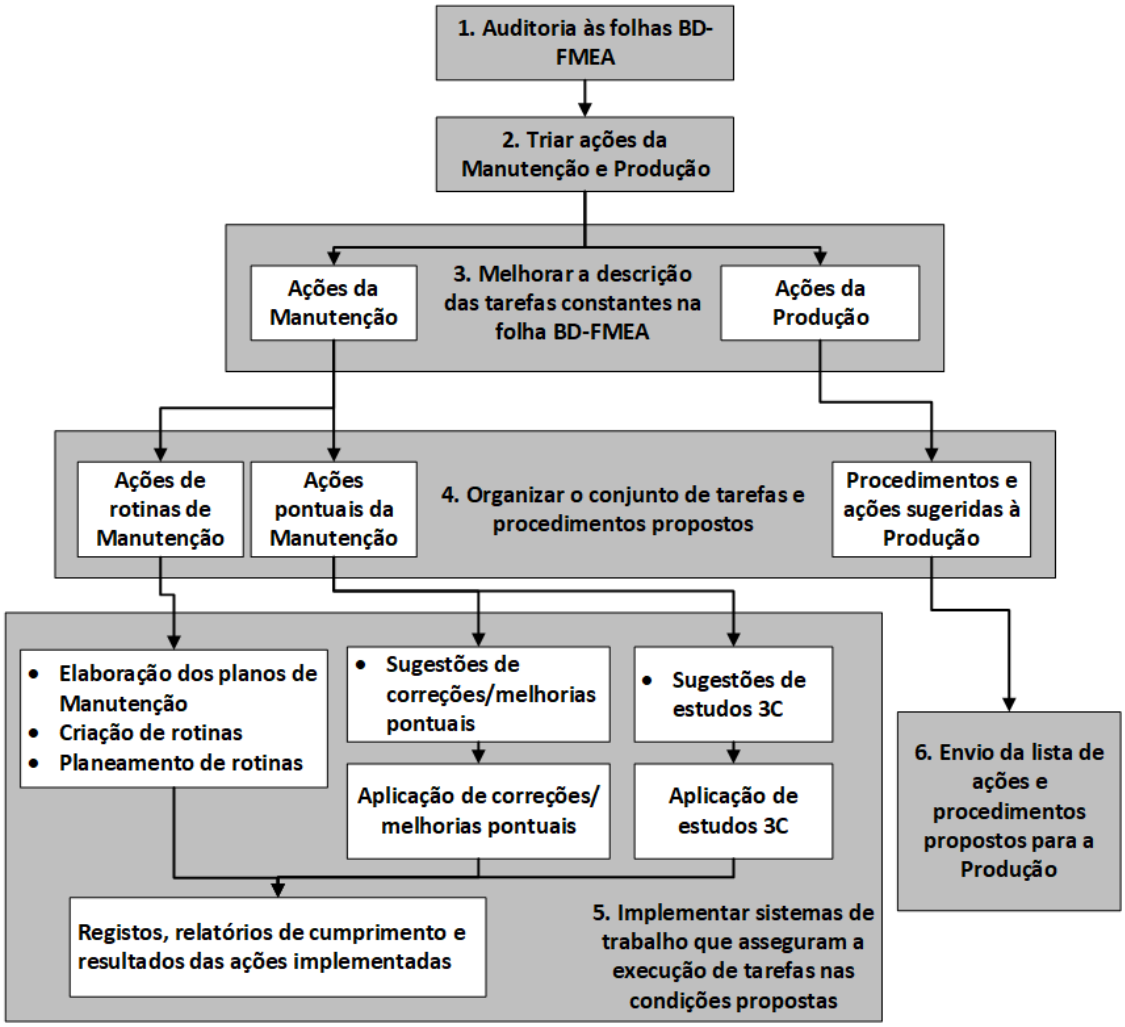


Figura 128 - Diagrama de validação e transposição de ações propostas para procedimentos da CPA

À medida que as análises FMEA de cada equipamento eram concluídas, a informação presente nas cartas FMEA era organizada, armazenada e tratada num documento auxiliar, denominado Base de Dados FMEA (BD- FMEA), em *MSExcel®,* uma por cada área de análise. Esta folha tinha como principal função facilitar a filtragem e subsequente análise e interpretação dos dados resultantes das análises FMEA.

No Anexo 13, pode ser observado um excerto da BD-FMEA filtrada para a confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1. Nesta constam todos os campos analisados na

carta FMEA por extenso, de modo a ser possível aplicar filtros e dois novos campos a serem preenchidos:

"RESPONSÁVEL": neste campo deve constar o departamento ou equipa responsável pelo desenvolvimento e cumprimento da ação recomendada. Geralmente, as ações foram atribuídas à produção ou à manutenção;

"ROTINA/FUNCIONAMENTO": este campo só se aplica caso a ação seja atribuída à manutenção e consiste em classificar a ação em pontual, quando é uma ação única ou esporádica, ou em rotina, quando se trata de uma ação que deve ser desempenhada sistematicamente, segundo um determinado intervalo de tempo.

O processo de tratamento da informação iniciava-se com a 1. "Auditoria às folhas BD-FMEA", onde se verificavam os dados previamente preenchidos no final de cada análise FMEA, com cada equipamento terminado.

A atividade seguinte, "2. Triar ações da Manutenção e Produção", consistiu no preenchimento do campo da BD-FMEA "RESPONSÁVEL", onde através da interpretação da ação recomendada e campos anteriores da carta FMEA, as ações foram atribuídas ao departamento de manutenção ou produção.

A etapa "3. Melhorar a descrição das tarefas constantes na folha BD-FMEA" incidiu essencialmente sobre as ações da produção, que visam ser interpretas e aplicadas por outro departamento. Deste modo, a etapa 3. e 4. foram efetuadas em simultâneo, onde se melhoraram as descrições das tarefas, e estas foram agrupadas em conjuntos de ações e procedimentos sugeridos. Seguidamente, surgiu a etapa "6. Envio da lista de ações e procedimentos propostos para a Produção", esta etapa pode ser analisada em detalhe na secção 6.4.2, referente aos resultados do processo RCM.

Quanto às ações da manutenção, na fase 3, quando pertinente, as descrições destas também foram melhoradas, sendo que a fase "4. Organizar o conjunto de tarefas e procedimentos propostos", consistiu no preenchimento do campo "ROTINA/FUNCIONAMENTO" da BD-FMEA. Esta fase permitiu obter duas listas, a lista de ações de rotina propostas e a lista de ações pontuais propostas, ambas para serem avaliadas e aplicadas pelo departamento de manutenção.

A fase seguinte e final das ações da manutenção foi "5. Implementar sistemas de trabalho que asseguram a execução de tarefas nas condições propostas". Desta etapa, resultaram essencialmente três saídas:

- Ações a serem acrescentadas ou organizadas em planos de manutenção sistemáticos, como rotinas de inspeção;
- Atividades pontuais, como ações corretivas ou de melhoria, a serem aplicadas nos ativos pela manutenção;
- Temas de estudo, para aplicação do método de resolução de problemas 3C.

Estas saídas e subsequentes atividades encontram-se analisadas em detalhe na secção 6.4.2, na secção 6.4.3 e na secção 7, correspondentes aos resultados da metodologia aplicada.

6.4 Resultados do processo RCM

O processo RCM teve como principal objetivo a obtenção de um plano de manutenção adequado e, com isso, alcançar o aumento da disponibilidade dos ativos e a redução de custos de manutenção. Esta metodologia foi aplicada a 64 equipamentos de criticidade A da fábrica de massas 1 e Semolaria da CPA. Foram consideradas 4602 causas potenciais de falhas dos equipamentos, das quais resultaram 762 novas ações recomendadas. De modo a ser possível efetuar uma análise crítica e quantitativa das análises FMEA auxiliadas pela lógica RCM, foi realizada uma análise detalhada de vários parâmetros e zonas da CPA. Esta análise está disponível na secção seguinte 6.4.1.

As ações recomendadas resultantes das folhas BD-FMEA foram validadas e progressivamente incorporadas nos planos de manutenção e no conjunto de procedimentos operacionais da CPA, segundo a metodologia apresentada na Figura 128. A transição destas ações propostas para tarefas e procedimentos práticos, ficou à responsabilidade de diferentes setores (dentro dos departamentos de manutenção e de produção), e à data de escrita desta dissertação encontram-se em diferentes fases de progressão. A dificuldade e exigência da implementação de algumas destas tarefas, também foi um critério decisivo no seu estado atual de implementação. Em função das saídas do processo RCM, os resultados foram agrupados em três grupos distintos:

Ações e procedimentos propostos para a produção: estas ações encontram-se em pormenor na secção 6.4.2, no momento de realização da dissertação, grande parte destas tarefas encontram-se em validação e desenvolvimento para aplicação pelo departamento de produção.

Casos de estudo e ações pontuais para a manutenção: dizem respeito a tarefas de carácter único e ações que implicam um estudo detalhado antes da implementação de um plano de ações. Ambos os tipos de ações foram desenvolvidos pelo departamento de manutenção. Certas ações já foram realizadas, outras encontram-se em fase de implementação ou de estudo e podem ser consultadas em detalhe na secção 6.4.3.

Revisão e otimização dos planos de manutenção preventiva: Esta ação foi dos principais focos de toda a análise RCM, tendo sido um dos objetivos inicialmente impostos. Deste modo, foi efetuada a revisão global dos PMP dos ativos por área, onde a revisão e otimização dos PMP dos ativos de criticidade A foi assistida pelas ações propostas na análise RCM. Assim, esta saída foi integrada num capítulo à parte, secção 7. Nesta podem ser consultadas as melhorias quantitativas obtidas após a revisão dos PMP dos equipamentos de criticidade A.

Para além disso, o pessoal envolvido no processo RCM obteve um maior conhecimento dos equipamentos, das suas funções e das suas debilidades, especialmente falhas potenciais dos seus componentes. Dado que grande parte deste processo foi executado em trabalho de grupo, houve a extinção de barreiras existentes entre as equipas de manutenção e produção, o que contribuiu para uma melhoria de atitude e motivação de ambas as equipas. Desta forma, resultaram um conjunto de ganhos não mensuráveis, como:

- Maior assertividade no consumo de peças suplentes;
- Maior motivação e rendimento dos colaboradores;
- Melhoria nas relações pessoais entre departamentos (empatia).

6.4.1 Análise Crítica dos Resultados

Realizando uma apreciação das folhas BD-FMEA, das duas fábricas e três áreas (Semolaria, Embalamento, Fabrico e Geral) foi possível obter um panorama geral das análises e comparação entre áreas e equipamentos. No total, foram analisados 64 ativos da CPA, para os quais se identificaram 4602 causas potenciais de falha e foram geradas 762 ações recomendadas.

Na Tabela 63, pode-se observar uma comparação entre fábricas e áreas, onde são descritas o número de falhas analisadas e a criticidade global que corresponde ao somatório do número de prioridade de risco (RPN). Essencialmente, pode ser concluído que a área do embalamento da fábrica de massas 1 foi aquela onde se analisaram o maior número de falhas e obteve também uma criticidade global bastante superior às restantes áreas.

Tabela 63 - Comparação de número de falhas analisadas e criticidade global das análises FMEA das diferentes fábricas/áreas

Fábrica/Àrea		Nº Causas Analisadas	Criticidade Global (somatório RPN)
F1	Embalamento	2071	137378
	Fabrico	1670	72909
	Geral	188	8379
Semolaria		673	57777

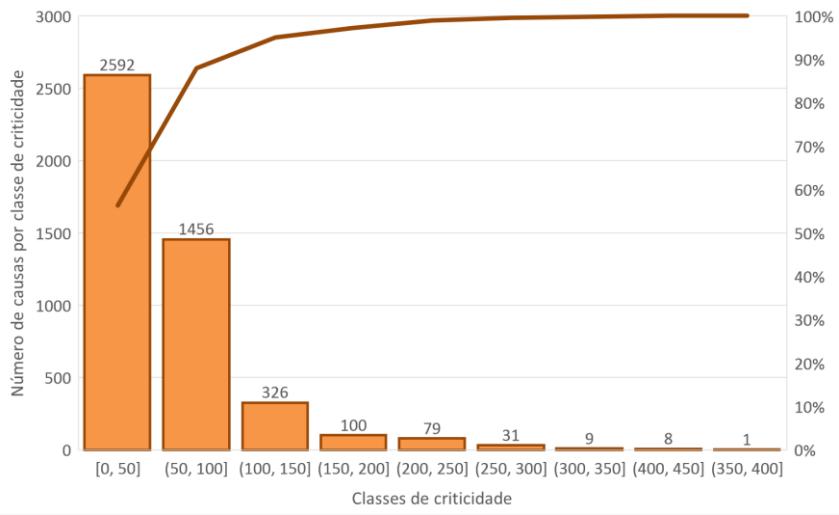


Figura 129 - Diagrama de Pareto da distribuição do RPN das causas potenciais analisadas por nove classes de criticidade

Na Figura 129, o RPN registado em cada causa analisada encontra-se distribuído por nove classes de criticidade. Conclui-se que a maioria das causas potenciais analisadas não apresenta um elevado nível de criticidade, situando-se cerca de 56% das causas analisadas na primeira classe de criticidade (0-50). Tendo em conta as classes estabelecidas anteriormente para o RPN, a percentagem de causas analisadas com RPN elevado (igual ou superior a 250) é residual (cerca de 1%).

Na Figura 130, são demonstrados os maiores valores do somatório do RPN por equipamento e o número de causas potenciais de falha analisadas. Pode-se concluir que a área do embalamento da fábrica de massas 1 possui os dez equipamentos com maior somatório de RPN. Destes

destacam-se essencialmente as confecionadoras, sendo equipamentos que demonstram elevada complexidade, e esta é refletida na criticidade (somatório RPN).

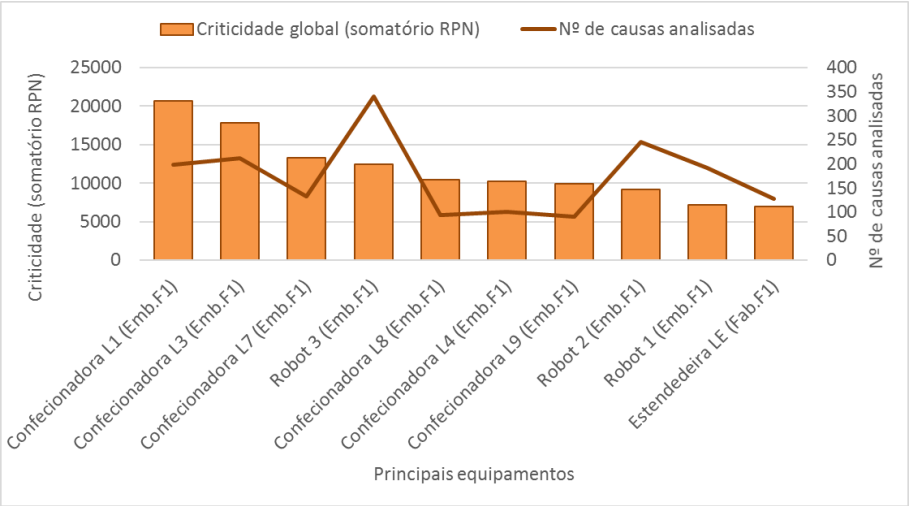


Figura 130 - Principais equipamentos com maiores somatórios de RPN e respetivo número de causas analisadas

Na Figura 131, está presente uma análise qualitativa do global das causas potenciais de falha analisadas. A Figura 131 (à direita), apresenta a distribuição da natureza de falhas, onde se pode concluir que a maioria das falhas registadas foi mecânica (60%), seguida de falhas elétricas (26%) e operacionais (14%), havendo também um registo residual de outras falhas. Os efeitos potenciais das falhas podem ser de uma forma geral consultados na Figura 131 (à direita), onde o principal efeito foi "Paragem da produção" seguido de "Queda de ritmo".

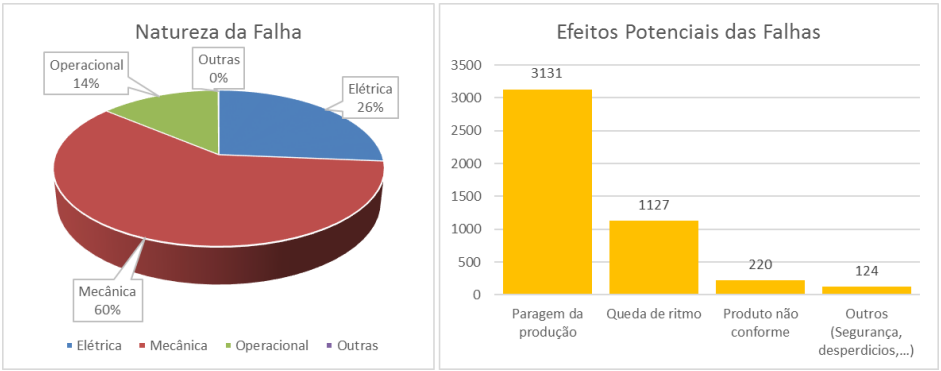


Figura 131 - Distribuição da natureza das causas de falhas registadas no global das análises FMEA (à esquerda) e efeitos potenciais para as causas de falha do global dos registos de análises FMEA (à direita)

O gráfico circular presente na Figura 132 (à esquerda) apresenta a distribuição das ações recomendadas nas análises FMEA, tendo sido a maioria das ações registadas destinadas ao departamento de manutenção (79%) e as restantes ações (21%) devem ser atendidas pelo departamento da produção. À direita da Figura 132, podem-se analisar os tipos de ações recomendadas à manutenção, relativamente à sua aplicação, sendo que 92% destas destinam-se a ser incluídas ou mantidas em rotinas (ações sistemáticas) e apenas 8% constituem ações únicas, como casos de estudo ou ações corretivas.

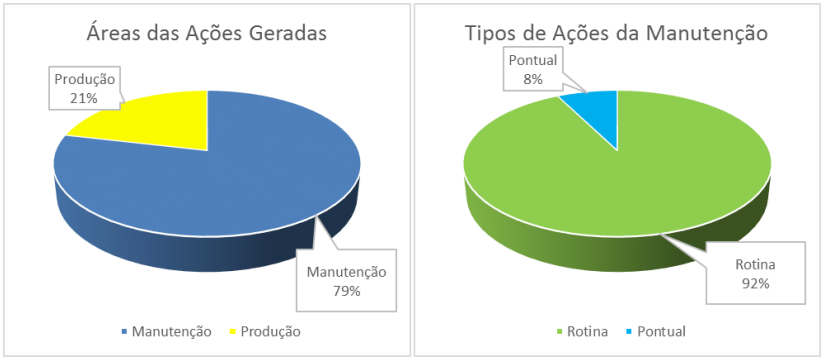


Figura 132 - Distribuição das ações recomendadas nas análises FMEA (à esquerda) e tipos de ações recomendadas ao departamento da manutenção (à direita)

6.4.2 Ações e Procedimentos Propostos – Produção

O processo RCM foi aplicado por um grupo transversal. Deste modo, algumas das saídas das análises dos ativos são direcionadas a outros departamentos. Neste caso, foram reunidas e filtradas as ações destinadas ao departamento da produção da CPA, uma lista por cada área analisada (Semolaria, Embalamento, Fabrico e Geral) e enviada. O total das ações para a produção retiradas das análises FMEA foi 370, que após um processo de filtragem e validação culminaram em 109 novas e únicas ações (79 no embalamento de massas 1, 22 no fabrico de massas 1, 1 no geral de massas 1 e 7 na Semolaria). De momento, estas ações encontram-se em fase de análise e desenvolvimento, não havendo resultados práticos da sua aplicação à data.

Os operadores são as pessoas que mais tempo passam com os ativos, tendo assim um forte conhecimento destes, Figura 133. As ações propostas nesta fase foram essencialmente sugeridas por estes, sendo que grande parte destas será utilizada numa base diária. Assim sendo, espera-se um elevado impacto proveniente do desenvolvimento e aplicação destas ações e procedimentos sugeridos, que após o envio da lista, ficaram à responsabilidade do departamento de gestão da produção da CPA.

Figura 133 - Operadores da produção em interação com os ativos do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Na Tabela 64, pode-se analisar um excerto das ações e procedimentos sugeridos à produção do embalamento da fábrica de massas 1. Nesta figura, apenas consta a descrição da tarefa melhorada, sendo que a lista enviada integra outras colunas da BD-FMEA como pode ser analisado no Anexo 14.

No entanto, foram registadas algumas saídas indiretas do processo FMEA, sendo uma destas a Figura 134, que consiste numa folha de programas afixada na confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1, que auxilia a definição de vários parâmetros em função do pacote de massas a produzir. Apesar deste programa não ser uma consequência direta das ações sugeridas, esta surgiu durante o processo de realização das análises FMEA, onde a sua necessidade foi identificada e realçada pelos operadores, junto do responsável da produção da área.

Tabela 64 - Excerto da lista de ações e procedimentos enviados à produção do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

DESCRIÇAO_AÇAO
PROCEDIMENTO DE LIMPEZA FORMAL OPERACIONAL DOS ROLOS A CADA MUDANÇA DE PRODUTO - ETIQUETADORA CONF. L1
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - TRANSPORTE DO PACOTE (ALTURA/ABERTURA CARROCEL) CONF. L1
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO DE PELICULA CONF. L2
PROCEDIMENTO DE LIMPEZA FORMAL OPERACIONAL DA CABEÇA DE IMPRESSÃO DO CARIMBO MUDANÇA DE PRODUTO - ABAST. PELICULA CONF. L2
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO DE MASSA CONF. L3
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - FORMAÇÃO TOPO DE PACOTE (MOTOR) CONF. L3
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO -FORMAÇÃO TOPO DO PACOTE (MOTOR/LÂMINA) CONF. L3
CRIAR OPL - ASPIRADOR (MONTAGEM DE SACO) CONF. L3
PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DAS CORREIAS DE ARRASTE A CADA MUDANÇA DE PRODUTO - FORMAÇÃO DO PACOTE CONF. L4
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - FORMAÇÃO DO PACOTE (SOLD. HORIZONTAL) CONF. L7
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - DISTRIBUIÇÃO (MOTOR) BALANÇA L1
CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO (MOTOR) BALANÇA L3
MANTER AÇÃO DE LIMPEZA DA PRODUÇÃO AOS COPOS DE ABASTECIMENTO DA BALANÇA L9

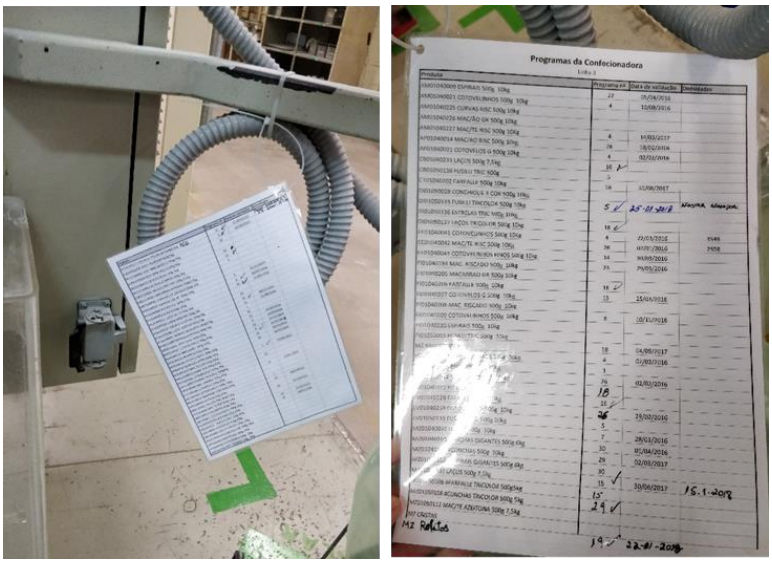


Figura 134 - Folha de programas da confecionadora (especificação técnica) da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

6.4.3 Casos de Estudo e Ações Pontuais – Manutenção

À semelhança da secção anterior, resultaram do processo RCM ações pontuais, como casos de estudo ou alterações aos ativos, mas, neste caso, direcionadas ao departamento da manutenção.

A lista destas ações saiu diretamente da folha BD-FMEA, sendo a sua descrição ligeiramente melhorada, devendo ser posteriormente avaliada e aplicada pelo departamento de manutenção. A lista foi comum para todas as áreas abordadas, uma vez que a equipa de gestão e técnica da manutenção é comum para a Semolaria e fábrica de massas 1, Figura 135. O conjunto de tarefas pontuais é constituído por: doze tarefas na Semolaria e na fábrica de massas 1, 48 tarefas no embalamento, 49 tarefas no fabrico e 7 tarefas nos equipamentos gerais.

Figura 135 - Técnicos de manutenção em interação com os ativos (à esquerda) embalamento da fábrica de massas 1 e (à direita) Semolaria da CPA

A lista de ações pontuais para a manutenção aborda essencialmente dois tipos: alterações pontuais e temas de casos de estudo que se focam não só nos ativos das áreas em questão, Figura 136, mas também em processos e material de gestão do departamento de manutenção.

Figura 136 - Equipamentos de estudo para alterações pontuais da manutenção, (à direita) balança e confecionadora da linha 1, (ao centro) robot 1 do embalamento da fábrica de massas 1 e (à esquerda) moinhos da Semolaria

Na Tabela 65, pode ser observado um excerto da lista de alterações pontuais propostas à manutenção, resultante do processo RCM. Na descrição da ação contempla o tipo da tarefa, a descrição desta tarefa, o ativo e a localização deste. Na coluna de estado, que foi atualizada pela última vez no dia 13/07/2018, apresenta-se o ponto de situação de cada uma das ações propostas, sendo que em espera se refere ações que ainda não começaram a ser desenvolvidas, sendo por estar em fase de estudo ou validação, ou a aguardar disponibilidade. Quando uma ação se apresenta como concluída, ou seja, quando já foi realizada, deve ser preenchida na mesma célula o dia de conclusão desta.

Tabela 65 - Excerto da lista de casos de estudo e ações pontuais sugeridos à manutenção da Semolaria, e fábrica de massas 1 da CPA

DESCRIÇAO_AÇAO	ESTADO [13/07/2018]
CASO DE ESTUDO DO DESAJUSTE DAS MAXILAS DO DOBRADOR DE TOPO DE PACOTE DA CONF. L1	EM ESPERA
CASO DE ESTUDO DA ELEVADA FREQUÊNCIA DE QUEBRA DO SUPORTE DA LÂMINA DO MECANISMO DE CORTE DA CONF. L2	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: VERIFICAR EXISTÊNCIA DE STOCK DO SERVOMOTOR DO OBTURADOR DA CONF. L3	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA CONFECIONADORA L7	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA BALANÇA L1	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA BALANÇA L2	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA BALANÇA L3	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA BALANÇA L9	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REFORÇAR A FORMAÇÃO DOS TÉCNICOS NO AJUSTE DOS COPOS DO DOSEADOR DA L4	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA ENCARTONADORA L6	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: EFETUAR E REGISTAR A MEDIDA DA FOLGA DO EIXO PRINCIPAL DO ROBOT 1 PARA MONITORIZAÇÃO DA CONDIÇÃO	CONCLUÍDA: 28/06/2018
AÇÃO PONTUAL: MANTER AÇÃO DE SUBSTITUIÇÃO PERIÓDICA (SEMESTRAL) DO BATENTE DO ROBOT 1	CONCLUÍDA: 15/03/2018
AÇÃO PONTUAL: AÇÃO CORRETIVA DE SUBSTITUIÇÃO DOS GARFOS DE PALETES DO ROBOT 1	CONCLUÍDA: 28/06/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DO ROBOT 1	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DO ROBOT 2	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DO ROBOT 3	CONCLUÍDA: 03/05/2018
AÇÃO PONTUAL: VERIFICAR EXISTÊNCIA DE STOCK DO MOTOROLO DO TAPETE DE EVACUAÇÃO DE SOBRAS DA ESTENDEDEIRA LC	EM ESPERA
CASO DE ESTUDO DA VIABILIDADE DE UM TESTE/UTILIZAÇÃO DOS MANIPULOS DAS VÁLVULAS DE FORNECIMENTO DE ÁGUA DO FABRICO	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA PRENSA LA	CONCLUÍDA: 27/04/2018
CASO DE ESTUDO DE POSSÍVEL SUBSTITUIÇÃO DA ECLUSA DE ENTRADA NO SISTEMA DE EMPASTO DA PRENSA LB	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA PRENSA LB	CONCLUÍDA: 27/04/2018
AÇÃO PONTUAL: VERIFICAR EXISTÊNCIA DE STOCK DA ELETROVÁLVULA DO MARTELO PNEUMÁTICO DO SILO DE ABASTECIMENTO DA PRENSA LF	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA PRENSA LF	CONCLUÍDA: 27/04/2018
CASO DE ESTUDO DE POSSÍVEL SUBSTITUIÇÃO DA ECLUSA DE ENTRADA NO SISTEMA DE EMPASTO DA PRENSA LG	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: REVISÃO/ATUALIZAÇÃO DA HIERARQUIA DE EQUIPAMENTO DA PRENSA LG	CONCLUÍDA: 27/04/2018
AÇÃO PONTUAL: FORMALIZAR (VIA REGISTOS) A AÇÃO ATUAL DO LUBRIFICADOR COM PERÍODO SEMESTRAL DE LIMPEZA DO FILTRO DA BOMBA DO CIRCUITO DE REMOÍDOS DE MASSAS ADITIVADAS	EM ESPERA
CASO DE ESTUDO DA VIABILIDADE DE UMA AÇÃO PERIÓDICA (ANUAL) DE SUBSTITUIÇÃO DA CAVILHA DA VÁLVULA DE DESVIO DO ELEVADOR EL 102	EM ESPERA
CASO DE ESTUDO DA VIABILIDADE DE UMA INSPEÇÃO PERIÓDICA AO ESTADO DOS CALÇOS DO ARRASTADOR DO FILTRO 404 (DIFÍCIL ACESSO)	EM ESPERA
AÇÃO PONTUAL: CONSIDERAR A REVISÃO DA CRITICIDADE DOS 36 MOÍNHOS DA MOAGEM DA SEMOLARIA (CRITICIDADE ATUAL "B", SUGERIDA "A")	EM ESPERA

Ações Pontuais

As ações pontuais foram tarefas ou alterações sugeridas pelo grupo FMEA, que dada a sua simplicidade ou urgência, não requerem um estudo de viabilidade para a sua aplicação. Estas ações contemplam ações corretivas, ações de melhoria, alterações (atualização ou otimizações) em materiais de apoio à gestão e outras tarefas relacionadas com os ativos.

Na secção 6.4.3.1, pode ser analisada uma consequência de um conjunto de ações pontuais, formalizando assim um processo de gestão da manutenção, um dos impactos indiretos da metodologia RCM.

Casos de Estudo

Os casos de estudo são temas ou problemas mais complexos, para os quais não se conhece uma solução ou se questiona a viabilidade de uma solução apresentada. Deste modo, é sugerido um estudo ao tema. Este estudo pode consistir numa análise, numa simples discussão do assunto ou num estudo detalhado do problema, onde geralmente é utilizado o método de resolução de problemas enraizado na CPA, o 3C.

No Anexo 15, pode-se analisar um exemplo detalhado de um caso de estudo prático através do método 3C, apesar de este não ser um dos temas sugeridos. Apresenta o modelo de resolução através da utilização da ferramenta, que deve ser replicado para os temas sugeridos.

6.4.3.1 Consequência das Ações Pontuais Concluídas – Manutenção

Um dos principais tipos de ações pontuais sugeridas recaiu sobre a revisão ou atualização da hierarquia de equipamentos, concretamente treze das cento e dezasseis tarefas sugeridas.

Assim sendo, foi identificado um problema sistemático relacionado com o acompanhamento e atualização da hierarquia de equipamentos, realizada numa fase anterior. Os principais problemas consistiam:

- Ações corretivas, que implicavam a substituição de conjuntos ou componentes que, embora semelhantes, eram unidades diferentes e deveriam refletir isso na árvore de equipamentos;
- Ações de melhoria ou atualização de equipamentos, cujas ações implicavam alterações significativas aos ativos e que, ao longo do tempo, são bastante comuns na CPA, exigindo assim uma atualização elaborada da hierarquia de equipamento;
- Erros, no decorrer das análises FMEA e processos correntes de manutenção com recurso ao material de apoio, foram encontrados erros na hierarquia de alguns equipamentos, erros estes que derivam da fase inicial de estabelecimento desta.

A hierarquia, como referido necessita de um acompanhamento e atualização contínua por parte da gestão da manutenção. No entanto, tal não estava a acontecer. Deste modo, foi atribuída a responsabilidade pela atualização da árvore de equipamentos e correção dos erros encontrados ao engenheiro responsável pela engenharia da manutenção no polo da Maia da CPA.

A atualização da hierarquia de equipamentos deveria também, quando necessário, integrar a classificação da criticidade dos ativos. Foi assim desenvolvido o fluxograma presente na Figura 137, que descreve o processo de revisão contínua da hierarquia dos ativos que se pretende implementar na CPA.

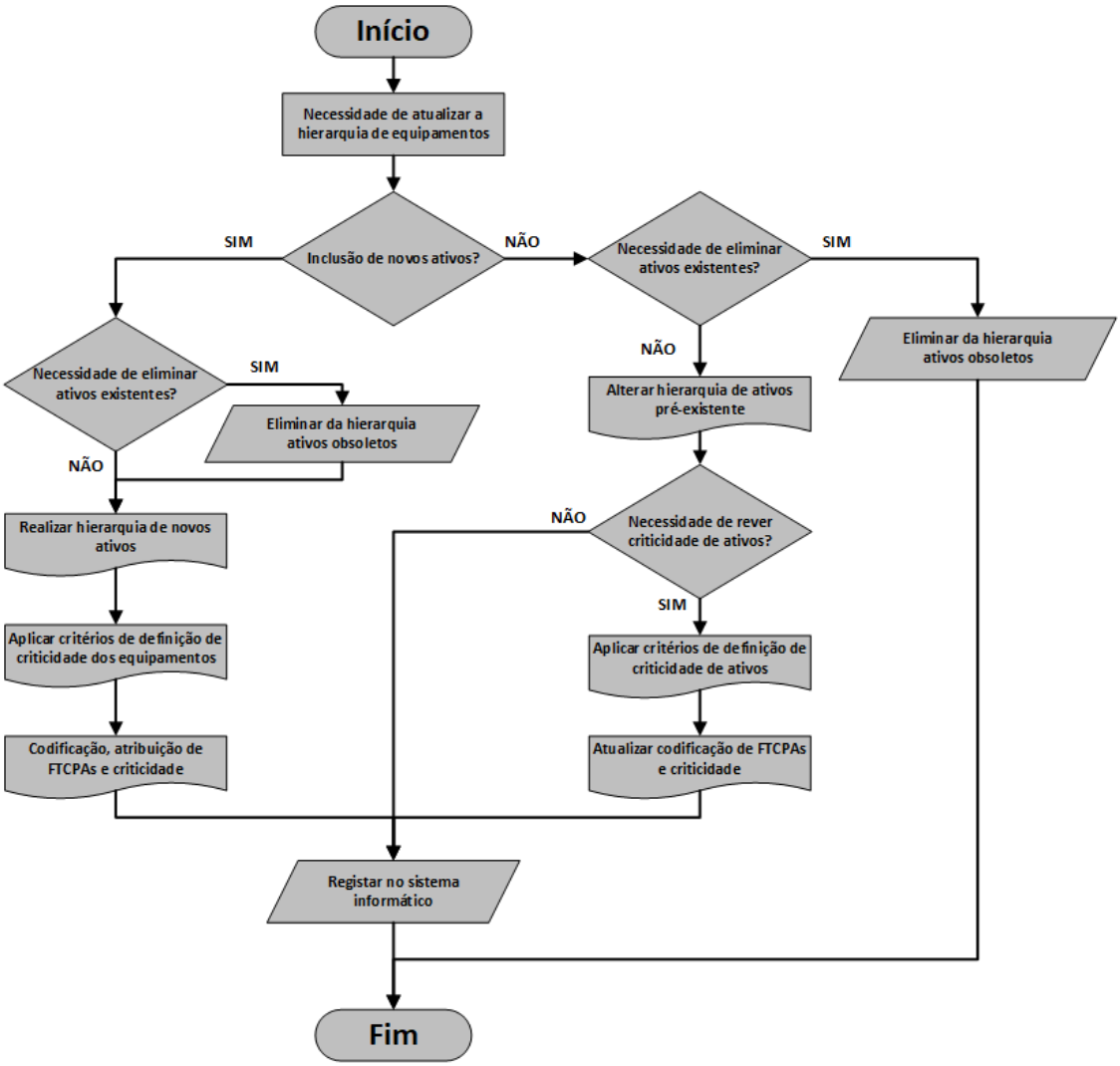


Figura 137 - Fluxograma do processo de revisão da hierarquia dos ativos da CPA

REVISÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E INDICADORES

7.1 Cenário 1 – Revisão e Otimização dos PMP do Embalamento Fábrica de Massas 1

7.2 Cenário 2 – Revisão e Desenvolvimento dos PMP da Semolaria

7.3 Resultados da Revisão dos PMP da CPA

7.4 Indicadores Existentes e Novos Indicadores Implementados

7 REVISÃO E OTIMIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E INDICADORES

Um dos principais motivos de aplicação do processo RCM foi efetuar uma otimização dos planos de manutenção preventiva da Cerealis. Dado que apenas foram efetuadas as análises FMEA dos ativos de criticidade A, a otimização com recurso a esta ferramenta apenas poderá acontecer nestes equipamentos. Deste modo, na presente secção serão revistos os planos de manutenção em função da criticidade dos equipamentos, como se pode observar na Figura 138.

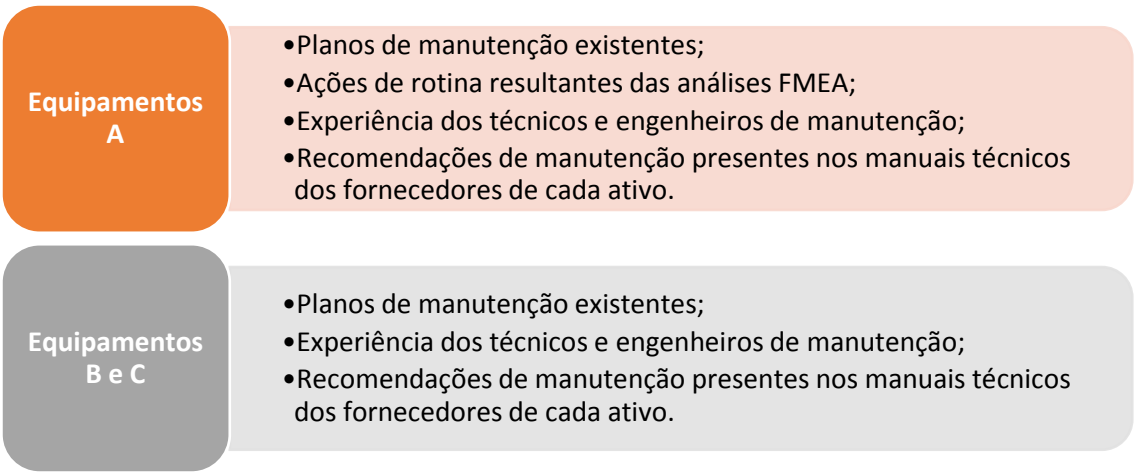


Figura 138 - Métodos utilizados na revisão/otimização dos planos de manutenção da CPA em função da criticidade dos ativos

O plano inicial seria efetuar a revisão e otimização dos planos de manutenção de todas as fábricas e áreas do polo da Maia e CPA. No entanto, por limitações de disponibilidade de recursos, esta revisão foi progressiva, sendo iniciada na mesma ordem das análises FMEA. Assim que fossem terminadas as análises de uma área ou fábrica, deveria ser iniciada a revisão dos PMP, que no caso da CPA começou pelo embalamento da fábrica de massas 1 e pela Semolaria.

Os PMP da CPA são essencialmente efetuados em três momentos: com os equipamentos em funcionamento; em manutenções de oportunidade (paragens mensais), que acontecem com frequência média de um mês e têm durações curtas (motivadas por limpezas da produção que exigem paragem dos equipamentos); paragens semestrais, acontecem duas vezes ao ano em cada fábrica e têm duração de uma semana. Em função dos tipos de paragem, as atividades da manutenção são organizadas nos seguintes planos:

- Planos de paragens semestrais: Nestas paragens são efetuadas ações corretivas planeadas, reapertos de componentes planeados e ações periódicas de substituição planeadas.
- Planos de manutenção preventiva sistemática: Englobam atividades de substituição periódicas, reapertos e ajustes de componentes periodicamente. Estes planos

encontram-se essencialmente programados para as paragens semestrais, no entanto, por vezes são incorporados nas paragens mensais;

- Planos de Inspeções: Estas planos são constituídos por rotinas de inspeção, parte delas efetuadas com equipamentos em funcionamento, e outra parte com os equipamentos em paragens. São utilizadas as paragens de oportunidade, quando são necessários os equipamentos imobilizados. Estas inspeções têm por objetivo identificar problemas, quando de fácil solução e corrigir. Caso contrário, será necessário programar a ação corretiva para paragens mensais seguintes ou paragens semestrais.
- Planos de limpezas técnicas: são compostos por tarefas de limpezas complexas, que normalmente exigem a desmontagem de equipamentos ou posse de conhecimentos especializados por parte dos técnicos de manutenção.
- Planos de lubrificação: A manutenção da CPA possuí uma equipa dedicada à lubrificação dos equipamentos, que é efetuada segundo planos específicos nos três momentos temporais.

Nesta secção, a revisão e otimização dos PMP será focada nos últimos três planos descritos, dado que foram identificados como as principais lacunas e pilares necessários para se obter um plano de manutenção preventivo com bases sólidas.

Os planos de lubrificação apenas serão atualizados e revistos pela equipa técnica, uma vez que se encontram de forma geral bastante satisfatórios. No caso dos planos de limpeza e inspeções, estes serão integrados, quando possível, e a sua revisão irá seguir a metodologia presente na Figura 139:

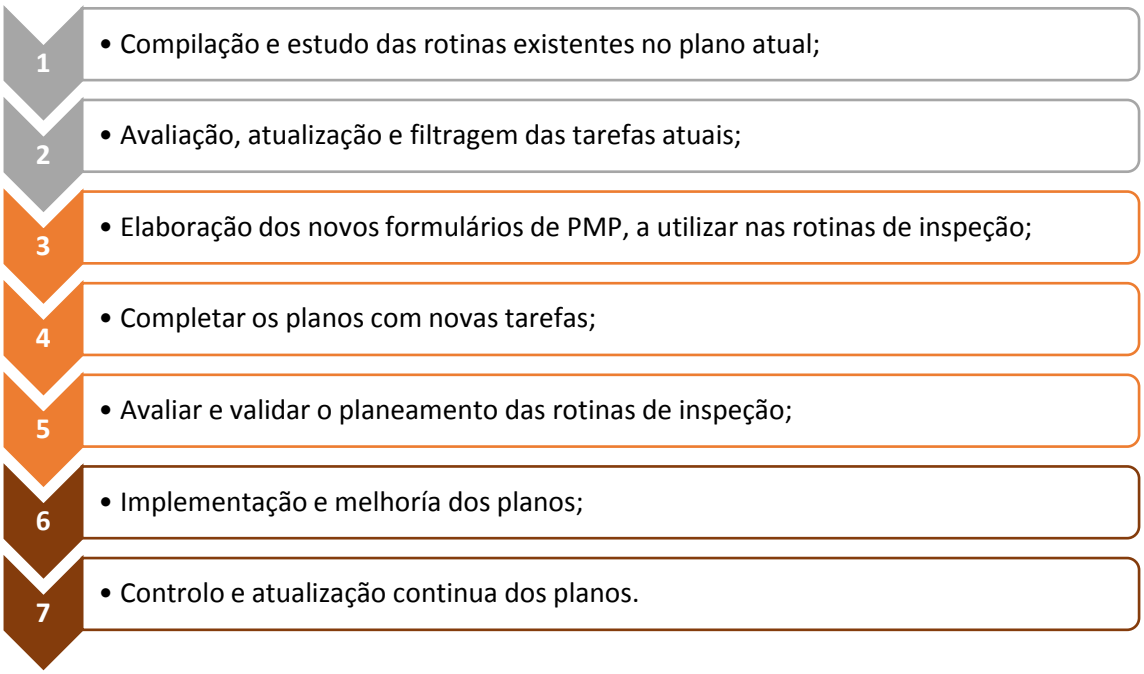


Figura 139 - Metodologia utilizada na revisão dos PMP da CPA

Na fase 1 da metodologia descrita, é suposto reunir as rotinas e ações de manutenção efetuadas atualmente nas áreas em análise. Na etapa 2, as rotinas são avaliadas e validadas, pretendendo identificar e eliminar ineficiências como:

- Ações desnecessárias e sem interesse prático;
- Ações replicadas ou redundantes;
- Planeamento das tarefas tardio ou demasiado frequente;
- Duração planeada das tarefas desajustadas.

Nesta fase a experiência e acompanhamento da equipa técnica será de elevada importância.

À medida que as ações anteriores são revistas e aprovadas, estas são consolidadas em novos formulários de inspeção, fase 3. A definição destes novos formulários foi requisitada pela equipa técnica, obtendo-se assim formulários mais adaptados aos equipamentos e sistemas a serem inspecionados, de fácil utilização e rápido preenchimento.

A etapa 4, numa fase inicial consistiu em consolidar as ações sugeridas nas análises FMEA dos equipamentos de criticidade A, que foram analisadas e filtradas de modo a complementar as ações já presentes nas rotinas de inspeções. Foram assim obtidos planos de inspeções dos ativos de criticidade A bastante mais completos e com ações para grande parte dos modos de falha. Para além disto, os planos de manutenção de cada equipamento foram avaliados e analisados tendo em conta a experiência da equipa técnica associada à consulta do manual técnico de manutenção sugerida pelo fornecedor do ativo, com o objetivo de identificar fragilidades ou ações que devam ser empregues de modo a completar os planos de manutenção.

Obtendo-se o formato final (primeira versão) dos planos de rotinas, deve ser avaliado o planeamento e escalonamentos destes, fase 5. A CPA já possuí um plano de paragens anuais predefinido e acordado entre as várias áreas. Por este motivo, o principal objetivo será conciliar as rotinas de inspeção que exigem os ativos imobilizados nestas paragens programadas.

A fase 6 consistiu na implementação da primeira versão das rotinas de inspeção e, em função do *feedback* da equipa técnica, os formulários foram adaptados e melhorados. Nesta fase, procedeu-se também a uma reavaliação dos tempos planeados inicialmente descritos para as rotinas e, especialmente, para os equipamentos de criticidade A.

A última etapa, 7, integrou um acompanhamento e atualização sistemática das rotinas de manutenção, com o objetivo de obter uma melhoria contínua e maior adaptabilidade destes aos equipamentos e equipa técnica.

Com o desenvolvimento da metodologia, foram identificados dois cenários bastante distintos, referentes às duas áreas inicialmente avaliadas, embalamento de massas 1 e Semolaria. Deste modo, nas secções seguintes serão analisadas as revisões e otimizações aplicadas a cada área em detalhe. Uma das consequências da alteração dos planos de manutenção implica a variação da carga laboral imposta à equipa técnica. Nesta fase, o principal objetivo seria aumentar a qualidade e adaptabilidade dos PMP, no entanto a carga laboral não devia ser significativamente incrementada, se possível até pelo contrário. Para os equipamentos de criticidade A, foi efetuada uma análise de homens hora (hh), dedicados aos ativos no âmbito dos PMP anualmente, podendo assim avaliar-se a variação da carga horária, nas áreas da CPA em análise.

