Proposta de um modelo de manutenção para os transportadores de garrafas de vidro de uma linha de enchimento de cerveja

Cristiana Gonçalves Pessoa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Armando Luís Ferreira Leitão
Orientador na empresa: Eng. Pedro Bastos

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-09-21

Resumo

O projeto apresentado visa o desenvolvimento de um modelo de manutenção para os transportadores de garrafas de uma linha de enchimento na indústria cervejeira.

Com o objetivo de estabelecer uma metodologia adaptada à realidade da linha em questão, foi feita uma análise de indicadores de desempenho e custos com base no histórico disponível, identificados os principais problemas encontrados e enunciados pelos técnicos e selecionado o tipo de transportador para o qual, atualmente, era mais apropriado desenvolver o plano.

Escolhida a rede de transportadores de garrafas, iniciou-se a fase de levantamento dos componentes constituintes destes equipamentos a fim de ser criada uma estrutura técnica ainda inexistente.

Seguidamente, procedeu-se à avaliação da criticidade dos equipamentos da rede, uma vez que, o impacto de uma falha no processo produtivo varia de acordo com características da mesa transportadora.

Numa terceira fase, desenvolveu-se um estudo dos principais modos, causas e efeitos de falha para compreensão das ações que podem ser tomadas no planeamento construído na etapa seguinte, focado na introdução de ações preventivas.

O plano apresentado trata-se de uma proposta que poderá ser implementada futuramente e teve em conta os meios e recursos disponíveis na empresa do estudo.

Concluindo, vários fatores são tidos em conta na hora de redefinir ou, até mesmo criar, um plano de manutenção que vise o aumento da fiabilidade dos equipamentos, bem como, possibilite uma redução de custos a par com melhoria da disponibilidade e, sem esquecer, uma estratégia de gestão de recursos materiais e humanos.

Abstract

Proposal of a maintenance model for glass bottle conveyors of a filling line of beer

The present project aims to develop a new maintenance plan for bottle conveyors in a filling line in beer industry.

In order to define the best methodology according with the filling line reality studied, the project started with data analysis of KPI's and costs registered in past, identification of the meaningful problems found and enunciated by the technical workers and selection of the type of conveyor which would be more suitable and urgent having a maintenance plan.

At this stage, it started the survey of conveyors components to create the technical equipment's list that was nonexistent.

After, it was evaluated the criticality of each conveyor, because the impact of a failure in the filling process differs according conveyor table characteristics.

In a third methodology step, it was analysed all the principal modes, causes and effects of conveyors' failures. So, it was possible to understand which actions should be proposal in a next phase, introducing preventive maintenance actions.

The developed plan is a proposal that can be implemented in future and it was done according to the resources available on the studied company.

In conclusion, several factors should be considered to redefine, or even to create, a maintenance plan that aims the equipments' reliability increasing, reducing costs and increasing process availability simultaneously, without forget a good material and human management strategy.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à Super Bock Bebidas, S. A., pela oportunidade de desenvolver o presente trabalho de dissertação, pela disponibilização dos recursos necessários e pelo ótimo ambiente de trabalho.

Um obrigada especial ao meu orientador na empresa, Pedro Bastos, por todo o apoio, conhecimentos transmitidos e muita paciência para me ensinar.

A toda a equipa da manutenção, pela ajuda enquanto estive na empresa, o meu muito obrigada a todos!

Aos meus colegas de estágio, João, Fernando, Seixas, Hugo e Marta por todos os bons momentos.

Ao meu orientador na FEUP, professor Armando Leitão, pelo acompanhamento e orientação.

Embora esta tese esboce o trabalho dos últimos meses, marca o fim de um percurso longo e nem sempre fácil.

Agradeço por isso, aos que caminharam ao meu lado e me incentivaram a continuar sempre que duvidei. Em especial, à Mónica, à Téé e à Rita. E aos *Rave*, obrigada pela 'Mui Nobre, Sempre Leal e Invicta' amizade, o Porto mais acolhedor que conheci.

Obrigada à minha família pelo gene do pensar e pelo exemplo de humildade, trabalho e sabedoria!

Aos meus Pais agradeço a compreensão de muitas ausências minhas em prol deste objetivo comum e o esforço diário para me proporcionar meios de o alcançar. Obrigada por acreditarem e vibrarem mais com as minhas vitórias do que eu própria.

Obrigada aos meus Avós por me inspirarem a querer mais do que a minha sina.

Que caminho tão longo!
Que viagem tão comprida!
Que deserto tão grande
Sem fronteira nem medida!

Águas do pensamento
Vinde regar o sustento
Da minha vida

Este peso calado
Queima o sol por trás do monte
Queima o tempo parado
Queima o rio com a ponte

Águas dos meus cansaços
Semeai os meus passos
Como uma fonte

Ai que sede tão funda!
Ai que fome tão antiga!
Quantas noites se perdem
No amor de cada espiga!

Ventre calmo da terra
Leva-me na tua guerra
Se és minha amiga.

José Mário Branco
"Travessia do Deserto"
1977

Conteúdo

1 Introdução **1**

1.1 Enquadramento do projeto e motivação 1
1.2 Objetivos do projeto 2
1.3 Método seguido no projeto 2
1.4 Estrutura da dissertação 3

2 Enquadramento teórico **5**

2.1 Manutenção 5
2.2 Equipamentos, falhas e avarias 8
2.3 Fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade 9
2.4 Custos da Manutenção 13
2.5 Metodologias e ferramentas de análise de equipamentos 15
2.5.1 Diagrama de *Pareto* 15
2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito 15
2.5.3 Diagramas de Dispersão 15
2.5.4 Fluxogramas 16
2.5.5 Análise do Modo de Falha e Efeitos 16
2.5.6 Manutenção Centrada na Fiabilidade 16
2.5.7 Manutenção Produtiva Total 18
2.6 Estratégia da Manutenção Preventiva 18

3 Apresentação do *Super Bock Group* e da linha em estudo **21**

3.1 A manutenção na empresa 21
3.1.1 Apoios à gestão da manutenção 22
3.2 O processo de enchimento na linha do estudo 23

4 Situação atual e problemas identificados **27**

4.1 Transportadores 29
4.2 Indicadores de desempenho 30
4.2.1 MTBF 30
4.2.2 MTTR 31
4.2.3 Disponibilidade 31
4.2.4 TAV 32
4.3 Custos de manutenção 32
4.4 Desafios identificados 33
4.5 Objetivos estabelecidos 35

5 Metodologia proposta **37**
5.1 Criação de listas técnicas 37
5.1.1 Resultados 38
5.2 Avaliação da criticidade das motorizações 40
5.2.1 Resultados 42
5.3 Análise FMEA 42
5.3.1 Resultados 43
5.4 Construção do plano preventivo 45
5.4.1 Ações durante o funcionameto da linha 46
5.4.2 Ações realizadas nas paragens do processo 47