7.1 Cenário 1 – Revisão e Otimização dos PMP do Embalamento Fábrica de Massas 1

A área embalamento da fábrica de massas 1 é constituída por 106 equipamentos, dos quais 17 de criticidade A. Pretende-se atualizar e otimizar os planos destes ativos segundo a metodologia apresentada na secção anterior, que se encontra resumida na Figura 140. Numa fase inicial, foram avaliados os três tipos de planos a serem revistos da área em questão, para todos os equipamentos. De seguida, foram formulados procedimentos de rotinas atualizados e otimizados, que numa fase final foram planeados, implementados e avaliados.

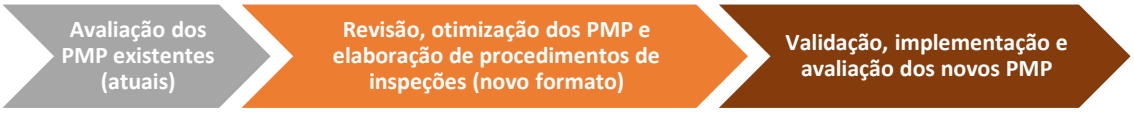


Figura 140 - Fases da metodologia de revisão dos PMP dos ativos do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

7.1.1 Avaliação dos PMP existentes

A equipa de gestão e técnica da manutenção efetuou inicialmente uma avaliação da situação atual dos três tipos de planos, presente na Tabela 66, de modo a traçar um plano de ações para a área em questão.

Tabela 66 - Quadro resumo da situação atual dos planos de lubrificação, limpeza e inspeções do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Planos	Avaliação	Resumo
Lubrificação		O plano de lubrificação foi recentemente atualizado e otimizado pela equipa técnica de manutenção. Deste modo, encontra-se adaptado aos ativos e equipa técnica, apresentando elevadas taxas de cumprimento.
Limpeza		As limpezas técnicas apresentam um grande peso sobre o total dos PMP. Existe um elevado número de limpezas e a duração expectável aparenta estar sobredimensionada. A taxa de cumprimento das rotinas de limpeza é bastante baixa.
Inspeção		As rotinas de inspeção dos equipamentos mais complexos apresentam-se bastante detalhadas e complexas (revelam potencial de diminuição de atividades e duração), no entanto outros equipamentos carecem de pontos de inspeção. A taxa de cumprimento de rotinas de inspeção é moderada baixa.

Foi então possível traçar o plano de ações para os PMP do embalamento da fábrica de massas 1. A nível dos planos de lubrificação, estes não serão alterados dada a sua avaliação e adaptação. Por outro lado, os planos de limpeza devem sofrer uma revisão profunda e, quando viável, serem compatibilizados com os planos de inspeção em paragem. Os planos de inspeção serão revistos, otimizados e adaptados ao novo formato de "*checklist*". Na área de embalamento, numa

primeira fase, optou-se apenas por realizar rotinas de inspeção com os ativos parados, sendo que numa fase posterior será revisto e completado o plano com atividades de monitorização dos ativos (como análises termográficas ou de vibrações).

Na Tabela 67, pode-se analisar um excerto do plano de manutenção existente para a confecionadora da linha 2 do embalamento de massas 1 (encontra-se completo no Anexo 16), que comtempla várias rotinas. Um excerto de uma dessas rotinas pode ser observado na Tabela 68, que apresenta o formulário das rotinas de inspeção atual (anterior) à confecionadora da linha 2, completo no Anexo 16.

Tabela 67 - Excerto do plano de manutenção da confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Rotina	Equipamento	Serviço	Descrição tarefa	Frequência	Duração
RLUM02	CONFECIONADORA	LUBRIF	LUBRIF GRASEURS DAS MAXILAS	28	10
RLUM02	CONFECIONADORA	LUBRIF	LUBRIF ROTULAS	28	10
PLUM02	CONFECIONADORA	LUBRIF	LUBRIF CHUMACEIRAS INTERIORES	28	10
PLZ3M02	CONFECIONADORA	LIMP	LIMP DO QUADRO ELÉTRICO	84	60
PLZM02	CONFECIONADORA	LIMP	LIMP DO FILTRO DE AR	28	60
PLZM02	CONFECIONADORA	LIMP	LIMP DO SISTEMA DE VÁCUO	28	90
PIA02	CONFECIONADORA	INSP	INSP LIGAÇÕES ELÉTRIC MOTORES: APERTOS, LIGAÇÕES MAU ESTADO	365	5
PIM02	CONFECIONADORA	INSP	INSP ESTADO DE DESGASTE DAS CORREIAS DE TRAÇÃO DE PELÍCULA	28	30
PIM02	CONFECIONADORA	INSP	INSP ESTADO DESGASTE E SINCRONISMO DAS MÁXILAS DE SOLDADURA	28	120
PIM02	CONFECIONADORA	INSP	INSP FUNCIONAMENTO DAS SEGURANÇAS	28	5
PIM02	CONFECIONADORA	INSP	INSP ROLOS DE PELÍCULA	28	5
PLZ3M02	CONFECIONADORA	INSP	INSP DESGASTE DAS PALHETAS DA BOMBA DE VÁCUO	84	60
PLZ3M02	CONFECIONADORA	INSP	VERIF APERTOS E EXISTÊNCIAS DE MÁS LIGAÇÕES NO QE	84	5

Tabela 68 - Excerto da rotina de manutenção PIM02, aplicada à confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

PLANO MANUTENÇÃO PREVENTIVA | FÁBRICA DE MASSAS 1

PIM02 Duração estimada [h:mm]: 5:20

#	Linha	Equipamento	Cod Equip	Tempo	Tarefa	Pontos	Observações
1	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	30	INSP ESTADO DE DESGASTE DAS CORREIAS DE TRAÇÃO DE PELÍCULA	0	
2	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	120	INSP ESTADO DESGASTE E SINCRONISMO DAS MÁXILAS DE SOLDADURA	0	
3	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	5	INSP FUNCIONAMENTO DAS SEGURANÇAS	0	
4	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	5	INSP ROLOS DE PELÍCULA	0	

7.1.2 Revisão e Otimização dos PMP e Elaboração dos Procedimentos de Inspeções

Nesta secção será utilizado como exemplo o caso da confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1, tratando-se de um equipamento de criticidade A.

A revisão do PMP foi iniciada pelos planos de inspeção, onde foram analisadas e revistas as tarefas constantes em todas as rotinas do equipamento e convertidas no novo formato dos procedimentos de inspeções. Dada a criticidade do ativo, está disponível uma folha de BD-FMEA que contempla as ações sugeridas nas fases anteriores, Tabela 69. Estas tarefas devem ser transpostas para as novas rotinas de inspeções. Na Figura 141 encontra-se um excerto da rotina "PI2M05", e algumas ações retiradas das análises FMEA encontram-se coloridas (amarelo as

ações mantidas e verde ações novas aplicadas), cores estas que correspondem à Tabela 69. Na descrição da ação sugerida pela análise FMEA, conta a periodicidade sugerida pela equipa técnica, que neste caso é mensal ou bimensal, apesar da sugestão, todas as ações foram incorporadas numa rotina bimensal de inspeção do equipamento a "PI2M05". Esta decisão foi acordada pelo departamento de manutenção, de modo a rentabilizar as paragens mensais, para num mês efetuar rotinas de inspeções e no mês seguinte aplicar ações corretivas decorrentes destas inspeções.

Tabela 69 - Excerto das ações de rotina para a manutenção sugeridas das análises FMEA da confecionadora L2

SISTEMA	DESCRIÇAO_AÇAO	ESTADO
ABASTECIMENTO DE PELÍCULA	INSPEÇÃO AO DESGASTE DA ALMOFADA DO CARIMBO (BIMENSAL)	APLICADO
FORMAÇÃO DO PACOTE	MANTER INSPEÇÃO AO ESTADO DAS CORREIAS DE ARRASTO (MENSAL)	MANTIDO
FORMAÇÃO DO PACOTE	MANTER INSPEÇÃO AO AJUSTE DAS CORREIAS DE ARRASTO (MENSAL)	MANTIDO
FORMAÇÃO DO PACOTE	INSPEÇÃO AO ESTADO DA BORRACHA DE ENCOSTO DO PICA PELÍCULA (BIMENSAL)	APLICADO
FORMAÇÃO DO PACOTE	INSPEÇÃO AO DESGASTE DA LÂMINA DE CORTE HORIZONTAL (MENSAL)	APLICADO
FORMAÇÃO DO PACOTE	INSPEÇÃO ÀS FOLGAS DA FIXAÇÃO DA LÂMINA DE CORTE HORIZONTAL (MENSAL)	APLICADO
FORMAÇÃO DO PACOTE	INSPEÇÃO ÀS FUGAS DO CILINDRO DA LÂMINA DE CORTE HORIZONTAL (MENSAL)	APLICADO
SEGURANÇA	MANTER INSPEÇÃO AO SISTEMA DE SEGURANÇA (MENSAL)	MANTIDO

PELICULA			QTD
ESTADO GERAL MOTOR BOBINE	OK	KO	1
ROLOS PELICULA	OK	KO	19
ALMOFADA CARIMBO PELICULA	OK	KO	1
NÃO HÁ FUGAS AR CARIMBO	OK	KO	
SENSORES INDUTIVOS	OK	KO	3
CILINDRO BALANCÉ	OK	KO	1
SENSOR MARCA	OK	KO	1
CORREIAS ARRASTO (ESTAD./AJST.)	OK	KO	2
RODAS TRANSMISSÃO CORREIAS	OK	KO	4
CORREIA DENTADA SERVOMOTOR	OK	KO	1
CILINDROS ENCOSTO PELICULA	OK	KO	2
CHUMACEIRAS BALANCÉ	OK	KO	2
ENCODER PELICULA	OK	KO	1
ESTADO BORRACHA ENCOST.	OK	KO	1
OBS:			

SOLDADURA HORIZONTAL (MAXILAS)			QTD
TESTE SEGURANÇAS (PORTA,STOP)	OK	KO	
ESTADO GERAL MAXILAS	OK	KO	
LÂMINA CORTE (DESGST./FOLGAS)	OK	KO	
CILINDRO LÂMINA CORTE	OK	KO	
POLIE DENTADA	OK	KO	
CORREIAS DENTADAS	OK	KO	
CALHA DE SAÍDA	OK	KO	
OBS:			

Figura 141 - Excerto da rotina de inspeção "PI2M05" com o novo formato implementado nos procedimentos de inspeção da CPA

A Figura 141 também possui algumas ações provenientes da experiência da equipa técnica e das ações sugeridas no manual do fabricante do equipamento.

As rotinas de manutenção encontram-se organizadas por equipamentos, no caso de equipamentos mais complexos, como é o caso da confecionadora, uma rotina contempla apenas um equipamento. Por sua vez, à rotina corresponde um procedimento de inspeção, com a localização do ativo e a lista de tarefas a realizar, Figura 142. Esta lista está estruturada em função dos principais conjuntos do equipamento, no Anexo 17 pode-se observar o procedimento de inspeção da confecionadora da L2, na íntegra.

Por último, os responsáveis pelo planeamento da manutenção procederam ao planeamento e inserção em sistema informático das rotinas. Deste planeamento resultou o nome da rotina "PI2M05", onde, "PI" se refere à inspeção parada, "2M" realizada de dois em dois meses e sendo "05" o número sequencial desta.

No que respeita aos planos de limpezas as tarefas que os constituíam foram analisadas e divididas em três tipos. As tarefas a serem eliminadas, as tarefas a serem associadas às rotinas

de inspeção e as tarefas de limpeza a manter. Após esta classificação, foram efetuadas as referidas alterações aos PMP e obtidos os novos planos de limpeza.

O PMP final do equipamento confecionadora da linha 2 do embalamento de massas 1, pode ser observado na totalidade no Anexo 17.

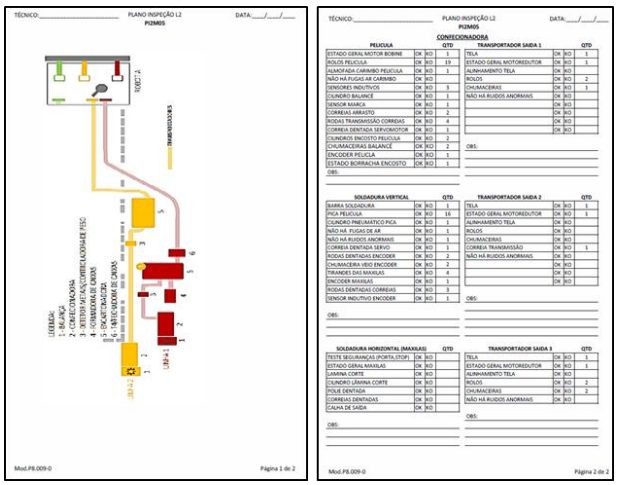


Figura 142 - Procedimento de inspeção revisto da rotina "PI2M05" do embalamento de massas 1 da CPA

7.1.3 Validação e Implementação dos Novos PMP

Os planos foram essencialmente formulados por um elemento da gestão da manutenção e por dois técnicos de manutenção, responsáveis pela área do ativo em análise. Após a obtenção de uma versão final do procedimento correspondente à rotina, este foi apresentado ao coordenador de manutenção da fábrica, neste caso fábrica 1. O coordenador analisou a rotina, em certos casos sugeriu alterações, e em seguida as rotinas foram validadas.

Após a validação, os procedimentos estavam prontos para aplicação. Na Figura 143 pode observar-se uma inspeção a ocorrer com recurso ao procedimento da rotina “PI2M05”. A rotina foi projetada para ser realizada por um técnico, no entanto, no caso em específico, a inspeção foi utilizada para formar um colaborador, resultando em dois técnicos presentes.

Figura 143 - Fotografias de aplicação da rotina de inspeção "PI2M05" no embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

No seguimento da primeira inspeção, foram efetuadas alterações mínimas, como adicionar algumas quantidades de itens a inspecionar ou pequenas adaptações, consoante o *feedback* dos técnicos que utilizaram os procedimentos.

7.1.4 Análise Quantitativa dos PMP dos Ativos de Criticidade A

De modo a ser possível quantificar o impacto a nível de carga horária decorrente das alterações dos PMP, foi efetuada uma análise quantitativa. Esta avaliação focou-se essencialmente na carga horária, tipo e análise mais detalhada ao equipamento dos PMP anteriores (existentes) e PMP novos (revistos).

As tarefas que constituíam os planos de manutenção anteriores já possuíam um tempo estimado para a sua duração média, sendo necessário definir os tempos estimados para os novos PMP. Este processo consistiu em reunir todas as tarefas realizadas por equipamento. Em reunião de grupo com o coordenador de manutenção da área, o técnico responsável pela área do equipamento em análise, a engenheira de planeamento da manutenção e outro membro da gestão de manutenção, foram estimados os tempos planeados para as diferentes atividades que constituem o PMP novo. Após a atribuição das durações das tarefas, foram calculadas as durações das rotinas. Relacionando estas durações com o planeamento de rotinas anual e a quantidade de técnicos de manutenção requisitados para cada rotina, foi possível obter a carga horária por técnico de manutenção dedicada aos PMP. A unidade utilizada em grande parte das análises foi a homem-hora (hh), que corresponde ao trabalho realizado por um trabalhador numa hora.

A análise por equipamento do embalamento de massas 1 encontra-se totalmente discriminada no Anexo 18.

Na Figura 144, pode ser consultada uma comparação geral dos homem-hora dedicados anualmente aos PMP anteriores e novos, por tipo de plano e no total. Pode-se analisar que dos PMP anteriores para os novos nos equipamentos de criticidade A, houve uma diminuição de 201,6 hh.

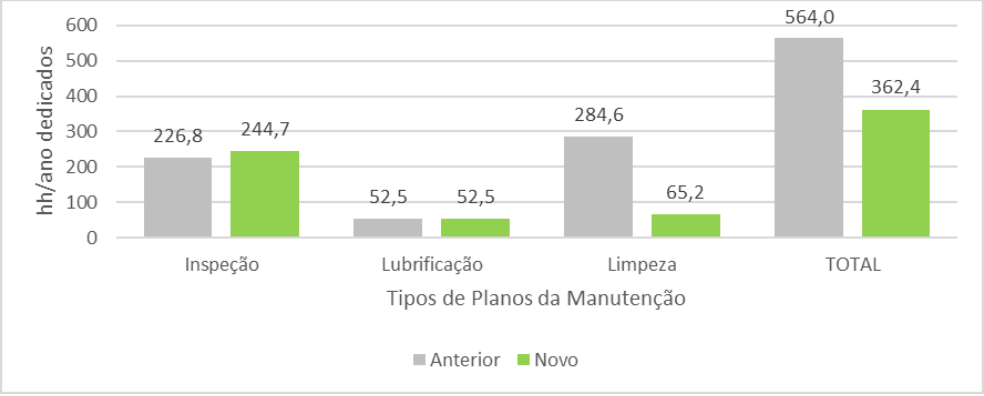


Figura 144 - Comparação de hh/ano dedicados aos equipamentos de criticidade A por tipo de plano de manutenção no embalamento de massas 1 da CPA

Quando explorados os tipos de planos de manutenção, nota-se que esta poupança se deve à diminuição do tempo dedicado a tarefas de limpezas técnicas isoladas, que refletiu uma diminuição de 219,4 hh. Por outro lado, a carga dedicada aos planos de inspeção aumentou em 17,9 hh. Tal deve-se ao facto de terem sido obtidos planos de inspeção mais detalhados, melhor adaptados aos técnicos, mais intuitivos, maior organização e uniformização. Por último, os planos de lubrificação não sofreram alterações a nível de carga de trabalho dedicada.

Na Figura 145, consta a composição do PMP anterior e novo. Como seria de esperar a percentagem de limpezas que compõe os novos PMP diminui acentuadamente. De salientar que parte das atividades de limpeza se encontram diluídas nas rotinas de inspeções, passando agora a maioria dos novos PMP, dedicados aos equipamentos de criticidade A, a serem constituídos por atividades de inspeção (68%).

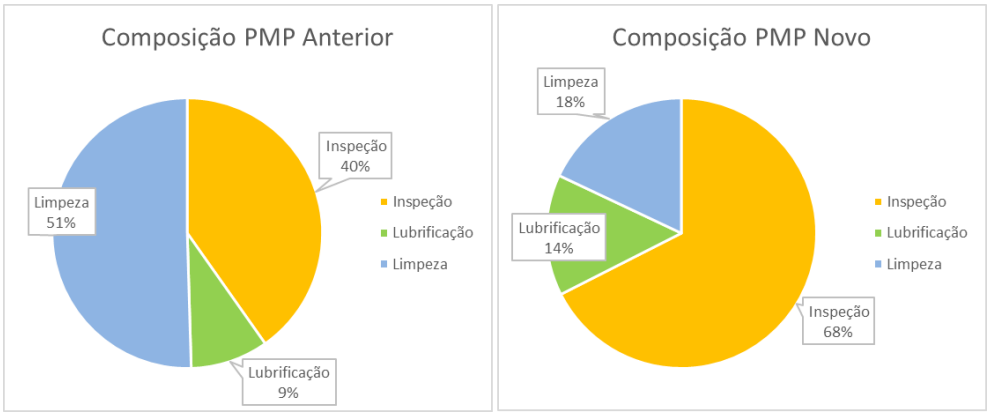


Figura 145 - Composição dos PMP anteriores (à esquerda) e composição dos PMP Novos (à direita) do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA

Na Figura 146, pode ser avaliada uma comparação detalhada ao equipamento da carga de trabalho dedicada aos PMP anteriores e novos de cada um dos 17 equipamentos de criticidade A. De uma forma geral, confirma-se o constatado nas secções anteriores, onde equipamentos mais complexos, como as confecionadoras, viram os tempos dedicados diminuir, e nos restantes equipamentos, de um modo geral, foi aumentado o tempo dedicado ao PMP.

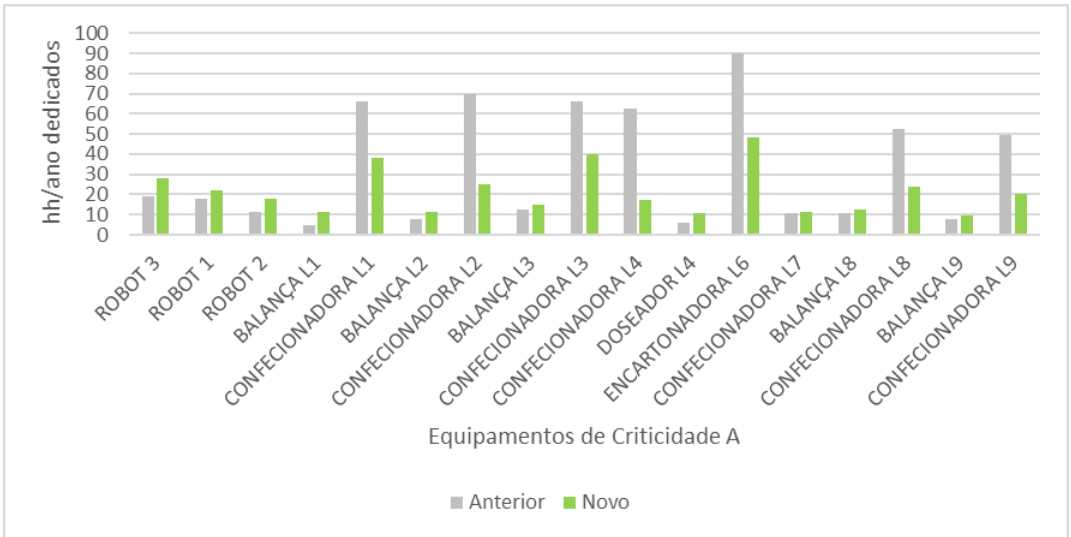


Figura 146 - Comparação de hh/ano dedicados por equipamento de criticidade A no embalamento de massas 1 da CPA

7.2 Cenário 2 – Revisão e Desenvolvimento dos PMP da Semolaria

A Semolaria é composta por 4 linhas (zonas), que por sua vez integram 210 equipamentos. À semelhança da área anteriormente analisada, pretendia-se efetuar uma revisão e otimização dos PMP dos equipamentos, no entanto, era conhecido que existiam equipamentos para os quais não se aplicavam ações preventivas e deveriam ser aplicadas. Deste modo, para além da metodologia formulada em secções anteriores, serão também elaborados PMP de origem para certos ativos. Na Figura 147 pode-se analisar a metodologia geral a seguir nesta secção.

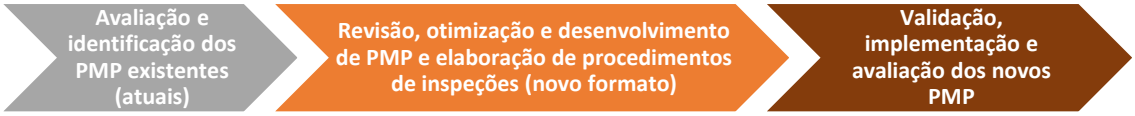


Figura 147 - Fases da metodologia de revisão dos PMP dos ativos da Semolaria da CPA

7.2.1 Avaliação dos PMP Existentes e Identificação de Lacunas

O resumo da avaliação inicial dos PMP existentes pode ser consultado na Tabela 70.

Tabela 70 - Quadro resumo da situação atual dos planos de lubrificação, limpeza e inspeções da Semolaria da CPA

Planos	Avaliação	Resumo
Lubrificação		O plano de lubrificação encontra-se desatualizado (elevado número de atividades e tempos mal dimensionados), necessitando de uma revisão por parte da equipa técnica. A taxa de cumprimento deste plano de lubrificação é elevada.
Limpeza		As limpezas dos ativos da Semolaria são integralmente realizadas pela equipa de produção. Deste modo, não existem limpezas técnicas ao abrigo da manutenção.
Inspeção		As rotinas de inspeção encontram-se bastante desorganizadas (planeamento) e muito incompletas, havendo vários equipamentos (inclusivé com criticidade A) sem inspeções formalizadas. Para além disso, encontram-se desatualizadas, exigindo uma revisão e restruturação completas. Taxas de cumprimento são muito baixas.

No seguimento da avaliação, foi definido o plano de ações para a revisão dos PMP da Semolaria. Este plano de ações foi bastante diferente do anterior e decorreu de uma análise detalhada dos equipamentos e da fábrica, na sua organização e funcionamento.

Dada a elevada quantidade e complexidade inferior dos ativos da Semolaria, a equipa de gestão e técnica da manutenção definiu que a melhor estratégia de abordagem aos ativos seria com dois tipos de inspeções: inspeções com os ativos em paragem e inspeções com ativos em funcionamento. Seriam assim elaborados dois tipos de rotinas.

O plano de lubrificação seria analisado e revisto pela equipa técnica. Essencialmente, seriam reavaliadas as ações atuais, reavaliadas as durações estimadas e, quando necessário, acrescentadas ações.

O plano de limpeza continuaria totalmente à responsabilidade da equipa de produção da Semolaria.

Na Tabela 71, pode-se analisar o PMP de um equipamento de criticidade A, o Elevador EL301 e na Tabela 72 observa-se o PMP de um equipamento de criticidade B o *Sassor* 4024 (S15/S20), cujas revisões serão analisadas em pormenor na secção seguinte. Ambos os PMP se encontram na integra disponíveis no Anexo 19.

Tabela 71 - Excerto do plano de manutenção do elevador EL301 da Semolaria da CPA

Rotina	Equipamento	Serviço	Descrição tarefa	Frequência	Duração
LUSEM02	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	LUBRIF	LUBRIF CHUMACEIRAS	84	15
PLUSEM24	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	LUBRIF	SUBSTITUIR A MASSA DO ANTI-RETORNO	365	60
PLUSEM24	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	LUBRIF	MUDAR ÓLEO DO REDUTOR DE TRANSMISSÃO PRINCIPAL	365	45
RISEM02	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	INSP	INSP NÍVEL DE ÓLEO E EXISTÊNCIA DE FUGAS	28	5
RISEM02	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	INSP	INSP TEMPERATURA DAS CHUMACEIRAS E ANTI-RETORNO. SUBSTITUIR CASO SEJA >60ºC	28	10
PISEM22	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	INSP	INSP ESTADO DE DESGASTE E TENSÃO DA CORREIA	84	
PISEM22	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	INSP	VERIF APERTO CORRETO DOS PARAFUSOS DOS ALCATRUZES	84	
PISEM22	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	INSP	INSP CABEÇA DO ELEVADOR, CENTRAGEM DO TAMBOR E ALCATRUZES E ESTADO DA SOLDADURA	84	

Tabela 72 - Excerto do plano de manutenção do *Sassor* 4024 (S15/S20) da Semolaria da CPA

Rotina	Equipamento	Serviço	Descrição tarefa	Pontos	Frequência	Duração
P2MM10	SASSOR S15/S20	INSP	INSP. ALTURA LIMITE DAS MOLAS OCAS	4	56	45
P6MM09	SASSOR S15/S20	INSP	SUBST. SINOBLOCOS E INSP. ANOMALIAS NOS APOIOS DO SÂSSOR	12	182	30

7.2.2 Revisão, Otimização e Desenvolvimento dos PMP e Elaboração dos Procedimentos de Inspeções

A Semolaria é constituída por quatro linhas (zonas), sendo estas a limpeza, a ensilagem, a moagem e os subprodutos, que se encontram distribuídas por sete pisos (uma linha pode conter ativos em vários pisos). Deste modo, os PMP foram planeados conforme a disposição dos equipamentos, paragens anuais programadas e deliberação da equipa. Isto consistiu em dimensionar planos de inspeção com os ativos em funcionamento por piso, economizando tempo aos técnicos em deslocações. Por outro lado, as rotinas de inspeção em funcionamento foram delineadas por linhas, uma vez que as linhas têm as suas paragens em momentos diferentes.

No caso particular das rotinas com os ativos em funcionamento, dada a disponibilidade e conhecimento do calendário de paragens, o departamento de manutenção optou por inicialmente conceber os planos que abrangessem as linhas de moagem e limpeza, sendo as restantes abordadas numa fase posterior do projeto.

Foi planeado efetuar as inspeções em paragem com uma frequência trimestral aos mesmo equipamentos, com a sequência mensal Limpeza/Moagem/Moagem. Estas paragens têm uma duração normalmente compreendida entre dois a cinco dias, dependendo do plano de produção e sendo previamente definida e comunicada.

Assim sendo, a equipa de manutenção organizou as rotinas de inspeção em paragem dos ativos nos seguintes planos:

- Plano de inspeção da limpeza: Este plano é constituído por várias rotinas, que devem ser aplicadas em simultâneo (dependendo da duração da paragem) e aborda todos os ativos desta linha.
- Plano de inspeção da moagem 1: Este plano aborda cerca de metade dos ativos que compõem a linha de moagem, dado o elevado número de equipamentos. É também formado por várias rotinas, que podem ou não ser aplicadas em simultâneo por diferentes técnicos.
- Plano de inspeção da moagem 2: Este plano aborda os restantes ativos da linha de moagem, é composto por diferentes rotinas que também podem ser empregues em paralelo.

Cada um destes planos é composto por rotinas, e cada uma destas rotinas aborda vários ativos, com diferentes níveis de criticidade. O processo de elaboração dos novos procedimentos foi bastante semelhante ao anterior, para os ativos de criticidade A, onde inicialmente se reviram tarefas anteriores, aplicaram as tarefas provenientes das análises FMEA, Figura 148 (à direita), seguidas de tarefas sugeridas pela equipa técnica e consultadas nos manuais dos fabricantes dos ativos. O exemplo da Figura 148 (à esquerda), é retirado do plano das rotinas de inspeção em paragem à limpeza, sexto piso. Nesta figura, as tarefas ajustadas e mantidas encontram-se destacadas a amarelo, e as tarefas sugeridas pela análise FMEA e aplicadas a verde.

ELEVADOR EL301 (500602)			A
LIMPEZA MOTOR	OK	KO	
NÃO HÁ FUGAS DE ÓLEO	OK	KO	
ESTADO CABOS ELECTRICOS	OK	KO	
SECCIONADOR/BOTONEIRA	OK	KO	
ESTADO DETECTOR ROTAÇÃO	OK	KO	
NÃO HÁ DESGASTE TAMPAS	OK	KO	
*DESGASTE DO VEIO TRAÇÃO	OK	KO	
*FOLGA LIGAÇÃO VEIO/MOTOR	OK	KO	
*DESGASTE DO TAMBOR	OK	KO	
*ESTADO DA CILHA	OK	KO	
*ESTADO UNIÃO CILHA	OK	KO	
*ESTADO TENSIONAMENTO CILHA	OK	KO	
*ESTADO DOS ALCATRUZES	OK	KO	
OBS:*-APENAS COM O EQUIPAMENTO PARADO			

DESCRIÇAO_AÇAO	ESTADO
AJUSTAR E MANTER INSPEÇÃO AO ESTADO E SOLDADURA DA CILHA (AJUSTAR PARA TRIMENSAL)	AJUSTADO
AJUSTAR E MANTER INSPEÇÃO DO ESTADO (PARAFUSOS) DE TODOS OS COPOS (ALCATRUZES) DA CILHA (AJUSTAR PARA TRIMENSAL)	AJUSTADO
INSPEÇÃO DO TENSIONAMENTO DA CILHA DE COPOS (TRIMENSAL)	APLICADO
INSPEÇÃO AO ESTADO E DESGASTE DO VEIO DE TRAÇÃO (TRIMENSAL)	APLICADO
INSPEÇÃO À FOLGA DOACOPLAMENTO DO VEIO E MOTOREDUTOR (TRIMENSAL)	APLICADO
AJUSTAR E MANTER INSPEÇÃO AO ESTADO DO TAMBOR (AJUSTAR PARA TRIMENSAL)	AJUSTADO
INSPEÇÃO DO ESTADO FÍSICO E FUNCIONAL DA BOTONEIRA (TRIMENSAL)	APLICADO

Figura 148 - Tarefas de inspeção ao elevador EL301 com o novo formato dos procedimentos de inspeção (à esquerda) e excerto das ações de rotina sugeridas das análises FMEA do elevador EL301 (à direita)

Para além de equipamentos de criticidade A, foi necessário estabelecer as rotinas de inspeção em paragem para os restantes ativos, como é exemplo o *Sassor* 4024. Tratando-se de um equipamento de criticidade B, a sua revisão teve essencialmente por base a experiência da equipa técnica e consulta do manual do fornecedor, Figura 149. Onde analisando o PMP anterior do *sassor* S15/S20 (4024), Tabela 72, constata-se que se mantêm as inspeções às molas e ao estado dos sinoblocos, destacadas a amarelo na Figura 149 à esquerda, tendo sido acrescentadas outras ações.

SASSOR 4024 (500735)			
ESTADO SINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.	OK	KO	
ROLAMENTOS VIBR. DIR.	OK	KO	ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm
OBS:			

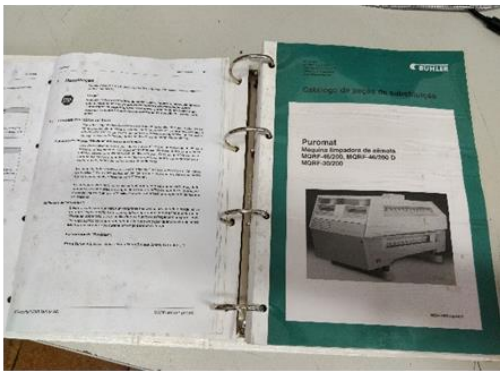


Figura 149 - Tarefas de inspeção ao *sassor* 4024 (S15/S20) com o novo formato dos procedimentos de inspeção (à esquerda) e fotografia do manual técnico do fornecedor do equipamento na secção da manutenção

Os planos de inspeção em funcionamento, tiveram na sua origem uma metodologia bastante semelhante às rotinas em funcionamento. Estas rotinas englobam tarefas de baixa duração e devem ser aplicadas consecutivamente aos equipamentos de cada piso, que constem na rotina. Na Figura 150, está presente um excerto da rotina em funcionamento no sexto piso da Semolaria, onde se inspeciona o elevador EL 301 de criticidade A, o MOZL 01 de criticidade C, entre outros equipamentos. Destacam-se ações de manutenção com base na condição, como análises termográficas, para identificar falhas iminentes nos rolamentos ou motores e ações de controlo básico sensorial, como identificar a presença de fugas de óleo ou produto.

ELEVADOR EL301 (500602)			A
LIMPEZA MOTOR	OK	KO	
NÃO HÁ FUGAS DE ÓLEO	OK	KO	
ESTADO CABOS ELECTRICOS	OK	KO	
SECCIONADOR/BOTONEIRA	OK	KO	
ESTADO DETECTOR ROTAÇÃO	OK	KO	
NÃO HÁ DESGASTE TAMPAS	OK	KO	
NÃO HÁ RUIDOS ANORMAIS	OK	KO	FOTO
TEMPERATURA MOTOR			
TEMPERATURA REDUTOR			
TEMP. CHUMACEIRA L. MOTOR			
TEMP. CHUMACEIRA LO MOTOR			
TEMP. CHUMACEIRA INF. ESQ			
TEMP. CHUMACEIRA LINF DIR			
OBS:			

MOZL01 (500619)			
LIMPEZA MOTOR	OK	KO	
NÃO HÁ FUGAS DE ÓLEO	OK	KO	
ESTADO CABOS ELECTRICOS	OK	KO	
SECCIONADOR/BOTONEIRA	OK	KO	
DESGASTE CAIXÃO	OK	KO	
RUIDOS/VIBRAÇÃO ANORMAL	OK	KO	FOTO
TEMPERATURA MOTOR			
TEMPERATURA REDUTOR			
TEMP. ROLAMENTO LA			
TEMP. ROLAMENTO LOA			
OBS:			

Figura 150 - Excerto dos procedimentos da rotina de inspeção em funcionamento no sexto piso da Semolaria da CPA

7.2.3 Validação e Implementação dos Novos PMP

À semelhança dos PMP do embalamento de massas, a primeira versão foi analisada, melhorada e validada pelo coordenador de manutenção, o mesmo da fábrica de massas 1.

Os PMP da Semolaria abrangem um elevado número de ativos. Assim, após a sua aplicação, foram registadas várias alterações e melhorias sugeridas pela equipa técnica, obtendo-se então a versão final dos procedimentos das rotinas de inspeção que devem ser aplicadas nas próximas inspeções.

Na Figura 151 e Figura 152, pode-se analisar a aplicação da rotina de inspeção em paragem da moagem 1. Esta rotina tem 62 tarefas de inspeção a vários equipamentos, dos quais *sassores*, Figura 151, filtro 404 (criticidade A), Figura 152 (à esquerda) e transportadores de correntes, Figura 152 (ao centro e à direita). No Anexo 20, pode-se analisar um excerto do procedimento de inspeção da moagem 1, rotina 1 do 3º piso da Semolaria.

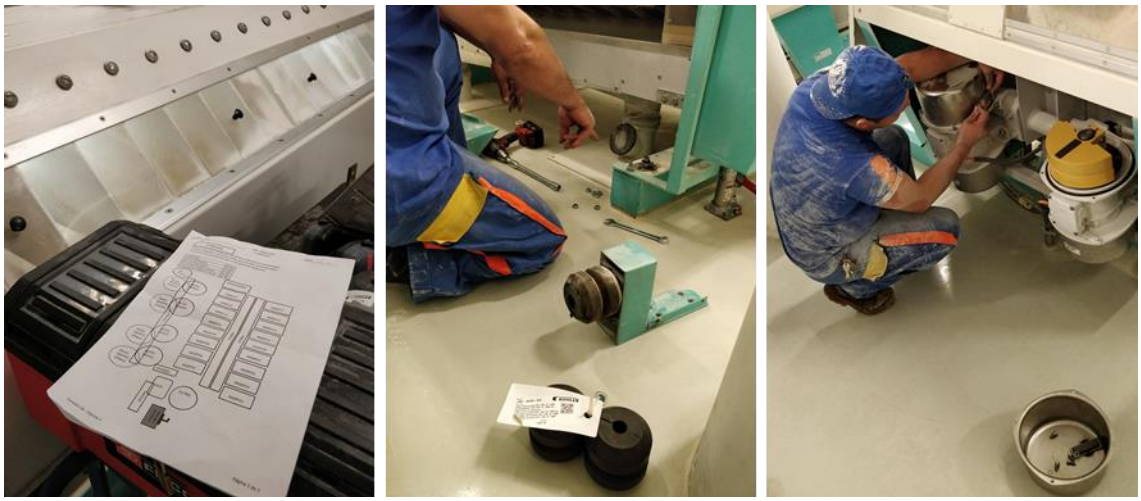


Figura 151 - Fotografias de aplicação das tarefas de inspeção ao *sassor* da rotina de moagem 1 da Semolaria da CPA

Figura 152 - Fotografias de aplicação das tarefas de inspeção ao filtro 404 (à esquerda) e a diferentes transportadores de correntes (ao centro e à direita) da rotina de moagem 1 da Semolaria da CPA

7.2.4 Análise Quantitativa dos PMP dos Ativos de Criticidade A

À semelhança da área anteriormente analisada, foi efetuada uma análise quantitativa da carga laboral dedicada aos PMP dos equipamentos de criticidade A, antes e depois das alterações efetuadas. Foi efetuado o levantamento da situação anterior e inferida a situação futura em reunião com a equipa técnica, analogamente à secção 7.1.4.

Na Figura 153, encontra-se um gráfico resumo dos resultados das alterações aplicadas nos PMP. Neste, pode-se concluir que, de uma forma geral (TOTAL), os homem-hora anuais dedicados aos equipamentos de criticidade A aumentou significativamente, cerca de 179 horas. Tal deve-se essencialmente ao facto de terem sido identificados vários ativos que não possuíam um plano de inspeções formalizado e terem sido aplicados dois tipos de inspeções, em funcionamento e em paragem. Isto reflete-se num aumento de 187,3 hh dedicados aos novos planos de inspeção por ano. Por outro lado, os planos de lubrificação foram revistos e atualizados pela equipa técnica e engenharia de planeamento da manutenção, resultando numa diminuição de 8,6 hh anuais. Este facto deveu-se essencialmente à revisão de tempos planeados para tarefas e eliminação de ações obsoletas que constavam nos planos.

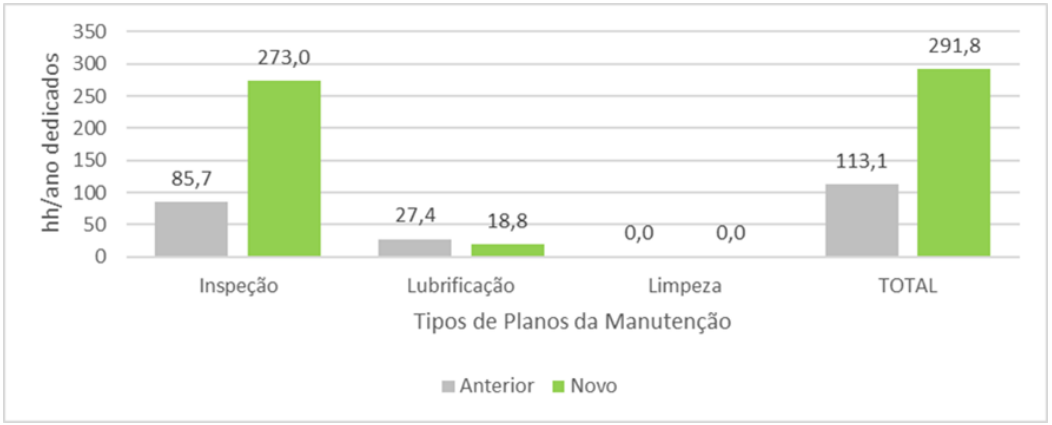


Figura 153 - Comparação de hh/ano dedicados aos equipamentos de criticidade A por tipo de plano de manutenção da Semolaria da CPA

Como foram significativamente aumentados os planos de inspeção e reduzidos os planos de lubrificação, a composição global do PMP variou. Na Figura 154, pode-se analisar esta variação, onde anteriormente os planos de inspeção tinham um peso de 76% do PMP e atualmente representam 94% dos homem-hora dedicados aos PMP dos ativos de criticidade A.

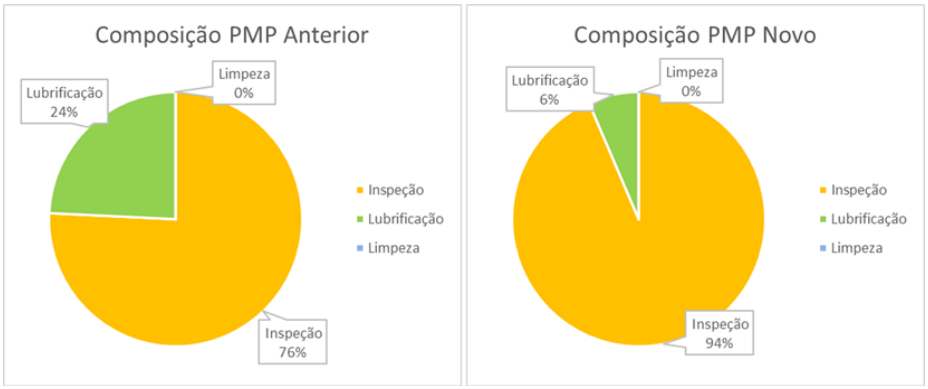


Figura 154 - Composição dos PMP anteriores (à esquerda) e composição dos PMP Novos (à direita) da Semolaria da CPA

Na Figura 155, observa-se os hh/ano dos PMP anteriores e novos, por equipamento de criticidade A. Foram implementados e elaborados PMP de raiz a oito dos vinte e um equipamentos de criticidade A, e aos restantes 13 equipamentos os PMP foram revistos e melhorados, o que resultou num aumento da carga horário anual em todos os ativos.

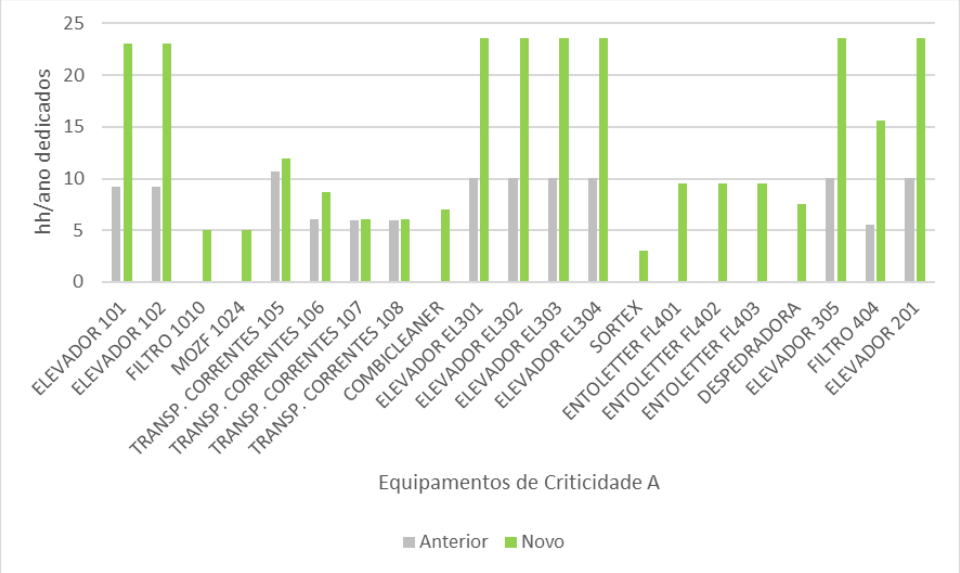


Figura 155 - Comparação de hh/ano dedicados por equipamento de criticidade A da Semolaria da CPA

De uma forma geral, os novos planos de inspeção são compostos por 242,5 hh/ano dedicados a inspeções em paragem, e 30,5 hh/ano dedicados a inspeções em funcionamento. Esta relação seria algo expectável devido à complexidade das atividades em paragem, que implicam a desmontagem de parte do ativo. As inspeções em funcionamento, habitualmente são tarefas dinâmicas e de curta duração.

A análise por equipamento de criticidade A da Semolaria encontra-se totalmente discriminada no Anexo 21.

7.3 Resultados da Revisão dos PMP da CPA

À data da dissertação, a revisão dos PMP para as fábricas propostas não se encontra finalizada. Deste modo, é importante fazer um ponto de situação.

A revisão dos PMP do embalamento de massas da fábrica 1, iniciou-se pela revisão e definição dos PMP dos equipamentos de criticidade A, estando definidos os PMP para os dezassete equipamentos de criticidade A. De seguida, foram iniciadas as revisões dos PMP dos restantes equipamentos, que se encontram atualmente em revisão. O embalamento de massas é composto por 106 equipamentos, à data cerca de 48 equipamentos (21 criticidade A) já tiveram os seus PMP revistos e foram revistas e validadas 27 rotinas até então.

Os PMP da Semolaria também foram iniciados pelos equipamentos de criticidade A, onde os 21 ativos tiveram os seus PMP revistos e melhorados. Foram então revistos os PMP dos restantes equipamentos das áreas de moagem e limpeza, que totalizaram aproximadamente 100 equipamentos, estando as rotinas destas duas linhas da Semolaria, tanto inspeções em paragem como em funcionamento, prontas para aplicação. As restantes áreas foram iniciadas, dado que existem equipamentos de criticidade A pertencentes a estas, onde devem ser integrados com outros equipamentos das referidas zonas, para iniciar a implementação das rotinas. Apesar de parte destes PMP estarem já efetuados, a sua aplicação vai depender de paragens planeadas para as referidas zonas, que até então não se encontram escalonadas.

Assim sendo, pode-se concluir que apesar de terem sido obtidas rotinas já aplicadas, o processo de revisão dos PMP das referidas áreas ainda se encontra em desenvolvimento, aproximadamente a metade de todo o processo de revisão.

Dado que a equipa de manutenção responsável pela fábrica de massas 1 (embalamento) e Semolaria é a mesma, faz sentido efetuar uma análise quantitativa global do impacto das alterações nos PMP dos ativos de criticidade A. Na Figura 156, pode-se analisar a distribuição do novo PMP dos ativos de criticidade A do embalamento de massas 1 e Semolaria (moagem e limpeza), onde se registou uma poupança global nos homem-hora anuais dedicados aos PMP de 3,4% que corresponde a 22,82 hh/ano. Esta poupança deve-se sobretudo aos tempos reduzidos nos planos de limpezas do embalamento de massas 1.

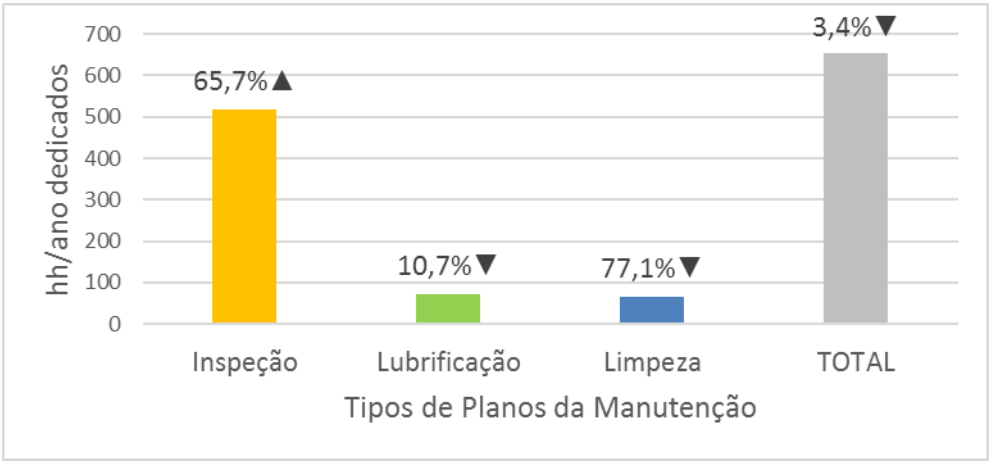


Figura 156 - Carga laboral por ano (hh/ano) dedicada aos equipamentos de criticidade A por tipo de plano de manutenção (novos PMP) e balanço relativamente aos PMP anteriores da CPA

De uma forma geral no embalamento de massas 1 foram obtidos planos de limpeza otimizados e planos de inspeção reformulados e mais detalhados. Na Semolaria, houve uma revisão e atualização dos planos de lubrificação. Os planos de inspeção nesta área, foram de uma forma geral otimizados. Quando necessário, foram criados e estabeleceram-se dois tipos de inspeções, em funcionamento e em paragem.

Ao longo da aplicação das rotinas de inspeção, dos referentes PMP, existiram algumas necessidades ou projetos que foram explorados. Um destes foi a necessidade da formação de alguns colaboradores que não se encontravam familiarizados com a prática de efetuar inspeções. Na Figura 157, pode ser observada a formação de um técnico de manutenção nas rotinas de inspeção do embalamento da fábrica 1 de massas da CPA.

Figura 157 - Fotografias da formação de um técnico de manutenção em rotinas de inspeção no embalamento de massas 1 da CPA

Após a aplicação das rotinas de inspeção, é necessário dar seguimento a algumas ações, como registos, planeamento de tarefas corretivas, preparação de peças suplentes e outras tarefas que culminam com o arquivo dos procedimentos utilizados. À data da dissertação, a CPA está a desenvolver o seu *software* informático, o Infor M3, para que isto aconteça tudo em sistema informático e de modo automático, no caso da necessidade de tarefas corretivas. No entanto, enquanto o sistema informático não se encontra no ativo, foi necessário estabelecer, através de um fluxograma, o processo.

Na Figura 161, pode-se observar o fluxograma, onde estão descritas as tarefas e os responsáveis pelo seu cumprimento. Durante a inspeção, os técnicos podem deparar-se essencialmente com três situações: a situação (1) assinalada no fluxograma e com devida correspondência prática à Figura 158 (rotina de inspeção efetuada). Neste caso estava tudo “OK”, não havendo problemas nos ativos em análise, e tal foi registado. Na situação (2), foi identificada a necessidade de substituir uma peça de desgaste, dado que esta substituição seria de curta duração, e com a devida autorização do coordenador de manutenção, a tarefa foi realizada e registada no procedimento, como se pode analisar na Figura 159.

A última situação (3), implica tarefas que necessitem planeamento. Como o caso do moto vibrador do *sassor*, registado na Figura 160, o qual foi marcado com um "X" e foi registado no procedimento "KO". Neste caso, deveria ter sido anotado nas observações a necessidade de substituição do componente. No entanto, foi transmitido pessoalmente ao coordenador e devidamente planeado.

Note-se que a Figura 158, Figura 159 e Figura 160 possuem os novos procedimentos de inspeções em paragem, da Semolaria. No entanto, trata-se de uma versão inicial, onde o código dos equipamentos é o antigo, dado que à data de realização da inspeção, os equipamentos ainda estavam identificados com etiquetas do código anterior.

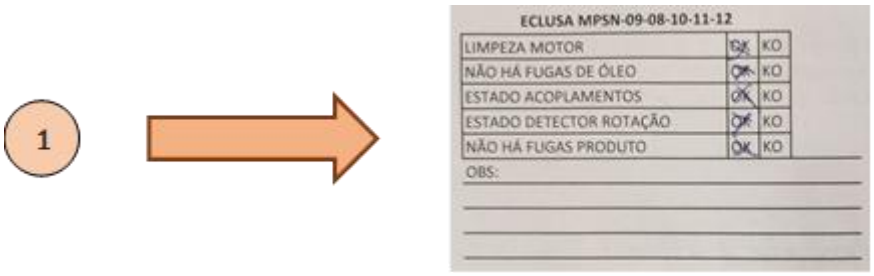


Figura 158 - Situação (1), onde não há necessidade de substituir componentes, das rotinas de inspeção (Exemplo: rotina de moagem 1 Semolaria)

Figura 159 - Situação (2), onde há necessidade de substituir componentes de desgaste, das rotinas de inspeção (Exemplo: rotina de moagem 1 Semolaria)

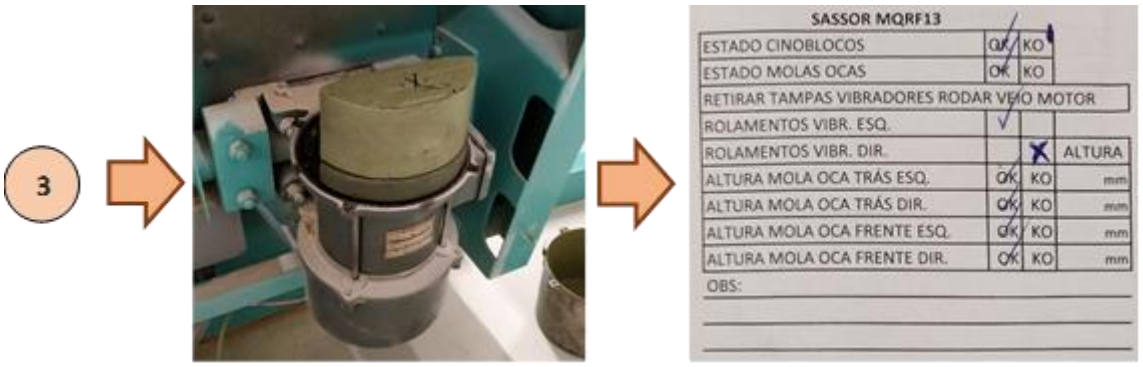


Figura 160 - Situação (3), onde há necessidade de substituir componentes (longa duração), das rotinas de inspeção (Exemplo: rotina de moagem 1 Semolaria)

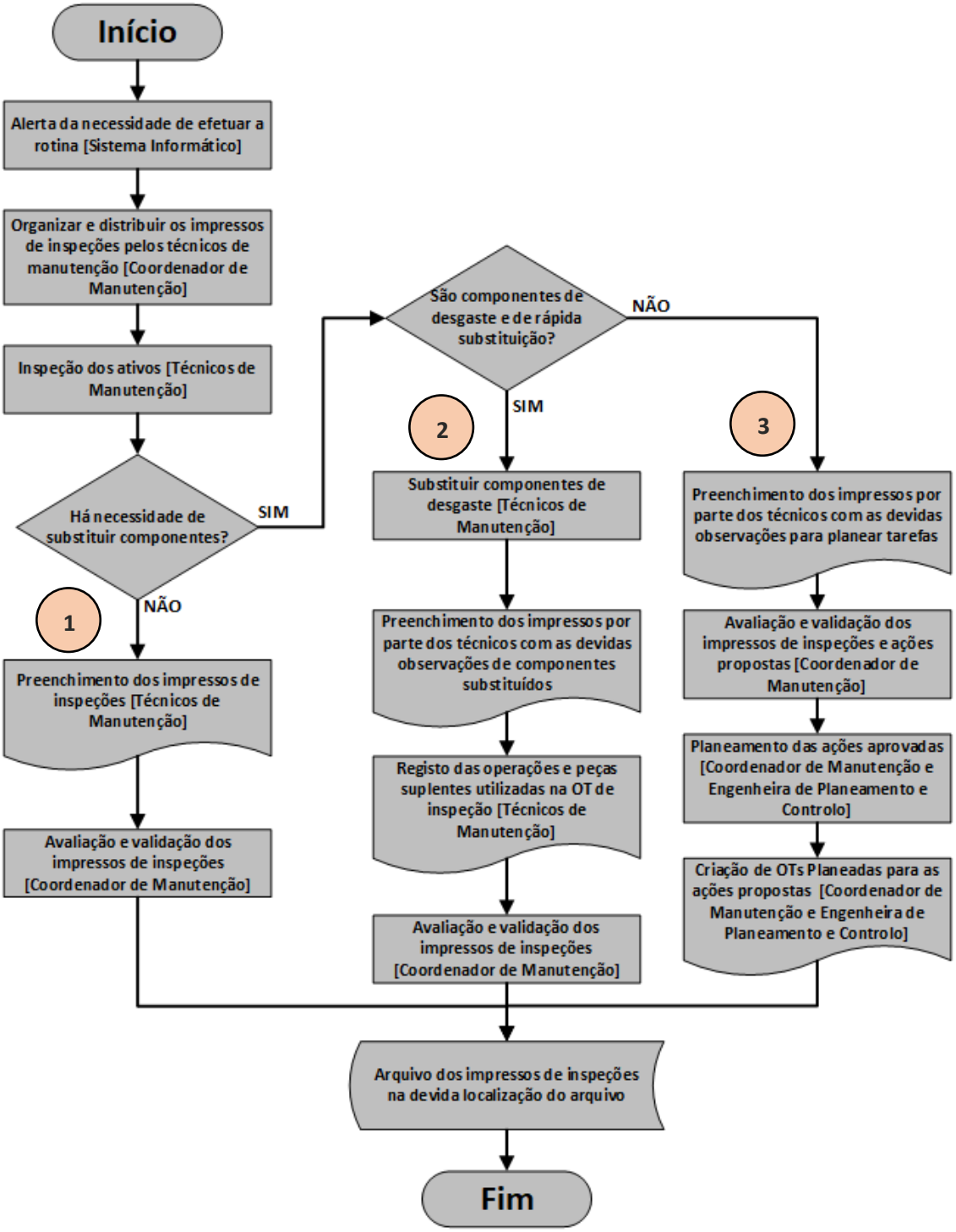


Figura 161 - Fluxograma do processo temporário de rotinas de inspeção em paragem da CPA

7.4 Indicadores Existentes e Novos Indicadores Implementados

A Cerealis – CPA apresenta um processo de melhoria contínua bastante desenvolvido, onde os indicadores apresentam um papel preponderante. Nesta secção, serão abordados os indicadores previamente estabelecidos e indicadores novos, que foram aplicados ou se encontram em fase de desenvolvimento.

Alguns destes indicadores devem traduzir variações em função das alterações efetuadas na estruturação da manutenção e aplicação de novas estratégias. Apesar do desenvolvimento da estratégia estar avançado, os seus resultados podem tardar em traduzir-se em valores registados pelos indicadores.

Os KPIs (*Key Performance Indicatores*) analisados dividem-se essencialmente em dois tipos, indicadores de desempenho operacional e indicadores financeiros. Existem quatro momentos de análise de indicadores de desempenho operacional na CPA, realizados por intervenientes diferentes, e por este motivo também apresentados de modo diferente, como pode ser analisado no Anexo 22.

7.4.1 Indicadores Preexistentes e a Sua Evolução Global

No departamento da Manutenção da Cerealis, são abordados quatro tipos de indicadores principais: a taxa de avaria, a taxa de cumprimento do plano de manutenção preventiva, a taxa de manutenção preventiva face à taxa de manutenção corretiva e o OEE. A seguir, serão analisados detalhadamente estes macro indicadores, aos quais podem estar associados fatores de análise importantes, e a sua evolução ao longo do tempo.

Os principais indicadores de desempenho da manutenção da CPA, a seguir estudados encontram-se discriminados no Anexo 23. No Anexo 22, está disponível um estudo detalhado da análise operacional destes indicadores, pela manutenção.

7.4.1.1 Taxa de Avaria por Fábrica e Global

Como indicado na Tabela 73, na Cerealis a taxa de avaria representa o tempo durante o qual um ativo não esteve disponível para realizar as suas funções específicas, devido a avaria, em percentagem. É importante referir que esta definição segue a nomenclatura interna da empresa Cerealis, sendo que na bibliografia é definida como indisponibilidade devido a avarias. Esta é calculada a partir do tempo de paragem, em horas (h), por motivos de avaria e do tempo de abertura, em horas. São consideradas avarias, paragens com tempo superior a 10 minutos devido a inoperacionalidade dos equipamentos.

Os dados utilizados para o cálculo destes indicadores são recolhidos a partir de duas fontes, dependo do local em análise: sendo a primeira o ERP, Infor M3, no caso do embalamento de massas. E a segunda, para as restantes zonas, por registos manuais efetuados pela produção ou manutenção em folhas *MSExcel®*.

Tabela 73 - Indicador taxa de avaria, fórmula de cálculo e origem dos dados na CPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Origem dos dados
Taxa de Avaria [%]	$\frac{\sum Tempo\ de\ paragem\ por\ avaria\ (h)}{\sum Tempo\ de\ abertura\ (h)}$	Registo Manual M3 – Embalamento de Massas

Na Figura 162, é possível analisar a taxa de avaria média do polo industrial da Maia nos últimos 4 anos. De forma geral, o indicador diminuiu ao longo dos anos, à exceção de 2016. No entanto, quando comparando a taxa de avaria de 2018 *Year to Date* (YTD) com 2015, esta diminui cerca de 1,3%. Esta evolução positiva pode ser explicada pela reestruturação e investimento, especialmente nos últimos dois anos, no departamento de manutenção na CPA. Apesar desta evolução positiva, a taxa de avaria de 2018 (YTD) encontra-se acima 0,28% do objetivo, de 3,72%, estipulado para este polo em 2018, sendo expectável uma recuperação até ao final do ano.

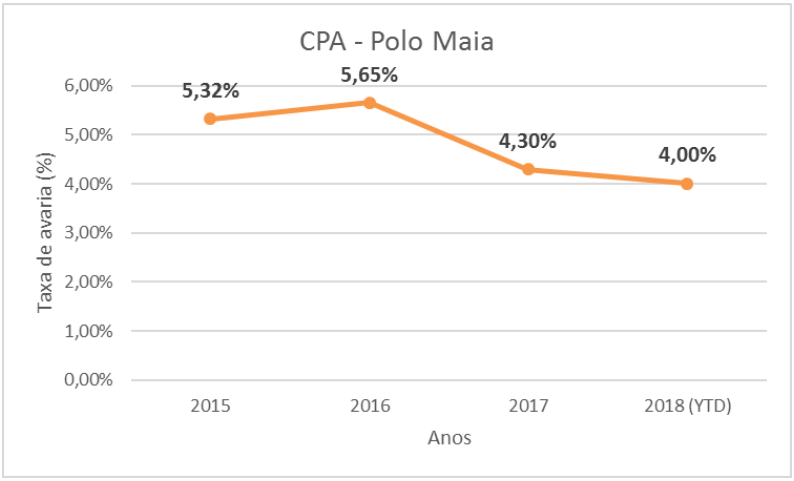


Figura 162 - Taxa de avaria média anual do polo da Maia da CPA de 2015 a 2018 (YTD)

Na Figura 163, é possível observar a comparação de taxas de avaria entre os primeiros cinco meses de 2017 e 2018 para a Semolaria, a fábrica de bolachas, a fábrica de massas 1 (fabrico e embalamento) e fábrica de massas 2 (fabrico e embalamento), que serão a seguir analisadas.

Semolaria (Canto superior esquerdo, Figura 163)

Esta fábrica é caracterizada por uma taxa de avarias baixa, relativamente às outras fábricas, como pode ser corroborado pelo objetivo de 2017 e 2018, estipulado em 2%. No entanto, devido à elevada dimensão e importância dos equipamentos desta fábrica, quando existe uma falha esta geralmente exige uma solução trabalhosa e demorada.

No início do ano de 2018 a taxa de avaria atingiu o máximo de 4,3%, tendo diminuído desde então e apresentando-se desde fevereiro inferior à do ano de 2017. A taxa de avaria YTD (média) de 2018 da Semolaria apresenta-se em 2,0%, estando em conformidade com o objetivo traçado pela direção da manutenção.

Fábrica de Bolachas (Canto superior direito, Figura 163)

Esta comparação apenas contém dados do ano de 2017, até abril, uma vez que a fábrica esteve inoperacional e em renovação após esta data, até janeiro de 2018. Os primeiros quatro meses de 2018 registaram uma taxa de avaria média de 4,1%, inferior aos 4,4% registados no mesmo período de tempo do ano passado. Dados os novos equipamentos, o objetivo deste indicador passou de 5,5% em 2017 para 4,0% em 2018, estando atualmente (2018 YTD) 0,9% acima. Este desvio ao objetivo deve-se fundamentalmente ao elevado número de ajustes necessários realizar e ao efeito de aprendizagem decorrente da renovação da fábrica. Estes resultados corroboram a fase inicial da "Curva da Banheira", onde os equipamentos novos por vezes dão mais problemas do que os que já estão em utilização.

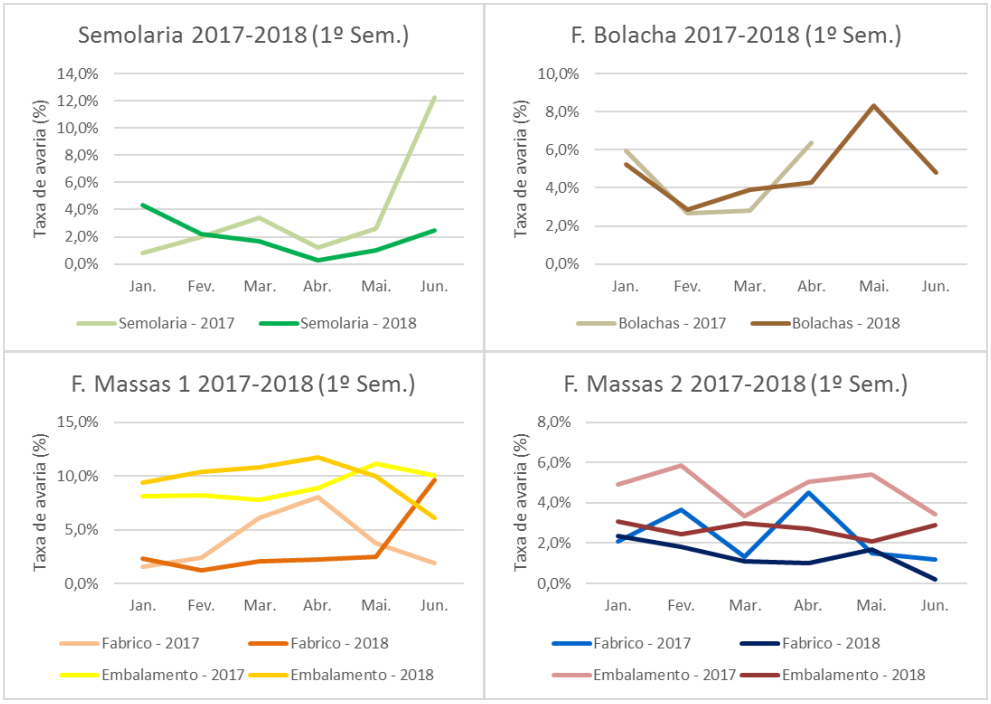


Figura 163 - Comparação do indicador taxa de avaria para os primeiros cinco meses de 2017 e 2018 na Semolaria fábrica de bolachas, fábrica de massas 1 e fábrica de massas 2

Fábrica de Massas 1 (Canto inferior esquerdo, Figura 163)

Dada a dimensão da fábrica, foi pertinente dividi-la em duas áreas, o fabrico e o embalamento de massas. No caso do fabrico, este apresenta uma taxa de avaria muito inferior ao embalamento, que à exceção do mês de janeiro e junho, foi sempre inferior à taxa de avaria de 2017 no primeiro semestre, tendo apresentado uma média de 3,3% em 2018, face à média de 4,0% em 2017. Em 2017 o objetivo da taxa de avaria média era de 4,1%, o qual foi atingido. Tendo em conta objetivos e estratégias anuais e de investimento da manutenção, este objetivo foi reduzido e estipulado em 3,4% em 2018, que se encontra atualmente a ser atingido com uma diferença positiva de 0,1% no primeiro semestre do ano.

No caso do embalamento, que apresenta um elevado número de equipamentos com bastante complexidade tecnológica, os objetivos de taxa de avaria foram mantidos em 8,5% em 2017, e 7,6% em 2018. Como pode ser observado no gráfico em questão, a taxa de avaria do embalamento F1 de 2018 foi superior em todos os meses à de 2017 à exceção do mês de maio

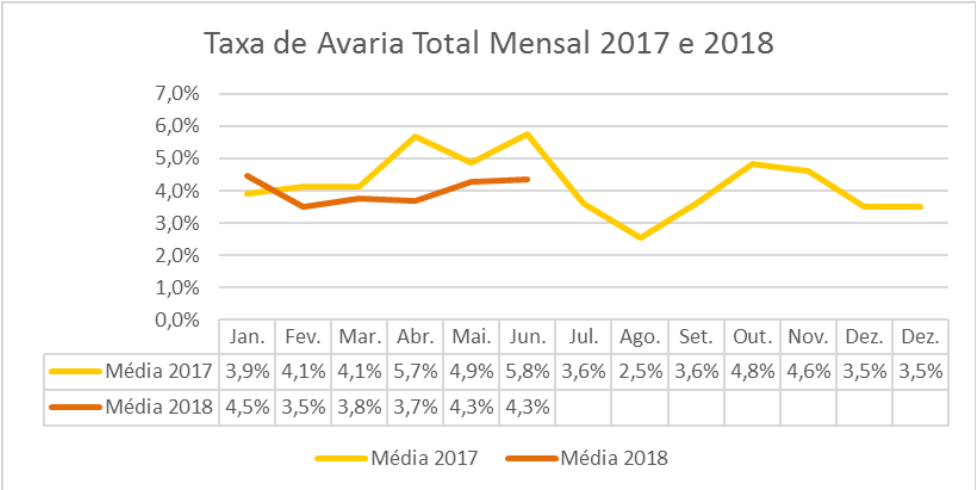
e junho, onde se nota uma recuperação, sendo que o YTD em 2018 foi 9,7% e em 2017 foi 8,8%, para o primeiro semestre. Têm sido realizados vários investimentos e estudos nesta área de modo a melhorar este indicador. Assim sendo, nos próximos meses será expectável manterem-se resultado próximos dos do último mês, registando assim uma melhoria.

Fábrica de Massas 2 (Canto inferior direito, Figura 163)

Comparativamente à fábrica 1, esta é mais recente e os equipamentos são diferentes e projetados de raiz para satisfazer as necessidades da fábrica, estando os indicadores também divididos em fabrico e embalamento. No caso do fabrico, este registou no primeiro semestre de 2017 uma taxa de avaria de 2,4%, abaixo do objetivo de 3,3%, e em 2018 (YTD) 1,4%, satisfazendo o objetivo estipulado para 2018 de 2,0%. No caso do embalamento, em 2017 apresentou no primeiro semestre uma taxa de avaria de 4,7%, ligeiramente abaixo do objetivo de 4,8%, e em 2018 encontra-se dentro do objetivo delineado de 3,3%, com um YTD de 2,7%.

Através da análise dos gráficos da Figura 163, pode ser observada uma tendência de redução da taxa de avaria para igual período de 2018, face a 2017. Mais uma vez, esta evolução positiva e expectável, deve-se ao aumento focalizado do investimento na manutenção e revisão de processos.

A situação comparativa global mensal do polo da Maia CPA do ano 2017 e 2018, pode ser analisada na Figura 164. À exceção do mês de janeiro, nota-se uma melhoria evidente na taxa de avaria global para o primeiro semestre de 2018 face ao de 2017. Esta situação pode, mais uma vez ser explicada com uma melhoria na gestão da manutenção e aumento dos investimentos nesta área. Em 2017 foi registada uma média de taxa de avarias global anual de 4,2%, sendo que em 2018 YTD está em 4,0%, e com potencial para diminuir, caso siga a tendência do ano anterior que, do primeiro para o segundo semestre do ano, baixou quase um ponto percentual de 4,7% para 3,8%.



	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Dez.
Média 2017	3,9%	4,1%	4,1%	5,7%	4,9%	5,8%	3,6%	2,5%	3,6%	4,8%	4,6%	3,5%	3,5%
Média 2018	4,5%	3,5%	3,8%	3,7%	4,3%	4,3%							

Figura 164 - Comparação da taxa de avaria do polo da Maia da CPA de 2017 e 2018 (YTD)

7.4.1.1.1 Outros Indicadores Associados à Taxa de Avaria

Para completar a análise do indicador taxa de avaria, sendo este o principal indicador analisado pela manutenção, analisam-se outros indicadores complementares, presentes na Tabela 74. A equipa técnica geralmente utiliza este indicador com maior detalhe, analisando a taxa de avaria por linha e por equipamento, de modo a identificar problemas e delinear estratégias a curto prazo. Para além disso, este indicador pode ser importante para estudos detalhados dos equipamentos, onde é analisado o *top* de avarias da semana ou mês.

De modo a complementar a análise, e transmitir o impacto das avarias aos colaboradores, no fabrico de massas 1 e 2 é também analisada a quantidade de Produto Não Conforme (PNC) em quilogramas (kg), resultante de avarias.

Tabela 74 - Indicadores complementares à taxa de avaria analisados na CPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Origem dos dados
Taxa de Avaria por linha [%]	$\frac{\sum Tempo\ de\ paragem\ por\ avaria\ por\ linha(h)}{\sum Tempo\ de\ abertura\ por\ linha\ (h)}$	M3 – Embalamento de Massas Registo Manual
Taxa de Avaria por equipamento [%]	$\frac{\sum Tempo\ de\ paragem\ por\ avaria\ por\ equipamento(h)}{\sum Tempo\ de\ abertura\ por\ linha\ (h)}$	M3 – Embalamento de Massas Registo Manual
Quantidade PNC [kg]	*Quantidade de Produto Não Conforme (kg)*	M3 – Embalamento de Massas

7.4.1.2 Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva

O indicador taxa de cumprimento do plano de manutenção preventiva, consiste no número de ações de rotina realizadas face ao número de ações planeadas realizar, em percentagem, Tabela 75. O registo deste indicador é de natureza manual, onde os técnicos de manutenção efetuam o registo de cumprimento das rotinas em folhas de *MSExcel®*, destinadas para o uso. Atualmente, está-se a trabalhar a nível do sistema informático, Infor M3, de modo a ser possível efetuar o registo direto no sistema informático, passando esta a ser a fonte do indicador em estudo.

As ações em análise neste indicador englobam rotinas planeadas de cariz preventivo, das quais fazem parte as seguintes atividades:

- Rotinas de Inspeção, com os equipamentos em funcionamento e com os equipamentos em paragem;
- Rotinas de lubrificação dos equipamentos;
- Rotinas de limpeza técnica dos equipamentos.

Tabela 75 - Indicador taxa de cumprimento do PMP, fórmula de cálculo e origem dos dados na CPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Origem dos dados
Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva	$\frac{\#\ Rotinas\ realizadas}{\#\ Rotinas\ planeadas}$	Registo Manual

Na Cerealis apenas existe registo deste indicador a partir do ano de 2017, podendo ser observada a sua evolução na Figura 165. O objetivo definido para este indicador, tanto no ano de 2017, como 2018, foi de 80%, comum a todas as fábricas em análise. De salientar que a fábrica de bolachas apenas tem dados até abril 2017, devendo-se à sua renovação, estando em curso a elaboração dos novos planos de manutenção preventiva. A fábrica 1 diz respeito à fábrica de massas 1 e à Semolaria. Estas duas zonas encontram-se em análise conjunta, uma vez que são apoiadas pela mesma equipa de manutenção.

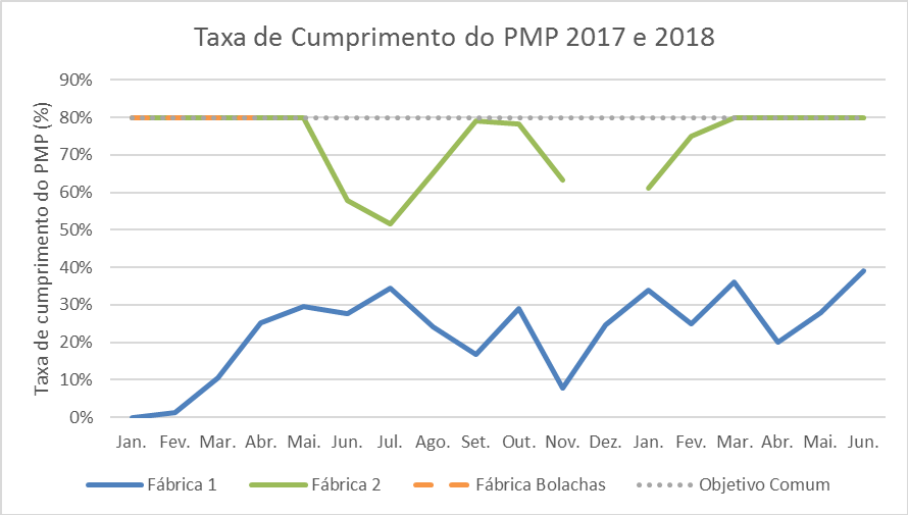


Figura 165 - Evolução da taxa de cumprimento do PMP nos anos de 2017 e 2018 no polo da Maia da CPA por equipa técnica de manutenção

Observando a Figura 165, à exceção da fábrica de bolachas e fábrica 2 (massas 2), que nos meses iniciais e finais em análise apresentam uma taxa de cumprimento em conformidade com o objetivo de 80%, os restantes meses em estudo encontram-se abaixo do objetivo comum.

Sendo que nos meses onde houveram registos, a fábrica de bolachas apresenta uma média de taxa de cumprimento do PMP de 80%, a fábrica 1 de 23% e a fábrica 2 de 74%. O cumprimento do PMP da fábrica 1 apresenta-se 57% abaixo do objetivo estipulado, não havendo um mês em que tenha cumprido esta meta. Após a implementação da revisão do PMP, devem ser tomadas medidas no sentido da responsabilização, atribuindo a responsabilidade de realização das rotinas a técnicos em específico.

Deve ter-se em atenção que o cumprimento do plano de lubrificação se apresenta em média nos 85%, o que implica que os resultados analisados na Figura 165 não traduzem o problema em específico, como abordado na secção 3.2.2.3.

Tendo a conta a Tabela 24 (indicador número 14 e 15), da secção 2.2.6.1.5, é indicado que as melhores práticas mundiais se encontram com taxas de cumprimento do PM sistemática ou condicionada e PM de lubrificação superiores a 90%. Pode-se concluir que a situação da Cerealis

é muito inferior a estes parâmetros, devendo, após a melhoria do indicador em questão com as ações previamente abordadas, ser considerado um ajuste ao objetivo interno de 80% para os 90%, de modo a ir ao encontro das melhores práticas da indústria.

7.4.1.3 Taxa de Manutenção Preventiva vs Taxa de Manutenção Corretiva (Pre vs Cor)

Este indicador avalia o tempo despendido em ações planeadas, denominadas preventivas. Estas incluem ações preventivas (inspeção, lubrificação e limpeza técnica), ações de melhoria (geralmente corretivas) e ações corretivas decorrentes de ações preventivas, comparativamente ao tempo total utilizado em ações de manutenção nos equipamentos, como indicado na Tabela 76.

A fonte deste indicador é, mais uma vez, composta por registos manuais de cumprimento de planos de manutenção e registos de tempos em sistema informático, Infor M3, decorrentes das ordens de trabalho.

Tabela 76 - Indicador taxa de manutenção preventiva vs corretiva, fórmula de cálculo e origem dos dados na CPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Origem dos dados
Pre vs Cor	$\frac{\sum Tempo\ OT\ Melhoria + \sum Tempo\ OT\ Precor + \sum Tempo\ Manut.\ Preventiva}{\sum Tempo\ total\ OT + \sum Tempo\ Manut.\ Preventiva}$	M3 – OT Registo Manual

Na Figura 166, pode-se analisar o indicador no ano de 2017 e 2018 da fábrica 1 (Massas 1 e Semolaria), fábrica 2 (Massas 2) e fábrica das Bolachas, onde em 2017 se estabeleceu um objetivo comum de 30% para as três áreas, e em 2018, 45% para a fábrica 1, 50% para a fábrica da Bolacha e 55% para a fábrica 2. Estes objetivos foram delineados com base nos objetivos e desempenhos de anos anteriores, bem como no investimento e trabalho a ser realizado na área.

A fábrica de Bolachas apresentava no início de 2017 uma média de 75% de manutenção planeada, o que esteve acima do objetivo desse ano. No entanto em 2018 apresenta YTD de 45%, abaixo do objetivo estipulado para ano, de 50%.

A fábrica 1 (Massas 1 e Semolaria) apresentou uma média em 2017 de 42%, acima do objetivo do ano, e em 2018 apresenta 54% YTD, acima dos 45% que dispõe como meta. Apesar de haver uma melhoria de 2017 para 2018, é expectável que esta aumente após a implementação dos PMP que se encontram apresentados na secção 7.

A fábrica 2, em 2017, registou 58% de média do indicador em análise, e em 2018, apresenta 44% YTD. Do primeiro semestre de 2017 para o segundo semestre do mesmo ano, houve um aumento do peso de manutenção planeada de 23%, sendo expectável uma melhoria para o segundo semestre do ano de 2018, à semelhança de 2017. Também a revisão aos PMP da fábrica 2, que se encontra em início de processo, pretende aumentar este indicador.

Tendo em conta a bibliografia da área, demostrada na Tabela 24 (indicadores número 4, 10, 11, 12 e 13), da secção 2.2.6.1.5, é apresentado como melhor prática da indústria para este indicador valores superiores a 90%. Numa fase inicial, a Cerealis deve trabalhar na reformulação

dos seus PMP e, de seguida, rever os objetivos propostos para as diferentes fábricas, de modo a aproximar-se das metas da excelência na indústria.

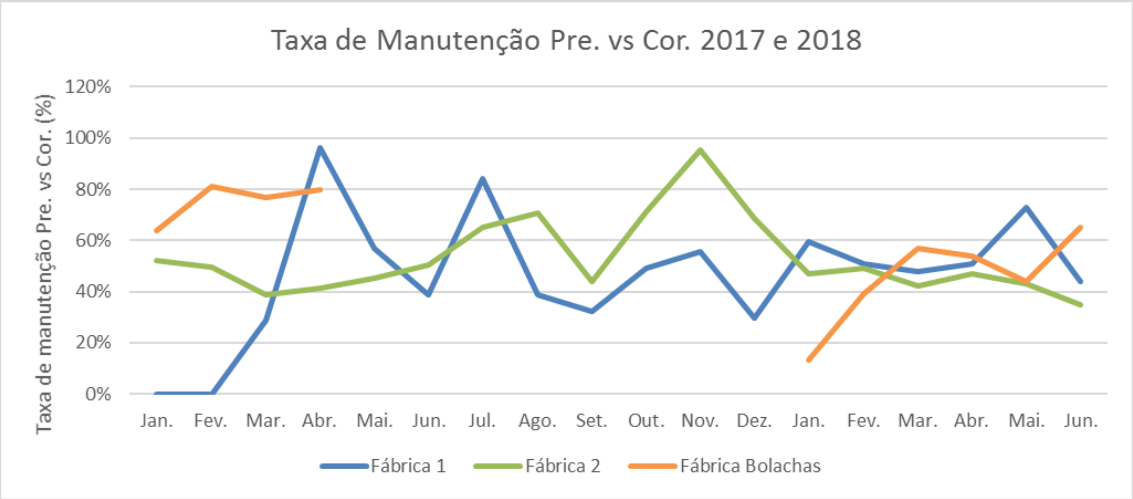


Figura 166 - Evolução da taxa de manutenção preventiva vs corretiva nos anos de 2017 e 2018 no polo da Maia da CPA por equipa técnica de manutenção

7.4.1.4 OEE

Como abordado no capítulo 2.2.6.1.1, o OEE é um indicador utilizado para medir a eficiência global de um sistema produtivo, sendo este composto por três fatores, como pode ser observado na Tabela 77. De salientar que a manutenção tem impacto direto na disponibilidade dos equipamentos, devendo assegurar a maior disponibilidade possível, e assim não contribuir negativamente para o OEE.

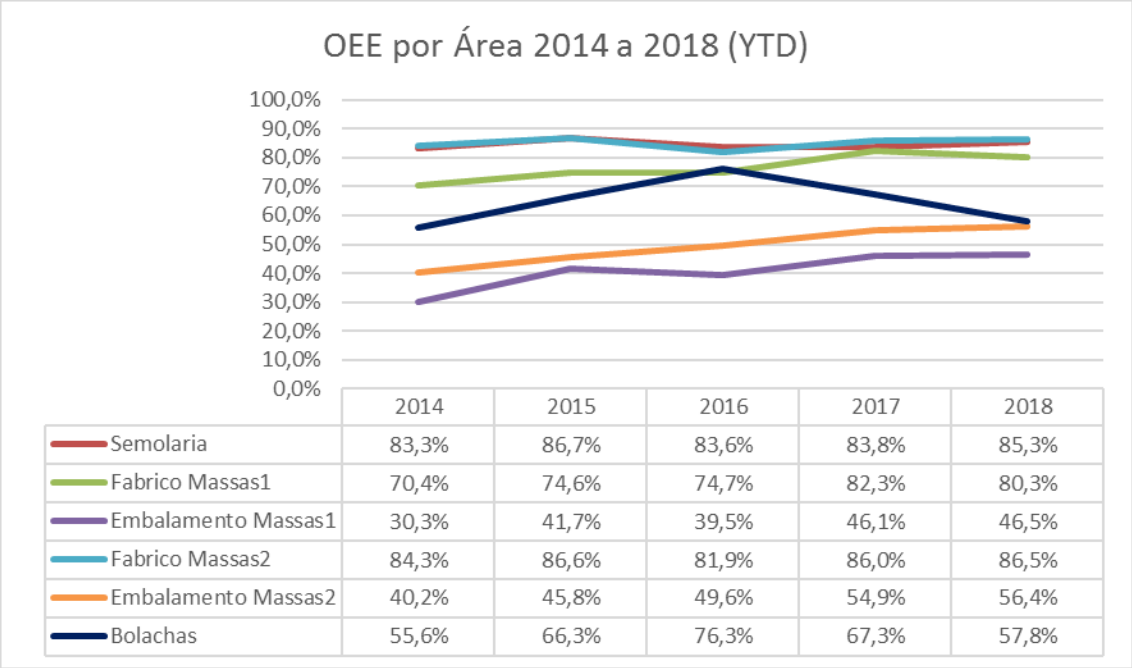
A proveniência dos dados para o cálculo deste indicador são registos manuais e em sistema informático, efetuados pela produção.

Tabela 77 - Indicador OEE, fórmula de cálculo e origem dos dados na CPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Origem dos dados
OEE	$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$	M3 e Registo Manual Mapa semanal de indicadores Base de Dados das áreas de produção

Na Figura 167, pode ser observada a evolução do OEE nas principais áreas de fabrico do polo da Maia da Cerealis. No caso da Semolaria, esta apresenta um OEE com baixa variabilidade, nos cinco anos em análise, sempre superior a 83%, sendo que o YTD de 2018 é 85,3% superior ao objetivo de 83,2% para o ano de 2018. A fábrica da Bolacha é um caso particular, devido à sua renovação em 2017, e o facto do seu OEE ter sofrido várias oscilações ao longo dos anos.

Atualmente, a fábrica encontra-se ainda a ultimar ajustes e ainda em fase de estabilização, apresentando um OEE de 57,8% YTD em 2018, face ao objetivo de 76% para o ano em análise.



	2014	2015	2016	2017	2018
Semolaria	83,3%	86,7%	83,6%	83,8%	85,3%
Fabrico Massas1	70,4%	74,6%	74,7%	82,3%	80,3%
Embalamento Massas1	30,3%	41,7%	39,5%	46,1%	46,5%
Fabrico Massas2	84,3%	86,6%	81,9%	86,0%	86,5%
Embalamento Massas2	40,2%	45,8%	49,6%	54,9%	56,4%
Bolachas	55,6%	66,3%	76,3%	67,3%	57,8%

Figura 167 - Evolução do indicador OEE de 2014 a 2018 (YTD) nas fábricas/áreas do polo da Maia na CPA

Para o caso das fábricas das massas, podemos identificar diferenças semelhantes entre a área de fabrico e de embalamento, onde existem diferenças significativas a nível de OEE. Desde 2014 o OEE do fabrico de massas tem vindo a melhorar progressivamente, à exceção de 2018 (YTD) para o fabrico de massas 1, registando no corrente ano 80,3% para o fabrico de massas 1 e 86,5% para o fabrico de massas 2. Tal pode ser explicado pelo facto dos equipamentos da fábrica 2 serem mais recentes, e pela elevada variedade de massas produzidas pela fábrica 1, que acarreta várias operações adicionais.

O caso do embalamento de massas é semelhante ao fabrico, onde geralmente o indicador evolui ao longo dos anos positivamente, registando em 2018 (YTD) no embalamento de massas 1, 46,5%, e no embalamento de massas 2, 56,4%. Esta área contém equipamentos bastante mais complexos e bastantes mais operações, o que implica um indicador de disponibilidade e desempenho inferior a outras áreas da fábrica. A diferença entre as duas áreas de embalamento pode também ser explicada pelos equipamentos mais recentes, e menor variabilidade dos produtos na fábrica 2, face à fábrica de massas 1.

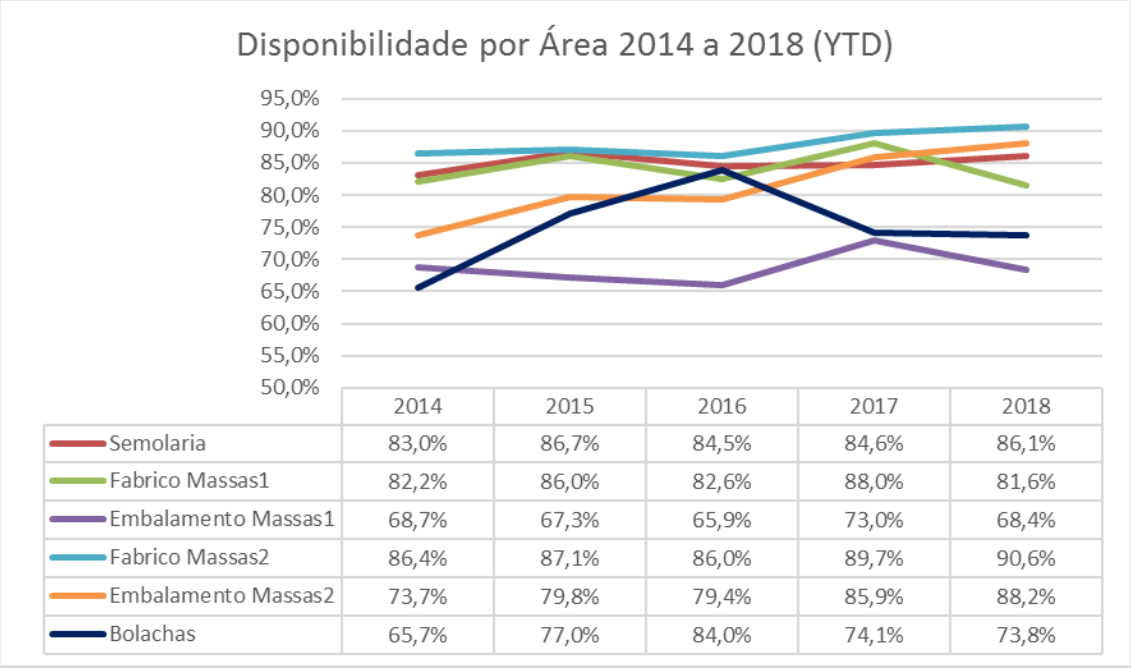
Na secção 2.2.6.1.1, é apresentado como valor de melhor prática na indústria para o OEE 85%. No entanto, é necessário compreender que este indicador depende de vários fatores e deve estar adaptado à realidade existente nas fábricas. Deste modo, a CPA definiu para 2018 os seguintes objetivos: Semolaria, 83,2%; Fabrico massas 1, 80,0%; Embalamento massas 1, 50,0%; Fabrico massas 2, 89,0%; Embalamento massas 1, 56,0%; Fábrica de bolachas, 76%.

Existindo algumas áreas como a Semolaria e fabrico de massas 2 que atualmente (2018 YTD) apresentam valores superiores aos 85%, as restantes áreas apresentam valores bastante inferiores a este parâmetro mundial.

7.4.1.4.1 Fator Disponibilidade

O fator disponibilidade, um dos três fatores que compõe o OEE, é aquele sobre o qual a manutenção tem o maior impacto. Assim sendo, torna-se pertinente analisá-lo em detalhe, Figura 168. A disponibilidade das áreas segue uma lógica similar ao OEE, onde se destacam negativamente os valores da disponibilidade do embalamento de massas 1 e da fábrica de bolachas. Os valores da fábrica de bolachas podem ser explicados com o elevado número de ajustes que os equipamentos ainda sofrem a cada mudança de formato. O caso do embalamento de massas 1, tendo em conta as ações descritas ao longo desta dissertação e outros investimentos realizados na área, é expectável que se verifique uma melhoria, pelo menos no que toca à disponibilidade, que cabe à manutenção controlar.