6 Conclusões e trabalhos futuros **49**

Bibliografia **51**

A A Distribuição de *Weibull* **55**

B Análise dos tempos de duração de avaria dos equipamentos da linha **57**

C Análise de fiabilidade dos transportadores **59**

D Localizações e motorizações **63**

E Listas técnicas **65**

F Análise da criticidade das motorizações **73**

G Análise FMEA **75**

H Listas de inspeção **77**

I Procedimento para rotas com a linha em funcionamento **81**

J Procedimento para ordens durante paragem da linha **83**

Acronyms and Symbols

AM1	Ordem de manutenção corretiva planeada
AM2	Ordem de manutenção corretiva urgente
AM3	Ordem de manutenção preventiva
AM4	Ordem de manutenção para melhoria
D	Disponibilidade
ERP	Planeamento de recursos empresariais (do inglês, *Enterprise Resource Planning*)
ET	Estatística de teste
FMEA	Análise do modo e efeitos de falha (do inglês, *Failure Mode and Effects Analysis*)
FMECA	Análise do modo e efeitos de falha e criticidade (do inglês, *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*)
KPI	Indicador de desempenho (do inglês, *Key Performance Indicator*)
MPC	Manutenção preventiva condicionada
MPS	Manutenção preventiva sistemática
MTBF	Tempo médio entre duas avarias (do inglês, *Mean Time Between Failures*)
MTTR	Tempo médio de reparação (do inglês, *Mean Time to Repair*)
NPR	Número de prioridade de risco
OEE	Índice de eficiência global (do inglês, *Overall Equipment Effectiveness*)
OEE_S	Índice de eficiência global, utilizado pela empresa
P	Performance
Q	Qualidade
RCM	Manutenção centrada na fiabilidade (do inglês, *Reliability-centered Maintenance*)
SAP	Software ERP utilizado pela empresa
SBG	Super Bock Group
SKU	Unidade mantida em *stock* (do inglês, *Stock Keeping Unit*)
TAV	Taxa de avarias, utilizada pela empresa
TP	Taxa dos tempos de paragem, utilizada pela empresa
TPM	Manutenção produtiva total (do inglês, *Total Productive Maintenance*)
VP	Valor de prova
α	Nível de significância
$f(t)$	Função densidade de probabilidade
$F(t)$	Função cumulativa distribuição de probabilidade
H_0	Hipótese nula
H_1	Hipótese alternativa
$\lambda(T)$	Taxa de ocorrência de falhas
$R(t)$	Função fiabilidade
$h(t)$	Função de risco

Lista de Figuras

2.1 Tipos de manutenção, *in* Amaral (2016). 7
2.2 Representação gráfica da curva da banheira, adaptado de Ben-Daya et al. (2009). 10
2.3 Relação entre o nível de manutenção e o custo total, *in* Marcorin and Lima (2003). 14
2.4 Carta FMEA, *in* Amaral (2016). 16
2.5 Os 8 pilares que sustentam a implementação do TPM, adaptado de Ben-Daya et al. (2009). 18
2.6 Relação entre a fiabilidade teórica e substituição programada, adaptado de O'Connor and Kleyner (2012). 19

3.1 Esquema representativo do processo de enchimento (as dimensões não se encontram à escala). 24

4.1 Evolução do OEE_s, desde 2013 a 2019. 27
4.2 Razões de paragem da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). 28
4.3 Diagrama de *Pareto* de duração total das avarias por categoria de equipamento (período de maio de 2019 e abril de 2020). 29
4.4 Percentagem dos custos de manutenção por tipo de transportador (figura a) e evolução dos gastos anuais em transportadores e da TAV (figura b). 33
4.5 Diagrama causa-efeito dos problemas identificados. 35

5.1 Esquema da hierarquia utilizada em *SAP*. 38
5.2 Chapa de caracterização do moto redutor da motorização M92 (na caixa vermelha destaca-se o *part number* e na caixa verde tem-se a relação de transmissão). Neste caso, a designação do equipamento é *SEW_MT_i=24,77_PN_55.7863088501.0001.20.20*. 39
5.3 Fluxograma representativo do processo de decisão da criticidade ABC das motorizações. 41
5.4 *Doughnuts* descritivos da frequência das classificações dos índices de severidade, ocorrência e deteção. 44
5.5 Histograma descritivo da frequência dos valores de NPR obtidos. 44

A.1 Gráfico da função densidade de probabilidade da distribuição de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009) 55
A.2 Gráfico da função fiabilidade *R(t)*, de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009) 56
A.3 Gráfico da função de risco *h(t)*, de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009) . 56

B.1 Diagrama de *Pareto* dos tempos de duração de avaria dos equipamentos da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). 58

C.1 Gráficos do número de ocorrências de avaria em função do tempo de funcionamento, por tipo de transportador (período de maio de 2019 a abril de 2020). . . . 61

E.1 Listas técnicas propostas por motorização. 71
E.2 Listas técnicas propostas por conjunto de materiais. 72