A melhor prática indicada na secção 2.2.6.1.1, é de 90%, sendo que à exceção das duas áreas anteriormente destacadas, as restantes fábricas/áreas encontram-se bastante próximas desta referência da *World Class Manufacturing* (WCM).



	2014	2015	2016	2017	2018
Semolaria	83,0%	86,7%	84,5%	84,6%	86,1%
Fabrico Massas1	82,2%	86,0%	82,6%	88,0%	81,6%
Embalamento Massas1	68,7%	67,3%	65,9%	73,0%	68,4%
Fabrico Massas2	86,4%	87,1%	86,0%	89,7%	90,6%
Embalamento Massas2	73,7%	79,8%	79,4%	85,9%	88,2%
Bolachas	65,7%	77,0%	84,0%	74,1%	73,8%

Figura 168 - Evolução do fator Disponibilidade de 2014 a 2018 (YTD) nas fábricas/áreas do polo da Maia na CPA

7.4.2 Novos Indicadores Implementados

Após o desenvolvimento da hierarquia de ativos e o devido registo do tempo e materiais utilizados em cada OT, foi possível efetuar um melhor controlo financeiro, implementando indicadores de análise de custos, a seguir analisados.

7.4.2.1 Indicadores Financeiros (Implementados)

Antes da realização da hierarquia de ativos, o controlo de orçamento era efetuado com base num valor anual face aos gastos totais em manutenção realizados até à data. Apesar de ser um

método convencional, não era intuitivo e não dava a possibilidade de rastrear custos por origem, área, linha ou equipamento.

Após a realização da hierarquia de ativos, passou a ser possível registar OTs até ao componente de cada equipamento, ao qual estão associados tempos despendidos em mão de obra, materiais e peças suplentes utilizadas, custos externos envolvidos e outras despesas associadas à reparação e conservação do ativo. Este registo possibilita retirar um conjunto de indicadores que podem ser utilizados para efetuar várias análises financeiras.

Na Figura 169 (à direita), é possível analisar o *top* 5 de equipamentos com custos mais elevados no mês em análise. No mês 6 (junho), o equipamento que apresentou maior custo foi o conjunto de equipamentos da linha de paletização do embalamento, com 2211€. Também na Figura 169 (à esquerda) está disponível o custo desde o início do ano até ao mês em questão (YTD), por linha, sendo este custo constituído pela soma dos gastos realizados nos equipamentos da respetiva linha. Neste caso em particular, a área em análise é o embalamento de massas 1, onde o maior custo por linha foi registado nos equipamentos da linha Auxiliar, com um total de 12438,12€. Estes custos são constituídos por material, peças suplentes ou compras utilizadas na reparação dos equipamentos, e por fornecimentos e serviços externos (FSE) dedicados ao ativo.

Somando os custos das diferentes linhas por zona, é possível obter os custos por área e subsequentemente, por fábrica. Totalizando os custos das diferentes áreas, chega-se aos custos totais em "Conservação, reparação de equipamentos". Na Figura 170, pode-se observar os custos mensais, diferenciados em FSE, fornecimentos e serviços externos, como o nome indica, tanto mão-de-obra como materiais, e armazenamento, peças suplentes em inventário utilizadas, face ao orçamento estipulado.

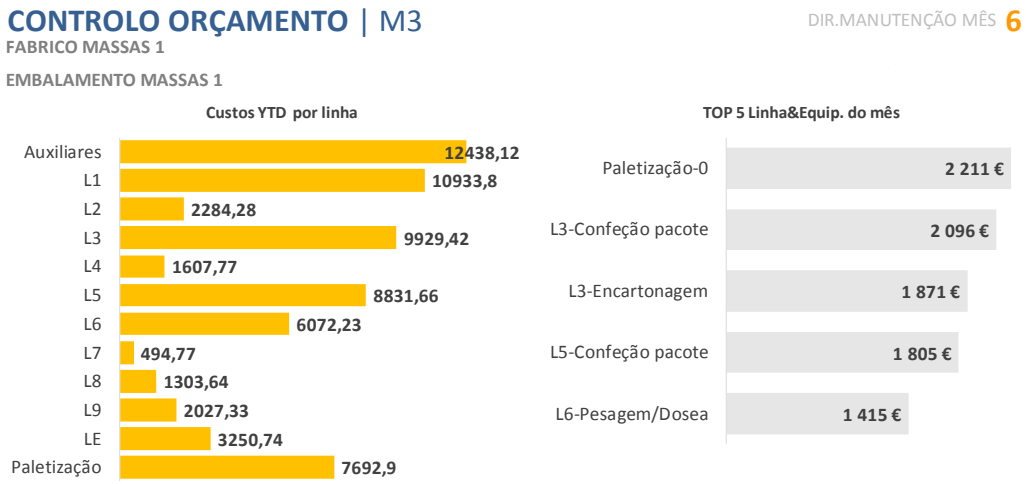


Figura 169 - Controlo de Orçamento, fonte Infor M3, do embalamento de massas 1, custos YTD por linha (à esquerda) e top 5 de custos por equipamento e referida linha (à direita)

Este indicador é obtido no início do mês seguinte.

Como se pode observar, já existem registos incompletos para o mês 7 (julho), e os registos de armazenamento interno para o mês 6 ainda não estão fechados, por isso não são apresentados no gráfico em questão. No entanto, para o mês 5 (maio) no total da CPA (Fábrica da Maia e Trofa), foram gastos 169502,59€ em FSE e 43555,23€ em Armazenamento interno.

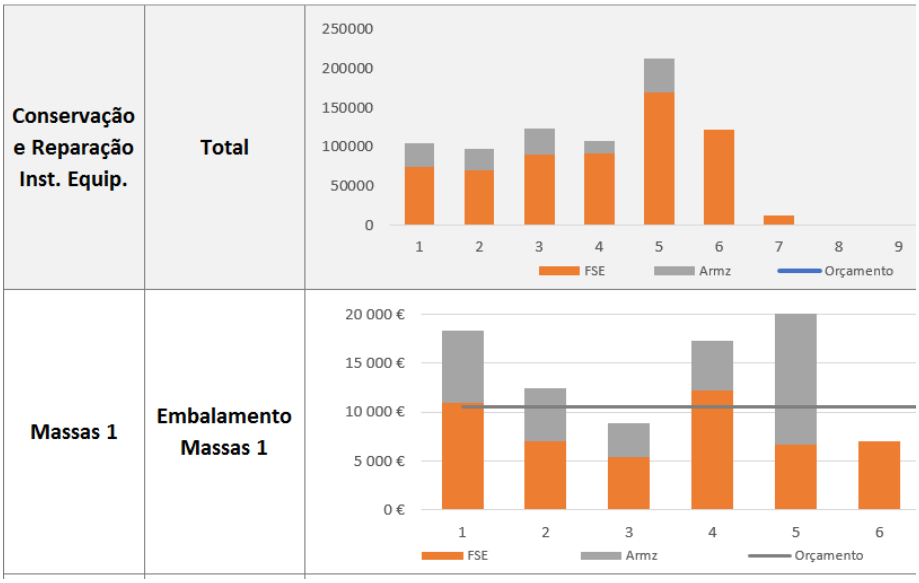


Figura 170 - Custos de conservação e reparação nos meses de 2018, totais e do embalamento de massas 1 da CPA

Por fim, através do somatório do total de custos em "Conservação, reparação de equipamentos" com outros custos inerentes ao departamento de manutenção como custos administrativos, materiais, equipamentos de proteção e outros, obtém-se os custos totais finais, denominados de custos da "Direção da Manutenção". No mês de junho, obteve-se um total de custos acumulados da direção de manutenção de 853502,06€, onde os custos em "Conservação, reparação de equipamentos" representaram 809423,48€. O orçamento planeado acumulado para este mês era 747183,76€. Assim, pode-se concluir que no mês em análise, os custos totais até ao momento encontram-se 106318,3€ acima do orçamentado, devendo ser delineadas estratégia para o ajuste deste desvio, Figura 171.

O orçamento anual acumulado para a manutenção da CPA é de 1494522,52€.

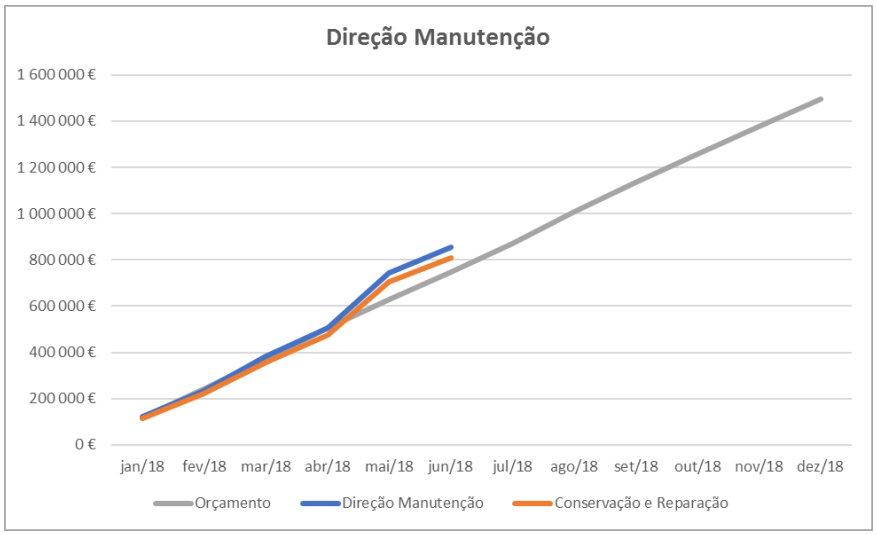


Figura 171 - Custo e orçamento anual para o departamento de manutenção da CPA (2018)

7.4.3 Conclusões da Análise dos Indicadores da Manutenção da CPA

De uma forma geral, os indicadores encontram-se bastante desenvolvidos pelas várias áreas da manutenção da CPA, efetuando-se análises bastante detalhadas em diferentes momentos.

Quanto aos indicadores operacionais, foi identificada a oportunidade de explorar os indicadores MTBF e MTTR. O MTBF traduz o tempo médio entre falhas e o MTTR o tempo médio necessário para a reparação de uma falha. Estes dois indicadores podem ser utilizados para completar a análise da taxa de avaria (indisponibilidade), permitindo: comparar tempos médios entre falhas para equipamentos semelhantes de linhas ou fábricas diferentes; efetuar uma análise de desempenho em momentos ou com equipas operacionais diferentes; avaliar a eficiência dos diferentes técnicos de manutenção que respondem a avarias semelhantes (duração); obter dados dos equipamentos mais complexos a nível de manutibilidade na fábrica (MTTR superiores) e avaliar impactos de alterações nos equipamentos ou áreas face a número e duração das avarias. Deste modo, estes indicadores poderiam auxiliar a tomada de decisão, tanto da equipa técnica como da equipa de gestão, estando a ser avaliada a sua viabilidade de aplicação na CPA.

Para além dos indicadores e áreas já abordadas, foi identifica pela gestão da manutenção a necessidade de desenvolver e aplicar um indicador que traduza o desempenho do armazém de peças suplentes, com o objetivo de avaliar se este cumpre os seus objetivos e se está a contribuir positivamente ou negativamente para o tempo de resposta da manutenção (refletido na taxa de avaria).

Face ao projeto descrito e fases implementada ao longo desta dissertação, apesar dos resultados serem expectáveis a longo prazo, ou seja, período de um a dois anos após a implementação, pode-se assumir que muitos dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto têm contribuído positivamente para a diminuição da taxa de avaria que se tem verificado na CPA.

Quanto a resultados diretos da implementação do projeto apresentado, espera-se que o primeiro impacto a nível de indicadores seja observado na taxa de cumprimento do PMP, que após o ajuste do PMP e responsabilização da equipa, é expectável que cumpra o objetivo anual da CPA. Por consequência, é expectável o aumento da taxa de manutenção preventiva vs taxa de manutenção corretiva. Uma vez que o aumento do cumprimento do PMP terá influência direta e gradualmente, está prevista uma diminuição das necessidades corretivas de emergência (atividades não planeadas). Após um período de amadurecimento dos processos implementados, é previsível verificar uma redução mais acentuada na taxa de avaria e, por consequência um aumento de disponibilidade refletida, ainda que ligeiramente, no OEE.

Relativamente aos indicadores financeiros, à medida que os novos planos de inspeção são implementados, é esperado um aumento de custos registados na área em questão, a curto prazo, pois serão identificados vários problemas e situações de risco. No entanto, a médio e longo prazo, este investimento é expectável que se reflita numa diminuição global de custos e, sobretudo, numa distribuição temporal mais estável, evitando elevada concentração de custos em paragens semestrais.

CONCLUSÕES

8.1 Conclusões

8.2 Proposta de Trabalhos Futuros

8 CONCLUSÕES

8.1 Conclusões

Com o culminar do estágio e correspondente projeto, foram evidentes não só os resultados obtidos a nível organizacional, mas também os efeitos e aprendizagens desenvolvidos a nível pessoal pelo estudante.

Conforme os objetivos organizacionais, definidos no início do projeto, pode-se sintetizar os principais contributos para a empresa na Tabela 78.

Tabela 78 - Objetivos, soluções e estado das ações implementadas ao longo do projeto (estado verde significa implementado e estado amarelo em desenvolvimento)

Objetivo	Solução	Estado
Desenvolver uma ferramenta integrada no ERP (Enterprise Resource Planning) e material capaz de auxiliar os processos e ações diárias de manutenção.	Árvore de Equipamentos operacional no ERP, com desenvolvimento de várias funções (em curso).	☑ ☑
Gerar uma base de dados completa, com uma recolha simples e assertiva, apta para auxiliar os processos de gestão da manutenção.	Recolha de dados diretamente do ERP, associado aos códigos de equipamentos da Árvore de Equipamentos.	☑
Estabelecer uma criticidade dos equipamentos em função da sua importância para o processo produtivo, segundo critérios específicos e transversais a vários departamentos.	Desenvolvimento e aplicação de um método customizado de classificação da criticidade dos ativos, mediante a sua importância para o processo produtivo.	☑
Estudo da criticidade dos equipamentos e correspondente análise.	Definição de estratégias de abordagem dos ativos, em função da sua criticidade.	☑
Adequação dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) dos equipamentos à criticidade estabelecida.	Revisão dos PMP em função da criticidade dos equipamentos.	☑
Desenvolver indicadores financeiros, de modo a auxiliar o controlo do orçamento.	Desenvolvimento de indicadores financeiros, a partir de dados registados e associados à Árvore de equipamentos.	☑

Ao longo do Desenvolvimento foram realizadas conclusões detalhas, complementadas por análises quantitativas das várias fases do projeto desenvolvido. Nas Tabela 79 e Tabela 80 encontram-se sintetizadas as principais soluções e estados de implementação.

Tabela 79 - Estado de implementação e conclusões do trabalho realizado (parte 1)

Proposta/Solução	Estado de implementação
Hierarquia de equipamentos (Árvore de Equipamentos)	• Aplicação Árvore de Equipamentos funcional para as quatro fábricas do polo da Maia, no Infor M3 (ERP); • Inventariados e codificados 638 equipamentos e 14120 componentes; • Integração da aplicação com o módulo de OT (Ordens de Trabalho), que possibilitou obter dados mais precisos e prontamente; • Obtenção de uma base de dados bastante "rica" e com várias utilizações; • Estabelecidas as bases e iniciado o processo de associação dos componentes, na Árvore de Equipamentos, à sua posição em armazém de peças suplentes; • Estabelecidas as bases para a agregação das fichas técnicas dos equipamentos e componentes à Árvore de Equipamentos. • Desenvolvimento de um fluxograma do processo de atualização da Árvore de Equipamentos; • Desenvolvimento de indicadores de controlo financeiro, tendo por base os registos e dados obtido da Árvore de Equipamentos em Infor M3.
Classificação da Criticidade dos equipamentos	• Classificação da criticidade dos equipamentos das quatro fábricas do polo da Maia, mediante a sua importância para o processo produtivo; • Estudo e análise crítica dos resultados obtidos (Classe A – 16,1%; Classe B – 46,9%; Classe C – 37,0%); • Implementação da classificação da criticidade nas aplicações do Infor M3; • Base de dados detalhada com a classificação da criticidade dos vários parâmetros de importância para o processo produtivo, para cada equipamento.
Definição de uma estratégia de abordagem dos ativos mediante a criticidade	• Estratégia de gestão multifacetada (idealização) a aplicar às três classes de ativos (A, B e C) das quatro fábricas do polo da Maia;
Aplicação de uma estratégia RCM aos ativos da classe de criticidade A	• Estudo detalhado de 64 equipamentos de criticidade A da fábrica de massas 1 e Semolaria, através da análise FMEA assistida de uma lógica RCM; • Efeito de aprendizagem dos colaboradores envolvidos; • Análise crítica dos resultados obtidos (ações e índices); Base de dados com as seguintes listas e devida aplicação: • Ações e procedimentos propostos à produção; • Ações pontuais (corretivas) e casos de estudo propostos à manutenção; • Ações para a revisão dos PMP (Planos de Manutenção Preventiva).

Tabela 80 - Estado de implementação e conclusões do trabalho realizado (parte 2)

Proposta/Solução	Estado de implementação
Revisão dos PMP	• Revisão dos PMP dos equipamentos do embalamento da fábrica de massas 1 (concluído) e Semolaria (em desenvolvimento); • Estabelecidos processos para revisão e desenvolvimento de PMP para ativos de classes de criticidade distintas; • Desenvolvimento de um fluxograma de processo de inspeções definido; • Implementação e validação de rotinas de inspeção resultantes dos novos PMP; PMP dos equipamentos de criticidade A totalmente revistos e realizado um estudo, onde: • Diminuição de 201,6 hh/ano dedicados aos PMP do embalamento da fábrica de massas 1; • Incremento de 187,3 hh/ano dedicados aos PMP da Semolaria, onde foram estabelecidos PMP de raiz para oito equipamentos de criticidade A; • Diminuição do tempo dedicado a limpezas técnicas (fábrica de massas 1) por parte da manutenção em 77,1%.

Em todas as fases do projeto desenvolvido, o trabalho em grupo demonstrou ser fundamental para a qualidade e viabilidade dos resultados obtidos. Tanto a hierarquia dos ativos com estabelecimento da Árvore de Equipamentos, como a classificação da criticidade destes, revelaram-se muito importantes para a estruturação dos processos de gestão da manutenção. A estratégia de manutenção com base em fiabilidade (RCM) aplicada aos ativos de criticidade A, apresentou-se como uma técnica dinâmica, tendo evidenciado ser uma ferramenta estruturada capaz de produzir análises com elevado detalhe.

No final da dissertação, foram identificados e analisados os indicadores de desempenho utilizados na CPA, nos quais seriam expectáveis obter melhorias. Comparando-se igual período de 2017 e 2018 (janeiro a junho) para a CPA Maia, destaca-se essencialmente uma diminuição de 0,73% da taxa de avaria, resultado de um investimento contínuo na atividade de manutenção. Espera-se que após a aplicação total dos novos PMP e ações sugeridas, esta melhoria se acentue e, essencialmente, haja uma evolução significativa na taxa de cumprimento dos PMP e na taxa de manutenção preventiva. Os resultados decorrentes da estratégia RCM, como referido anteriormente não são imediatos, esperando-se resultados graduais que contribuam efetivamente para o cumprimento dos objetivos organizacionais da CPA para 2019.

Para além dos benefícios obtidos pela empresa o estagiário teve também alguns proveitos a nível pessoal e profissional, onde se destacam:

- Consolidação dos conhecimentos teóricos e aplicação prática dos mesmos;
- Contacto com uma organização industrial, num setor com elevada regulamentação;
- Desenvolvimento de capacidades de trabalho em equipa, resolução de problemas e definição de planos estratégicos;
- Aquisição de competências a nível de disciplina (prazos bem definidos) e apresentação/demonstração de resultados à direção;
- Contrato de trabalho com a Cerealis – Produtos Alimentares, S.A..

8.2 Proposta de Trabalhos Futuros

Com a concretização dos objetivos propostos, foram despoletadas outras necessidades, as quais são essenciais para manter o bom funcionamento e o material desenvolvido em condições de trabalho. Grande parte das ações prendem-se com a necessidade contínua de atualização das ferramentas e elementos produzidos. Na Tabela 81, encontram-se algumas destas necessidades, identificação dos trabalhos ainda em desenvolvimento e sugestões de novos projetos.

Tabela 81 - Necessidade e sugestões de melhoria futuras

Proposta/Solução	Sugestões de preservação/melhoria
Hierarquia de equipamentos (Árvore de Equipamentos)	• Assegurar a realização da hierarquia para equipamentos novos; • Atualização contínua da árvore de equipamentos; • Desenvolvimento de projetos de estudo fundamentados na base de dados obtida; • Seguimento do processo de associação dos componentes, na Árvore de Equipamentos, à sua posição em armazém de peças suplentes; • Seguimento da agregação das fichas técnicas dos equipamentos à Árvore de Equipamentos. • Terminar etiquetagem dos equipamentos com os novos códigos.
Classificação da Criticidade dos equipamentos	• Assegurar a classificação de novo ativos; • Sempre que necessário rever a criticidade imposta; • Cumprir a revisão planeada para a classificação da criticidade dos ativos da fábrica da bolacha (período planeado de um ano); • Avaliar as vantagens de efetuar a classificação da criticidade dos sistemas dos equipamentos (inicialmente dos ativos com criticidade A).
Definição de uma estratégia de abordagem dos ativos mediante a criticidade	• Dar seguimento às ações estabelecidas inicialmente na estratégia; • Atualizar e adaptar a estratégia mediante a situação atual e objetivos futuros da CPA; • Continuação do desenvolvimento de um projeto de revisão das peças suplentes em inventário, dos equipamentos segundo a sua criticidade.
Aplicação de uma estratégia RCM aos ativos da classe de criticidade A	• Continuação do desenvolvimento das ações pontuais e casos de estudo sugeridos à manutenção; • Acompanhar e assegurar o cumprimento das ações sugeridas à produção; • Integração das ações de rotina sugeridas nos PMP que ainda não foram revistos; • Utilização da informação presente na BD-FMEA, quando estudado em detalhe um ativo de criticidade A.
Revisão dos PMP	• Efetuar a revisão dos PMP das restantes áreas e fábricas; • Desenvolver a aplicação, em Infor M3, capaz de apoiar todo o processo antes e após as atividades do PMP, especialmente as rotinas de inspeção; • Efetuar um estudo global das alterações sofridas nos PMP; • Investir na responsabilização e delegação de tarefas para assegurar os níveis objetivo de cumprimento do PMP.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

9.1 Bibliografia

9 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

9.1 Bibliografia

[1] ENEI, "EIXO 4: RECURSOS NATURAIS E AMBIENTE - Agro-alimentar," in *Ciclo de Jornadas de Reflexão Estratégica - Estratégia Nacional de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente*, Lisboa, 2013, Lisboa: Estratégia Nacional de Especialização Inteligente, 2013.

[2] Euromonitor. (2018, 21/05/2018). *GLOBAL INDUSTRY OUTLOOK REPORT 2018*. Available: https://www.gulfood.com/__media/libraries/brochures/Gulfood-Global-Industry-Outlook-Report-2018.pdf

[3] FoodDrinkEurope. (2017, 24/05/2018). *DATA & TRENDS EU FOOD AND DRINK INDUSTRY 2017*. Available: http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/DataandTrends_Report_2017.pdf

[4] Alberto, "Setor Agroalimentar Em Portugal: Construção das Vantagens

Competitivas," in *VI Congresso de Estudos Rurais*, Lisboa, 2015: Instituto de Ciências Sociais.

[5] N. Netto. (2014, 23/05/2018). *A importância da IAA para o crescimento da economia - Ambição 2020 – na rota do crescimento*. Available: https://www.fipa.pt/uploads/fotos_artigos/files/Ambicao2020(1).pdf

[6] FIPA. (2018, 23/05/2018). *Estatísticas: DADOS MACROECONÓMICOS*. Available: https://www.fipa.pt/estatisticas/dados-macroeconomicos-industria-alimentar

[7] L. Magalhães. (2012, 23/05/2018). *Enquadramento macroeconómico da indústria Agro-Alimentar em Portugal*. Available: http://www.anilact.pt/documentos/deloitte001.pdf

[8] INE, I. N. d. Estatística, Ed. *Estatísticas da Produção Industrial 2016*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, 2017. ISBN: 978-989-25-0409-4

[9] A. Sá. (2017, 23/05/2018). *Crédito y Caución prevê crescimento de 1,8% em 2017 no agro-alimentar português*. Available: http://agriculturaemar.com/credito-y-caucion-preve-crescimento-18-2017-no-agro-alimentar-portugues/

[10] INE, I. N. d. Estatística, Ed. *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev.3*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, 2007. ISBN: 978-972-673-919-7

[11] OCDE, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*. 2016. ISBN: 9789264253230

[12] INE, *Balança Alimentar Portuguesa 2012-2016*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, 2017. ISBN: 978-989-25-0389-9

[13] R. International, "Section 9.9.1 Grain Elevators and Grain Processing Plants - Final Report," in "Emission Factor Documentation for AP-42," EPA, United States of America2003, Available: https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/.

[14] INE, I. N. d. Estatística, Ed. *Classificação Portuguesa do Consumo Individual por Objectivo 2009*. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, 2010. ISBN: 978-989-25-0011-9

[15] H. Real, M. Barbosa, and T. Carvalho, *Massas alimentícias, uma abordagem técnica e científica*. Portugal: APN, 2014. ISBN: 978-989-8631-17-6

[16] A.A.C. (2010). *Consumer Trends - Pasta Market in the EU27*. Available: https://www.gov.mb.ca/agriculture/market-prices-and-statistics/trade-statistics/pubs/eu_pasta_consumer_trends_en.pdf

[17] J. Skelly, "ASSESSING THE EVOLUTION AND OPPORTUNITIES OF PASTA AROUND THE WORLD," in *WORLD PASTA DAY AND CONGRESS 2016*, MOSCOW, 2016: EUROMONITOR INTERNATIONAL.

[18] I. Fehér and N. Németh, "Analysis of the Situation and Competitiveness of Hungarian Pasta Industry (based on Porter's model)," in *MANAGEMENT, ENTERPRISE AND BENCHMARKING IN THE 21ST CENTURY -"Global challenges, local answers"*, I. T. Ph.D., Ed. Budapest: Óbuda University, 2017, p. 11. ISBN 978 963 449 027 2

[19] I.P.O. (2017, 20/05/2018). *The World Pasta Industry in Figures* Available: http://www.pastaforall.info/wordpress/wp-content/uploads/2017/05/PASTA_FIGURES.pdf

[20] J. Koerten, "THE STATE OF THE PASTA INDUSTRY: GLOBAL TRENDS AND PROSPECTS " in *WORLD PASTA DAY 2012* 2012: EUROMONITOR INTERNACIONAL.

[21] Buhler. (2018, 15/05/2018). *Durum Wheat Milling*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat-milling.htm

[22] Buhler. (2018, 15/05/2018). *Innovative solutions and technologies for the grain milling industry.* Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/downloads/Flyer_Industrial_Milling_TL_EN.pdf

[23] A. Landi, "Durum Wheat, semolina and pasta quality characteristics for an Italian food company," in *Durum wheat quality in the Mediterranean region*, vol. 22, N. Di Fonzo, F. Kaan, and M. Nachit, Eds. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens: Zaragoza : CIHEAM, 1995, pp. 33-42.

[24] N. Di Fonzo, F. Kaan, and M. Nachit, "Durum wheat quality in the Mediterranean region," presented at the Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, 1995. Available: http://om.ciheam.org/om/pdf/a22/a22.pdf

[25] "Contents A2 - Mobley, R. Keith," in *An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition)*Burlington: Butterworth-Heinemann, 2002, pp. v-xii. 978-0-7506-7531-4

[26] Sefar. (2017, 19/05/2018). *Moagem - Process Filtration*. Available: https://www.sefar.com/data/docs/pt/1086/FS-PDF-IF-Food-Beverages-L3-Flour-milling-PT.pdf

[27] Buhler. (2018, 2018). *Intake, Pre-Cleaning & Storage*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat/intake-pre-cleaning-storage.htm?s=0

[28] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Cleaning & Conditioning*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat/cleaning-conditioning.htm?s=1

[29] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Pearling*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat-milling/pearling.htm?s=

[30] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Milling*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat/milling.htm?s=3

[31] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Bagging & Load Out*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat/bagging-load-out.htm?s=4

[32] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Supporting Elements & Accessories*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/commodity-food/wheat-grain/durum-wheat/supporting-elements-accessories.htm?s=5

[33] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Bühler at the 2018 IAOM Annual Conference*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/about-buehler/events/iaom-2018.htm#.Wv1gBqQvzIU

[34] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Durum Wheat Sorting*. Available: http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/process-technologies/optical-sorting/grain-sorting/durum-wheat.htm#.Wv1bB6QvzIU
[35] Buhler. (2018, 19/05/2018). *Short-Goods Pasta*. Available: http://www.buhlergroup.com/global/en/industry-solutions/processed-food/pasta/short-goods-pasta.htm
[36] Ciemme. (2018, 19/05/2018). *AI50E - Cartoning machines with intermittent motion.* Available: http://www.ciemme-packaging.com/eng/ai50e.html
[37] Kelpa. (2018, 19/05/2018). *KELLERMEIER SILO COMPARTMENTS*. Available: http://www.kelpa.com/en/Products/Storage-Systems/Silo-Compartments.html
[38] Mecalux. (2018, 19/05/2018). *Estantes paletização convencional*. Available: https://www.mecalux.pt/estantes-paletizacao/estantes-paletizacao-convencional
[39] Pavan. (2018, 19/05/2018). *SPC - Multihead Weighers*. Available: http://pavan.com/en/node/87
[40] Pavan. (2018, 19/05/2018). *SVMC-1/SDFQ - Continuous motion vertical packaging unit*. Available: http://pavan.com/en/node/175
[41] S. Spice. (2018, 19/05/2018). *Tomato Powder*. Available: https://www.savoryspiceshop.com/extracts/tompdr.html
[42] A. Freier, "Pasta Processing: Pasta production," *New Food magazine,* no. Issue 6 2013, 2013 2013.
[43] MRI, "Section 9.9.5 Pasta Manufacturing - Final Report," in "Emission Factor Documentation for AP-42," EPA, United States of America1995, Available: https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/.
[44] T. Czaja, E. Kuzawińska, A. Sobota, and R. Szostak, "Determining moisture content in pasta by vibrational spectroscopy," *Talanta,* vol. 178, pp. 294-298, 2018/02/01/ 2018.
[45] BOL. (2016, 19/05/2018). *Você sabe como é feito o macarrão? Confira o processo de fabricação da massa*. Available: https://noticias.bol.uol.com.br/ultimas-noticias/economia/2016/02/01/voce-sabe-como-e-feito-o-macarrao-confira-o-processo-de-fabricacao-da-massa.htm
[46] B. Insider. (2015, 19/05/2018). *How huge sheets of pasta become tiny and delicious noodles*. Available: http://www.businessinsider.com/how-pasta-is-made-2015-12
[47] pastaZARA. (2014, 19/05/2018). *How our pasta is made*. Available: http://www.pastazara.it/en/production/
[48] W. J. Pilsak. (2018, 19/05/2018). *Água potável*. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua_pot%C3%A1vel
[49] *EN 13306:2010*, 2010.
[50] P. Muchiri, L. Pintelon, L. Gelders, and H. Martin, "Development of maintenance function performance measurement framework and indicators," *International Journal of Production Economics,* vol. 131, no. 1, pp. 295-302, 2011/05/01/ 2011.
[51] R. K. Mobley, *An Introduction to Predictive Maintenance*. Elsevier Science, 2002. ISBN: 9780080478692
[52] S. O. Duffuaa and A. Raouf, *Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis*. Springer International Publishing, 2015. ISBN: 9783319198033
[53] J. Moubray, *Reliability-centered maintenance*. 1997. ISBN: 9780831131463
[54] A. KARDEC and J. NASCIF, *Manutençao - Funçao Estrategica*. São Paulo: QUALITYMARK, 2001. ISBN: 9788573033236
[55] F. D. Amaral, *Gestão da Manutenção na Indústria*. LIDEL, 2016. ISBN: 9789897521515
[56] P. Guariente, I. Antoniolli, L. P. Ferreira, T. Pereira, and F. J. G. Silva, "Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer," *Procedia Manufacturing,* vol. 13, pp. 1128-1134, 2017/01/01/ 2017.

[57] A. Conceição, "*Manutenção Baseada na Condição na Tabaqueira, E.I.T*," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.
[58] A. C. Márquez, *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer London, 2007. ISBN: 9781846288210
[59] R. Gulati, *Maintenance and Reliability Best Practices*, Second Edition ed. Industrial Press, 2013. ISBN: 9780831134341
[60] S. Vilarinho, I. Lopes, and J. A. Oliveira, "Preventive Maintenance Decisions through Maintenance Optimization Models: A Case Study," *Procedia Manufacturing,* vol. 11, pp. 1170-1177, 2017/01/01/ 2017.
[61] M. Brito, *Manual Pedagógico PRONACI*

Manutenção. Associação Empresarial de Portugal. . Eurisko, 2003. ISBN: 972-8702-12-4
[62] T. Wireman, *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. Industrial Press, 2004. ISBN: 9780831131685
[63] F. S. Nowlan and H. Heap, "Reliability-centered Maintenance," National Technical Information Service, USA Department of Commerce1978, Available: https://www.maintenance.org/fileSendAction/fcType/0/fcOid/399590942963794131/filePointer/39959094296479471 9/fodoid/39959094296479471 7/Pages_from_RCMOrig.pdf.
[64] N. Cotaina *et al.*, "STUDY OF EXISTING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) APPROACHES USED IN DIFFERENT INDUSTRIES," Universidad Politécnica de Madrid2000, Available: http://homepages.laas.fr/kader/rcm2.pdf.
[65] M. Ben-Daya, A. Raouf, J. Knezevic, D. Ait-Kadi, and S. O. Duffuaa, *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. 2009. ISBN: 9781848824713
[66] F. Piechnicki, E. Loures, and E. Santos, "A Conceptual Framework of Knowledge Conciliation to Decision Making Support in RCM Deployment," *Procedia Manufacturing,* vol. 11, pp. 1135-1144, 2017/01/01/ 2017.
[67] J. D. Campbell and A. K. S. Jardine, *Maintenance excellence : optimizing equipment life-cycle decisions*. New York: Dekker, 2001. 0824704975 9780824704971
[68] Y. Tang, Q. Liu, J. Jing, Y. Yang, and Z. Zou, "A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance," *Energy,* vol. 118, pp. 1295-1303, 2017/01/01/ 2017.
[69] R. Manzini, A. Regattieri, H. Pham, and E. Ferrari, *Maintenance for Industrial Systems*. Springer London, 2009. ISBN: 9781848825758
[70] Weibull. (2016, 01/05/2018). *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (FMECA)*. Available: http://www.weibull.com/basics/fmea.htm
[71] D. Press, *Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), for Automotive, Aerospace, and General Manufacturing Industries*. CRC Press, 2003. ISBN: 9780203009680
[72] R. J. Mikulak, R. McDermott, and M. Beauregard, *The Basics of FMEA, 2nd Edition*. CRC Press, 2008. ISBN: 9781439809617
[73] *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)* 2006.
[74] Silva, P. Resende, and L. Andrade Ferreira, "Desenvolvimento e Aplicação da Metodologia de RCM em Indústria de Processo Químico," presented at the 7º Congresso Nacional de Manutenção, 2002.
[75] Smith and Hinchcliffe, "12 - Industrial Experience with Classical RCM," in *RCM*Burlington: Butterworth-Heinemann, 2004, pp. 239-308. ISBN: 978-0-7506-7461-4
[76] CCPS, *Guidelines for Writing Effective Operating and Maintenance Procedures*. Wiley, 2011. ISBN: 9781118215616
[77] A. D. Telang and A. Telang, *Comprehensive Maintenance Management: Policies, Strategies and Options*. PHI Learning, 2010. ISBN: 9788120339538

[78] C.-F. Lindberg, S. Tan, J. Yan, and F. Starfelt, "Key Performance Indicators Improve Industrial Performance," *Energy Procedia,* vol. 75, pp. 1785-1790, 2015/08/01/ 2015.
[79] J. S. Cabral, *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL, 2006. ISBN: 9789727572977
[80] K. A. H. Kobbacy and D. N. P. Murthy, *Complex System Maintenance Handbook*. Springer London, 2008. ISBN: 9781848000100
[81] T. Wireman, *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. New York: Industrial Press,, 1998. ISBN: 978-0831132446
[82] R. Smith, "Use leading KPIs to spot trouble," *Plant Services,* 2008.
[83] E. Sousa and F. J. G. Silva, "Applying SMED methodology in cork stoppers production," *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing,* 2018.
[84] M. T. Garvens, "A Guide to OEE - Overall Equipment Effectiveness," *Checkweighing White Paper,* 2012.
[85] S. Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press, 1988. ISBN: 9780915299232
[86] R. Carvalhinho, "Overall Maintenance Effectiveness – Modelo de Gestão de Equipas de Manutenção: Um Caso de Estudo na Indústria Alimentar," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2016.
[87] A. Moreira, "Optimização das Condições de Operação de uma Indústria Gráfica," Tese de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2017.
[88] L. Ferreira, Publindustria, Ed. *Uma Introdução à Manutenção*. Publindustria 1998. ISBN: 9789729579448
[89] Smith and Hawkins, *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. Elsevier Science, 2004. ISBN: 9780080478906
[90] L. R. Higgins, R. K. Mobley, and R. Smith, *Maintenance engineering handbook*. McGraw-Hill, 2002. ISBN: 9780070288195
[91] W. Marcorin and C. R. Lima, "Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos Cost Analysis of Maintenance and Non-Maintenance Policies for Productive Equipments," *REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA,* vol. 11, no. 22, p. 7, 2018.
[92] J. E. Bauer, G. L. Duffy, and R. Westcott, *The Quality Improvement Handbook*. ASQ Quality Press, 2006. ISBN: 9780873896900
[93] R. Basu, *Implementing Six Sigma and Lean*. Elsevier, 2009. ISBN: 9781136346484
[94] H. Rocha, "Análise e Melhoria de Processos na Empresa Flamingo S.A.," Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2017.
[95] J. M. Juran and A. B. Godfrey, *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill Education, 1999. ISBN: 9780071386876
[96] T. Costa, F. J. G. Silva, and L. Pinto Ferreira, "Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology," *Procedia Manufacturing,* vol. 13, pp. 1104-1111, 2017/01/01/ 2017.
[97] B. Moreira, R. M. Gouveia, F. J. G. Silva, and R. D. S. G. Campilho, "A Novel Concept of Production and Assembly Processes Integration," *Procedia Manufacturing,* vol. 11, pp. 1385-1395, 2017/01/01/ 2017.
[98] J. Reis. (2006, 28/05/2018). *A Ferramenta Estratégica de Análise SWOT* Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SWOT_pt.svg
[99] M. Radley, "Policy Deployment 3Cs Principle Document " *GENEO Consulting Limited,* 2015.
[100] J. Félix, "Uma Metodologia Kaizen para a Gestão de Equipas Operacionais," Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.
[101] Cerealis, "95 Anos de Crescimento Sustentável," Portugal2017, Available: https://www.cerealis.pt/pdfs/sustentabilidade_95_apresentacao.pdf.
[102] Cerealis. (2017, 27/08/2018). *SOBRE NÓS*. Available: https://www.cerealis.pt/pt/sobre-nos/

ANEXOS

10 ANEXOS

10.1 ANEXO 1 – Dados IAA 250
10.2 ANEXO 2 – Material RCM 253
10.3 ANEXO 3 – Mapas de Processo 254
10.4 ANEXO 4 – Hierarquia de Equipamento 257
10.5 ANEXO 5 – Lista da Taxonomia (Excerto Norma Interna) 260
10.6 ANEXO 6 – Lista da Taxonomia 264
10.7 ANEXO 7 – Criticidade de Ativos 268
10.8 ANEXO 8 – Lista de Equipamentos a Aplicar a FMEA 270
10.9 ANEXO 9 – Carta FMEA 273
10.10 ANEXO 10 – Folha de Critérios FMEA 274
10.11 ANEXO 11 – Cronograma do Desenrolar das Análises FMEA 275
10.12 ANEXO 12 – Análises FMEA 278
10.13 ANEXO 13 – Folha BD-FMEA 311
10.14 ANEXO 14 – Folha de ações sugeridas à produção 313
10.15 ANEXO 15 – Análise 3C (Exemplo de aplicação da ferramenta) 315
10.16 ANEXO 16 – PMP Anterior Embalamento 1 322
10.17 ANEXO 17 – PMP Novo Embalamento 1 324
10.18 ANEXO 18 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP do Emb. 1 327
10.19 ANEXO 19 - PMP Anterior Semolaria 328
10.20 ANEXO 20 – PMP Novo Semolaria 329
10.21 ANEXO 21 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP da Semolaria 331
10.22 ANEXO 22 – Análise de Indicadores na Cerealis (Manutenção) 332
10.23 ANEXO 23 – Indicadores de Desempenho da Manutenção da CPA Maia 338

10.1 ANEXO 1 – Dados IAA

Parte 1 da divisão e designação da indústria alimentar segundo a "Classificação Portuguesa das Atividades Económicas" (Página 45) [10].

DIVISÃO*	GRUPO*	CLASSE**	SUBCLASSE	DESIGNAÇÃO
			08114	Extracção de gesso
			08115	Extracção de ardósia
		0812		Extracção de saibro, areia e pedra britada; extracção de argilas e caulino
			08121	Extracção de saibro, areia e pedra britada
			08122	Extracção de argilas e caulino
	089			Indústrias extractivas, n.e.
		0891	08910	Extracção de minerais para a indústria química e para a fabricação de adubos
		0892	08920	Extracção da turfa
		0893		Extracção de sal
			08931	Extracção de sal marinho
			08932	Extracção de sal gema
		0899		Outras indústrias extractivas, n.e.
			08991	Extracção de feldspato
			08992	Extracção de outros minerais não metálicos, n.e.
09				**Actividades dos serviços relacionados com as indústrias extractivas**
	091	0910	09100	Actividades dos serviços relacionados com a extracção de petróleo e gás, excepto a prospecção
	099	0990	09900	Outras actividades dos serviços relacionados com as indústrias extractivas
C				**INDÚSTRIAS TRANSFORMADORAS**
10				**Indústrias alimentares**
	101			Abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne
		1011	10110	Abate de gado (produção de carne)
		1012	10120	Abate de aves (produção de carne)
		1013	10130	Fabricação de produtos à base de carne
	102	1020		Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos
			10201	Preparação de produtos da pesca e da aquicultura
			10202	Congelação de produtos da pesca e da aquicultura
			10203	Conservação de produtos da pesca e da aquicultura em azeite e outros óleos vegetais e outros molhos
			10204	Salga, secagem e outras actividades de transformação de produtos da pesca e aquicultura
	103			Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas
		1031	10310	Preparação e conservação de batatas
		1032	10320	Fabricação de sumos de frutos e de produtos hortícolas
		1039		Outra preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas
			10391	Congelação de frutos e de produtos hortícolas
			10392	Secagem e desidratação de frutos e de produtos hortícolas
			10393	Fabricação de doces, compotas, geleias e marmelada
			10394	Descasque e transformação de frutos de casca rija comestíveis
			10395	Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas por outros processos
	104			Produção de óleos e gorduras animais e vegetais
		1041		Produção de óleos e gorduras

*- Níveis idênticos à CITA-Rev.4 e NACE-Rev.2
** - Níveis idênticos à NACE-Rev.2 (a NACE-Rev.2 inclui um ponto a seguir aos dois primeiros dígitos)

Parte 2 da divisão e designação da indústria alimentar segundo a "Classificação Portuguesa das Atividades Económicas" (Página 45) [10].

DIVISÃO*	GRUPO*	CLASSE**	SUBCLASSE	DESIGNAÇÃO
			10411	Produção de óleos e gorduras animais brutos
			10412	Produção de azeite
			10413	Produção de óleos vegetais brutos (excepto azeite)
			10414	Refinação de azeite, óleos e gorduras
		1042	10420	Fabricação de margarinas e de gorduras alimentares similares
	105			Indústria de lacticínios
		1051	10510	Indústrias do leite e derivados
		1052	10520	Fabricação de gelados e sorvetes
	106			Transformação de cereais e leguminosas; fabricação de amidos, de féculas e de produtos afins
		1061		Transformação de cereais e leguminosas
			10611	Moagem de cereais
			10612	Descasque, branqueamento e outros tratamentos do arroz
			10613	Transformação de cereais e leguminosas, n.e.
		1062	10620	Fabricação de amidos, féculas e produtos afins
	107			Fabricação de produtos de padaria e outros produtos à base de farinha
		1071		Panificação e pastelaria
			10711	Panificação
			10712	Pastelaria
		1072	10720	Fabricação de bolachas, biscoitos, tostas e pastelaria de conservação
		1073	10730	Fabricação de massas alimentícias, cuscuz e similares
	108			Fabricação de outros produtos alimentares
		1081	10810	Indústria do açúcar
		1082		Indústria do cacau, do chocolate e dos produtos de confeitaria
			10821	Fabricação de cacau e de chocolate
			10822	Fabricação de produtos de confeitaria
		1083	10830	Indústria do café e do chá
		1084	10840	Fabricação de condimentos e temperos
		1085	10850	Fabricação de refeições e pratos pré-cozinhados
		1086	10860	Fabricação de alimentos homogeneizados e dietéticos
		1089		Fabricação de outros produtos alimentares, n.e.
			10891	Fabricação de fermentos, leveduras e adjuvantes para panificação e pastelaria
			10892	Fabricação de caldos, sopas e sobremesas
			10893	Fabricação de outros produtos alimentares diversos, n.e.
	109			Fabricação de alimentos para animais
		1091		Fabricação de alimentos para animais de criação
			10911	Fabricação de pré-misturas
			10912	Fabricação de alimentos para animais de criação (excepto para aquicultura)
			10913	Fabricação de alimentos para aquicultura
		1092	10920	Fabricação de alimentos para animais de companhia
11	**110**			**Indústria das bebidas**
		1101		Fabricação de bebidas alcoólicas destiladas
			11011	Fabricação de aguardentes preparadas
			11012	Fabricação de aguardentes não preparadas
			11013	Produção de licores e de outras bebidas destiladas
		1102		Indústria do vinho
			11021	Produção de vinhos comuns e licorosos
			11022	Produção de vinhos espumantes e espumosos

*- Níveis idênticos à CITA-Rev.4 e NACE-Rev.2
** - Níveis idênticos à NACE-Rev.2 (a NACE-Rev.2 inclui um ponto a seguir aos dois primeiros dígitos)

Vendas de produtos e prestações de serviços na indústria alimentar portuguesa em 2016 [8].

Divisão 10 Voltar

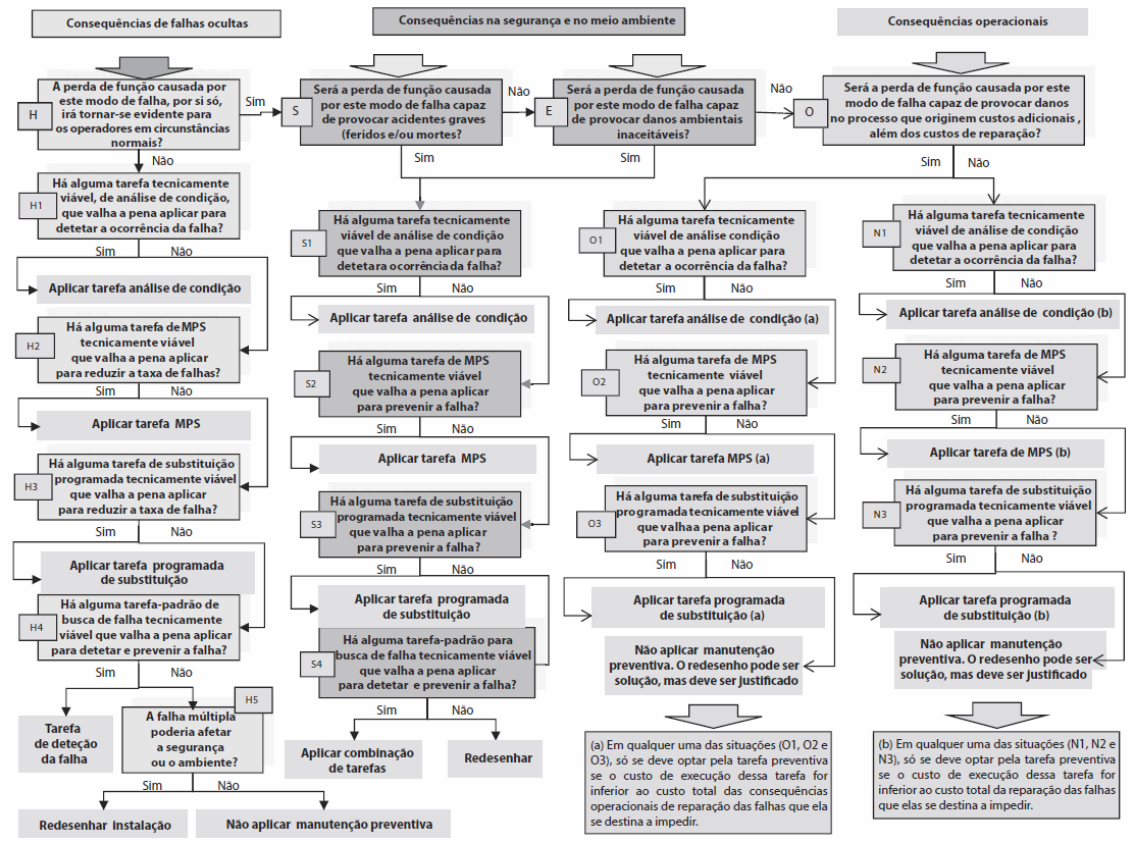
Indústrias alimentares

Portugal 2016

CAE Rev.3	Designação	Unid. Ativ. Econ	Vendas de Produtos				Prestação de Serviços
			Total	Mercado Nacional	União Europeia	Países Terceiros	
		nº	Euros				
10		**7 347**	**10 529 208 480**	**8 452 995 519**	**1 618 624 029**	**457 588 932**	**159 467 570**
10110	Abate de gado (produção de carne)	103	940 965 145	835 251 494	75 961 464	29 752 187	25 727 007
10120	Abate de aves (produção de carne)	37	641 900 391	625 628 196	13 435 304	2 836 891	824 344
10130	Fabricação de produtos à base de carne	369	635 516 958	521 791 776	66 158 649	47 566 533	811 717
10200	Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos	112	1 029 447 957	689 375 144	229 794 701	110 278 112	21 906 876
10310	Preparação e conservação de batatas	17	129 705 142	101 252 995	27 674 623	777 524	12 551 550
10320	Fabricação de sumos de frutos e de produtos	16	151 611 075	131 902 088	10 337 195	9 371 792	0
10391	Congelação de frutos e de produtos hortícolas	7	104 311 301	15 200 854	86 295 215	2 815 232	284 106
10392	Secagem e desidratação de frutos e de produtos hortícolas	8	9 827 813	484 120	7 839 559	1 504 134	0
10393	Fabricação de doces, compotas, geleias e marmelada	128	10 002 750	7 186 838	1 593 969	1 221 943	571
10394	Descasque e transformação de frutos de casca rija comestíveis	35	78 716 272	44 539 336	32 964 860	1 212 076	0
10395	Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas para outros processos	83	519 794 543	193 697 353	258 418 545	67 678 645	7 781 358
10411	Produção de óleos e gorduras animais brutos	4	19 486 529	6 335 403	4 127 440	9 023 686	0
10412	Produção de azeite	301	329 392 726	205 366 538	123 143 586	882 602	5 890 144
10413	Produção de óleos vegetais brutos (exceto azeite)	22	393 162 901	340 213 508	47 835 801	5 113 592	18 161 062
10414	Refinação de azeite, óleos e gorduras	8	90 095 368	81 151 250	5 277 783	3 666 335	8 864 259
10420	Fabricação de margarinas e de gorduras alimentares similares	2	…	…	…	…	…
10510	Indústrias do leite e derivados	274	1 182 663 820	1 027 170 554	118 977 102	36 516 164	489 123
10520	Fabricação de gelados e sorvetes	38	55 921 675	24 109 674	28 232 827	3 579 174	66 672
10611	Moagem de cereais	139	279 393 833	255 569 638	10 282 375	13 541 820	153 540
10612	Descasque, branqueamento e outros tratamentos do arroz	12	140 651 584	102 413 296	22 702 399	15 535 889	157 311
10613	Transformação de cereais e leguminosas, n.e.	20	85 554 410	78 580 996	5 106 320	1 867 094	0
10620	Fabricação de amidos, féculas e produtos afins	2	…	…	…	…	…
10710	Panificação e pastelaria	4 680	1 071 034 791	1 010 964 622	58 601 767	1 468 402	32 174 312
10720	Fabricação de bolachas, biscoitos, tostas e pastelaria de conservação	291	262 019 997	143 885 892	87 482 042	30 652 063	18 453 132
10730	Fabricação de massas alimentícias, cuscuz e similares	6	68 625 561	65 233 205	3 392 356	0	0
10810	Indústria do açúcar	7	216 908 752	128 351 818	73 802 775	14 754 159	2 508 798
10821	Fabricação de cacau e de chocolate	21	14 906 206	11 890 290	1 970 074	1 045 842	0
10822	Fabricação de produtos de confeitaria	109	60 696 309	40 326 884	14 418 642	5 950 783	0
10830	Indústria do café e do chá	47	335 549 443	275 479 667	47 214 708	12 855 068	358 810
10840	Fabricação de condimentos e temperos	30	62 974 665	46 003 923	12 114 820	4 855 922	0
10850	Fabricação de refeições e pratos pré-cozinhados	112	64 787 545	60 989 454	2 998 509	799 582	136 897
10860	Fabricação de alimentos homogeneizados e dietéticos	16	75 122 538	40 200 280	25 040 336	9 881 922	110 987
10891	Fabricação de fermentos, leveduras e adjuvantes para a panificação e pastelaria	10	32 070 390	14 680 777	11 729 715	5 659 898	86 562
10892	Fabricação de caldos, sopas e sobremesas	16	42 894 033	26 715 659	16 164 886	13 488	0
10893	Fabricação de outros produtos alimentares diversos, n.e.	171	109 397 513	85 606 633	22 801 441	989 439	15 176
10910	Fabricação de alimentos para animais de criação	86	1 136 654 705	1 110 086 779	24 851 691	1 716 235	1 844 546
10920	Fabricação de alimentos para animais de companhia	8	62 165 346	48 433 419	12 747 851	984 076	108 710

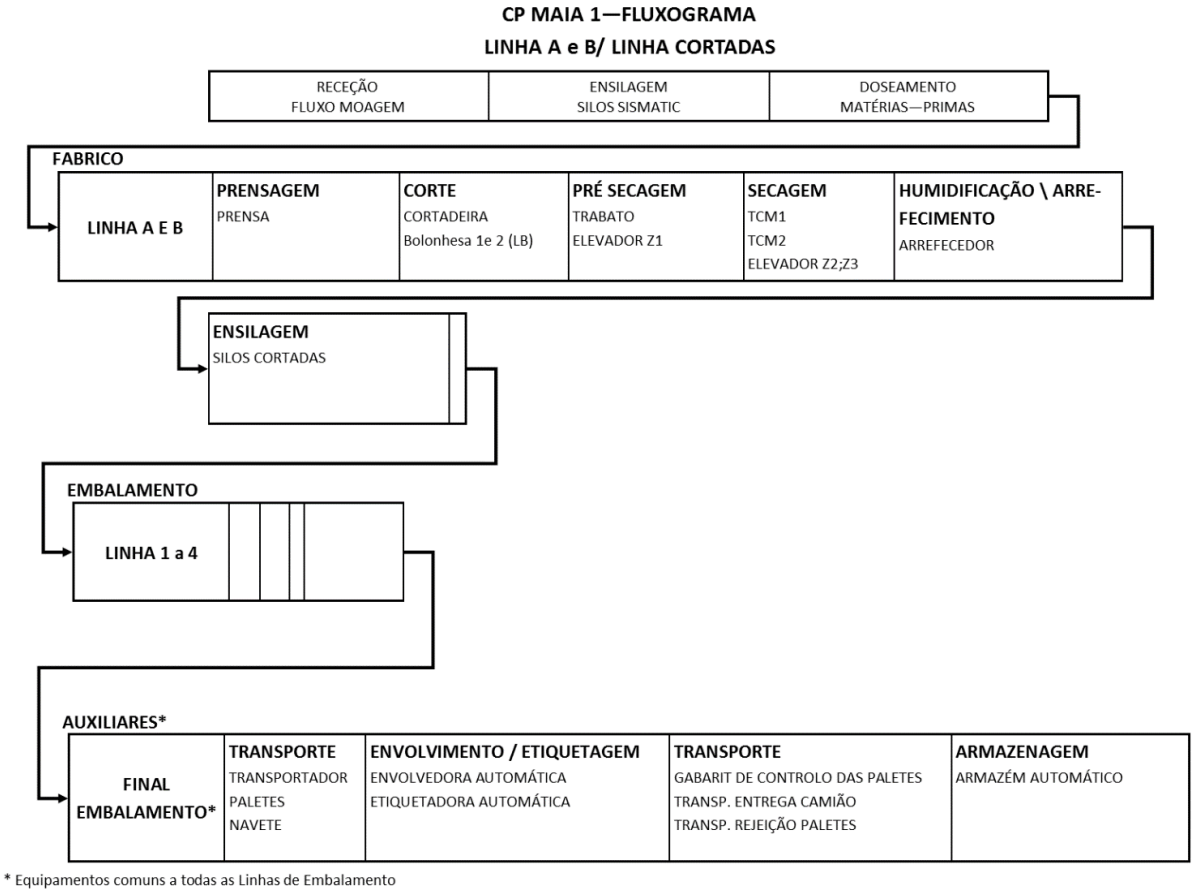
10.2 ANEXO 2 – Material RCM

Diagrama de decisão RCM. Adaptado de [53]. Obtido de [55].

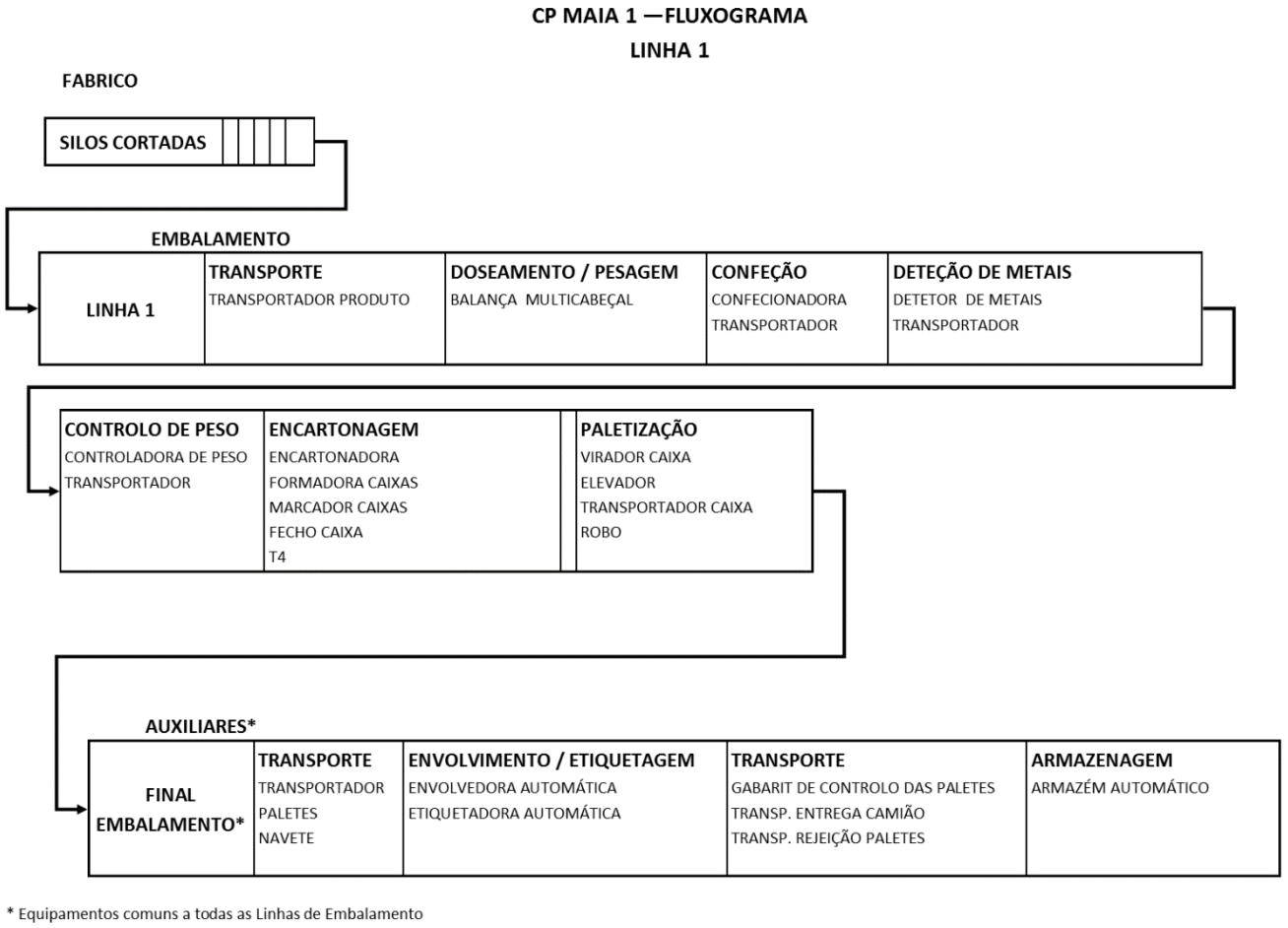


10.3 ANEXO 3 – Mapas de Processo

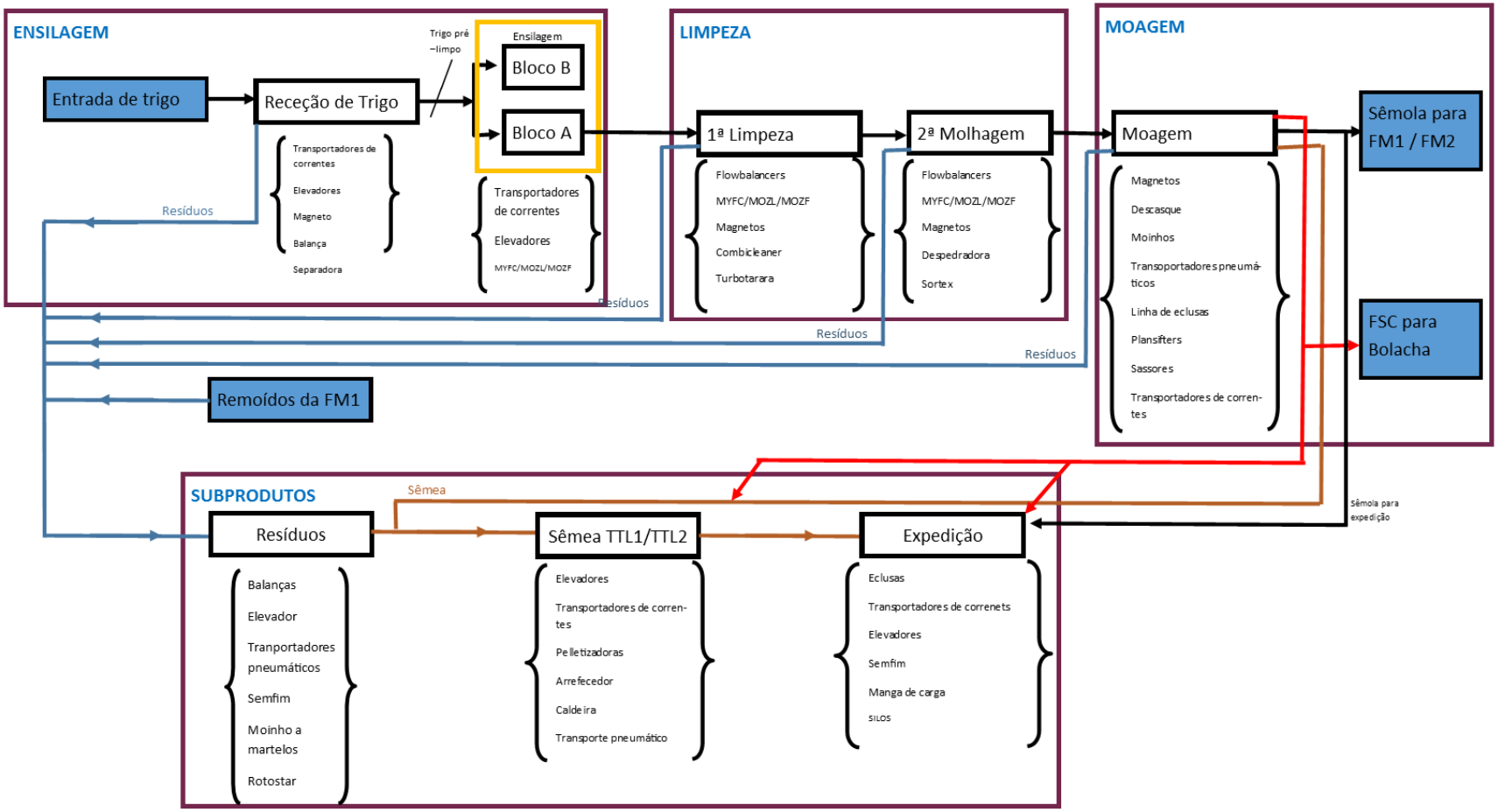
Mapa de processo da linha A e B do fabrico da fábrica de massas 1 CPA.



Mapa de processo da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 CPA



Mapa de processo da Semolaria da CP



10.4 ANEXO 4 – Hierarquia de Equipamento

Parte 1 da hierarquia da Confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis **Manutenção Industrial**

Linha (5º Nivel)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
1	Confecionadora	Sistema de Abastecimento de Produto	Obturador	Servomotor
				Lâmina
				Tirante
				Sensor Zero
			Tubo Formador	Colarinho
				Tubo
		Sistema de Abastecimento de Película	Desenrolador	Motor
				Rolos
				Sensor Marca
				Sensor Alinhamento de filme
				Cilindro pneumático 1
				Cilindro pneumático 2
				Perfurador de Película
				Encoder
			Carimbo	Cabeça Impressão
				Encoder
		Sistema Formador de Pacote	Soldadura Vertical	Fita Soldadura
				Rolos Soldadura
				Resistência
				Cilindro Pneumático 1
				Motoredutor
				Sensor Fita Cortada
				Sonda Temperatura
				Cilindro Pneumático 2
			Transporte	Correia Arrasto Esquerda
				Motor Esquerdo
				Correia Arrasto Direita
				Motor Direito
				Rodas Transmissão
				Bomba Vácuo
				Cilindro Pneumático Esquerdo
				Cilindro Pneumático Direito
				Cardans
			Soldadura Horizontal	Maxilas
				Lancetas
				Motor
				Sensores
				Correias Dentadas
				Polie Dentada
				Guias
				Resistências
				Lâmina de Corte
				Cilindro Pneumático
				Molas
				Sonda Temperatura
				Tubo Transferência

Parte 2 da hierarquia da Confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis **Manutenção Industrial**

Linha (5º Nivel)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
1	Confecionadora	Transporte de Pacote	Transporte	Motores
				Correntes
				Guias
				Motor Vibrador
				Placa Vibratória
				Arrastadores
				Canal de Transferência
				Sensor 1
				Sensor 2
			Regulador de Altura	Motor
				Corrente
				Fusos
				Guias
				Sensor
				Encoder
			Regulador de Profundidade	Motor
				Corrente
				Fusos
				Guias
				Sensores
				Encoder
			Rejeição	Sopradores
				Sensor 1
				Sensor 2
				Sensor 3
				Canal Saída
				Motor Transportador
				Rolos Transportador
				Tela Transportador
		Formação Topo Pacote	Dobragem Lateral	Motor Lanceta
				Encoder Lanceta
				Lancetas
				Motor Extração
				Encoder Extração
				Guias
				Correias
				Pinças
				Cilindro 1
				Cilindro 2
				Réguas Guias
				Sensor 1
				Sensor 2
			Soldadura Superior	Maxilas
				Resistências
				Sondas de Temperatura
				Lâmina de Corte
				Cilindro Lâmina
				Cilindro Elevador
				Motor
				Guias
				Tirantes
				Encoder
			Aspiração Retalho	Aspirador
				Fúnil Aspiração
				Tubo

Parte 1 da hierarquia da Confecionadora da linha 1, embalamento, fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis **Manutenção Industrial**

Linha (5º Nivel)	Equipamento	Sistema	Conjunto	Componente
1	Confecionadora	Etiquetagem	Dobragem Superior	Motor Barra Drobragem
				Motor Perfil Fixador
				Encoder (2)
				Sensor
				Molas
				Cam
				Guias
				Tirantes
				Guia Dobra
			Dispensador de Etiqueta	Etiquetadora
				Prato Dispensador
				Soprador
				Sensor de Etiqueta
			Aplicador Etiqueta	Mesa Aplicadora
				Cilindro Mesa Aplicadora (2)
				Gerador Vácuo
				Rolo Pressor
				Cilindro Rolo
				Sensor Presença Etiqueta (vácuo)
				Guias
				Mesa Pacote
				Cilindro Mesa Pacote (2)
		Segurança de Pessoas/Equipamento	Portas	Barreiras Ópticas (2)
				Micro
			Eletrónico	Relé Segurança

10.5 ANEXO 5 – Lista da Taxonomia (Excerto Norma Interna)

Classificações possíveis para o nível 1 – Grupo

Apenas um caractere, como exemplificado na Tabela Anexo 1:

Tabela Anexo 1 - Codificação do nível 1 (Grupo) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Nível 1	Descrição
0	Grupo Cerealis

Classificações possíveis para o nível 2 – Empresa

Apenas um caractere, como mostra a Tabela Anexo 2:

Tabela Anexo 2 - Codificação do nível 2 (Empresa) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Nível 1	Nível 2	Descrição
0	1	Cerealis SGPS
0	2	Cerealis Produtos Alimentícios S.A.
0	3	Cerealis Moagens S.A.

Classificações possíveis para o nível 3 – Fábrica

A codificação das fábricas é composta por dois caracteres alfanuméricos, Tabela Anexo 3, sendo o:

1º - Referente à fábrica ou tipo de produto (Letra);
2º - Referente à numeração da fábrica (Número).

Tabela Anexo 3 - Codificação do nível 3 (Fábrica) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Descrição
0	1	A1	Sede Administrativa
0	2	S1	Semolaria
0	2	F2	Massas2
0	2	B1	Bolachas
0	2	P1	Cereais Pequeno Almoço
0	2	F1	Massas1
0	3	M1	Moagem Freixo
0	3	M2	Moagem Coimbra
0	3	M3	Moagem Lisboa

Classificações possíveis para o nível 4 – Área

A área é codificada através de dois caracteres alfabéticos, fazendo referência à área em questão, Tabela Anexo 4:

Tabela Anexo 4 - Codificação do nível 4 (Área) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Descrição
0	2	F1	FA	Fabrico
0	2	F1	EM	Embalamento
0	2	F1	GE	Geral
0	2	F2	LG	Logística
0	2	S1	SE	Semolaria

Classificações possíveis para o nível 5 – Linha

Para identificação das linhas são utilizados dois caracteres alfabéticos e dois numéricos, como exemplificado, Tabela Anexo 5 e Tabela Anexo 6:

Tabela Anexo 5 - Codificação do nível 5 (Linha) da Taxonomia de ativos da Cerealis (Parte 1)

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Descrição
0	2	F1	FA	LI01	Linha A
0	2	F1	FA	LI02	Linha B
0	2	F1	FA	LI03	Linha C
0	2	F1	FA	LI04	Linha E
0	2	F1	FA	LI05	Linha F
0	2	F1	FA	LI06	Linha G
0	2	F1	EM	LI07	Linha 1
0	2	F1	EM	LI08	Linha 2
0	2	F1	EM	LI09	Linha 3
0	2	F1	EM	LI10	Linha 4
0	2	F1	EM	LI11	Linha 5
0	2	F1	EM	LI12	Linha 6
0	2	F1	EM	LI13	Linha 7
0	2	F1	EM	LI14	Linha 8
0	2	F1	EM	LI15	Linha 9
0	2	F1	FA	XF01	Auxiliares Fabrico
0	2	F1	EM	XE01	Auxiliares Embalamento
0	2	F1	FA	SI01	SIMATIC
0	2	S1	SE	EN01	Semolaria Ensilagem
0	2	S1	SE	LP01	Semolaria Limpeza
0	2	S1	SE	MO01	Semolaria Moagem
0	2	S1	SE	SP01	Semolaria Subprodutos
0	2	F1	GE	UT01	Central de água refrigerada
0	2	F1	GE	UT02	Central de ar
0	2	F1	GE	UT03	ETA
0	2	F1	GE	UT04	Posto de transformação
0	2	F1	GE	UT05	Sala das caldeiras
0	2	F1	GE	UT06	Sala dos compressores

Tabela Anexo 6 - Codificação do nível 5 (Linha) da Taxonomia de ativos da Cerealis (Parte 2)

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Descrição
0	2	F1	GE	UT07	Edifício
0	2	F1	GE	UT08	Rede de Incêndio
0	2	F2	LG	AA01	Armazém automático
0	2	F2	LG	EX01	Logística (Interna/Expedição)

Classificações possíveis para o nível 6 – Equipamento

Os equipamentos são identificados a partir de seis caracteres numéricos, iniciados por "5" e com uma lógica sequencial, Tabela Anexo 7. O código de cada equipamento deve ser único, e devem ser sempre guardados registos, atualizados, do último número da sequência (último artigo codificado).

Tabela Anexo 7 - Excerto da codificação do nível 6 (Equipamento) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Nível 5	Nível 6	Descrição
LI04	500002	Prensa da Linha E
LI04	500003	Estendedeira da Linha E
LI04	500004	Encartador da Linha E
LI04	500005	GPL da Linha E
LI04	500006	Humidificador da Linha E
LI12	500017	Balança 1 da Linha 6
LI12	500018	Balança 2 da Linha 6
LI12	500019	Confecionadora 1 da Linha 6

Classificações possíveis para os níveis 7, 8 e 9 – Sistemas, Conjuntos e Componentes

Os três últimos níveis identificam os vários níveis da hierarquia de equipamentos. Alguns equipamentos, como equipamentos mais simples (exemplo uma microbalança), não utilizam a subdivisão da sua hierarquia, logo não se aplica uma codificação inferior ao equipamento.

Nível 7 - Sistema

São identificados a partir de dois caracteres numéricos, variando a cada dez unidades (10, 20, 30, etc.), Tabela Anexo 8.

Tabela Anexo 8 - Excerto da codificação do nível 7 (Sistema) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Equipamento (Nível 6)	Descrição	Nível 7
Balança 1 da Linha 6	Sistema Descensor	10
Balança 1 da Linha 6	Sistema de Pesagem	20
Balança 1 da Linha 6	Sistema de Transladação	30

Nível 8 – Conjunto

São identificados através de dois caracteres numéricos, sequenciais, sendo os dois primeiros caracteres (primeiro conjunto codificado) referentes ao sistema a que pertence, criando uma lógica de associação dentro do equipamento, Tabela Anexo 9.

Tabela Anexo 9 - Excerto da codificação do nível 8 (Conjunto) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Sistema (Nível 7)	Descrição	Nível 8
Sistema de Pesagem	Doseador	20
Sistema de Pesagem	Pesadora	21
Sistema de Pesagem	(…)	22

Nível 9 – Componente

Os componentes são identificados com base em seis caracteres numéricos, iniciados pelo algarismo “9” e sequenciais, Tabela Anexo 10. À semelhança do código de equipamentos este número deve ser único e ser devidamente atualizado e registado.

Tabela Anexo 10 - Codificação do nível 9 (Componente) da Taxonomia de ativos da Cerealis

Sistema (Nível 8)	Descrição	Nível 9
Pesadora	Motor	900480
Pesadora	Eixos Articulados	900481
Pesadora	Célula de Carga	900482

10.6 ANEXO 6 – Lista da Taxonomia

Primeiras 13 colunas e primeiras 68 linhas da lista final de taxonomia da confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 carregada em sistema informático.

LOCAL	1º - Grupo	Cód1º Nível	2º - Empresa	Cód2º Nível	3º - Fábrica	Cód3º Nível	4º - Área	Cód4º Nível	5º - Linha/Piso	Cód5º Nível	6º - Equipamento	Cód6º Nível
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	CONFECIONADORA	500076

Últimas 9 colunas e primeiras 68 linhas da lista final de taxonomia da confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 carregada em sistema informático.

CRITICIDADE	Grupo Artigo (E)	7º - Sistema	Cód7º Nível	8º - Conjunto	Cód8º Nível	9º - Componente	Cód9º Nível	Grupo Artigo (C)
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	OBTURADOR	20	SERVOMOTOR	901023	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	OBTURADOR	20	LAMINA	901021	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	OBTURADOR	20	TIRANTE	901024	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	OBTURADOR	20	SENSOR ZERO	901022	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	TUBO FORMADOR	21	COLARINHO	901025	FTCPA146
1	FTCPA073	SIST DE ABASTECIMENTO PRODUTO	20	TUBO FORMADOR	21	TUBO	901026	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	MOTOR	901016	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	ROLOS	901018	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	SENSOR MARCA	901020	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	SENSOR ALINHAMENTO FILM	901019	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	CILINDRO PNEUMÁTICO 1	901013	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	CILINDRO PNEUMÁTICO 2	901014	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	PERFURADOR PELICULA	901017	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	DESENROLADOR	11	ENCODER	901015	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	CARIMBO	10	CABEÇA IMPRESSÃO	901011	FTCPA132
1	FTCPA073	SIST ABASTECIMENTO DE PELICULA	10	CARIMBO	10	ENCODER	901012	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	FITA SOLDADURA	901122	FTCPA140
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	ROLOS SOLDADURA	901125	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	RESISTÊNCIA	901124	FTCPA101
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	CILINDRO PNEUMÁTICO 1	901120	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	MOTOR / REDUTOR	901123	FTCPA104
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	SENSOR FITA CORTADA	901126	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	SONDA TEMPERATURA	901127	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA VERTICAL	71	CILINDRO PNEUMÁTICO 2	901121	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	CORREIA ARRASTO ESQUERDA	901133	FTCPA120
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	MOTOR ESQUERDO	901135	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	CORREIA ARRASTO DIREITA	901132	FTCPA120
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	MOTOR DIREITO	901134	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	RODAS TRANSMISSÃO	901136	FTCPA117
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	BOMBA VÁCUO	901128	FTCPA011
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	CILINDRO PNEUMATICO ESQUERDO	901131	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	CILINDRO PNEUMATICO DIREITO	901130	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	TRANSP	72	CARDANS	901129	FTCPA144
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	MAXILAS	901112	FTCPA140
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	LANCETAS	901111	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	MOTOR	901114	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	SENSORES	901117	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	CORREIAS DENTADAS	901108	FTCPA120
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	POLIE DENTADA	901115	FTCPA119
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	GUIAS	901109	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	RESISTÊNCIAS	901116	FTCPA101
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	LÂMINA DE CORTE	901110	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	CILINDRO PNEUMATICO	901107	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	MOLAS	901113	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	SONDA TEMPERATURA	901118	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST FORMADOR DE PACOTE	70	SOLDADURA HORIZONTAL	70	TUBO TRANSFERENCIA	901119	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	MOTORES	901103	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	CORRENTES	901100	FTCPA118
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	GUIAS	901101	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	MOTOR VIBRADOR	901102	FTCPA105
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	PLACA VIBRATORIA	901104	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	ARRASTADORES	901098	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	CANAL TRANSFERENCIA	901099	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	SENSOR 1	901105	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	TRANSP	63	SENSOR 2	901106	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	MOTOR	901082	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	CORRENTE	901078	FTCPA118
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	FUSOS	901080	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	GUIAS	901081	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	SENSOR	901083	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE ALTURA	60	ENCODER	901079	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	MOTOR	901088	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	CORRENTE	901084	FTCPA118
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	FUSOS	901086	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	GUIAS	901087	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	SENSORES	901089	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REGULADOR DE PROFUNDIDADE	61	ENCODER	901085	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SOPRADORES	901096	FTCPA116

Primeiras 13 colunas e últimas 65 linhas da lista final de taxonomia da confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 carregada em sistema informático.

LOCAL	1º - Grupo	Cód1º Nível	2º - Empresa	Cód2º Nível	3º - Fábrica	Cód3º Nível	4º - Área	Cód4º Nível	5º - Linha/Piso	Cód5º Nível	6º - Equipamento	Cód6º Nível
02F1EMLI07	GRUPO CEREALIS	0	CPA S.A.	2	MASSAS1	F1	EMBALAMENTO	EM	LINHA 1	LI07	CONFECIONADORA	500076

Últimas 9 colunas e últimas 65 linhas da lista final de taxonomia da confecionadora da linha 1 do embalamento da fábrica de massas 1 carregada em sistema informático.

CRITICIDADE	Grupo Artigo (E)	7º - Sistema	Cód7º Nível	8º - Conjunto	Cód8º Nível	9º - Componente	Cód9º Nível	Grupo Artigo (C)
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SENSOR 1	901093	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SENSOR 2	901094	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SENSOR 3	901095	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	CANAL SAÍDA	901090	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	MOTOR TRANSP	901091	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	ROLOS TRANSP	901092	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	TELA TRANSP	901097	FTCPA127
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	MOTOR LANCETA	901060	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	ENCODER LANCETA	901056	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	LANCETAS	901058	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	MOTOR EXTRAÇÃO	901059	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	ENCODER EXTRAÇÃO	901055	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	GUIAS	901057	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	CORREIAS	901054	FTCPA120
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	PINÇAS	901061	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	CILINDRO 1	901052	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	CILINDRO 2	901053	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	REGUAS GUIAS	901062	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	SENSOR 1	901063	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	DOBRAGEM LATERAL	41	SENSOR 2	901064	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	MAXILAS	901070	FTCPA140
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	RESISTENCIAS	901072	FTCPA101
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	SONDAS DE TEMPERATURA	901073	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	LAMINA CORTE	901069	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	CILINDRO LAMINA	901066	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	CILINDRO ELEVADOR	901065	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	MOTOR	901071	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	GUIAS	901068	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	TIRANTES	901074	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	SOLDADURA SUPERIOR	42	ENCODER	901067	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	ASPIRAÇÃO RETALHO	40	ASPIRADOR	901049	FTCPA004
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	ASPIRAÇÃO RETALHO	40	FUNIL ASPIRAÇÃO	901050	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE FORM TOPO DO PACOTE	40	ASPIRAÇÃO RETALHO	40	TUBO	901051	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	MOTOR BARRA DROBRAGEM	901045	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	MOTOR PERFIL FIXADOR	901046	FTCPA102
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	ENCODER (2)	901041	FTCPA093
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	SENSOR	901047	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	MOLAS	901044	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	CAM	901040	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	GUIAS	901043	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	TIRANTES	901048	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DOBRAGEM SUPERIOR	32	GUIA DOBRA	901042	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DISPENSADOR DE ETIQUETA	31	ETIQUETADORA	901036	FTCPA132
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DISPENSADOR DE ETIQUETA	31	PRATO DISPENSADOR	901037	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DISPENSADOR DE ETIQUETA	31	SOPRADOR	901039	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	DISPENSADOR DE ETIQUETA	31	SENSOR DE ETIQUETA	901038	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	MESA APLICADORA	901032	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	CILINDRO MESA APLICADORA (2)	901027	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	GERADOR VÁCUO	901030	FTCPA011
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	ROLO PRESSOR	901034	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	CILINDRO ROLO	901029	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	SENSOR PRESENÇA ETIQUETA	901035	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	GUIAS	901031	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	MESA PACOTE	901033	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE ETIQUETAGEM	30	APLICADOR ETIQUETA	30	CILINDRO MESA PACOTE (2)	901028	FTCPA126
1	FTCPA073	SIST DE SEGURANÇA	50	PORTAS	51	BARREIRAS OPTICAS(2)	901076	FTCPA141
1	FTCPA073	SIST DE SEGURANÇA	50	PORTAS	51	MICRO	901077	FTCPA109
1	FTCPA073	SIST DE SEGURANÇA	50	ELECTRONICO	50	RELÉ SEGURANÇA	901075	FTCPA095
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SOPRADORES	925023	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SENSOR 1	925024	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	SENSOR 2	925025	FTCPA107
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	CANAL SAÍDA	925026	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	MOTOR REDUTOR	925027	FTCPA104
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	ROLOS TRANSP	925028	FTCPA116
1	FTCPA073	SIST DE TRANSP DE PACOTE	60	REJEIÇÃO	62	ESTEIRA TRANSP	925029	FTCPA127

10.7 ANEXO 7 – Criticidade de Ativos

Parte 1 da lista de ativos, ordenada por criticidade, do embalamento da fábrica 1 de massas da CPA.

Cerealis	**Criticidade dos Equipamentos**							Organizar
F1 - Embalamento								
Local - Etapa	**Designação do equipamento**	**CRITICIDADE**	**QUALIDADE**	**DISPONIBILIDADE**	**SEGURANÇA**	**CUSTO**	**COMPLEXIDADE**	**RESPONSÁVEL**
Auxiliares Embalamento - Paletização	Robot 3	A	3	2	2	3	1	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	A	1	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Encartonamento	Encartonadora	A	2	1	2	3	2	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Paletização	Robot 1	A	3	2	2	3	1	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Paletização	Robot 2	A	3	2	2	3	1	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Pesagem / Doseamento	Doseador	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Confeção	Confecionadora	A	2	1	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Pesagem / Doseamento	Balança	A	2	1	3	2	2	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Envolvedora	Envolvedora	B	3	3	2	3	2	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Paletização	Navette	B	3	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Confeção	Confecionadora 6.1	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Confeção	Confecionadora 6.2	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	B	2	2	3	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Encartonamento	Elevador de Caixas	B	3	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Encartonamento	Marcador de Caixas	B	2	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	B	3	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Pesagem / Doseamento	Balança 6.1	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Pesagem / Doseamento	Balança 6.2	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Elevador de Caixas	B	3	2	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	T4	B	2	3	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Elevador de Caixas	B	3	2	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	T4	B	2	3	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Encartonamento	T4	B	2	3	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Confeção	Confecionadora 5.1	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Confeção	Confecionadora 5.2	B	2	2	2	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Encartonamento	Elevador de Caixas	B	3	2	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Pesagem / Doseamento	Balança 5.1	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Pesagem / Doseamento	Balança 5.2	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Pesagem / Doseamento	Transportador de Taças	B	2	2	3	3	2	Direção de Manutenção

Parte 2 da lista de ativos, ordenada por criticidade, do embalamento da fábrica 1 de massas da CPA.

Cerealis	**Criticidade dos Equipamentos**							Organizar
F1 - Embalamento								
Local - Etapa	**Designação do equipamento**	**CRITICIDADE**	**QUALIDADE**	**DISPONIBILIDADE**	**SEGURANÇA**	**CUSTO**	**COMPLEXIDADE**	**RESPONSÁVEL**
Embalamento Linha 7 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Pesagem / Doseamento	Balança 7.1	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Pesagem / Doseamento	Balança 7.2	B	2	2	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Pesagem / Doseamento	Transportador de Taças	B	2	2	3	3	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Deteção de Metais	Detetor de Metais	B	2	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Encartonamento	Encartonadora	B	2	2	2	2	2	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Etiquetagem	Etiquetadora	C	3	3	3	3	2	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Etiquetagem	Sistema de Rejeição	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Saída da Linha	Transportador de Paletes cheias	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 6 - Pesagem / Doseamento	Transportador de Taças	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 1	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 3	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 4	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 5	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 6	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 6	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 7	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 8	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Quadros	Quadros Eléctricos da Linha 9	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Auxiliares Embalamento - Saída da Linha	Transportador de Paletes cheias	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Fecho de caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Formadora caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 1 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 2 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Fecho de caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Formadora caixas	C	3	3	2	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 3 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 4 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 5 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 7 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 8 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Controlo de Peso	Controlo de Peso	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Encartonamento	Marcador de Caixas	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Encartonamento	Transportador de Saída da Linha	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção
Embalamento Linha 9 - Pesagem / Doseamento	Transporte produto / peneiro	C	3	3	3	3	3	Direção de Manutenção

10.8 ANEXO 8 – Lista de Equipamentos a Aplicar a FMEA

Parte 1 da tabela de equipamentos de criticidade A da CPA, selecionados para aplicação da análise FMEA.

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento
1	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500029	ROBOT 3
2	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500156	ROBOT 1
3	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500158	ROBOT 2
4	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500075	BALANÇA
5	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500076	CONFECIONADORA
6	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500088	BALANÇA
7	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500089	CONFECIONADORA
8	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500096	BALANÇA
9	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500097	CONFECIONADORA
10	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500109	CONFECIONADORA
11	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500112	DOSEADOR
12	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 6	500025	ENCARTONADORA
13	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 7	500127	CONFECIONADORA
14	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500135	BALANÇA
15	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500136	CONFECIONADORA
16	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500143	BALANÇA
17	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500144	CONFECIONADORA
18	MASSAS1	FABRICO	AUX. FABRICO F1	500013	REMOÍDOS DE ADITIVADAS
19	MASSAS1	FABRICO	AUX. FABRICO F1	500014	REMOÍDOS DE NÃO ADITIVADAS
20	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500037	PRENSA
21	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500953	ABASTECIMENTO LA
22	MASSAS1	FABRICO	LINHA B	500046	PRENSA
23	MASSAS1	FABRICO	LINHA B	500954	ABASTECIMENTO LB
24	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500054	ESTENDEDEIRA
25	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500056	PRENSA
26	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500955	ABASTECIMENTO LC
27	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500002	PRENSA
28	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500003	ESTENDEDEIRA
29	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500956	ABASTECIMENTO LE
30	MASSAS1	FABRICO	LINHA F	500064	PRENSA
31	MASSAS1	FABRICO	LINHA F	500957	ABASTECIMENTO LF
32	MASSAS1	FABRICO	LINHA G	500072	PRENSA
33	MASSAS1	FABRICO	LINHA G	500958	ABASTECIMENTO LG
34	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500979	ABASTECIMENTO
35	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500980	SILO
36	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500981	BALANÇA
37	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500982	TRANSP AOS SILOS DIÁRIOS
38	MASSAS1	GERAL	ETA	500988	ETA
39	MASSAS1	GERAL	PT	500160	POSTO TRANSFORMAÇÃO 1
40	MASSAS1	GERAL	PT	500161	POSTO TRANSFORMAÇÃO 2
41	MASSAS1	GERAL	PT	500162	POSTO TRANSFORMAÇÃO 3
42	MASSAS1	GERAL	PT	500163	POSTO TRANSFORMAÇÃO 4
43	MASSAS1	GERAL	CALDEIRAS	500170	GRUPO PRESSÃO

Parte 2 da tabela de equipamentos de criticidade A da CPA, selecionados para aplicação da análise FMEA.

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento
44	MASSAS2	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F2	500435	ROBOT 1
45	MASSAS2	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F2	500457	ROBOT 2
46	MASSAS2	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F2	500468	ROBOT 3
47	MASSAS2	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F2	500480	ROBOT 4
48	MASSAS2	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F2	500502	ROBOT 5
49	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 1	500424	BALANÇA 1A1
50	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 1	500425	BALANÇA 1A2
51	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 1	500426	BALANÇA 1B1
52	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 1	500427	BALANÇA 1B2
53	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 2	500441	BALANÇAA
54	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 2	500444	CONFECIONADORA
55	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 3	500449	BALANÇA
56	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 3	500450	CONFECIONADORA
57	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 4 E 5	500461	BALANÇA L4
58	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 4 E 5	500462	CONFECIONADORA L4
59	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 4 E 5	500975	BALANÇA L5
60	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 4 E 5	500976	CONFECIONADORA L5
61	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 6	500472	BALANÇA
62	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 6	500473	CONFECIONADORA
63	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 7	500484	BALANÇA
64	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 7	500485	CONFECIONADORA
65	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 8	500495	BALANÇA
66	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 8	500496	CONFECIONADORA
67	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 9	500506	CONFECIONADORA
68	MASSAS2	EMBALAMENTO	LINHA 9	500509	DOSEADOR
69	MASSAS2	FABRICO	LINHA A	500518	ABASTECIMENTO LA
70	MASSAS2	FABRICO	LINHA A	500523	ESTENDEDEIRA
71	MASSAS2	FABRICO	LINHA A	500526	PRENSA
72	MASSAS2	FABRICO	LINHA C	500529	ABASTECIMENTO LC
73	MASSAS2	FABRICO	LINHA C	500532	PRENSA
74	MASSAS2	FABRICO	LINHA D	500538	ABASTECIMENTO LD
75	MASSAS2	FABRICO	LINHA D	500541	PRENSA
76	MASSAS2	FABRICO	SILOS OCRIM	500983	SILOS OCRIM
77	MASSAS2	GERAL	ETA	500992	ETA
78	MASSAS2	GERAL	PT	500554	POSTO TRANSFORMAÇÃO 5
79	MASSAS2	GERAL	CALDEIRAS	500553	GRUPO PRESSÃO

Parte 3 da tabela de equipamentos de criticidade A da CPA, selecionados para aplicação da análise FMEA.

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento
80	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500561	ELEVADOR 101
81	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	501105	ELEVADOR 102
82	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500562	FILTRO 1010
83	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500563	MOZF 1024
84	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500595	TRANSPES CORRENTES 105
85	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500596	TRANSPES CORRENTES 106
86	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500597	TRANSPES CORRENTES 107
87	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500598	TRANSPES CORRENTES 108
88	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500601	COMBICLEANER
89	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500602	ELEVADOR EL301
90	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500603	ELEVADOR EL302
91	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500604	ELEVADOR EL303
92	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500605	ELEVADOR EL304
93	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500627	SORTEX
94	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500647	ENTOLETTER FL401
95	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500648	ENTOLETTER FL402
96	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500649	ENTOLETTER FL403
97	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500650	DESPEDRADORA
98	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500661	ELEVADOR 305
99	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500667	FILTRO 404
100	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500756	ELEVADOR 201
101	BOLACHA	BOLACHA	AUXILIARES	501083	AMASSADEIRA A
102	BOLACHA	BOLACHA	AUXILIARES	501084	AMASSADEIRA B
103	BOLACHA	BOLACHA	AUXILIARES	501094	ABASTECIMENTO MP

10.9 ANEXO 9 – Carta FMEA

Carta FMEA desenvolvida em *MSExcel®*, utilizada na CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:		Área(s) envolvida(s):		Página:	1/1
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:		Responsável:	
Data da Última Revisão:		Sistema:			

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	
											0	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

10.10 ANEXO 10 – Folha de Critérios FMEA

Critérios de classificação do índice Ocorrência, Gravidade e Deteção utilizados na CPA.