F.1 Resultados obtidos da classificação ABC. 74

H.1 Folha de inspeção para ordens AM3 à rede de transportadores com a linha em funcionamento. 78
H.2 Folha de inspeção para ações durante as paragens programadas. 79

I.1 Fluxograma do processo a executar durante as rotas de inspeção à rede de transportadores de garrafas, com a linha em funcionamento. 82

J.1 Fluxograma do processo a executar durante a paragem semanal da linha. 84

Lista de Tabelas

3.1 Características das linhas de enchimento. 23

4.1 Contagem das motorizações registadas em *SAP* e no *Jornal de Bordo* de acordo com o material transportado. 30
4.2 Resultados do teste de *Laplace* e MTBF da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). 31
4.3 MTTR da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). 31
4.4 Disponibilidade dos transportadores da linha. 31
4.5 TAV da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). 32

5.1 Materias dos equipamentos *moto redutores* (a) e dos conjuntos de materiais *chassis* (b). 40
5.2 Resultados da análise ABC da criticidade. 42
5.3 Classificação do índice de severidade. 43
5.4 Classificação do índice de ocorrência. 43
5.5 Classificação do índice de deteção. 43
5.6 Principais componentes, modos e efeitos potenciais de falha resultantes da análise FMEA. 44

B.1 Resultados da análise aos tempos de duração de avaria dos vários equipamentos da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). A distribuição do tempo de duração das avarias dos onze equipamentos constituintes do grupo "Outros"na figura 4.3, ou seja, que obtiveram frequência acumulada superior a 95%, é descrita pelos equipamentos intitulados pela letra C. 57

C.1 Resultados da análise de fiabilidade realizada aos transportadores da linha. Os dados analisados apresentam-se na tabela C.2. 59
C.2 Dados das ocorrências de avaria dos transportadores (período de maio de 2019 a abril de 2020). 60

D.1 Motorizações recolhidas e localizações propostas. 63

G.1 Análise FMEA realizada com recurso às avarias registadas desde 2013. 75

Capítulo 1

Introdução

O presente trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular "Dissertação" do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no decorrer do 2º semestre do ano letivo 2019/2020. A presente dissertação foi desenvolvida nas instalações do Super Bock Group, em Leça do Balio, com vista ao desenvolvimento do tema "Proposta de um modelo de manutenção para os transportadores de garrafas de vidro de uma linha de enchimento de cerveja".

Neste capítulo são apresentados a motivação e os objetivos do projeto, assim como a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

O sucesso de uma empresa depende da organização e gestão das suas operações. Nas principais áreas de apoio à competitividade, a gestão da manutenção é crucial para o sucesso do sistema produtivo, aferindo o bom desempenho dos equipamentos, a qualidade dos produtos obtidos e tempos de imobilização reduzidos (Martins and Leitão, 2009).

Desta forma, as estratégias de manutenção são consideradas pilares fundamentais no seio de uma organização. Elas contribuem para o destaque de uma empresa nos mercados competitivos atuais, na medida em que, permitem garantir elevados níveis de produtividade, gerir ações planeadas ou não para manutenção das condições operacionais aceitáveis de um ativo físico, tirar o maior partido delas, aumentando a fiabilidade, segurança, disponibilidade e qualidade não só do produto final, como do processo e da fábrica.

Assim, estima-se que os custos de manutenção representem 15% a 70% dos custos totais de produção, constituindo a segunda maior fatia do orçamento de uma instituição (Mostafa et al., 2015).

A rede de transportadores é o equipamento que garante o fluxo de vasilhame e produto numa linha de enchimento de garrafas de cerveja. Apesar de ser o equipamento com maior extensão numa linha, não são considerados equipamentos principais por não acrescentarem valor intrínseco ao produto final. Desta forma, a sua manutenção nem sempre é vista como prioritária.

No seio do SBG, a manutenção destes equipamentos é, em grande parte, garantida por ordens de manutenção corretiva. Desta forma, com vista à mitigação desta filosofia e, em prol da obtenção de melhores resultados, tanto na eficiência dos transportadores, na gestão dos seus custos, como numa melhor organização e planeamento das suas ações preventivas, foi desenvolvido e motivado este projeto.