FMEA - AVALIAÇÃO DA CRITICIDADE

Ocorrência		
Probabilidade	**Classificação**	**Descrição de Ocorrência**
Improvável	1	Máximo 1x por ano
Muito pequena	2 a 3	2 a 4x por ano
Moderada	4 a 6	Máximo 1x por mês
Alta	7 a 8	15 dias a semanalmente
Alarmante	9 a 10	Diariamente

Gravidade do Efeito			
Efeito	**Classificação**	**Descrição do Efeito**	**Exemplo**
Apenas percetível	1	Falha de menor importância. Baixo ou nenhum impacto na segurança, qualidade e produtividade.	Sem necessidade de intervenção imediata. Oportunidade de melhoria.
Pouca importância	2 a 3	Provoca redução de performance do ativo e aparecimento gradual de ineficiência. Cliente interno perceberá a falha mas não ficará insatisfeito.	Queda de ritmo
Moderadamente grave	4 a 6	Ativo sofrerá uma degradação progressiva: -Ineficiência moderada; -Produtividade reduzida; -Início de frustração por parte do operador ou cliente do produto; -Cliente interno perceberá a falha e ficará insatisfeito.	Paragem de produção com reparação relativamente simples com duração máxima de 2 horas.
Grave	7 a 8	De 50% a 70% das vezes não se consegue manter a produtividade e requer grande esforço do operador. Há baixa de eficiência e de produtividade. Alta taxa de PNP. O ativo não desempenha a sua função. O cliente interno perceberá a falha e ficará muito insatisfeito.	Paragem de produção cuja reparação tem duração máxima de 1 dia. Falha no plano produtivo consegue ser recuperada.
Extremamente Grave	9 a 10	Não se consegue impedir o "colapso" do processo. Problemas são catastróficos e podem implicar perigo de segurança. Cliente ficará muito insatisfeito.	Paragem de produção cuja reparação tem duração bastante significativa. Rutura. Risco segurança.

Capacidade de Deteção			
Deteção	**Classificação**	**Descrição de Mecanismos de Deteção**	**Exemplo**
Alta	1	Deteção total de falhas via controlos e alarmes existentes.	
Moderada	2 a 3	Falhas podem ser detetadas via sistema de controlo existente. São aplicadas ações corretivas em pelo menos 90% das vezes em que os parâmetros do equipamento saem do intervalo de controlo.	
Pequena	4 a 6	Falhas podem ser detetadas via inspeção humana. É empregada uma ação corretiva somente em 50% das vezes em que os parâmetros do equipamento saem do intervalo de controlo.	Manutenção preditiva. PMP
Muito pequena	7 a 8	Nível de controlo muito baixo. Não existe rotina de inspeção.	Sem manutenção planeada, mas possível de a realizar.
Improvável	9 a 10	Não há nenhum tipo de controlo de inspeção. A causa da falha não pode ser detetada.	Sem manutenção planeada e impossível de a realizar.

10.11 ANEXO 11 – Cronograma do Desenrolar das Análises FMEA

Parte 1 do cronograma do planeamento do desenrolar do projeto FMEA na CPA.

X Planeado
C Concluído dentro do prazo planeado
D Concluído após o prazo planeado (atraso)

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento	S49	S50	S51	S52	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09
1	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500029	ROBOT 3										X	C	D	
2	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500156	ROBOT 1										X	C	D	
3	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMBAL F1	500158	ROBOT 2										X	C	D	
4	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500075	BALANÇA						X	C	D					
5	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500076	CONFECIONADORA	C	C	C										
6	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500088	BALANÇA						X	D						
7	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500089	CONFECIONADORA	C												
8	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500096	BALANÇA						X	D						
9	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500097	CONFECIONADORA	C												
10	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500109	CONFECIONADORA		C	D			D							
11	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500112	DOSEADOR								X	D				
12	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 6	500025	ENCARTONADORA									X	D			
13	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 7	500127	CONFECIONADORA		C	D			D							
14	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500135	BALANÇA							X	D					
15	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500136	CONFECIONADORA			C										
16	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500143	BALANÇA							X	D					
17	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500144	CONFECIONADORA			C										
18	MASSAS1	FABRICO	AUX. FABRICO F1	500013	REMOÍDOS DE ADITIVADAS													
19	MASSAS1	FABRICO	AUX. FABRICO F1	500014	REMOÍDOS DE NÃO ADITIVADAS													
									DEZ					JAN				FEV

Parte 2 do cronograma do planeamento do desenrolar do projeto FMEA na CPA.

X Planeado
C Concluído dentro do prazo planeado
D Concluído após o prazo planeado (atraso)

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23
20	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500037	PRENSA						X	C	C	D							
21	MASSAS1	FABRICO	LINHA A	500953	ABASTECIMENTO LA	X	C	D													
22	MASSAS1	FABRICO	LINHA B	500046	PRENSA						X	C	C	D							
23	MASSAS1	FABRICO	LINHA B	500954	ABASTECIMENTO LB	X	C	D													
24	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500054	ESTENDEDEIRA				X	C	D										
25	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500056	PRENSA						X	C	C	D							
26	MASSAS1	FABRICO	LINHA C	500955	ABASTECIMENTO LC	X	C	D													
27	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500002	PRENSA						X	C	C	D							
28	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500003	ESTENDEDEIRA				X	C	D										
29	MASSAS1	FABRICO	LINHA E	500956	ABASTECIMENTO LE	X	C	D													
30	MASSAS1	FABRICO	LINHA F	500064	PRENSA						X	C	C	D			D				
31	MASSAS1	FABRICO	LINHA F	500957	ABASTECIMENTO LF	X	C	D													
32	MASSAS1	FABRICO	LINHA G	500072	PRENSA						X	C	C	D				D			
33	MASSAS1	FABRICO	LINHA G	500958	ABASTECIMENTO LG	X	C	D													
34	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500979	ABASTECIMENTO	X	C	D													
35	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500980	SILO	X	C	D													
36	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500981	BALANÇA			X	D												
37	MASSAS1	FABRICO	SIMATIC	500982	TRANSP AOS SILOS DIÁRIOS	X	C	D													
38	MASSAS1	GERAL	ETA	500988	ETA											X				D	
39	MASSAS1	GERAL	PT	500160	POSTO TRANSFORMAÇÃO 1										X				D		
40	MASSAS1	GERAL	PT	500161	POSTO TRANSFORMAÇÃO 2										X				D		
41	MASSAS1	GERAL	PT	500162	POSTO TRANSFORMAÇÃO 3										X				D		
42	MASSAS1	GERAL	PT	500163	POSTO TRANSFORMAÇÃO 4										X				D		
43	MASSAS1	GERAL	CALDEIRAS	500170	GRUPO PRESSÃO											X				D	
							FEV				MAR				ABR					MAI	

Parte 3 do cronograma do planeamento do desenrolar do projeto FMEA na CPA.

X Planeado
C Concluído dentro do prazo planeado
D Concluído após o prazo planeado (atraso)

Nº	Fábrica	Área	Linha	Código de Equipamento	Equipamento	S49	S50	S51	S52	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09
44	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500561	ELEVADOR 101						C	C						
45	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	501105	ELEVADOR 102											C		
46	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500562	FILTRO 1010									C				
47	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500563	MOZF 1024									C	C			
48	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500595	TRANSPES CORRENTES 105	C	C											
49	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500596	TRANSPES CORRENTES 106	C	C											
50	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500597	TRANSPES CORRENTES 107	C	C											
51	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500598	TRANSPES CORRENTES 108	C	C											
52	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500601	COMBICLEANER		C	C										
53	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500602	ELEVADOR EL301						C	C						
54	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500603	ELEVADOR EL302						C	C						
55	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500604	ELEVADOR EL303						C	C						
56	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500605	ELEVADOR EL304						C	C						
57	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500627	SORTEX										C	C		
58	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500647	ENTOLETTER FL401								C					
59	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500648	ENTOLETTER FL402								C					
60	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500649	ENTOLETTER FL403								C					
61	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500650	DESPEDRADORA			C										
62	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500661	ELEVADOR 305						C	C						
63	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500667	FILTRO 404									C				
64	SEMOLARIA	SEMOLARIA	SEMOLARIA	500756	ELEVADOR 201						C	C						
									DEZ					JAN				FEV

10.12 ANEXO 12 – Análises FMEA

(Confecionadora L3). Parte 1 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	1/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Abastecimento de Produto		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Abastecer de massa	Não abastecer	Obturador parado	Paragem da produção	Obturador	Servo Motor avariado	Elétrica	Não há	1	7	8	56	Verificar existência de SpareParts
					Sensores avariados	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Sensores descalibrados	Elétrica	Não há	1	4	8	32	
					Encoder avariado	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Tirantes danificados	Mecânica	Não há	3	7	8	168	Inspeção Mensal ao estado dos tirantes (visual) Parada
					Guia Nylon danificada	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Inspeção Mensal ao estado da guia de nylon(visual) Parada
	Abastecer fora da especificação	Obturador desajustado	Desperdício de produto	Obturador	Servo Motor avariado	Elétrica	Não há	3	4	8	96	
			Queda de ritmo		Sensores descalibrados	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Encoder avariado	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Guia Nylon danificada	Mecânica	Não há	1	4	8	32	
					Parametrização errada na programação	Operacional	Não há	3	5	10	150	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 2 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	2/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Abastecimento de Película		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Abastecer de película	Rasgar a película	Pica desafinado	Paragem da produção	Pica	Qualidade da película	N/A	Não há	1	3	6	18	
			Perda de película		Desgaste do pica	Mecânica	Não há	2	4	8	64	Verificar estado geral (não há stock de agulhas) Parado
					Mau ajuste do rolo	Operacional	Não há	2	4	8	64	
					Agulhas empenadas	Mecânica	Não há	2	4	8	64	
	Não abastecer	Motor de tração parado	Paragem da produção	Motoredutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Carretos com desgaste	Mecânica	Não há	1	7	9	63	
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	7	10	70	
					Roda de tração desgastada/danificada	Mecânica	Inspeção Mensal (paragem)	1	7	5	35	
				Sensor de película	Sensor avariado	Elétrica	Não há	1	7	10	70	
				Travão da bobine	Cilindro Pneumático avariado	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Eletroválvula avariada	Elétrica/Mecânica	Não há	1	7	8	56	
		Transporte de Bobine parado	Paragem da produção	Motoredutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	2	6	10	120	
					Carretos com desgaste	Mecânica	Não há	2	6	9	108	
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	2	6	10	120	
					Correntes de transmissão com arrastador de bobine danificada	Mecânica	Não há	1	6	8	48	
					Rolamentos das rodas de apoio Gripados	Mecânica	Não há	1	6	8	48	

(Confecionadora L3). Parte 3 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
	Abastecer na velocidade errada	Sensor de velocidade desregulado	Queda de ritmo, paragem da produção	Sensor de velocidade	Sensor desafinado	Elétrica	Não há	2	7	7	98	
		Rolamentos gripados	Queda de ritmo,Paragem da produção	Rolamento do suporte da bobine	Desgaste dos rolamentos	Mecânica	Não há	1	7	7	49	Inspeção bimensal - Manutenção
		Carimbo mal ajustado	Queda de ritmo	Carimbo	Pressão desregulada (ar comp)	Mecânica	Não há	2	4	9	72	
			Paragem da produção		Parâmetrização errada	Operacional	Não há	3	8	10	240	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
		Motor de tração desregulado	Queda de ritmo	Travão da bobine	Cilindro Pneumático avariado	Mecânica	Não há	1	3	8	24	
					Eletroválvula avariada	Elétrica/Mecânica	Não há	1	3	8	24	
	Contaminação do produto	Motoredutor com vedeção deficiente	Produto não conforme	Motoredutor	Fuga de óleo	Mecânica	Não há	1	8	8	64	Inspeção visual Fuga de óleo PM

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 4 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	3/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Formador do pacote		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Arrastar a película	Não arrastar	Servomotor encravado	Paragem total Produção	Servomotor de arraste	Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Fadiga do rolamento	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	6	6	72	Ajustar para Bimensal
		Cilindros de ajuste com mau funcionamento	Paragem total Produção	Cilindros	Fugas nos cilindros	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Ajustar para Bimensal
			Produção fora especificação	Válvulas	Fadiga das válvulas	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Semestral
			Queda de ritmo	Bobine	Bobine queimada	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
			Paragem total Produção	Tubagem	Fadiga da tubagem e encaixes	Mecânica	Inspeção Quinzenal (Em operação)	3	8	6	144	Ajustar para Mensal
					Acidentes eventuais	Operacional	N/A	3	8	8	192	
		Fotocélula com erro de leitura (velocidade da película)	Produção fora especificação	Fotocélula	Avaria da fotocélula	Elétrica	Não há	1	8	10	80	
			Paragem total Produção		Erro na afinação da fotocélula	Operacional	Controlo Qualidade Produto	3	8	6	144	Manter ação da Produção
		Correia de arraste fora do ritmo (não encosta)	Produção fora especificação	Motores de arraste	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Avaria do Servo-Drive	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
				Eletroválvula	Avaria nos cabos de alimentação da eletroválvula	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Acidentes eventuais	Operacional	Não há	2	8	8	128	
				Correias de arraste	Fadiga da correia	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	3	7	6	126	Manter
			Queda de ritmo	Correias de arraste	Ajuste mau da correia	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	3	3	6	54	Manter
	Arraste desalinhado	Correias sujas	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Correias de arrasto	Pó da massa, resíduo da pelicula	Mecânica	Não há (Limpeza Operacional regular informal)	4	7	7	196	Procedimento de limpeza operacional da correia a cada mudança de produto - Produção

(Confecionadora L3). Parte 5 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Cilindros de ajuste com mau funcionamento	Paragem total Produção	Cilindros	Fugas nos cilindros	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Ajustar para Bimensal
			Produção fora especificação	Válvulas	Fadiga das válvulas	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Semestral
			Queda de ritmo	Bobine	Bobine queimada	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
			Paragem total Produção	Tubagem	Fadiga da tubagem e encaixes	Mecânica	Inspeção Quinzenal (Em operação)	3	8	6	144	Ajustar para Mensal
					Acidentes eventuais	Operacional	N/A	3	8	8	192	
		Correias desgastadas	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Correias de arrasto	Fadiga das correias (desgaste)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	3	7	6	126	Manter
		Película presa (atrito)	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Correias	Sujidade nas correias	Operacional	Não há (Inspeção visual Operacional regular informal)	4	7	7	196	Procedimento de limpeza operacional da correia a cada mudança de produto - Produção
				Teflon	Desgaste teflon	Mecânica	Não há (Inspeção visual Operacional regular informal)	7	7	4	196	Manter
				Tubo formador	Tubo formador desalinhado (setup)	Operacional	Não há (Inspeção visual Operacional regular informal)	2	7	5	70	
	Arraste fora do comprimento	Desgaste correias	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Correias de arrasto	Fadiga das correias (desgaste)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	3	7	6	126	Manter
		Correias sujas	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Correias de arrasto	Pó da massa, resíduo da película	Mecânica	Não há (Limpeza Operacional regular informal)	4	7	7	196	Procedimento de limpeza operacional da correia a cada mudança de produto - Produção
		Fotocélula com erro de leitura (velocidade da película)	Paragem total Produção, Queda de ritmo	Fotocélula	Falha de contagem do Encoder	Elétrica	Não há	1	8	10	80	
					Sujidade na fotocélula	Elétrica	Não há	2	8	8	128	Procedimento de limpeza operacional da fotocelula a cada mudança de produto - Produção
	Rasgar a película	Rolo de pica defeituoso	Paragem total Produção	Rolo de Pica	Mau ajuste do rolo Preso	Mecânica	Não há	2	8	8	128	
					Agulhas empenadas	Mecânica	Não há	2	8	8	128	Inspeção visual mensal
		Colarinho do formador com desgaste	Paragem total Produção	Tubo formador	Desgaste do colarinho (material fica afiado)	Mecânica	Não há	1	8	8	64	

(Confecionadora L3). Parte 6 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Fazer soldadura Vertical	Não fazer a soldadura	Fita de soldadura rompida	Paragem da produção	Fita de soldadura, barra soldadura	Barra de soldadura desgaste (desgaste elevado)	Mecânica	Não há	4	8	8	256	Inspeção visual Mensal
				Fita de soldadura, Rodas de tração soldadura	Rodas de tração da fita de soldadura desgastadas	Mecânica	Não há	2	8	8	128	Inspeção visual Mensal
		Fita da soldadura fora da temperatura desejável	Paragem da produção	Resistência	Resistência queimada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Sonda de temperatura	Sonda de temperatura avariada (linhas quebradas)	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
				Rele solido	Controlo (rele solido) avariado	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
		Fita de soldadura não encosta à pelicula	Paragem da produção	Fita de soldadura, Cilindro	Falta de pressão no cilindro (Falta ar comprimido, Fuga de ar comprimido)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Manter
		Fita de soldadura parada	Paragem da produção	Motor da fita de soldadura	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Avaria dos variadores de velocidade	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Rodas de tração desgastadas	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	3	8	6	144	Manter
					Folga no veio de motor	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Manter
	Rasgar a pelicula	Barra de soldadura encosta à película	Paragem da produção	Barra da soldadura	Barra de soldadura desgastada	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	4	8	6	192	Manter
	Fazer a soldadura fora da especificação	Fita de soldadura descentrada	Paragem da produção	Fita de soldadura, Barra de soldadura	Barra de soldadura desgastada	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	4	8	6	192	Manter
		Fita da soldadura fora da temperatura desejável	Paragem da produção	Resistência	Resistência queimada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Sonda de temperatura	Sonda de temperatura avariada (linhas quebradas)	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
				Rele solido	Controlo (rele solido) avariado	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
		Fita de soldadura não encosta à pelicula	Paragem da produção	Fita de soldadura, Cilindro	Falta de pressão no cilindro (Falta ar comprimido, Fuga de ar comprimido), ou avaria na eletroválvula	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Manter
Fazer soldadura horizontal	Não fazer a soldadura	Falha no movimento das maxilas	Paragem da produção	Servomotor de Arraste	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Avaria do Servo Drive	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Rodas de tração desgastadas (dentes)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal
					Folga no veio de motor	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal

(Confecionadora L3). Parte 7 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
				Correias	Desgaste das correias	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal
					Esforço demasiado das correias	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Transporte (Transmissão de movimento)	Folga nas rótulas	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Tirantes danificados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Maxilas	Massa nas maxilas	Mecânica	Não há	7	8	8	448	Procedimento de limpeza operacional das maxilas a cada mudança de produto - Produção
		Maxilas não aquecem	Paragem da produção	Resistência	Resistência queimada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Controlo (rele solido)	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
				Sonda de temperatura	Sonda de temperatura avariada (linhas quebradas)	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
	Fazer a soldadura fora da especificação	Maxilas com movimento desajustado	Paragem da produção	Motor	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Avaria dos variadores de velocidade	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Rodas de tração desgastadas (dentes)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	
					Folga no veio de motor	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	
				Correias	Desgaste das correias	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal
					Esforço demasiado das correias	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Maxilas	Massa nas maxilas	Mecânica	Não há	7	8	8	448	Procedimento de limpeza operacional das maxilas a cada mudança de produto - Produção
				Transporte (Transmissão de movimento)	Folga nas rótulas	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Tirantes danificados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
		Maxilas não têm a temperatura necessária	Paragem da produção	Resistência	Resistência queimada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Controlo (rele solido) avariado	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
				Sonda de temperatura	Sonda de temperatura avariada (linhas quebradas)	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
		Maxilas desalinhadas	Paragem da produção	Correias	Saltar um dente da correia	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
				Maxilas	Montagem/Afinação	Operacional	Não há	1	8	8	64	

(Confecionadora L3). Parte 8 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Formar o fundo/topo do pacote	Não formar o pacote ou formar fora de especificação	Lancetas paradas	Paragem da produção	Lancetas	Cilindro com fuga de ar	Mecânica	Não há	3	8	8	192	Inspeção visual Mensal
					Guias desgastadas	Mecânica	Não há	3	7	8	168	Inspeção visual Mensal
		Maxilas com movimento desajustado	Paragem da produção	Servo motor fecho das maxilas	Avaria nos cabos de alimentação	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
					Avaria dos variadores de velocidade	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Rodas de tração desgastadas (dentes)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	7	6	42	Ajustar para Bimensal
					Folga no veio de motor	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	8	6	48	Ajustar para Bimensal
				Servo motor movimento vertical das maxilas	Parametrização incorreta	Operacional	Não há	3	8	10	240	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
				Correias	Desgaste das correias (fadiga)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	1	7	6	42	Ajustar para Bimensal
					Esforço demasiado das correias (desgaste)	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
				Maxilas	Massa nas maxilas	Mecânica	Não há	7	7	8	392	Procedimento de limpeza operacional das maxilas a cada mudança de produto - Produção

(Confecionadora L3). Parte 9 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
	Não cortar o pacote	Cilindro sem movimento	Paragem da produção	Cilindro	Eletroválvula queimada	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Eletroválvula desgastada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Tubos ressequidos (Fuga Ar comprimido)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Manter
		Lâmina partida	Paragem da produção	Lâmina	Desgaste do suporte (haste do cilindro)	Mecânica	Não há	3	8	8	192	Inspeção visual Mensal
					Parafuso da lâmina desapertar/partir	Mecânica	Não há	2	8	8	128	Inspeção visual mensal (aperto)
	Cortar o pacote fora da especificação	Cilindro com movimento desajustado	Paragem da produção	Cilindro	Eletroválvula desgastada	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
					Tubos ressequidos (Fuga Ar comprimido)	Mecânica	Inspeção Mensal (Paragem mensal)	2	8	6	96	Manter
		Lâmina desgastada (sem corte)	Paragem da produção	Lâmina	Desgaste da lâmina	Mecânica	Não há	2	8	8	128	Inspeção visual mensal (desgaste)

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 10 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	4/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Transporte de pacote		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Transportar o pacote almofada	Não transportar o pacote	Transporte parado	Paragem da produção	Motor	Motor queimado	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Bobinagem danificada	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
Transportar o pacote "com etiqueta"	Não transportar o pacote	Transporte parado	Paragem da produção	Motores	Motores avariados	Elétrico	Não há	1	8	8	64	
					Controlo de motores avariado	Elétrico	Não há	1	8	8	64	
					Encoder avariado	Elétrico	Não há	1	8	8	64	
					Motor perde a referência (arrastadores presos)	Elétrico / Operacional	Não há	3	7	8	168	
				Sensores	Sensores avariados	Elétrico	Não há	1	8	8	64	
					Sensores mal ajustados	Elétrico	Não há	2	8	8	128	
	Transportador não acomoda a massa	Mesa vibratória não funciona	Queda de ritmo	Mesa vibratória	Motor queimado	Elétrico	Não há	1	3	8	24	
					Rolamentos do motor gripado	Mecâcnico	Não há	1	6	8	48	
					Bobinagem do motor danificada	Elétrico	Não há	1	6	8	48	
		Arrastadores sem espaçamento adequado	Queda de ritmo	Arrastadores	Parametrização/dimensão de formato dos arrastadores não adequada	Operacional	Não há	3	3	10	90	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
Regular a altura do carrocel do pacote "com etiqueta"	Não regula altura	Motor parado	Paragem da produção	Motor	Motor queimado	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Bobinagem danificada	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
		Encoder em erro	Paragem da produção	Encoder	Avaria elétrica do encoder	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Quebra do acoplamento	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
		Fusos bloqueados	Paragem da produção	Fusos	Fusos gripados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Fusos empenados devido ao esforço	Mecânica	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Fusos sujos	Operacional	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Lubrificação insuficiente dos fusos	Operacional	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
		Arrastadores inadequados	Paragem da produção	Arrastadores	Montagem inadequada (mudança de formato)	Operacional	Gestão visual	1	8	7	56	

(Confecionadora L3). Parte 11 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
	Altura mal regulada (parâmetros)	Arrastadores com altura inadequada	Queda de ritmo	Arrastadores	Parametrização/dimensão de formato dos arrastadores não adequada	Operacional	Não há	3	3	10	90	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
Regular a profundidade (abertura) do pacote "com etiqueta"	Não regula a abertura	Guias empenadas	Paragem da produção	Guias	Peças de formato inadequadas	Operacional	Não há	3	8	10	240	Criar Especificação Técnica de Montagem para Operação - Produção
		Motor parado	Paragem da produção	Motor	Motor queimado	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Bobinagem danificada	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
					Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
		Fusos bloqueados	Paragem da produção	Fusos	Fusos gripados	Mecânica	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Fusos empenados devido ao esforço	Mecânica	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Fusos sujos	Operacional	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
					Lubrificação insuficiente dos fusos	Operacional	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal
		Encoder em erro	Paragem da produção	Encoder	Avaria elétrica do encoder	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
					Quebra do acoplamento	Mecânica	Não há	1	8	8	64	
	Abertura mal regulada	Arrastadores com abertura inadequada	Queda de ritmo	Arrastadores	Parametrização/dimensão de formato dos arrastadores não adequada	Operacional	Não há	3	3	10	90	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
Virar e Expulsar os pacotes (encaminhar) "com etiqueta"	Não virar/expulsar os pacotes (Soprador)	Sopradores não atuam	Paragem da produção	Sopradores	Falha na eletrovalvula	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
	Não virar/expulsar os pacotes (Expulsor)	Servomotor do explusor não funciona	Paragem da produção	Servomotor do expulsor	Avaria no servomotor do expulsor	Eletrica	Não há	1	8	9	72	Criar Especificação Técnica de Montagem - Produção
	Expulsar/Virar mal	Cilindro plano expulsor	Queda de ritmo	Cilindro plano expulsor	Eletrovalvula	Eletrica	Não há	1	3	9	27	
					Fugas de ar	Mecanica	Não há	1	8	8	64	
				Correia	Correia danificada	Mecanica	Não há	1	8	8	64	Inspeção Mensal

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 12 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	5/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Formação do topo do pacote		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Dobrar topo do pacote	Não dobrar o pacote	Dobrador parado	Queda de ritmo	ServoMotor do transportador (x2)	Bobinagem deficiente	Eletrica	Não há	1	3	10	30	
					Rolamentos gripados	Mecanica	Não há	1	3	8	24	
					Encoder queimado	Eletrica	Não há	1	3	10	30	
					Parametrização do dobrador errada	Operacional	Não há	5	3	8	120	
	Dobrar mal o pacote	Não realizar a extração do ar e junção do pacote	Queda de ritmo	ServoMotor	Bobinagem deficiente	Eletrica	Não há	1	3	10	30	
					Rolamentos gripados	Mecanica	Não há	1	3	8	24	
					Parametrização do dobrador errada	Operacional	Não há	2	4	8	64	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
				Cilindro Pneumático	Fugas nos cilindros	Mecânica	Não há	2	3	8	48	
					Eletroválvula danificada	Elétrica/Operacional	Não há	1	3	8	24	
		Fazer a soldadura fora da especificação	Queda de ritmo	Cilindro Pneumático	Fugas nos cilindros	Mecânica	Não há	2	3	8	48	
					Eletroválvula danificada	Elétrica/Operacional	Não há	1	3	8	24	
				Maxilas	Sonda de temperatura avariada	Elétrica	Não há	2	3	8	48	
					Controlo da temperatura avariado (rele de estado sólido)	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Acumular aparas do pacote nas maxilas (excesso de temperatura falha no rele)	Eletrica	Não há	3	3	8	72	
		Não cortar o excesso do topo do pacote	Queda de ritmo	Lâmina	Lâmina desgastada	Mecânica	Não há	2	3	8	48	
					Lâmina mal regulada	Mecânica	Não há	2	3	8	48	
					Cilindro com desgaste	Mecânica	Não há	2	3	8	48	
					Fugas nos tubos de ar comprimido	Mecânica	Não há	1	3	8	24	

(Confecionadora L3). Parte 13 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
					Eletroválvula queimada	Elétrica	Não há	1	3	8	24	
					Eletroválvula com fuga interna (desgastada)	Mecânica	Não há	1	3	8	24	
					Parametrização da lâmina errada	Operacional	Não há	2	4	10	80	Criar Especificação Técnica de parametrização do produto - Produção
				Guias entre estações	Desalinhamento das guias	Mecanico	Não há	2	5	8	80	Inspeção mensal (guião existente)
Aspirar o retalho	Não aspirar o retalho	Aspirador não funcionar	Queda de ritmo	Aspirador	Motor do aspirador queimado	Eletrico	Não há	1	3	10	30	
					Tubos mal encaixados, fugas	Mecanico	Não há	1	3	8	24	
					Aspirador Cheio	Operacional	Não há	7	3	5	105	Avaliar (caso de estudo)
					Saco subir devido a mau posicionamento ou ajuste	Operacional	Não há	2	4	5	40	Criar OPL para operação - Produção
					Funil das maxilas mal encaixado	Operacional	Não há	2	4	5	40	Criar OPL para operação - Produção

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 14 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	6/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Etiquetagem		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Colocar a etiqueta no pacote	Não colocar devidamente a etiqueta	Sensor de presença não lê o pacote	Paragem de produção	Sensor de presença de pacote	Sensor avariado	Eletrica	Não há	1	8	10	80	
					Sensor mal ajustado	Operacional	Não há	1	8	8	64	
		Aplicador de etiqueta parado	Paragem da produção	Aplicador	Prisão dos veios	Mecânico	Não há	1	8	7	56	Inspeção visual/tátil bimensal - Manutenção
					Cilindro danificado	Mecânico	Não há	2	8	7	112	
					Falta de ar comprimido	Mecânico	Não há	1	8	7	56	
					Sensor avariado	Eletrica	Não há	1	8	10	80	
					Sensor desajustado	Eletrica	Não há	2	8	8	128	
					Falta de vácuo	Mecânico	Não há	4	8	8	256	Procedimento de Limpeza Mensal do Filtro do vacuômetro - Manutenção
					Desgaste do travão do desenrolador que leva ao desafinar do aplicador de etiqueta	Mecânico	Não há	2	8	8	128	
				Rolos de tração	Rolos de tração sem tração devido ao pó da massa ou uma etiqueta presa no rolo	Mecânico	Não há	5	8	8	320	Procedimento de limpeza operacional dos Rolos a cada mudança de produto - Produção
				Dispensador/Aplicador (Motor de Tração)	Motor avariado	Eletrica	Não há	1	8	8	64	
		Aplicador de etiqueta desafinado	Queda de ritmo (etiqueta mal posicionada)	Dispensador	Bobine de etiquetas desalinhada	Operacional	Não há	1	3	8	24	
				Aplicador	Desgaste do travão do desenrolador	Mecânico	Não há	1	3	7	21	
				Válvula de vácuo	Vácuo insuficiente	Mecânico	Não há	4	3	7	84	
				Válvula de ar comprimido	Sopro insuficiente	Mecânico	Não há	3	3	8	72	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Confecionadora L3). Parte 15 da análise FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	F1 - Embalamento	Página:	7/7
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Confeccionadora	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	21/03/2018	Sistema:	Segurança		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Proteger pessoas e equipamento	Não proteger as pessoas	Equipamento continua a funcionar com as portas abertas	Risco de Segurança de pessoas	Sistema de segurança	Desativação manual do sistema	Operacional	Inspeção mensal por parte da manutenção e produção	1	10	6	60	Manter ação
	Não proteger o equipamento	Equipamento continua a funcionar com um modo de falha ativo	Risco de deteorização do equipamento	Sistema segurança geral	Desativação manual do sistema	Operacional	Inspeção mensal por parte da manutenção e produção	1	9	6	54	Manter ação
				Sistema segurança geral	Falha de elementos do sistema	Elétrica	Inspeção mensal por parte da manutenção e produção	1	9	6	54	Manter ação

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Transportador Correntes 107). Parte 1 da análise FMEA do transportador de correntes 107 da Semolaria da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	04/12/2017	Área(s) envolvida(s):	Semolaria	Página:	1/1
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Transportador TC107	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	26/03/2018	Sistema:	Redller		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Transportar trigo para o TC108	Não transportar trigo	Ruptura da Corrente Redller	Paragem total da Produção	Corrente	Desgaste da corrente	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	2	7	6	84	Inspeção Trimensal (Paragem)
					Objectos estranhos no redller	Operacional	Não há	2	7	9	126	
					Desgaste da roda dentada de tração	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	2	7	6	84	Inspeção Trimensal (Paragem)
		Motoredutor parado	Paragem total da Produção	Motorredutor	Bobinagem com defeito devido a curto circuito ou passagem à terra	Elétrico	Não há	2	7	9	126	
					Rolamentos gripados (motor e redutor) por desalinhamento de transmissão	Mecânico	Não há	2	7	8	112	
					Rolamentos gripados (motor e redutor) por Fadiga	Mecânico	Não há	2	7	8	112	
					Carretos internos do redutor gripados por esforço	Mecânico	Não há	2	7	8	112	
					Carretos internos do redutor gripados por falta de lubrificação	Mecânico	Plano de lubrificação	2	7	5	70	Manter ação
					Carretos internos do redutor gripados por fadiga	Mecânico	Não há	2	7	8	112	
					Folga do acoplamento do redutor ao veio de transmissão	Mecânico	Não há	3	7	8	168	Inspeção Trimensal (Paragem)
		Folga da Corrente Redller	Paragem total da Produção, Incêndio	Corrente	Desgaste da corrente (fadiga) (necessário cortar elo)	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	5	10	6	300	Inspeção Trimensal (Paragem)
				Esticador	Fadiga do esticador	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	10	6	60	Inspeção Trimensal (Paragem)
				Veios, Rolamentos	Desgaste dos veios devido aos rolamentos ou fadiga	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	10	6	60	Inspeção Trimensal (Paragem)

(Transportador Correntes 107). Parte 2 da análise FMEA do transportador de correntes 107 da Semolaria da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Sondas não comutam	Paragem total da Produção	Sondas (esticamento e rotação)	Fadiga das Sondas	Elétrico	Não há	3	7	8	168	
					Sondas sofrem choques mecânicos equipamento	Mecânico	Não há	2	7	8	112	
		Corrente Encravada	Paragem total da Produção	Corrente	Desgaste da corrente	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	3	7	6	126	Inspeção Trimensal (Paragem)
				Arrastadores	Objectos estranhos no redller	Operacional	Não há	2	7	9	126	
				Guias	Desgaste das guias (fadiga)	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	2	7	6	84	Inspeção Trimensal (Paragem)
				Corrente, Caixa do reddler	Atrito da corrente na caixa inferior do reddler	Mecânico	Não há	1	7	8	56	Inspeção Trimensal (Paragem) - Verificar estado da caixa inferior do reddler
		Sistema comando não comuta	Paragem total da Produção, Danos Corporais	Seccionador, Botoneira local	Sujidade	Operacional	Não há	1	10	8	80	Inspeção Trimensal (Paragem) do estado fisico e funcional da Botoneira
					Desgaste (fadiga)	Elétrico	Não há	1	10	8	80	Inspeção Trimensal (Paragem) do estado fisico e funcional da Botoneira
					Má utilização	Operacional	Não há	1	10	8	80	Inspeção Trimensal (Paragem) do estado fisico e funcional da Botoneira

(Transportador Correntes 107). Parte 3 da análise FMEA do transportador de correntes 107 da Semolaria da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
	Transportar trigo abaixo da capacidade nominal	Arrastores partidos/empenados	Queda da produção nominal	Arrastadores	Empeno dos arrastadores (excesso de carga)	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	4	6	24	
					Fadiga dos arrastadores (arrastadores partidos)	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	4	6	24	
					Objectos estranhos no redller	Operacional	Não há	1	4	9	36	
		Folga da Corrente Redller	Queda da produção nominal, Incêndio	Corrente	Desgaste da corrente (fadiga)	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	10	6	60	
				Esticador	Fadiga do esticador	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	10	6	60	
				Veios, Rolamentos	Desgaste dos veios devido aos rolamentos ou fadiga	Mecânico	Inspeção paragem Semestral	1	10	6	60	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Prensa LA). Parte 1 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	02/04/2018	Área(s) envolvida(s):	F1- Fabrico	Página:	1/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Prensa LA	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	24/05/2018	Sistema:	Abastecimento		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Filtrar o ar	Não filtrar	Filtro colmatado	Produto não conforme	Filtro de manga	Filtro manga colmatado devido a sujidade	Mecânica	Limpeza Semestral e Substituição Semestral - Produção	1	3	4	12	
				Válvulas de descompressão	Válvulas de descompressão avariam por fadiga	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
					Sequenciador avaria elétrica	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
	Filtrar ineficientemente	Filtro parcialmente colmatado	Queda de ritmo	Filtro de manga	Filtro parcialmente colmatado colmatado devido a sujidade	Mecânica	Limpeza Semestral e Substituição Semestral - Produção	1	3	4	12	
Soltar o produto do silo	Não soltar o produto do silo	Martelo parado (não bate no silo)	Paragem de produção	Matelo pneumático	Avaria no comando elétrico (cabos)	Elétrico	Não há	1	6	8	48	
					Avaria no comando elétrico (rele)	Elétrico	Não há	1	6	8	48	
					Avaria no comando elétrico (Bobine da eletroválvula)	Elétrico	Não há	1	6	8	48	
					Membrana da eletroválvula rompida	Mecânica	Não há	2	6	8	96	Verificar se existe Eletroválvula em stock
					Tubos de ar comprimido furados	Mecânico	Não há	1	6	7	42	
					Martelo partido	Mecânico	Não há	2	6	8	96	Verificar se existe o Martelo em stock
		Sonda inoperacional	Paragem de produção	Sonda de produto	Sonda descalibrada	Elétrica	Não há	1	5	8	40	
					Sonda avariada eletricamente	Elétrica	Não há	1	5	8	40	

(Prensa LA). Parte 2 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Fornecer sêmola ao misturador rápido	Não fornecer sêmola	Motor do mesclador parado	Paragem da produção	Motoredutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Verificar se há fugas de óleo - Semestralmente
					Carretos com desgaste	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	9	72	
		Penas partidas	Paragem total da produção	Penas	Penas partem por pressão devido a entupimento	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
		Motor do semfim parado	Paragem da produção	Motoredutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Verificar se há fugas de óleo - Semestralmente
					Carretos com desgaste	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	9	72	
		Semfim partido	Paragem total da produção	Semfim	Semfim parte por pressão devido a entupimento	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
		Sonda de produto inoperacional	Paragem de produção	Sonda de produto	Sonda de produto avaria eletricamente (fadiga)	Elétrica	Não há	1	5	8	40	
					Sonda de produto suja com pó	Operacional	Não há	1	5	7	35	
		Micro de segurança inoperacional	Paragem de produção	Micro segurança	Micro de segurança avaria mecanicamente (fadiga)	Mecânica	Não há	1	4	7	28	
Misturar água e sêmola	Não misturar	Motor parado	Paragem de produção	Motor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Verificação rolamentos (auditiva) - Semestral
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	9	72	
		Semfim encravado	Paragem total da produção	Semfim	Semfim encravado devido a entupimento	Mecânica	Limpeza operacional semanalmente	3	4	4	48	Manter limpeza operacional - Produção
					Rolamento gripado devido a sujidade	Mecânica	Inspeção semestral pela manutenção	3	6	5	90	Manter inspeção da manutenção
		Micro de segurança inoperacional	Paragem de produção	Micro segurança	Micro de segurança avaria mecanicamente (fadiga)	Mecânica	Não há	1	4	7	28	

(Prensa LA). Parte 3 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Medir a quantidade de àgua	Medir incorretamente	Caudalímetro com leitura incorreta	Paragem de produção	Caudalímetro	Sujidade acumulada	Operacional	Não há	1	6	7	42	
					Avaria mecanicamente (fadiga)	Mecânica	Não há	1	6	8	48	
					Avaria elétrica (fadiga)	Elétrica	Não há	1	6	8	48	
		Válvula de 3 vias bloqueada	Paragem de produção	Válvula 3 vias	Membrana Rota	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Transdutor avariado por choque operacional	Operacional	Não há	1	7	8	56	
					Transdutor avaria por fadiga fadiga	Mecânica	Não há	1	7	8	56	
					Desgaste do tubo de ar comprimido	Mecânica	Não há	2	7	8	112	
					Vedante rompido	Mecânica	Não há	1	6	8	48	Verificação de fugas de água - Semestral
		Eletroválvula inoperacional	Paragem de produção	Eletroválvula	Membrana rota	Mecânica	Não há	1	5	8	40	
					Bobine queimada	Elétrica	Não há	1	5	8	40	
		Cortes de água encravados	Paragem de produção	Cortes de água (quente e fria)	Calcinação do passador de água dedivo a inoperacionalidade	Mecânica	Não há	2	6	7	84	Possibilidade de incluir a rotina de operação de passadores de corte (Operação/Manutenção - Indicado para a paragem semestral)
Controlo elétrico	Não há controlo elétrico	HMI avariado	Paragem de produção	HMI	Avaria elétrica do HMI	Elétrica	Não há	1	8	8	64	
		PLC avariado	Paragem de produção	PLC	Avaria elétrica do PLC	Elétrica	Não há	1	8	8	64	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Prensa LA). Parte 4 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	02/04/2018	Área(s) envolvida(s):	F1- Fabrico	Página:	2/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Prensa LA	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	24/05/2018	Sistema:	Empasto		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Misturar sêmola e água	Não misturar sêmola e água	Motor parado	Paragem da produção	Motor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Verificar se há fugas de óleo - Semestralmente
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	9	72	
		Correia partida	Paragem da produção	Correia	Correia parte por desgaste (fadiga)	Mecânica	Inspeção semestral	1	6	4	24	Manter inspeção semestral da manuteção
		Redutor parado	Paragem da produção	Redutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Inspeção ao vedante da frente do redutor	1	8	5	40	Manter inspeção às fugas de óleo pela manutenção - Semestral
					Carretos desgastados	Mecânica	Inspeção ao vedante da frente do redutor	1	8	5	40	Manter inspeção às fugas de óleo pela manutenção - Semestral
		Embraiagem gripada	Paragem da produção	Embraiagem	Falta de lubrificação	Mecânica	Não há	1	6	7	42	
		Veios encravados	Paragem da produção	Veios	Rolamentos dos veios gripados	Mecânica	Não há	1	7	7	49	Verificar fugas de óleo - Semestral
					Vedantes com fuga de óleo	Mecânica	Não há	1	7	7	49	Verificar fugas de óleo - Semestral
		Penas partidas	Paragem total da produção	Penas	Penas partem por excesso de pressão	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Penas partem devido a objetos estranhos	Operacional	Não há	1	7	7	49	
		Micros de segurança inoperacionais	Paragem total da produção	Micros de segurança	Micros de segurança avariam em alarme (fadiga)	Mecânica	Teste de funcionamento da produção	1	6	5	30	Manter ação da produção
					Micros de segurança avariam em alarme (fadiga)	Elétrica	Teste de funcionamento da produção	1	6	5	30	Manter ação da produção

(Prensa LA). Parte 5 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Correia Poliçar	Queda de ritmo	Correia	Correia com folga (fadiga)	Mecanica	Inspeção semestral	1	3	4	12	Manter inspeção semestral da manutenção
					Excesso de pressão devido encravamento	Operacional	Inspeção semestral	1	3	4	12	Manter inspeção semestral da manutenção
		Penas fora de posição	Queda de ritmo	Penas	Penas com ângulo incorreto	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
Vedar o sistema de vácuo	Não vedar o sistema de vácuo	Eclusa encravada	Paragem total da produção	Eclusa	Desgaste das lâminas (mecânico)	Mecânica	Não há	2	8	7	112	Inspeção visual da eclusa Semestral e avaliar possiveis substituições
					Rolamentos gripados devido a fuga de sêmola	Mecânica	Não há	2	7	7	98	Inspeção visual da eclusa Semestral e avaliar possiveis substituições
					Fusível mecânico não parte	Mecânica	Não há	1	7	7	49	Inspeção visual da eclusa Semestral e avaliar possiveis substituições
		Motor parado	Paragem da produção	Motorredutor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	8	56	Verificar se há fugas de óleo - Semestralmente
					Desgaste dos carretos	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	8	9	72	
		Corrente partida	Paragem da produção	Corrente	Corrente parte por desgaste (fadiga)	Mecânica	Inspeção semestral	1	6	4	24	Manter inspeção semestral da manuteção
		Micros de segurança inoperacionais	Paragem total da produção	Micros de segurança	Micros de segurança avariam em alarme (fadiga)	Mecânica	Não há	1	6	5	30	
					Micros de segurança avariam em alarme (fadiga)	Elétrica	Não há	1	6	5	30	
		Radiador ineficiente	Queda de ritmo	Radiador	Radiador com fuga de àgua (fadiga)	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
		Ventilador parado	Paragem de produção	Ventilador	Bobinagem com defeito	Elétrica	Não há	1	6	7	42	
					Rolamentos gripados	Mecanica	Inspeção auditiva e visual do estado dos rolamentos - Semestral	1	6	7	42	Inspeção auditiva e visual do estado dos rolamentos - Semestral
					Turbina encravada	Mecanica	Não há	1	6	7	42	
		Tubos com fuga	Queda de ritmo	Tubo	Tubo com fugas devido a choques mecânicos operacionais	Operacional	Não há	1	6	7	42	

(Prensa LA). Parte 6 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Despressurizar a mistura	Despressurizar ineficientemente	Fuga de ar nas tubagens	Paragem de pressão	Borrachas	Borrachas com fuga (fadiga)	Mecânica	Não há	2	7	7	98	
		Tubo entupido	Paragem de pressão	Tubo	Tubo entupido devido ao encravamento com massa	Operacional	Não há	3	4	7	84	
		Vacuómetro inoperacional	Paragem de produção	Vacuometro	Vacuometro avariado e em alarme incorreto (fadiga)	Elétrico	Não há	1	6	7	42	
		Filtro colmatado	Queda de qualidade	Filtro	Filtro colmatado devido a massa (falta de limpeza)	Operacional	Limpeza 3x por dia pela Produção	1	5	4	20	Manter a atividade limpeza da produção
		Passador com fuga	Queda de ritmo	Passador	Fadiga (uso) do passador	Mecânica	Não há	1	6	7	42	
Amassar a mistura	Não amassar a mistura (parado)	Motor parado	Paragem total da produção	Motor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Bobinagem defeituosa	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
		Correia partida	Paragem da produção	Correia	Correia partiga por fadiga	Mecânica	Inspeção semestral ao estado da correia	1	6	7	42	
		Redutor encravado	Paragem de produção	Redutor	Carrettos desgastados	Mecânica	Inspeção semestral e recondicionamento dos rolamentos - anual	1	8	5	40	Importante manter ação da manutenção
					Rolamentos gripados	Mecânica	Inspeção semestral e recondicionamento dos rolamentos - anual	1	8	5	40	Importante manter ação da manutenção
					Chaveta da poli com folga	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
		Veio encravado	Paragem da produção	Veio	Chumaceiras dos veios gripadas	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
		Penas partidas	Paragem total da produção	Pena	Desgaste da pena (fadiga)	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Objectos estranhos encravam na pena	Operacional	Não há	1	7	7	49	
					Desaperto da pena, pena solta-se	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
	Mistura mal amassada	Pena desalinhada	Queda de ritmo	Pena	Folga no aperto da pena	Mecânica	Não há	1	6	7	42	
Comprimir a massa nos moldes	Não comprimir a massa	Motor esquerdo parado	Paragem total da produção	Motor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Bobinagem defeituosa	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
				Correia	Correia de transmissão partida	Mecânica	Inspeção semestral ao estado da correia	1	6	5	30	Manter inspeção semestral ao estado da correia
					Correia de transmissão com folga	Mecânica	Inspeção semestral ao estado da correia	1	6	5	30	Manter inspeção semestral ao estado da correia
		Redutor esquerdo encravado	Paragem de produção	Redutor	Carretos desgastados	Mecânica	Inspeção semestral à fuga de óleo	1	8	5	40	Manter inspeção da manutenção
					Rolamentos partidos	Mecânica	Inspeção semestral à fuga de óleo	1	8	5	40	Manter inspeção da manutenção

(Prensa LA). Parte 7 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Semfim esquerdo encravado	Paragem total da produção	Semfim	Semfim encravados devido a entupimento (massa seca)	Mecânica	Limpeza anual por parte da produção	1	7	5	35	Manter limpeza operacional - produção
	Comprimir a massa ineficientemente	Semfim esquerdo desgastado	Queda de ritmo	Semfim	Semfim desgastado devido a fadiga	Mecânica	Controlo Sensorial Geral (CSG) Anualmente	1	3	5	15	Manter ação da produção CSG anual
		Camara do sem fim esquerdo desgastada	Queda de ritmo	Camara do Semfim	Camara do semfim desgastada por fadiga	Mecânica	Controlo Sensorial Geral (CSG) Anualmente	1	3	5	15	Manter ação da produção CSG anual
		Borrachas partidas	Queda de ritmo	Borrachas das cabeças	Borrachas partem por desgaste (fadiga)	Mecânica	Avaliação e substituição semestral por parte da produção	1	3	4	12	Manter ação da produção
					Borrachas partem por mau encaixe (operacional)	Operacional	Avaliação e substituição semestral por parte da produção	1	3	4	12	Manter ação da produção
	Não comprimir a massa	Motor direito parado	Paragem total da produção	Motor	Rolamentos gripados	Mecânica	Não há	1	7	7	49	
					Bobinagem defeituosa	Elétrica	Não há	1	7	8	56	
				Correia	Correia de transmissão partida	Mecânica	Inspeção semestral ao estado da correia	1	6	5	30	Manter inspeção semestral ao estado da correia
					Correia de transmissão com folga	Mecânica	Inspeção semestral ao estado da correia	1	6	5	30	Manter inspeção semestral ao estado da correia
		Redutor diireito encravado	Paragem de produção	Redutor	Carretos desgastados	Mecânica	Inspeção semestral à fuga de óleo	1	8	5	40	Manter inspeção da manutenção
					Rolamentos partidos	Mecânica	Inspeção semestral à fuga de óleo	1	8	5	40	Manter inspeção da manutenção
		Semfim direito encravado	Paragem total da produção	Semfim	Semfim encravados devido a entupimento (massa seca)	Mecânica	Limpeza anual por parte da produção	1	7	5	35	Manter limpeza operacional - produção
	Comprimir a massa ineficientemente	Semfim direito desgastado	Queda de ritmo	Semfim	Semfim desgastado devido a fadiga	Mecânica	Controlo Sensorial Geral (CSG) Anualmente	1	3	5	15	Manter ação da produção CSG anual
		Camara do sem fim desgastado desgastada	Queda de ritmo	Camara do Semfim	Camara do semfim desgastada por fadiga	Mecânica	Controlo Sensorial Geral (CSG) Anualmente	1	3	5	15	Manter ação da produção CSG anual

(Prensa LA). Parte 8 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Borrachas partidas	Queda de ritmo	Borrachas das cabeças	Borrachas partem por desgaste (fadiga)	Mecânica	Avaliação e substituição semestral por parte da produção	1	3	4	12	Manter ação da produção
					Borrachas partem por mau encaixe (operacional)	Operacional	Avaliação e substituição semestral por parte da produção	1	3	4	12	Manter ação da produção
Regular a temperatura nos senfins	Não regular	Bomba parada	Queda de ritmo	Bomba	Motor avariado, rolamentos gripados	Mecânica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
					Motor queimado, bobinagem com defeito	Elétrica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
					Empanque da bomba desgastado	Mecânica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
		Resistências queimadas	Queda de ritmo	Resistências	Resistências por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
		Válvula encravada	Queda de ritmo	Válvula	Diafragma roto	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente
					Sujidade acumulada na válvula	Operacional	Não há	1	3	7	21	
					Vedantes desgastados por fadifa	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
		Sonda inoperacional	Queda de rimo	Sonda	Sonda avariada por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Sonda avariada por choque mecânico operacional	Operacional	Não há	1	3	7	21	
		Controlador de temperatura inoperacional	Queda de ritmo	Controladores de temperatura	Avaria elétrica do controlador de temperatura	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
	Regular a temperatura ineficientemente	Válvula encravada	Queda de ritmo	Válvula	Diafragma roto	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente
					Sujidade acumulada na válvula	Operacional	Não há	1	3	7	21	
					Vedantes desgastados por fadifa	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
		Sonda desregulada	Queda de rimo	Sonda	Sonda avariada por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Sonda avariada por choque mecânico operacional	Operacional	Não há	1	3	7	21	
		Controlador de temperatura desregulado	Queda de ritmo	Controladores de temperatura	Avaria elétrica do controlador de temperatura	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
		Permutador com fuga	Queda de ritmo	Permutador	Desgaste mecânico do permutador (fadiga)	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente

(Prensa LA). Parte 9 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Regular a temperatura nas cabeças	Não regular	Bomba parada	Queda de ritmo	Bomba	Motor avariado, rolamentos gripados	Mecânica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
					Motor queimado, bobinagem com defeito	Elétrica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
					Empanque da bomba desgastado	Mecânica	CSG semestral	1	3	7	21	Manter CSG semestral manutenção
		Resistências queimadas	Queda de ritmo	Resistências	Resistências por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
		Válvula encravada	Queda de ritmo	Válvula	Diafragma roto	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente
					Sujidade acumulada na válvula	Operacional	Não há	1	3	7	21	
					Vedantes desgastados por fadifa	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
		Sonda inoperacional	Queda de rimo	Sonda	Sonda avariada por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Sonda avariada por choque mecânico operacional	Operacional	Não há	1	3	7	21	
		Controlador de temperatura inoperacional	Queda de ritmo	Controladores de temperatura	Avaria elétrica do controlador de temperatura	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
	Regular a temperatura ineficientemente	Válvula encravada	Queda de ritmo	Válvula	Diafragma roto	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente
					Sujidade acumulada na válvula	Operacional	Não há	1	3	7	21	
					Vedantes desgastados por fadifa	Mecânica	Não há	1	3	7	21	
		Sonda desregulada	Queda de rimo	Sonda	Sonda avariada por fadiga	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Sonda avariada por choque mecânico operacional	Operacional	Não há	1	3	7	21	
		Controlador de temperatura desregulado	Queda de ritmo	Controladores de temperatura	Avaria elétrica do controlador de temperatura	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
		Permutador com fuga	Queda de ritmo	Permutador	Desgaste mecânico do permutador (fadiga)	Mecânica	Não há	1	3	7	21	Controlo visual de fugas semestralmente

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Prensa LA). Parte 10 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	02/04/2018	Área(s) envolvida(s):	F1- Fabrico	Página:	3/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Prensa LA	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:	24/05/2018	Sistema:	Extrator		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Sacar os moldes	Não sacar os moldes	Unidade hidráulica sem pressão	Paragem de produção	Unidade hidráulica	Falta de óleo (por fuga na tubagem, racord ou cilindros)	Mecânico	Não há	2	6	6	72	Rotina de inspeção de Fugas de Óleo - Semestral
					Racord partido (Choques operacionais)	Operacional	Não há	1	6	7	42	Rotina de inspeção de Fugas de Óleo - Semestral
					Bomba não funciona corretamente	Mecânico	Não há	1	6	8	48	Rotina de inspeção de Fugas de Óleo - Semestral
		Eletroválvula não comuta	Paragem de produção	Eletroválvula	Fadiga	Mecânico	Não há	1	4	8	32	
					Fusível queimado (solenoide)	Elétrico	Não há	1	4	8	32	
		Pistão Empenado	Paragem de produção	Pistão	Excesso de esforço	Mecânico	Não há	1	8	7	56	
		Guias do extrator empenadas	Paragem de produção	Guias do extrator	Esforço excessivo (molde colado na cabeça de extrusão)	Operacional	Não há	1	3	8	24	
	Sacar os moldes ineficientemente	Unidade hidráulica sem pressão	Atrasar o início de uma produção	Unidade hidráulica	Falta de óleo (por fuga na tubagem, racord ou cilindros)	Mecânico	Não há	2	3	6	36	Rotina de inspeção de Fugas de Óleo - Semestral
					Bomba não funciona corretamente	Mecânico	Não há	1	3	8	24	Rotina de inspeção de Fugas de Óleo - Semestral
		Guias do extrator empenadas	Atrasar o início de uma produção	Guias do extrator	Esforço excessivo (molde colado na cabeça de extrusão)	Operacional	Não há	1	3	7	21	
Elevar/descer os moldes da Prensa lado esquerdo	Não elevar/descer moldes	Garibaldi não liga	Queda de ritmo	Garibaldi	Cabos de comando e/ou botões partidos	Mecânico	Não há	2	6	7	84	
		Braço preso	Queda de ritmo	Braço	Rolamentos desgastados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	
		Corrente encravada	Queda de ritmo	Corrente	Corrente encravada na bolsa (falta de espaço)	Mecânico	Não há	2	3	7	42	

(Prensa LA). Parte 11 da análise FMEA da prensa da linha A do fabrico da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
		Motor parado	Queda de ritmo	Motor	Bobinagem queimada	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Rolamentos gripados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	
				Carretos	Carretos encravados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	Inspeção visual do estado geral do garibaldi - Semestral
		Prato de suportte inoperacional	Queda de ritmo	Prato de suporte moldes	Ligação da corrente ao prato rompe	Mecânico	Utilização diária e comunicação por mparte da operação	1	3	7	21	
Elevar/descer os moldes da Prensa lado direito	Não elevar/descer moldes	Garibaldi não liga	Queda de ritmo	Garibaldi	Cabos de comando e/ou botões partidos	Mecânico	Não há	2	6	7	84	
		Braço preso	Queda de ritmo	Braço	Rolamentos desgastados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	
		Corrente encravada	Queda de ritmo	Corrente	Corrente encravada na bolsa (falta de espaço)	Mecânico	Não há	2	3	7	42	
		Motor parado	Queda de ritmo	Motor	Bobinagem queimada	Elétrica	Não há	1	3	7	21	
					Rolamentos gripados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	
				Carretos	Carretos encravados	Mecânico	Não há	1	3	7	21	Inspeção visual do estado geral do garibaldi - Semestral
		Prato de suportte inoperacional	Queda de ritmo	Prato de suporte moldes	Ligação da corrente ao prato rompe	Mecânico	Utilização diária e comunicação por mparte da operação	1	3	7	21	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Posto de Transformação 1). Parte 1 da análise FMEA do posto de transformação 1 do geral da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	29/05/2018	Área(s) envolvida(s):	F1 - Geral	Página:	1/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Posto de transformação 1	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:		Sistema:	Distribuição MT		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Distribuir energia elétrica	Não distribuir energia elétrica	Circuito interrompiido	Paragem Total da fábricas Maia	Celulas de média tensão	Sobrecarga das células	Elétrica	Não há	1	9	7	63	
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
				Disjuntor	Sobrecarga do disjuntor	Elétrica	Não há	1	9	7	63	
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
				Comando de bi alimentação	Inoperacionalidade do centro de controlo da EDP	Operacional	Não há	1	7	9	63	
Proteção da instalação	Não proteger a instalção	Disparo de disjuntor	Paragem Total da fábricas Maia	Disjuntor geral MT	Sobrecarga do disjuntor	Elétrica	Não há	1	9	7	63	
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
					Descarga elétrica devido a sujidade acumulada	Operacional	Limpeza Semestral do PT - Manutenção	1	9	6	54	Manter Limpeza Semestral da Manutenção
Fornecer energia ao PT2	Não fornecer energia ao PT2	Circuito aberto	Paragem de produção Fabrico 1 e Embalamento 1	Seccionador Jayme Costa	Seccionador aberto por ajustes mecânicos	Mecânico	Inspeções Anual - Manutenção	1	6	6	36	Manter a inspeção anual - Manutenção
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
					Descarga elétrica devido a sujidade acumulada	Operacional	Limpeza Semestral do PT - Manutenção	1	8	6	48	Manter Limpeza Semestral da Manutenção

(Posto de Transformação 1). Parte 2 da análise FMEA do posto de transformação 1 do geral da fábrica de massas 1 da CPA.

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Fornecer energia ao PT4	Não fornecer energia ao PT4	Circuito aberto	Paragem de produção Semolaria	Seccionador Jayme Costa	Seccionador aberto por ajustes mecânicos	Mecânico	Inspeções Anual - Manutenção	1	6	6	36	Manter a inspeção anual - Manutenção
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
					Descarga elétrica devido a sujidade acumulada	Operacional	Limpeza Semestral do PT - Manutenção	1	8	6	48	Manter Limpeza Semestral da Manutenção
Fornecer energia ao PT5	Não fornecer energia ao PT5	Circuito aberto	Paragem de produção Fábrica 2	Seccionador Jayme Costa	Seccionador aberto por ajustes mecânicos	Mecânico	Inspeções Anual - Manutenção	1	6	6	36	Manter a inspeção anual - Manutenção
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
					Descarga elétrica devido a sujidade acumulada	Operacional	Limpeza Semestral do PT - Manutenção	1	8	6	48	Manter Limpeza Semestral da Manutenção

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Posto de Transformação 1). Parte 3 da análise FMEA do posto de transformação 1 do geral da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	29/05/2018	Área(s) envolvida(s):	F1 - Geral	Página:	2/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Posto de transformação 1	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:		Sistema:	Transformação		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Fornecimento de energia	Não fornecimento de energia	Transformador inoperacional	Paragem de serviços informáticos e portaria	Transformador	Curto circuito interno do transformador	Elétrica	Análises de óleo - (frequência de acordo com resultados de análise anterior)	1	10	6	60	Manter Aálises de óleos
					Descarga elétrica devido a sujidade acumulada	Operacional	Limpeza Semestral do PT - Manutenção	1	8	6	48	Manter Limpeza Semestral da Manutenção
		Corte de energia	Paragem de serviços informáticos e portaria	Disjuntor fúsivel MT	Sobrecarga do circuito	Elétrica	Não há	1	9	7	63	
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
				Termostato	Avaria elétrica do termostato	Elétrica	Não há	1	7	7	49	
				Sensor de nivel de oleo	Avaria elétrica do sensor oleo	Elétrica	Não há	1	7	7	49	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

(Posto de Transformação 1). Parte 4 da análise FMEA do posto de transformação 1 do geral da fábrica de massas 1 da CPA.

Cerealis

Data da Elaboração:	29/05/2018	Área(s) envolvida(s):	F1 - Geral	Página:	1/3
Data da Próxima Revisão:		Produto / Equipamento / Processo:	Posto de transformação 1	Responsável:	Engº Tiago Santos
Data da Última Revisão:		Sistema:	Distribuição MT		

FUNÇÃO(ÕES) DO SISTEMA	FALHA FUNCIONAL	MODO(S) DE FALHA	EFEITO(S) POTENCIAL(S)	CONJUNTO / COMPONENTE	CAUSA POTENCIAL	NATUREZA DO PROBLEMA	MÉTODO ATUAL DE DETECÇÃO	AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE				AÇÃO RECOMENDADA
								O	G	D	RPN	
Distribuir energia	Não distribuir energia	Circuitos abertos	Paragem da Sede e Portaria	Disjuntores	Sobrecarga do disjuntor	Elétrica	Não há	1	9	9	81	
					Resistência de contactos elevadas	Elétrica	Não há	1	9	8	72	Termografia Tria Anual (4 em 4 meses)
					Resistência de ligações elevadas	Mecânica	Não há	1	8	7	56	Ação de Reapertos 2 em 2 anos - Manutenção
Informação de consumos	Informação errada	Contador inoperacional	Erros nas distribuições de consumos	Contador de energia	Avaria elétrica do contador	Elétrica	Não há	1	3	7	21	

Ocorrência		Gravidade do Efeito		Capacidade de Detecção		Risco	
Improvável:	1	Apenas Perceptível	1	Alta:	1		
Muito Pequena:	2 a 3	Pouca Importância:	2 a 3	Moderada:	2 a 3	Baixo:	1 a 159
Moderada:	4 a 6	Moderadamente Grave:	4 a 6	Pequena	4 a 6	Moderado:	160 a 249
Alta:	7 a 8	Grave:	7 a 8	Muito Pequena:	7 a 8	Alto	250 a 1.000
Alarmante:	9 a 10	Extremamente Grave:	9 a 10	Improvável	9 a 10		

10.13 ANEXO 13 – Folha BD-FMEA

Primeiras 7 colunas do excerto da folha BD-FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1.

FÁBRICA	AREA	LINHA	EQUIPAMENTO	SISTEMA	FUNCAO_SISTEMA	FALHA_FUNCIONAL
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PRODUTO	ABASTECER DE MASSA	NÃO ABASTECER
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PELÍCULA	ABASTECER DE PELÍCULA	NÃO ABASTECER
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PELÍCULA	ABASTECER DE PELÍCULA	ABASTECER NA VELOCIDADE ERRADA
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMAÇÃO DO PACOTE	ARRASTAR A PELÍCULA	NÃO ARRASTAR
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMAÇÃO DO PACOTE	ARRASTAR A PELÍCULA	NÃO ARRASTAR
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	TRANSPORTE DE PACOTE	TRANSPORTAR O PACOTE "COM ETIQUETA"	NÃO TRANSPORTAR O PACOTE
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	TRANSPORTE DE PACOTE	TRANSPORTAR O PACOTE "COM ETIQUETA"	TRANSPORTADOR NÃO ACOMODA A MASSA
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	TRANSPORTE DE PACOTE	REGULAR A ALTURA DO CARROCEL DO PACOTE "COM ETIQUETA"	NÃO REGULA ALTURA
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMAÇÃO DO TOPO DO PACOTE	DOBRAR TOPO DO PACOTE	DOBRAR MAL O PACOTE
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	ETIQUETAGEM	COLOCAR A ETIQUETA NO PACOTE	NÃO COLOCAR DEVIDAMENTE A ETIQUETA
MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	CONFECIONADORA	ETIQUETAGEM	COLOCAR A ETIQUETA NO PACOTE	NÃO COLOCAR DEVIDAMENTE A ETIQUETA

Coluna 8 à coluna 13 do excerto da folha BD-FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1.

MODO_FALHA	EFEITO_POTENCIAL	CONJUNTO_COMPONENTE	CAUSA_POTENCIAL	NATUREZA_PROBLEMA	METODO_ATUAL_DETECCAO
OBTURADOR PARADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	OBTURADOR	SERVO MOTOR AVARIADO	ELÉTRICA	NÃO HÁ
MOTOR DE TRAÇÃO PARADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	SENSOR DE PELÍCULA	SENSOR AVARIADO	ELÉTRICA	NÃO HÁ
CARIMBO MAL AJUSTADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	CARIMBO	PARÂMETRIZAÇÃO ERRADA	OPERACIONAL	NÃO HÁ
FOTOCÉLULA COM ERRO DE LEITURA (VELOCIDADE DA PELÍCULA)	PRODUÇÃO FORA ESPECIFICAÇÃO	FOTOCÉLULA	AVARIA DA FOTOCÉLULA	ELÉTRICA	NÃO HÁ
FOTOCÉLULA COM ERRO DE LEITURA (VELOCIDADE DA PELÍCULA)	PARAGEM TOTAL PRODUÇÃO	FOTOCÉLULA	ERRO NA AFINAÇÃO DA FOTOCÉLULA	OPERACIONAL	CONTROLO QUALIDADE PRODUTO
TRANSPORTE PARADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	MOTORES	MOTORES AVARIADOS	ELÉTRICA	NÃO HÁ
MESA VIBRATÓRIA NÃO FUNCIONA	QUEDA DE RITMO	MESA VIBRATÓRIA	BOBINAGEM DO MOTOR DANIFICADA	ELÉTRICA	NÃO HÁ
FUSOS BLOQUEADOS	PARAGEM DA PRODUÇÃO	FUSOS	FUSOS EMPENADOS DEVIDO AO ESFORÇO	MECÂNICA	NÃO HÁ
NÃO CORTAR O EXCESSO DO TOPO DO PACOTE	QUEDA DE RITMO	GUIAS ENTRE ESTAÇÕES	DESALINHAMENTO DAS GUIAS	MECÂNICA	NÃO HÁ
APLICADOR DE ETIQUETA PARADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	APLICADOR	FALTA DE VÁCUO	MECÂNICA	NÃO HÁ
APLICADOR DE ETIQUETA PARADO	PARAGEM DA PRODUÇÃO	ROLOS DE TRAÇÃO	ROLOS DE TRAÇÃO SEM TRAÇÃO DEVIDO AO PÓ DA MASSA OU UMA ETIQUETA PRESA NO ROLO	MECÂNICA	NÃO HÁ

Coluna 14 à coluna 20 do excerto da folha BD-FMEA da confecionadora da linha 3 do embalamento da fábrica de massas 1.

AVALIACAO_OCORRENCIA	AVALIACAO_GRAVIDADE	AVALIACAO_DETECCAO	AVALIACAO_RISCO	ACAO_RECOMENDADA	RESPONSAVEL	ROTINA/FUNCIONAMENTO
1	7	8	56	VERIFICAR EXISTENCIA DE SPAREPARTS	MANUTENÇÃO	PONTUAL
1	7	10	70			
3	8	10	240	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO	PRODUÇÃO	
1	8	10	80			
3	8	6	144	MANTER AÇÃO DA PRODUÇÃO	PRODUÇÃO	
1	8	8	64			
1	6	8	48			
1	8	8	64	INSPEÇÃO MENSAL	MANUTENÇÃO	ROTINA
2	5	8	80	INSPEÇÃO MENSAL (GUIÃO EXISTENTE)	MANUTENÇÃO	ROTINA
4	8	8	256	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA MENSAL DO FILTRO DO VACUÔMETRO - MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO	ROTINA
5	8	8	320	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DOS ROLOS A CADA MUDANÇA DE PRODUTO - PRODUÇÃO	PRODUÇÃO	

10.14 ANEXO 14 – Folha de ações sugeridas à produção

Parte 1 do excerto da lista de ações e procedimentos enviados à produção do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

LINHA	EQUIPAMENTO	SISTEMA	FUNCAO_SISTEMA	CONJUNTO_COMPONENTE	CAUSA_POTENCIAL	NATUREZA_PROBLEMA	METODO_ATUAL_DETECCAO
LINHA 1	CONFECIONADORA	ETIQUETAGEM	COLOCAR A ETIQUETA NO PACOTE	ROLOS DE TRAÇÃO	ROLOS DE TRAÇÃO SEM TRAÇÃO DEVIDO AO PÓ DA MASSA OU UMA ETIQUETA PRESA NO ROLO	MECÂNICA	NÃO HÁ
LINHA 1	CONFECIONADORA	TRANSPORTE DE PACOTE	TRANSPORTAR O PACOTE	ARRASTADORES	PARAMETRIZAÇÃO/DIMENSÃO DE FORMATO DOS ARRASTADORES NÃO ADEQUADA	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 2	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PELÍCULA	ABASTECER DE PELÍCULA	MOTOR DO DESENROLADOR	PARAMETRIZAÇÃO ERRADA NA PROGRAMAÇÃO	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 2	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PELÍCULA	ABASTECER DE PELÍCULA	CARIMBO	CABEÇA DE IMPRESSÃO SUJA	MECÂNICA	NÃO HÁ
LINHA 3	CONFECIONADORA	ABASTECIMENTO DE PRODUTO	ABASTECER DE MASSA	OBTURADOR	PARAMETRIZAÇÃO ERRADA NA PROGRAMAÇÃO	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMADOR DO PACOTE	FORMAR O FUNDO/TOPO DO PACO	SERVO MOTOR MOVIMENTO VERTICAL DAS	PARAMETRIZAÇÃO INCORRETA	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMAÇÃO DO TOPO DO PACOTE	DOBRAR TOPO DO PACOTE	SERVOMOTOR	PARAMETRIZAÇÃO DO DOBRADOR ERRADA	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 3	CONFECIONADORA	FORMAÇÃO DO TOPO DO PACOTE	ASPIRAR O RETALHO	ASPIRADOR	SACO SUBIR DEVIDO A MAU POSICIONAMENTO OU AJUSTE	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 4	CONFECIONADORA L4	FORMAÇÃO DO PACOTE	ARRASTAR A PELÍCULA	CORREIAS DE ARRASTO	PÓ DA MASSA, RESÍDUO DA PELICULA	MECÂNICA	NÃO HÁ (LIMPEZA OPERACIONAL REGULAR INFORMAL)
LINHA 7	CONFECIONADORA L7	FORMAÇÃO DO PACOTE	FAZER SOLDADURA HORIZONTAL	CONJUNTO DA SOLDADURA HORIZONTAL	PARAMETRIZAÇÃO DA TEMPERATURA ERRADA	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 1	BALANÇA	DISTRIBUIÇÃO	DISTRIBUIR MASSA	MOTOR DO COPO (STEP)	PARAMETROS ERRADOS	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 3	BALANÇA	PESAGEM	ABASTECER	MOTOR DO COPO (STEP)	PARAMETROS ERRADOS	OPERACIONAL	NÃO HÁ
LINHA 9	BALANÇA	PESAGEM	ABASTECER	COPO	COPO ENCRAVADO COM MASSA	MECÂNICA	LIMPEZA MUDANÇA DE PRODUTO

Parte 2 do excerto da lista de ações e procedimentos enviados à produção do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

AVALIACAO_RISCO	ACAO_RECOMENDADA	RESPONSAVEL	DESCRIÇAO_AÇAO
336	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DOS ROLOS A CADA MUDANÇA DE PRODUTO	PRODUÇÃO	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA FORMAL OPERACIONAL DOS ROLOS A CADA MUDANÇA DE PRODUTO - ETIQUETADORA CONF. L1
240	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - TRANSPORTE DO PACOTE (ALTURA/ABERTURA CARROCEL) CONF. L1
168	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO DE PELICULA CONF. L2
112	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DA CABEÇA DE IMPRESSÃO MUDANÇA DE PRODUTO	PRODUÇÃO	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA FORMAL OPERACIONAL DA CABEÇA DE IMPRESSÃO DO CARIMBO MUDANÇA DE PRODUTO - ABAST. PELICULA CONF. L2
150	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUT	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO DE MASSA CONF. L3
240	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUT	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - FORMAÇÃO TOPO DE PACOTE (MOTOR) CONF. L3
64	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUT	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO -FORMAÇÃO TOPO DO PACOTE (MOTOR/LÂMINA) CONF. L3
40	CRIAR OPL PARA OPERAÇÃO	PRODUÇÃO	CRIAR OPL - ASPIRADOR (MONTAGEM DE SACO) CONF. L3
224	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DA CORREIA A CADA MUDANÇA DE PRODUTO	PRODUÇÃO	PROCEDIMENTO DE LIMPEZA OPERACIONAL DAS CORREIAS DE ARRASTE A CADA MUDANÇA DE PRODUTO - FORMAÇÃO DO PACOTE CONF. L4
126	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - FORMAÇÃO DO PACOTE (SOLD. HORIZONTAL) CONF. L7
48	CRIAR PROCEDIMENTO OPERACIONAL	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - DISTRIBUIÇÃO (MOTOR) BALANÇA L1
48	CRIAR PROCEDIMENTO OPERACIONAL	PRODUÇÃO	CRIAR ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE PARAMETRIZAÇÃO DO PRODUTO - ABASTECIMENTO (MOTOR) BALANÇA L3
96	MANTER LIMPEZA OPERACIONAL	PRODUÇÃO	MANTER AÇÃO DE LIMPEZA DA PRODUÇÃO AOS COPOS DE ABASTECIMENTO DA BALANÇA L9

10.15 ANEXO 15 – Análise 3C (Exemplo de aplicação da ferramenta)

Nesta subsecção, será abordada a resolução de um problema prático utilizando a ferramenta 3C. Apesar do problema em específico não ser proveniente da análise FMEA, esta metodologia deve ser aplicada aos temas sugeridos e selecionados da lista de casos de estudo.

Como abordado no capítulo 2.3.5, a ferramenta 3C consiste numa análise estruturada de problemas, que visa a identificação do caso, da causa raiz do problema, de contramedidas e verificação da solução do problema.

A análise 3C é um método de resolução de problemas enraizado e muito utilizado em várias áreas na CPA. Esta ferramenta foi protagonizada pelo programa de melhoria contínua da organização, "C. Lean", com o objetivo de implementar um método de resolução de problemas normalizado, evitando os métodos tradicionais de tentativa erro que se traduzem em elevados períodos de aprendizagem e baixa eficiência operacional.

Na Figura Anexo 1, constam os quatro princípios base do processo estruturado de resolução de problemas da Cerealis.

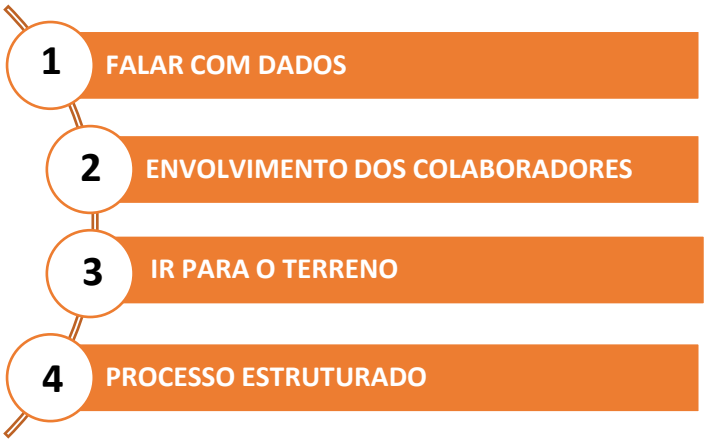


Figura Anexo 1 - Princípios base para potenciar a ferramenta de análise de problemas 3C da CPA

O problema abordado teve lugar na Fábrica de Massas 2 da Maia. O processo de resolução de problemas iniciou-se na semana 2 de 2018, com a convocatória do coordenador da manutenção desta fábrica (JCR), para a reunião inaugural da análise 3C. Para esta reunião, o coordenador deveria estar previamente munido de uma lista de possíveis problemas a abordar e quando aplicável, indicadores que traduzissem o desvio à situação conforme. Esta lista deve resultar de um diálogo prévio entre o coordenador da manutenção e os responsáveis da produção (fabrico e embalamento) da fábrica 2.

Na primeira reunião, realizada na semana 3 de 2018, foi inicialmente recordado o método 3C, através de uma apresentação pré-preparada da ferramenta. A apresentação foi exercida pelo engenheiro responsável pela engenharia da manutenção (PA) e tinha como principal objetivo relembrar o método e fornecer um modelo que deve ser consultado ao longo do processo em caso de dúvidas. A segunda parte da reunião consistiu na exposição dos possíveis problemas e respetivas métricas a avaliar. Dos problemas propostos, foi escolhido o "Desfasamento no

alarme de troca de formato da linha C" do fabrico de massas, dada a sua urgência e impacto diário na operação. Nesta reunião, foi também efetuado o preenchimento do cabeçalho e de algumas informações básicas do primeiro quadrante do modelo 3C, como se pode analisar na Figura Anexo 5, neste formulário foram utilizadas as iniciais dos nomes dos colaboradores envolvidos.

O problema proposto para análise situa-se na Fábrica 2, no fabrico de massas da linha C. Na Figura Anexo 2 é possível analisar o local em detalhe. Este problema tinha lugar após a troca de formato de massa a produzir, onde existia um desfasamento entre a posição efetiva dos últimos tabuleiros de massa produzida e a posição indicada pelo *software* de controlo. Este desfasamento foi detetado pelos operadores e começou a ser medido, em tempo cronometrado, por estes após o alarme de posição final dos tabuleiros, indicado pelo *software*. A linha C é responsável pelo fabrico de massas cortadas a uma capacidade máxima de quatro toneladas por hora.

No cabeçalho foi também definido o título, a equipa preliminar, que é composta inicialmente pelo responsável do projeto "JCR", coordenador da manutenção, pelo engenheiro responsável pela manutenção "PA" e pelo responsável do fabrico de massas 2 "OR". Foi também definida a data prevista de fecho, dois meses após o início da análise.

Figura Anexo 2 - Linha C de fabrico de massa (à esquerda) e equipamento TCM 2 (secador de massa) (à direita) do fabrico de massa da fábrica 2 da CPA

Na 2ª reunião, que aconteceu também na semana 3 de 2018, estiveram presentes da manutenção o "JCR" e o "LS", técnico de manutenção da fábrica 2. Da produção, esteve presente o "OR" e o operador, por este selecionado para acompanhar o processo o "CV". Estes dois novos membros integraram e completaram a equipa da análise 3C, como se pode ver na Figura Anexo 5. Nesta reunião procedeu-se à conclusão do 1º quadrante do modelo, onde se definiram dados iniciais e o objetivo SMART, como pode ser observado na Figura Anexo 5. Realizou-se também a análise de causas potenciais do problema, no 2º quadrante, onde se utilizou a ferramenta da qualidade, o diagrama de Ishikawa, complementado pelas categorias "6 M".

Foram definidas contramedidas, responsáveis e prazos estabelecidos para a sua aplicação, tendo em conta as causas analisadas. A ordem de apresentação e aplicação destas contramedidas foi da ação mais simples, para a ação mais complexa. As ações a aplicar devem ser transferidas para o "Plano de Ações" no quadro da equipa da fábrica 2, tanto da manutenção como produção,

parte do projeto de melhoria contínua em vigor na Cerealis, como pode ser analisado na Figura Anexo 3 e Figura Anexo 4. Nestas figuras, podem-se também observar a afixação do método 3C no quadro de trabalho das equipas. Apesar das ações definidas terem como prazo planeado para a sua aplicação a semana 4, estas não devem e não foram aplicadas em simultâneo. Após a aplicação de uma contramedida, deve ser verificado se resolveu o problema a curto prazo (coluna: Resolveu?). Caso tenha resolvido, deve-se transitar para o 4º quadrante, a verificação. Caso contrário, prossegue-se com a aplicação das restantes contramedidas.

No 4º quadrante, foram previamente preenchidos os dados iniciais, de modo a criar uma base de comparação e averiguar se o problema foi efetivamente resolvido, foi também estabelecido o indicador a controlar e o responsável.

Figura Anexo 3 - Fotografias do quadro da equipa de manutenção da fábrica 2 da CPA (C. Lean)

Figura Anexo 4 - Fotografias do quadro da equipa de produção do fabrico de massas da fábrica 2 da CPA (C. Lean)

C.Lean

Título: Desfasamento no alarme de troca de formato linha C

Data abertura: 18-01-2018

Data previsão fecho: 18-03-2018

Nº 3C: *2018/01* Responsável: JCR Equipa: PA; OR; CV; LS Data fecho:

1. Caso

Descrição:

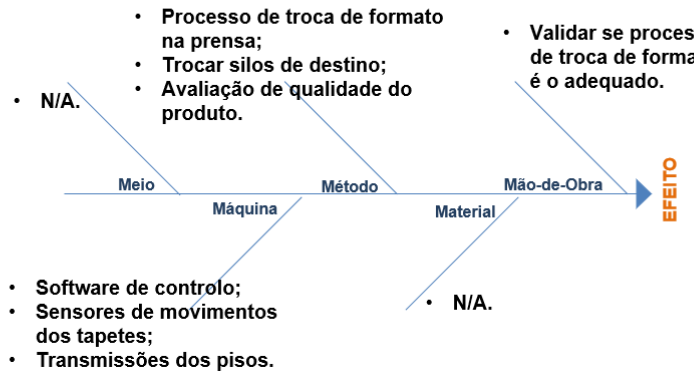
O quê?	O que é o problema?	Sinal de alarme de troca de formato aparece adiantado em relação ao produto.
Quando?	Quando é que o problema acontece?	Sempre que existe uma troca de formato.
Onde?	Onde é que o problema acontece?	Na saída do 2º TCM linha C.
Quem?	Quem está envolvido?	Produção fabrico e manutenção.
Como?	Como surgiu o problema?	Nas mudanças de formato após última paragem semestral.

Dados iniciais:

Nº ocorrências e frequência	Sempre que se troca de formato no programa de fabrico.
Indicador/ fonte de dados	Programa do fabrico.
Período de análise	Semanal.

Objetivo	SMART: identificar métrica, valor a atingir e período.	Zero falhas em todas as trocas de formato (5 minutos máximo desfasamento).

2. Causa



Causa Raiz:

4. Verificação

Dados:

Iniciais:

Todos os Fins de produto atrasados mais de 20 minutos em relação ao controlo da linha. (Semana 42 - Semana 03).

Finais:

Seguimento:

Indicador:	Por medição diária da diferença entre a troca de formato real e o indicado pelo controlo da linha.
Responsável:	CV
Período:	

3. Contramedidas

Ação:	Quem	Quando	Estado	Resolveu? (Sim/Não)
1.Verificação do correto funcionamento dos sensores (Máquina).	JCR	Sem. 4	Planeado	
2.Verificação das velocidades de transmissão (Máquina).	JCR	Sem. 4	Planeado	
3.Validação da troca de formato (Mão-de-obra / Método).	CV	Sem. 4	Planeado	
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

Figura Anexo 5 - Preenchimento do modelo 3C da Cerealis, (semana 3), para o caso Nº 2018/01

Após a aplicação das três contramedidas mencionadas na Figura Anexo 5, e dado que nenhuma resolveu o problema, o grupo reuniu-se de modo a definir novas ações, na semana 6 de 2018. Com base nas opiniões e experiência dos envolvidos, que se focaram no problema nas semanas anteriores, foi definida a ação "Correção do *software* de controlo (inclusão da rotina de filtragem no contator de fluxo da linha C)". Para o cumprimento desta ação foram requeridos os serviços do fabricante do equipamento, a FAVA, que em função da disponibilidade de ambas as partes foi agendada para a semana 8 de 2018, como se pode observar na Figura Anexo 6.

3. Contramedidas

Ação:	Quem	Quando	Estado	Resolveu? (Sim/Não)
1.Verificação do correto funcionamento dos sensores (Máquina).	JCR	Sem. 4	Ok	Não
2.Verificação das velocidades de transmissão (Máquina).	JCR	Sem. 4	Ok	Não
3.Validação da troca de formato (Mão-de-obra / Método).	CV	Sem. 4	Ok	Não
4.Correção do software de controlo (inclusão da rotina de filtragem no contador de fluxo da linha C) (Máquina).	FAVA	Sem.8	Planeado	
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

Figura Anexo 6 - Preenchimento do 3º quadrante (3. Contramedidas) do modelo 3C da Cerealis, (semana 5)

A intervenção da FAVA consistiu numa alteração ao *software* de controlo, efetuada remotamente a partir de meios *online*, onde adicionou um módulo de filtragem de erros de leitura do sensor de posição dos tabuleiros no interior do 2º TCM da linha C (equipamento responsável pela secagem da massa), Figura Anexo 7. Após esta intervenção, a curto prazo, o problema estava resolvido, dando-se uma verificação preliminar. Deste modo, o grupo reuniu-se com o objetivo de definir o período de análise para a verificação efetiva da resolução do problema. Este período foi definido em 3 semanas (da semana 9 à semana 12 de 2018).

Figura Anexo 7 - Sala de controlo do fabrico de massas da fábrica 2 (à esquerda) e saída do segundo TCM (à direita) da CPA

Concluído o período de 3 semanas com análises diárias segundo o indicador pré-estabelecido, onde, segundo os registos internos da produção, foi obtido um desfasamento médio de aproximadamente 30 segundos entre o final de produção efetivo e o alarme de final de produção do controlo de linha, foi possível dar como resolvido o problema em análise. Assim, completou-se o 4º quadrante do modelo 3C e foi encontrada a causa raiz, registada no 3º quadrante. O modelo final do 3C pode ser consultado na Figura Anexo 8. A causa raiz consistiu na inexistência de um *software* de filtragem de ruído. Deste modo, o sensor de posição assumia formas de ruído (perturbações ou vibrações), como rotações dos tabuleiros, fornecendo informações de posição incorretas ao sistema (*software*).

O processo de análise 3C foi dado como terminado muito próximo da data inicialmente prevista para o seu encerramento. Teve como duração dois meses, onde através de um processo estruturado e iterativo, se conseguiu obter a solução do problema, que consistiu no novo programa de controlo, com a inclusão do módulo de filtragem de ruído associado ao sensor, que foi implementado e realizada uma cópia de segurança deste. De destacar que a iteratividade do processo foi organizada e ponderada de modo a evitar ações mais complexas numa primeira instância.

O objetivo proposto foi alcançado, devendo o processo ser partilhado com as outras áreas das outras fábricas, especialmente o fabrico da fábrica de massas 1, que possui equipamentos semelhantes. Por último, o processo foi arquivado nos registos de resolução de problemas da Cerealis.

C.Lean

Título: Desfasamento no alarme de troca de formato linha C

Data abertura: 18-01-2018
Data previsão fecho: 18-03-2018
Data fecho: 19-03-2018

Nº 3C: *2018/01* Responsável: JCR Equipa: PA; OR; CV; LS

1. Caso

Descrição:

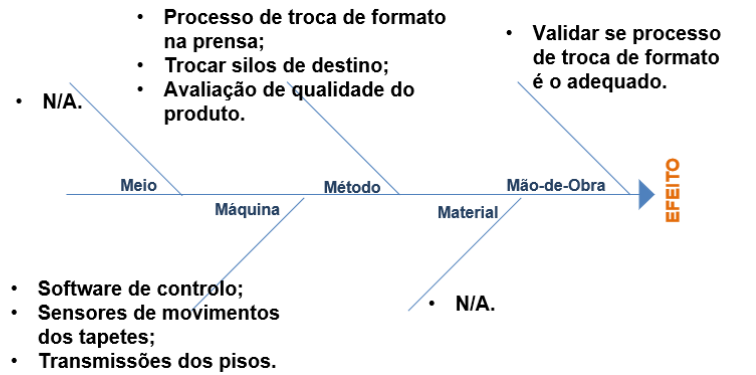
O quê?	O que é o problema?	Sinal de alarme de troca de formato aparece adiantado em relação ao produto.
Quando?	Quando é que o problema acontece?	Sempre que existe uma troca de formato.
Onde?	Onde é que o problema acontece?	Na saída do 2º TCM linha C.
Quem?	Quem está envolvido?	Produção fabrico e manutenção.
Como?	Como surgiu o problema?	Nas mudanças de formato após última paragem semestral.

Dados iniciais:

Nº ocorrências e frequência	Sempre que se troca de formato no programa de fabrico.
Indicador/ fonte de dados	Programa do fabrico.
Período de análise	Semanal.

Objetivo	SMART: identificar métrica, valor a atingir e período.	Zero falhas em todas as trocas de formato (5 minutos máximo desfasamento).

2. Causa



Causa Raiz:	Software sem filtragem de ruído.

4. Verificação

Dados:

Iniciais:
Todos os Fins de produto atrasados mais de 20 minutos em relação ao controlo da linha. (Semana 42 - Semana 03).

Finais:
Todos os fins de produto em fase com o controlo de linha (menos de 5 minutos de diferença).