Pretende-se, portanto, desenvolver uma análise da situação corrente e redefinir uma nova estratégia preventiva.

1.2 Objetivos do projeto

A presente dissertação teve como objetivos principais:

- o levantamento das motorizações constituintes da rede de transportadores de garrafas;
- o levantamento dos principais componentes dos transportadores de garrafas da linha de enchimento;
- a criação da respetiva lista técnica;
- priorizar as ações de manutenção, compreendendo quais as motorizações e/ou componentes prioritários para o transporte de garrafas ao longo da linha;
- propôr um plano de manutenção preventiva para a rede de transportadores de garrafas de vidro de uma linha de enchimento da empresa.

1.3 Método seguido no projeto

A fase inicial do projeto consistiu em conhecer o ambiente da empresa e o pessoal técnico, aprofundar o conhecimento acerca do processo produtivo de cerveja, em especial, da fase de enchimento. Debruçou-se sobre um estudo do *layout* da linha em causa, dos equipamentos presentes e das suas respetivas funções, aprendizagem da terminologia técnica utilizada e acompanhamento dos técnicos nas ações de manutenção executadas aos transportadores no seio da empresa.

Em simultâneo, foi revista a literatura técnico-cientifica relativa aos temas em questão e referente aos objetivos do projeto proposto pela empresa.

Procedeu-se à identificação e caracterização do problema. Para a sua mitigação, realizaram-se várias visitas à linha, desenvolveram-se análises às ordens de manutenção e ao histórico de informação existente, e consultaram-se listas técnicas de transportadores de outras linhas de enchimento.

Conhecidos os vários elementos de desgaste dos transportadores, elaborou-se um modelo de manutenção baseado em estratégias e metodologias aconselhadas pela bibliografia consultada para a realidade em estudo.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se estruturado em cinco capítulos: introdução, revisão da literatura, descrição do problema, metodologia e conclusão.

Neste capítulo introdutório apresentam-se o tema e principais objetivos do projeto e o enquadramento do mesmo.

No capítulo dois são enquadrados e explorados os principais conceitos teóricos, as ferramentas e métodos relacionados com a manutenção, área em que se desenvolveu o projeto.

No capítulo três apresenta-se, de forma breve e suscinta, a empresa. São explicadas ferramentas, ações e KPI's utilizados atualmente pela equipa de manutenção dos equipamentos e é descrito o processo de enchimento da linha para a qual se realizou o projeto.

No capítulo quatro é analisada a situação corrente da linha e dos seus transportadores, com recurso à análise de indicadores de desempenho aconselhados pela bibliografia e utilizados pelo grupo. São descritos os principais problemas identificados que levaram ao estabelecimento dos objetivos do presente trabalho.

No capítulo cinco é descrita a metodologia proposta com vista à mitigação dos problemas identificados. São apresentadas algumas ferramentas utilizadas para tal, bem como, o trabalho que foi desenvolvido. Devido ao tempo limitado de realização do porjeto e à situação pandémica atual, algumas etapas da metodologia proposta não foram implementadas.

Por fim, no capítulo seis compilam-se as principais conclusões sobre o estudo desenvolvido e propõem-se trabalhos a desenvolver futuramente.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

Ao longo do presente capítulo são apresentados diversos conceitos relacionados com a manutenção e com o comportamento dos equipamentos, com a gestão da manutenção e as ações relacionadas com a mesma em contexto industrial.

2.1 Manutenção

Atualmente, manutenção define-se como "o conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão de um bem, durante o seu ciclo de vida, com vista a mantê-lo ou repô-lo de forma a desempenhar a função requerida". Desta forma, engloba a observação do estado do ativo através da inspeção, monitorização e testes para diagnóstico, bem como, a reparação do mesmo com vista a mantê-lo (EN13306, 2017).