Seguimento:

Indicador:	Por medição diária da diferença entre a troca de formato real e o indicado pelo controlo da linha.
Responsável:	CV
Período:	Semana 9 à Semana 12

3. Contramedidas

Ação:	Quem	Quando	Estado	Resolveu? (Sim/Não)
1.Verificação do correto funcionamento dos sensores (Máquina).	JCR	Sem. 4	Ok	Não
2.Verificação das velocidades de transmissão (Máquina).	JCR	Sem. 4	Ok	Não
3.Validação da troca de formato (Mão-de-obra / Método).	CV	Sem. 4	Ok	Não
4.Correção do software de controlo (inclusão da rotina de filtragem no contador de fluxo da linha C) (Máquina).	FAVA	Sem.8	Planeado	
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

Figura Anexo 8 - Preenchimento do modelo 3C da Cerealis, (semana 12), para o caso Nº 2018/01

10.16 ANEXO 16 – PMP Anterior Embalamento 1

Plano de manutenção preventivo anterior da confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Rotina	Local	Fábrica	Área	Linha	Equipamento	Código Equip	Serviço	Descrição tarefa	Pontos	Descrição adicional tarefa	Frequência	Duração
RLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF GRASEURS DAS MAXILAS	4	#PONTOS: 4	28	10
RLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF ROTULAS	8	#PONTOS: 8	28	10
PLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF CHUMACEIRAS INTERIORES	2	#PONTOS: 2	28	10
PLZ3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LIMP	LIMP DO QUADRO ELÉTRICO			84	60
PLZM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LIMP	LIMP DO FILTRO DE AR			28	60
PLZM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LIMP	LIMP DO SISTEMA DE VÁCUO			28	90
PIA02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP LIGAÇÕES ELÉTRIC MOTORES: APERTOS, LIGAÇÕES MAU ESTADO			365	5
PIM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP ESTADO DE DESGASTE DAS CORREIAS DE TRAÇÃO DE PELÍCULA			28	30
PIM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP ESTADO DESGASTE E SINCRONISMO DAS MÁXILAS DE SOLDADURA			28	120
PIM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP FUNCIONAMENTO DAS SEGURANÇAS			28	5
PIM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP ROLOS DE PELÍCULA			28	5
PLZ3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP DESGASTE DAS PALHETAS DA BOMBA DE VÁCUO			84	60
PLZ3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	VERIF APERTOS E EXISTÊNCIAS DE MÁS LIGAÇÕES NO QE			84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #1	500091	INSP	INSP CHUMACEIRAS E ROLO MÓVEL	3		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #1	500091	INSP	INSP ESTADO DESGASTE DA TELA	1		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #1	500091	INSP	INSP FUGA DE LUBRIFICANTE NO REDUTOR	1		84	5
RIM10	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #1	500091	INSP	INSP TERMOGRÁFICA ROLOS E CHUMACEIRAS	4		28	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #2	500091	INSP	INSP CHUMACEIRAS E ROLO MÓVEL	3		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #2	500091	INSP	INSP ESTADO DESGASTE DA TELA	1		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #2	500091	INSP	INSP FUGA DE LUBRIFICANTE NO REDUTOR	1		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #3	500091	INSP	INSP CHUMACEIRAS E ROLO MÓVEL	3		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #3	500091	INSP	INSP ESTADO DESGASTE DA TELA	1		84	5
RI3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #3	500091	INSP	INSP FUGA DE LUBRIFICANTE NO REDUTOR	1		84	5

Rotina de manutenção PIM02, aplicada à confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

PLANO MANUTENÇÃO PREVENTIVA | FÁBRICA DE MASSAS 1

PIM02

Duração estimada [h:mm]: 5:20

✓ conforme ✗ anomalia

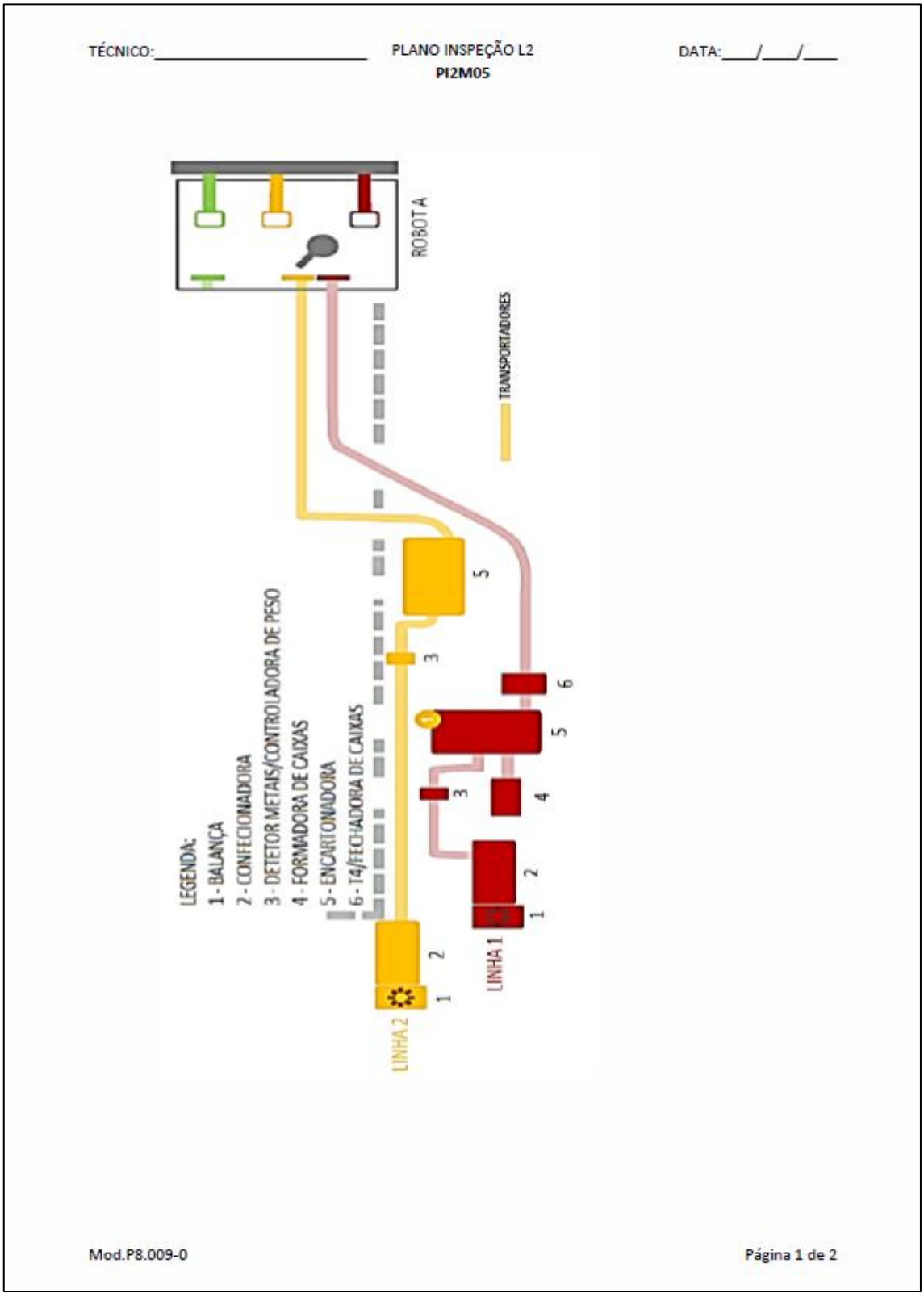
#	Linha	Equipamento	Cod Equip	Tempo	Tarefa	Pontos	Observações	Consumível | Qtd		Código	Assinatura e Data			
1	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	30	INSP ESTADO DE DESGASTE DAS CORREIAS DE TRAÇÃO DE PELÍCULA	0				0				
2	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	120	INSP ESTADO DESGASTE E SINCRONISMO DAS MÁXILAS DE SOLDADURA	0				0				
3	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	5	INSP FUNCIONAMENTO DAS SEGURANÇAS	0				0				
4	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	5	INSP ROLOS DE PELÍCULA	0				0				
5	LINHA 2	ENCARTONADORA	500092	120	INSP CORREIAS DE TRAÇÃO E CARDANS DE TRANSMISSÃO	0				0				
6	LINHA 2	ENCARTONADORA	500092	30	INSP FUNCIONAMENTO COLADORES	0				0				
7	LINHA 2	ENCARTONADORA	500092	5	INSP FUNCIONAMENTO DAS SEGURANÇAS	0				0				
8	LINHA 2	ENCARTONADORA	500092	5	INSP ROLOS MÓVEIS	0				0				
9														
10														
11														

10.17 ANEXO 17 – PMP Novo Embalamento 1

Plano de manutenção preventivo novo da confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

Rotina	Local	Fábrica	Área	Linha	Equipamento	Código Equip	Serviço	Descrição tarefa	Pontos	Descrição adicional tarefa	Frequência	Duração
RLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF GRASEURS DAS MAXILAS	4	#PONTOS: 4	28	10
RLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF ROTULAS	8	#PONTOS: 8	28	10
PLUM02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LUBRIF	LUBRIF CHUMACEIRAS INTERIORES	2	#PONTOS: 2	28	10
PLZ3M02	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	LIMP	LIMP DO QUADRO ELÉTRICO			84	60
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP PELÍCULA	13		56	20
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP SOLDADURA VERTICAL	12		56	20
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP SOLDADURA HORIZONTAL (MAXILAS)	7		56	20
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP TRANSPORTADOR DE SAÍDA 1	6		56	20
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP TRANSPORTADOR DE SAÍDA 2	7		56	20
PI2M05	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	CONFECIONADORA	500089	INSP	INSP TRANSPORTADOR DE SAÍDA 3	6		56	20
RIM10	MAIA 1	FÁBRICA DE MASSAS 1	EMBALAMENTO	LINHA 2	TELA SAÍDA CONFECIONADORA #1	500091	INSP	INSP TERMOGRÁFICA ROLOS E CHUMACEIRAS	4		28	5

Página 1 do procedimento de inspeção revisto da rotina "PI2M05", aplicada à confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.



Página 2 do procedimento de inspeção revisto da rotina "PI2M05", aplicada à confecionadora da linha 2 do embalamento da fábrica de massas 1 da CPA.

TÉCNICO:_____ PLANO INSPEÇÃO L2 DATA:____/____/____

PI2M05

CONFECIONADORA

PELICULA			QTD
ESTADO GERAL MOTOR BOBINE	OK	KO	1
ROLOS PELICULA	OK	KO	19
ALMOFADA CARIMBO PELICULA	OK	KO	1
NÃO HÁ FUGAS AR CARIMBO	OK	KO	
SENSORES INDUTIVOS	OK	KO	3
CILINDRO BALANCÉ	OK	KO	1
SENSOR MARCA	OK	KO	1
CORREIAS ARRASTO (ESTAD./AJST.)	OK	KO	2
RODAS TRANSMISSÃO CORREIAS	OK	KO	4
CORREIA DENTADA SERVOMOTOR	OK	KO	1
CILINDROS ENCOSTO PELICULA	OK	KO	2
CHUMACEIRAS BALANCÉ	OK	KO	2
ENCODER PELICULA	OK	KO	1
ESTADO BORRACHA ENCOSTO	OK	KO	1

OBS:

TRANSPORTADOR SAIDA 1			QTD
TELA	OK	KO	1
ESTADO GERAL MOTOREDUTOR	OK	KO	1
ALINHAMENTO TELA	OK	KO	
ROLOS	OK	KO	2
CHUMACEIRAS	OK	KO	1
NÃO HÁ RUIDOS ANORMAIS	OK	KO	
	OK	KO	
	OK	KO	
	OK	KO	
	OK	KO	

OBS:

SOLDADURA VERTICAL			QTD
BARRA SOLDADURA	OK	KO	1
PICA PELICULA (DESG. AGULHAS)	OK	KO	16
CILINDRO PNEUMÁTICO PICA	OK	KO	1
NÃO HÁ FUGAS DE AR	OK	KO	1
NÃO HÁ RUIDOS ANORMAIS	OK	KO	1
CORREIA DENTADA SERVO	OK	KO	1
RODAS DENTADAS ENCODER	OK	KO	2
CHUMACEIRA VEIO ENCODER	OK	KO	2
TIRANDES DAS MAXILAS	OK	KO	4
ENCODER MAXILAS	OK	KO	1
RODAS DENTADAS CORREIAS	OK	KO	3
SENSOR INDUTIVO ENCODER	OK	KO	1

OBS:

TRANSPORTADOR SAIDA 2			QTD
TELA	OK	KO	1
ESTADO GERAL MOTOREDUTOR	OK	KO	1
ALINHAMENTO TELA	OK	KO	
ROLOS	OK	KO	
CHUMACEIRAS	OK	KO	
CORREIA TRANSMISSÃO	OK	KO	1
NÃO HÁ RUIDOS ANORMAIS	OK	KO	
	OK	KO	
	OK	KO	
	OK	KO	

OBS:

SOLDADURA HORIZONTAL (MAXILAS)			QTD
TESTE SEGURANÇAS (PORTA,STOP)	OK	KO	
ESTADO GERAL MAXILAS	OK	KO	
LÂMINA CORTE (DESGST./FOLGAS)	OK	KO	
CILINDRO LÂMINA CORTE	OK	KO	
POLIE DENTADA	OK	KO	
CORREIAS DENTADAS	OK	KO	
CALHA DE SAÍDA	OK	KO	

OBS:

TRANSPORTADOR SAIDA 3			QTD
TELA	OK	KO	1
ESTADO GERAL MOTOREDUTOR	OK	KO	1
ALINHAMENTO TELA	OK	KO	
ROLOS	OK	KO	2
CHUMACEIRAS	OK	KO	2
NÃO HÁ RUIDOS ANORMAIS	OK	KO	

OBS:

Mod.P8.009-0 Página 2 de 2

10.18 ANEXO 18 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP do Emb. 1

Comparação por equipamento de criticidade A, dos homem-hora por ano dedicados ao PMP do embalamento de massas 1 da CPA.

						ANTERIOR				NOVO				
Nº	**Fábrica**	**Área**	**Linha**	**Código de Equipamento**	**Equipamento**	Tempo Inspeção (hh/ano)	Tempo Lubrificação (hh/ano)	Tempo Limpeza (h/ano)	PMP	Tempo Inspeção (hh/ano)	Tempo Lubrificação (hh/ano)	Tempo Limpeza (hh/ano)	PMP	Balanço PMP NOVO
1	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMB.	500029	ROBOT 3	18,18	0,72	0,00	18,90	27,23	0,72	0,00	27,95	-9,05
2	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMB.	500156	ROBOT 1	17,09	0,72	0,00	17,82	21,44	0,72	0,00	22,16	-4,35
3	MASSAS1	EMBALAMENTO	AUX. EMB.	500158	ROBOT 2	10,57	0,72	0,00	11,30	17,45	0,72	0,00	18,18	-6,88
4	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500075	BALANÇA L1	0,36	0,00	4,35	4,71	7,06	0,00	4,35	11,41	-6,70
5	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 1	500076	CONFECIONADORA L1	27,87	1,09	36,93	65,90	28,24	1,09	8,69	38,02	27,87
6	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500088	BALANÇA L2	3,26	0,00	4,35	7,60	7,06	0,00	4,35	11,41	-3,80
7	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 2	500089	CONFECIONADORA L2	26,52	6,52	36,93	69,97	14,12	6,52	4,35	24,99	44,98
8	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500096	BALANÇA L3	4,71	3,26	4,35	12,31	7,06	3,26	4,35	14,67	-2,35
9	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 3	500097	CONFECIONADORA L3	25,70	3,26	36,93	65,90	28,24	3,26	8,69	40,19	25,70
10	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500109	CONFECIONADORA L4	25,70	0,00	36,93	62,64	13,04	0,00	4,35	17,38	45,26
11	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 4	500112	DOSEADOR L4	1,45	0,00	4,35	5,79	6,52	0,00	4,35	10,86	-5,07
12	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 6	500025	ENCARTONADORA L6	27,87	25,35	36,93	90,16	18,58	25,35	4,35	48,27	41,89
13	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 7	500127	CONFECIONADORA L7	10,59	0,00	0,00	10,59	11,19	0,00	0,00	11,19	-0,60
14	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500135	BALANÇA L8	3,26	3,26	4,35	10,86	4,89	3,26	4,35	12,49	-1,63
15	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 8	500136	CONFECIONADORA L8	10,22	5,43	36,93	52,59	13,80	5,43	4,35	23,57	29,02
16	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500143	BALANÇA L9	3,26	0,00	4,35	7,60	5,21	0,00	4,35	9,56	-1,96
17	MASSAS1	EMBALAMENTO	LINHA 9	500144	CONFECIONADORA L9	10,22	2,17	36,93	49,33	13,58	2,17	4,35	20,10	29,23

10.19 ANEXO 19 - PMP Anterior Semolaria

Plano de manutenção preventivo anterior do elevador EL301 da Semolaria da CPA.

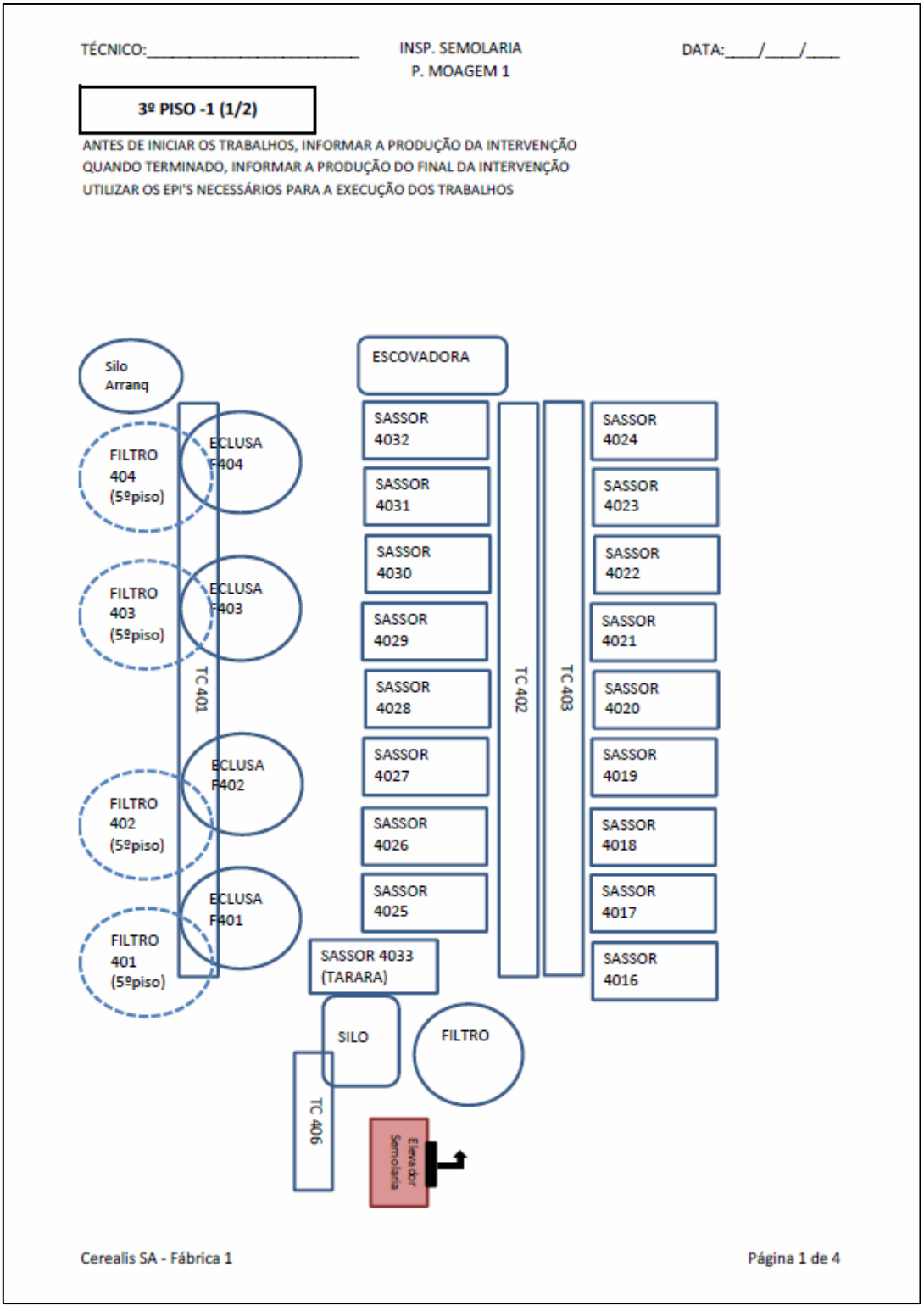
Rotina	Local	Fábrica	Área	Linha	Equipamento	Código Equip	Serviço	Descrição tarefa	Pontos	Frequência	Duração
LUSEM02	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	LUBRIF	LUBRIF CHUMACEIRAS	4	84	15
PLUSEM24	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	LUBRIF	SUBSTITUIR A MASSA DO ANTI-RETORNO	1	365	60
PLUSEM24	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	LUBRIF	MUDAR ÓLEO DO REDUTOR DE TRANSMISSÃO PRINCIPAL	1	365	45
RISEM02	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	INSP	INSP NÍVEL DE ÓLEO E EXISTÊNCIA DE FUGAS	1	28	5
RISEM02	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	INSP	INSP TEMPERATURA DAS CHUMACEIRAS E ANTI-RETORNO. SUBSTITUIR CASO SEJA >60ºC	5	28	10
PISEM22	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	INSP	INSP ESTADO DE DESGASTE E TENSÃO DA CORREIA		84	
PISEM22	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	INSP	VERIF APERTO CORRETO DOS PARAFUSOS DOS ALCATRUZES		84	
PISEM22	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	LIMPEZA	ELEVADOR DE ALCATRUZES EL301	WWMGEL04	INSP	INSP CABEÇA DO ELEVADOR, CENTRAGEM DO TAMBOR E ALCATRUZES E ESTADO DA SOLDADURA		84	

Plano de manutenção preventivo anterior do *sassor* 4024 (S15/S20) da Semolaria da CPA.

Rotina	Local	Fábrica	Área	Linha	Equipamento	Código Equip	Serviço	Descrição tarefa	Pontos	Frequência	Duração
P2MM10	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	MOAGEM	SASSOR S15/S20	WWMQRF17	INSP	INSP. ALTURA LIMITE DAS MOLAS OCAS	4	56	45
P6MM09	MAIA 1	SEMOLARIA	SEMOLARIA	MOAGEM	SASSOR S15/S20	WWMQRF17	INSP	SUBST. SINOBLOCOS E INSP. ANOMALIAS NOS APOIOS DO SÁSSOR	12	182	30

10.20 ANEXO 20 – PMP Novo Semolaria

Parte 1 do excerto do procedimento de inspeção da moagem 1, rotina 1 do 3º piso da Semolaria.



Parte 2 do excerto do procedimento de inspeção da moagem 1, rotina 1 do 3º piso da Semolaria.

TÉCNICO:_____ INSP. SEMOLARIA P. MOAGEM 1 DATA:____/____/____

SASSOR 4016 (500727)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.	OK	KO	
ROLAMENTOS VIBR. DIR.	OK	KO	ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

SASSOR 4017 (500728)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.			
ROLAMENTOS VIBR. DIR.			ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

SASSOR 4018 (500729)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.	OK	KO	
ROLAMENTOS VIBR. DIR.	OK	KO	ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

SASSOR 4019 (500730)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.			
ROLAMENTOS VIBR. DIR.			ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

SASSOR 4020 (500731)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.	OK	KO	
ROLAMENTOS VIBR. DIR.	OK	KO	ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

SASSOR 4021 (500732)

ESTADO CINOBLOCOS	OK	KO	
ESTADO MOLAS OCAS	OK	KO	
RETIRAR TAMPAS VIBRADORES RODAR VEIO MOTOR			
ROLAMENTOS VIBR. ESQ.	OK	KO	
ROLAMENTOS VIBR. DIR.	OK	KO	ALTURA
ALTURA MOLA OCA TRÁS ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA TRÁS DIR.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE ESQ.	OK	KO	mm
ALTURA MOLA OCA FRENTE DIR.	OK	KO	mm

OBS:

Cerealis SA - Fábrica 1 Página 2 de 4

10.21 ANEXO 21 – Comparação da Carga Laboral Dedicada ao PMP da Semolaria

Comparação por equipamento de criticidade A, dos homem-hora por ano dedicados ao PMP da Semolaria da CPA.

				ANTERIOR						NOVO						
Nº	**Fábrica**	**Código de Equipamento**	**Equipamento**	Tempo Inspeção [TOTAL] (hh/ano)	Tempo Lubrificação (hh/ano)	Tempo Limpeza (hh/ano)	Tempo Inspeção [PMP2017] (hh/ano)	Tempo Inspeção Semestral (hh/ano)	PMP	Tempo Inspeção [TOTAL] (hh/ano)	Inspeções em funcionamento (hh/ano)	Tempo Inspeção Parada (hh/ano)	Tempo Lubrificação (h/hano)	Tempo Limpeza (hh/ano)	PMP	Balanço PMP
1	SEMOLARIA	500561	ELEVADOR 101	7,26	1,92	0,00	3,26	4,00	9,18	22,00	2,00	20,00	1,02	0,00	23,02	-13,85
2	SEMOLARIA	501105	ELEVADOR 102	7,26	1,92	0,00	3,26	4,00	9,18	22,00	2,00	20,00	1,02	0,00	23,02	-13,85
3	SEMOLARIA	500562	FILTRO 1010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	4,00	0,00	0,00	5,00	-5,00
4	SEMOLARIA	500563	MOZF 1024	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	4,00	0,00	0,00	5,00	-5,00
5	SEMOLARIA	500595	TRANSP. CORRENTES 105	9,43	1,21	0,00	5,43	4,00	10,64	10,33	1,00	9,33	1,64	0,00	11,98	-1,33
6	SEMOLARIA	500596	TRANSP. CORRENTES 106	5,09	1,00	0,00	1,09	4,00	6,09	7,67	1,00	6,67	1,04	0,00	8,71	-2,62
7	SEMOLARIA	500597	TRANSP. CORRENTES 107	5,09	0,83	0,00	1,09	4,00	5,92	5,00	1,00	4,00	1,04	0,00	6,04	-0,12
8	SEMOLARIA	500598	TRANSP. CORRENTES 108	5,09	0,83	0,00	1,09	4,00	5,92	5,00	1,00	4,00	1,04	0,00	6,04	-0,12
9	SEMOLARIA	500601	COMBICLEANER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	1,00	6,00	0,00	0,00	7,00	-7,00
10	SEMOLARIA	500602	ELEVADOR EL301	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47
11	SEMOLARIA	500603	ELEVADOR EL302	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47
12	SEMOLARIA	500604	ELEVADOR EL303	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47
13	SEMOLARIA	500605	ELEVADOR EL304	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47
14	SEMOLARIA	500627	SORTEX	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,00	2,00	0,00	0,00	3,00	-3,00
15	SEMOLARIA	500647	ENTOLETTER FL401	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50	1,50	8,00	0,00	0,00	9,50	-9,50
16	SEMOLARIA	500648	ENTOLETTER FL402	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50	1,50	8,00	0,00	0,00	9,50	-9,50
17	SEMOLARIA	500649	ENTOLETTER FL403	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50	1,50	8,00	0,00	0,00	9,50	-9,50
18	SEMOLARIA	500650	DESPEDRADORA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	1,00	6,50	0,00	0,00	7,50	-7,50
19	SEMOLARIA	500661	ELEVADOR 305	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47
20	SEMOLARIA	500667	FILTRO 404	2,90	2,67	0,00	2,90	0,00	5,57	13,00	1,00	12,00	2,61	0,00	15,61	-10,04
21	SEMOLARIA	500756	ELEVADOR 201	7,26	2,84	0,00	3,26	4,00	10,10	22,00	2,00	20,00	1,56	0,00	23,56	-13,47

10.22 ANEXO 22 – Análise de Indicadores na Cerealis (Manutenção)

A manutenção do polo da Maia analisa os indicadores, anteriormente apresentados, em quatro fases diferentes, sendo estas:

- Análise diária, pela equipa técnica de manutenção. Esta análise tem lugar na reunião diária matinal da equipa técnica de cada área (fábrica 1, fábrica 2 e fábrica da Bolacha), com o intuito de analisar o dia anterior, geralmente a partir do número de horas em avaria das principais falhas, e delinear estratégias e ações para o corrente dia;
- Análise semanal, pela equipa técnica. Existe uma reunião semanal por parte da equipa técnica, comandada pelo coordenador, que visa a análise dos principais indicadores da semana. Nesta reunião pretende-se elaborar, organizar, definir e atribuir tarefas, tanto a médio como a curto prazo.
- Análise semanal, com elaboração de um *report*. Após uma análise conjunta dos indicadores, por parte da equipa técnica e da direção da manutenção, é elaborado um *report* com objetivo de justificar os indicadores obtidos e apresentar anotações de relevo. Estes *reports* são enviados semanalmente para a administração da Cerealis.
- Análise mensal, pela equipa de direção de manutenção. Mensalmente, reúne-se a equipa da direção de manutenção e os representantes das equipas técnicas (coordenadores das três áreas), numa reunião detalhada de análise aos indicadores, projetos e plano de ações.

Nas subsecções seguintes estão apresentados dois dos principais momentos de análise de indicadores em reunião de equipa, e o respetivo material em análise nessa semana (Semana 26) e mês (mês 6 - junho) de 2018.

10.22.1.1 Análise Semanal – Reunião Equipa Técnica (Semana 26, 2018)

Ao início de cada semana, a equipa técnica reúne-se, Figura Anexo 9 (à esquerda), fazendo o levantamento da semana anterior e formalizando estratégias para a semana decorrente. Esta análise acontece com base no quadro de indicadores, Figura Anexo 9 (à direita), que se encontra a seguir detalhadamente analisado.

Figura Anexo 9 - Reunião semanal da equipa técnica da fábrica 1 (Semana 26) (à esquerda) e quadro da equipa de manutenção da fábrica 1 (à esquerda)

Quando observado em pormenor o quadro de indicadores da equipa técnica da fábrica 1 (fábrica de massas 1 e Semolaria), é possível analisar o indicador taxa de avaria, taxa de cumprimento do PMP, taxa de PMP vs COR e OEE.

Os indicadores são analisados por parte do coordenador, de modo a efetuar um enquadramento da semana face às semanas anteriores. Relativamente ao indicador taxa de avaria, explora-se este indicador por área, o *top* 5 de avarias dessa área e taxa de avaria por linha, face ao objetivo. A taxa de cumprimento do PMP semanal é comparada aos meses e semanas anteriores, bem como analisada relativamente à sua constituição. Na semana 26, na fábrica 1 foi apresentada uma taxa de cumprimento do PMP de 44%, onde se realizou 92% do plano de lubrificação, e apenas 26% do plano de inspeções (7% fabrico e 44% embalamento).

Quanto ao indicador PRE vs COR, é analisada a percentagem de manutenção planeada em comparação com o total de manutenção. Na semana 26, registou-se 26% de manutenção preventiva face ao total de manutenção efetuada na semana, discriminando em horas e minutos o tempo dedicado a cada tipo de manutenção (preventiva, corretiva decorrente de preventiva, melhoria e corretiva).

A nível de OEE, compara-se o valor deste indicador com a taxa de avaria no mesmo período de tempo, e respetivos objetivos traçados para 2018.

Nesta reunião, dá-se destaque à análise pormenorizada da taxa de avaria, onde se analisa detalhadamente cada linha e equipamentos das várias áreas de produção. Na Figura Anexo 10, pode-se observar o enquadramento e comparação com períodos anteriores, e o objetivo de 2018. No caso particular da linha 3 de embalamento de Massas 1, na semana 26 apresentou uma taxa de avaria de 9,7%, superior ao objetivo de 8,0%, e também superior à média mensal de junho de 4,4%, devendo esta discrepância ser analisada em maior detalhe.

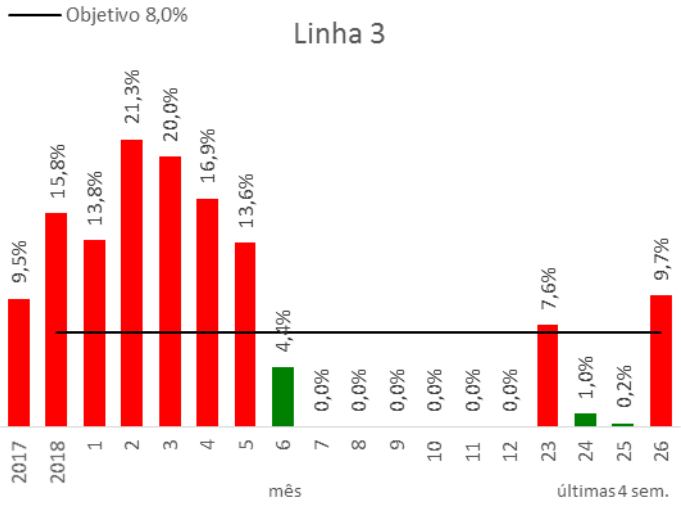


Figura Anexo 10 - Análise da taxa de avaria da linha 3 do embalamento de massas 1 da CPA, semana 26 de 2018

Na Figura Anexo 11, é possível consultar as maiores taxas de avaria mensais dos equipamentos e o *Top 5* de avarias do mês atual e anterior, discriminando o número de paragens e o tempo total na linha 3 do embalamento de massas 1. Até ao momento, no ano de 2018, a confecionadora é o equipamento que apresenta maior taxa de avaria (YTD) da linha 3, com 12,5%. No mês de junho (6) o equipamento com maior taxa de avaria foi também a confecionadora, com 3,1%, valor bastante inferior ao mês anterior (10,4%) e ao YTD de 2018. Deve ser analisado o mês anterior, de modo a serem identificadas ações que tenham contribuído para esta diminuição.

Em junho existiram 8 avarias que totalizaram um tempo de paragem de oito horas e quatro minutos. Apesar da melhoria face ao mês anterior, indicada pelo sinal verde, este equipamento deve ser alvo de análise e deve ser elaborado um plano de ações de modo a identificar e implementar medidas para diminuir o índice em causa.

Estas análises são efetuadas para as diferentes áreas das diferentes fábricas da CPA, pela respetiva equipa técnica.

	YTD	MAI		JUN
Confecionadora	12,5%	10,4%	🟢	3,1%
Transportadores	0,3%	0,0%	🔴	0,9%
Encartonadora	1,5%	2,8%	🟢	0,3%
Controladora de Peso	0,1%	0,1%	🔴	0,1%
Paletização/Robots/Charriot	0,0%	0,0%	🔴	0,1%
Máquina de Tampas	0,7%	0,3%	🟢	0,0%
Formadora de Caixas	0,1%	0,0%	🟡	0,0%
Balança	0,0%	0,0%	🟡	0,0%
Carimbos	0,5%	0,0%	🟡	0,0%
Descanadora/Silos	0,0%	0,0%	🟡	0,0%
Envolvedora/Etiquetadora	0,0%	0,0%	🟡	0,0%
Detetor de Metais	0,0%	0,0%	🟡	0,0%

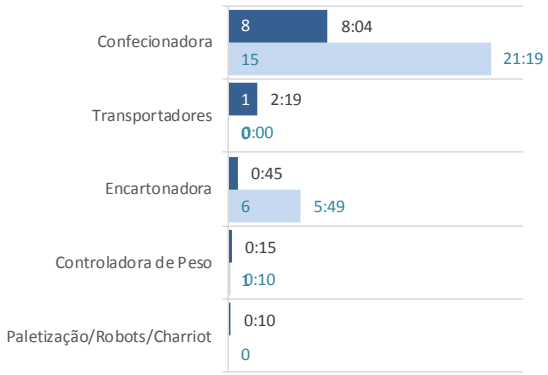


Figura Anexo 11 - Análise da taxa de avaria por equipamento da linha 3 do embalamento de massas 1 da CPA, mês maio (5) e junho (6)

10.22.1.2 Análise Mensal – Reunião Direção de Manutenção e Equipa Técnica (Junho, 2018)

Na primeira sexta-feira de cada mês, o departamento reúne-se para discutir indicadores e análises do mês anterior, Figura Anexo 12.

Figura Anexo 12 - Reunião mensal do departamento de manutenção da CPA (mês de junho de 2018)

O quadro de indicadores presente na Figura Anexo 12 aborda dois grupos de indicadores, indicadores de custos e indicadores de desempenho. Os indicadores financeiros, que podem ser analisados em detalhe na secção 7.4.2.1, abordam um panorama geral, por área e por equipamento, obtendo-se assim informações quanto ao desempenho financeiro das diferentes áreas face ao orçamento planeado.

A nível dos indicadores de desempenho, conforme a taxa de avaria que pode ser observada na Figura Anexo 13, para o mês de junho no embalamento de massas da fábrica 1 foi 6,0%, onde se encontram discriminadas as quatro semanas desse mês. Este indicador cumpriu o objetivo proposto de, até ao momento, 7,6% para 2018. Referentes a esta área, é também possível consultar a taxa de avaria mensal por linha do mês atual e anterior, Figura Anexo 14, da qual se destaca a maior taxa de avaria na linha 5, de 13,9%, totalizando 30h:53min de avaria no mês de junho. É também tema de análise o "*Top* 5 de Avarias" do mês, liderado pela "Avaria na descanadora de silos" da Linha 6, com nove ocorrências e perfazendo 11h:42min de tempo de paragem devido a avaria.

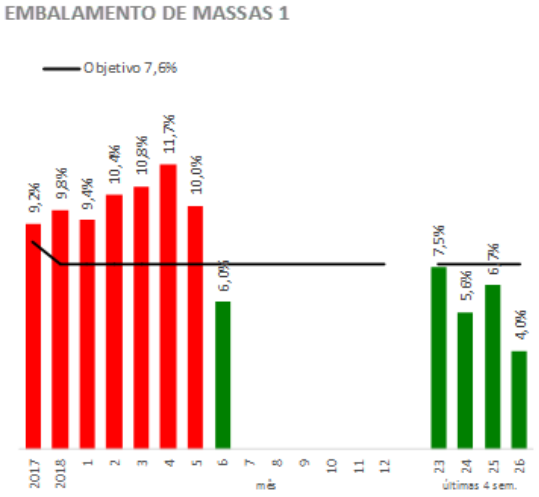


Figura Anexo 13 - Indicador taxa de avaria no embalamento de massas da fábrica 1 da CPA, no mês de junho de 2018 (quadro da direção de manutenção)

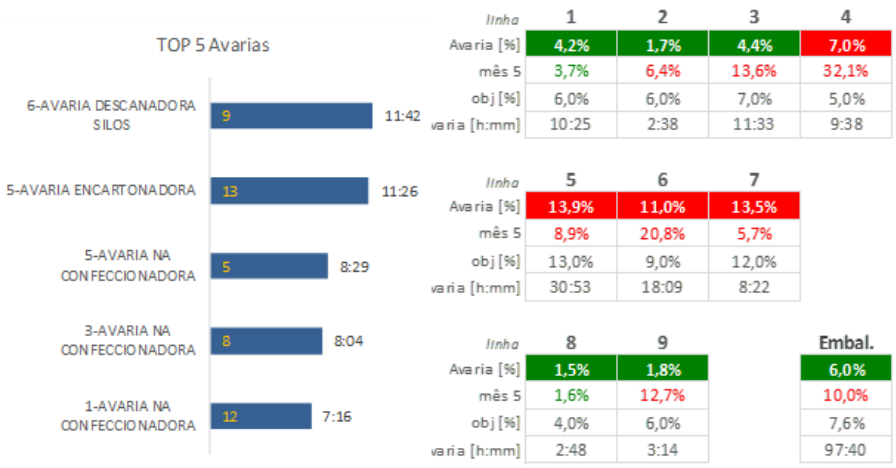


Figura Anexo 14 - Complementos ao indicador taxa de avaria do embalamento de massas da fábrica 1 da CPA, mês de junho de 2018 (quadro da direção de manutenção)

Na Figura Anexo 15, é possível analisar a taxa de cumprimento do PMP para a fábrica 1, que para o mês 6 (junho) se encontra nos 39%, muito abaixo do objetivo delineado de 80% para 2018. Este valor de 39% é constituído por uma taxa de 92% de cumprimento do plano de lubrificação e por 3% de taxa de cumprimento do plano de inspeções, totalizando 43 rotinas realizadas, face a 109 planeadas. Deste modo, é possível concluir que a taxa de cumprimento dos planos de inspeção contribui negativamente para o indicador em análise, face ao objetivo de 80%, devendo ser tomadas ações de modo a incrementá-la. No final deste mês, foram implementadas as novas rotinas de inspeção, que ainda não estão contabilizadas.

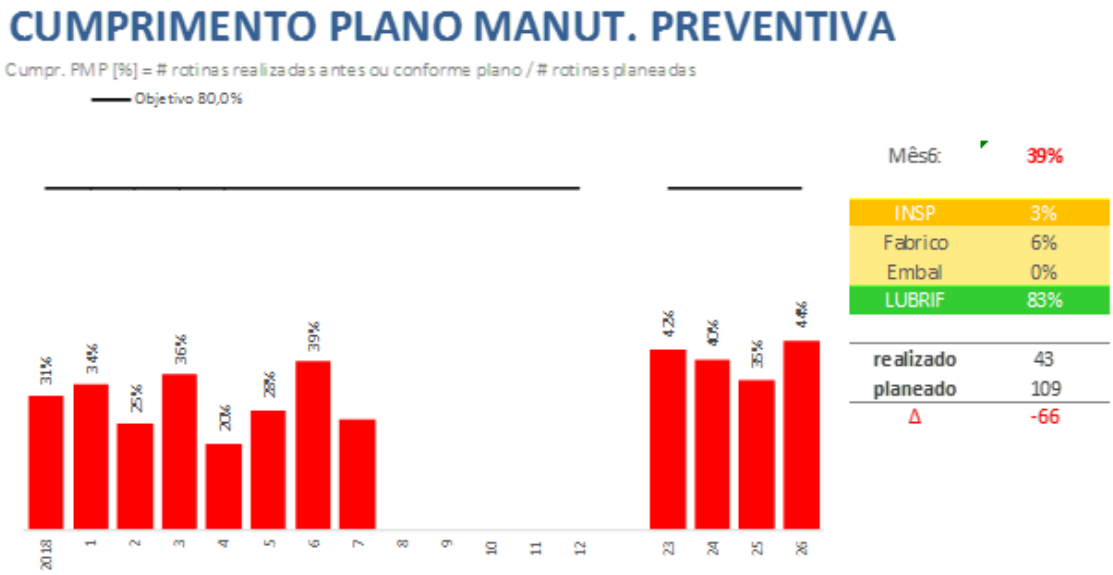


Figura Anexo 15 - Indicador taxa de cumprimento do PMP na fábrica 1 (massas 1 e Semolaria) da CPA, no mês de junho de 2018 (quadro da direção de manutenção)

Na Figura Anexo 16, realiza-se a análise da taxa de manutenção preventiva vs taxa manutenção corretiva, onde essencialmente se analisa o peso da manutenção planeada. No mês de junho, este indicador atingiu 9% de manutenção planeada, muito abaixo do objetivo de 45%. No momento em que foram obtidos os indicadores, ainda não tinha sido efetuada a distinção de manutenção corretiva de melhoria, que é manutenção planeada, e a manutenção corretiva de emergência (não planeada), encontrando-se este valor bastante deturpado (aquando da análise do referente indicador, tal facto foi alertado). Consequentemente, as atividades de manutenção corretiva no referente mês, representaram 91% das atividades de manutenção, tendo uma duração de 3185 horas e 42 minutos.

Os indicadores foram obtidos no início do mês 7, que coincidiu com a aplicação das novas rotinas de inspeção. Pode-se observar na Figura Anexo 16 a barra referente a este mês, que já apresenta uma elevada concentração de atividades planeadas (verdes).

Por último, faz-se uma referência e análise ao OEE, obtendo-se uma ideia geral da situação das linhas e áreas.

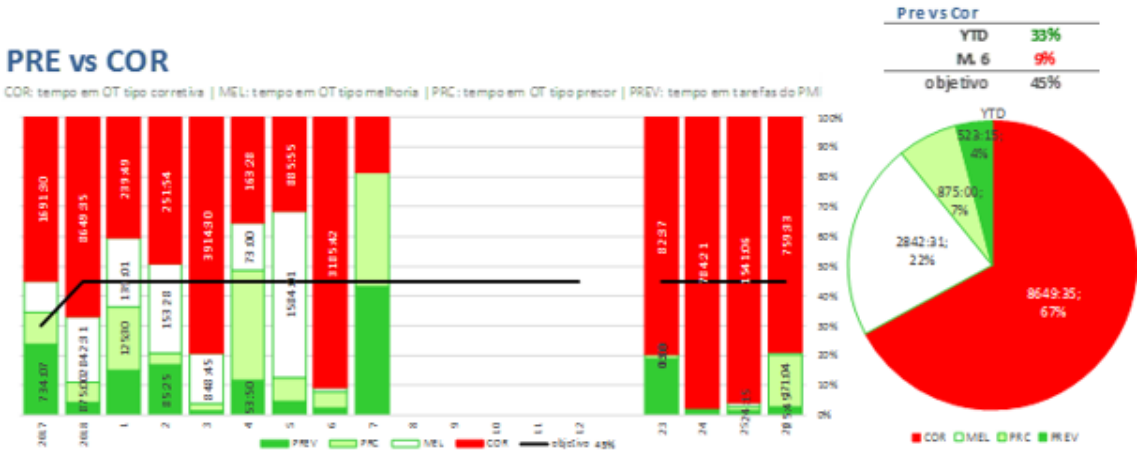


Figura Anexo 16 - Indicador taxa de manutenção preventiva vs taxa manutenção corretiva na fábrica 1 (massas 1 e Semolaria) da CPA, no mês de junho de 2018 (quadro da direção de manutenção)

10.23 ANEXO 23 – Indicadores de Desempenho da Manutenção da CPA Maia

Principais indicadores de desempenho da manutenção da CPA Maia em 2017.

INDICADORES DIREÇÃO MANUTENÇÃO 2017

			Objetivo	YTD	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
13. Manutenção	Taxa de Avaria	**Taxa de Avaria**	**4,70%**	**4,30%**	**3,90%**	**4,12%**	**4,12%**	**5,67%**	**4,88%**	**5,76%**	**3,61%**	**2,55%**	**3,61%**	**4,85%**	**4,61%**	**3,51%**
		Semolaria	2,00%	2,84%	0,78%	1,98%	3,41%	1,22%	2,58%	12,23%	3,41%	0,37%	1,41%	1,62%	3,69%	1,37%
		Fabrico Massas 1	4,10%	3,34%	1,56%	2,38%	6,08%	8,05%	3,74%	1,90%	1,85%	1,00%	2,12%	6,66%	3,35%	1,41%
		Embalamento Massas 1	8,50%	9,31%	8,13%	8,17%	7,81%	8,84%	11,18%	10,06%	7,99%	7,91%	9,04%	12,19%	10,16%	10,29%
		Fabrico Massas 2	3,30%	2,04%	2,09%	3,67%	1,32%	4,50%	1,50%	1,19%	2,00%	2,16%	1,83%	0,76%	2,72%	0,73%
		Embalamento Massas 2	4,80%	3,80%	4,91%	5,87%	3,32%	5,03%	5,39%	3,44%	2,81%	1,31%	3,67%	3,00%	3,14%	3,74%
		Bolachas	5,50%	4,44%	5,93%	2,65%	2,80%	6,37%								
	Pre vs Cor	**Pre vs Cor**	**30,00%**	**58,47%**	**38,57%**	**43,59%**	**47,99%**	**72,38%**	**50,99%**	**44,58%**	**74,49%**	**54,83%**	**38,04%**	**60,17%**	**75,50%**	**49,15%**
		Fábrica 1	30,00%	42,50%	0,00%	0,00%	28,70%	96,09%	56,92%	38,62%	84,02%	38,77%	32,28%	49,14%	55,66%	29,77%
		Fábrica 2	30,00%	57,68%	52,13%	49,70%	38,56%	41,44%	45,06%	50,54%	64,95%	70,88%	43,80%	71,21%	95,35%	68,53%
		Fábrica Bolachas	30,00%	75,24%	63,59%	81,05%	76,69%	79,62%								
	Cumpr. PMP	**Cumprimento PMP**	**80,00%**	**57,19%**	**53,33%**	**53,79%**	**56,82%**	**61,78%**	**54,83%**	**42,85%**	**42,93%**	**44,65%**	**47,97%**	**53,63%**	**35,51%**	**24,66%**
		Fábrica 1	80,00%	19,27%	0,00%	1,36%	10,46%	25,34%	29,66%	27,74%	34,38%	24,16%	16,89%	28,92%	7,69%	24,66%
		Fábrica 2	80,00%	72,30%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	57,96%	51,48%	65,14%	79,04%	78,35%	63,33%	
		Fábrica Bolachas	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%								

Principais indicadores de desempenho da manutenção da CPA Maia em 2018.

INDICADORES DIREÇÃO MANUTENÇÃO 2018

			Objetivo	YTD	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
13. Manutenção	Taxa de Avaria	**Taxa de Avaria**	**3,72%**	**4,00%**	**4,45%**	**3,51%**	**3,76%**	**3,70%**	**4,27%**	**4,34%**						
		Semolaria	2,00%	2,01%	4,34%	2,23%	1,68%	0,30%	1,00%	2,50%						
		Fabrico Massas 1	3,40%	3,33%	2,33%	1,27%	2,08%	2,20%	2,50%	9,60%						
		Embalamento Massas 1	7,60%	9,73%	9,39%	10,42%	10,78%	11,70%	10,00%	6,07%						
		Fabrico Massas 2	2,00%	1,36%	2,35%	1,83%	1,11%	1,00%	1,70%	0,20%						
		Embalamento Massas 2	3,33%	2,70%	3,09%	2,44%	3,00%	2,70%	2,10%	2,88%						
		Bolachas	4,00%	4,89%	5,21%	2,85%	3,90%	4,30%	8,30%	4,80%						
	Pre vs Cor	**Pre vs Cor**	**50,00%**	**47,89%**	**39,91%**	**46,36%**	**48,90%**	**50,75%**	**53,42%**	**48,02%**						
		Fábrica 1	45,00%	54,43%	59,61%	51,00%	48,00%	51,00%	73,00%	44,00%						
		Fábrica 2	55,00%	43,92%	47,00%	49,00%	42,00%	47,24%	43,25%	35,06%						
		Fábrica Bolachas	50,00%	45,31%	13,12%	39,07%	56,70%	54,00%	44,00%	65,00%						
	Cumpr. PMP	**Cumprimento PMP**	**80,00%**	**53,20%**	**47,50%**	**50,00%**	**58,00%**	**50,00%**	**54,00%**	**59,72%**						
		Fábrica 1	80,00%	30,41%	34,00%	25,00%	36,00%	20,00%	28,00%	39,45%						
		Fábrica 2	80,00%	76,00%	61,00%	75,00%	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%						
		Fábrica Bolachas	80,00%													