Com o crescente número e variedade de ativos físicos, foram surgindo novas técnicas de manutenção e novas formas de organização das equipas, levando a uma mudança do conceito ao longo dos tempos. Segundo Moubray (1997), distinguem-se três fases históricas.

Numa primeira geração, a manutenção caracterizava-se por equipamentos simples, numa indústria não muito mecanizada e sem preocupação de maior com a eficiência da produção. Assim, eram realizadas pequenas ações de limpeza e lubrificação e arranjos aquando a deteção de anomalias nos equipamentos.

A segunda geração, durante a Segunda Guerra Mundial, caraterizou-se por uma mudança do paradigma com redução da mão-de-obra e, por isso, maior necessidade de maquinação e mecanização dos processos. Com um maior número de equipamentos e mais complexos, as avarias deviam ser prevenidas com recurso a inspeções periódicas, levando ao aumento da vida e disponibilidade dos ativos físicos e custos de manutenção mais baixos.

Já na terceira geração, nos anos 60 e 70, uma paragem dos ativos físicos levava a uma quebra da produtividade, um aumento dos custos operacionais e afetava o serviço ao cliente. Por conseguinte, a manutenção passa a procurar soluções para diminuir os custos ao longo da vida do produto em paralelo com uma maior preocupação pelo meio ambiente, a procura de maior segurança para os trabalhadores e maior disponibilidade das máquinas (Moubray, 1997). Começaram a utilizar-se

tecnologias preditivas, novos sistemas de controlo e análise de falhas e fiabilidade, bem como, gestão informatizada como RCM, TPM e MPC (Amaral, 2016).

Atualmente, o objetivo principal da manutenção é alcançar níveis altos de produtividade dos ativos físicos, tendo em conta a segurança dos operadores e dos equipamentos, a obtenção de produtos de qualidade com "zero defeito" em condições de trabalho adequadas, custos de produto e reparação aceitáveis e, tempo de imobilização dos equipamentos mínimo (Brito, 2003).

A gestão da manutenção define-se como "todas as atividades que determinam os objetivos da manutenção, as estratégias e responsabilidades, a sua implementação no planeamento, controlo e melhoria económica e das atividades de manutenção" (EN13306, 2017).

Segundo Márquez (2007), as responsabilidades da gestão da manutenção devem ter em consideração vários fatores:

- Económicos, em que o lucro e a competitividade do negócio devem ser a prioridade, bem como, o crescimento do mesmo no mercado, as pessoas e a segurança, e objetivos sociais;
- Técnicos, relacionados com a disponibilidade dos equipamentos e a segurança das pessoas. Um indicador de desempenho habitualmente associado a este objetivo é o Índice de Eficiência Global (OEE);
- Legais, respeitando sempre as leis e regulamentos associados a cada tipo de indústria ou sector;
- Financeiros, com vista a atingir o nível técnico esperado ao menor custo.

Deste modo, a estratégia para alcançar os objetivos da manutenção deve ser delineada por cada empresa, com recurso a uma estrutura documentada de todas as tarefas, atividades, procedimentos e recursos, bem como, os tempos, unidades e medições associados, isto é, deve ser estabelecido um plano de manutenção (EN13306, 2017).

Assim, a manutenção e a gestão da manutenção são atualmente campos complexos com várias preocupações operacionais, humanas, económicas, ambientais e de segurança (Fernández and Márquez, 2012).

Segundo a norma EN13306 (2017) podem ser feitas duas grandes distinções: manutenção preventiva e manutenção corretiva.

A manutenção preventiva define-se como as ações de manutenção realizadas aos ativos físicos, segundo critérios predeterminados, com vista a mitigar a sua degradação ou diminuir a probabilidade de falha dos mesmos (EN13306, 2017; Amaral, 2016). Isto é, providenciam-se inspeções para deteção e prevenção de princípios de falha, por forma a manter os equipamentos em boas condições de funcionamento (Faccio et al., 2014).Pode ser de dois tipos, sistemática ou condicionada (EN13306, 2017).

Na manutenção preventiva sistemática, as ações de manutenção realizam-se de acordo com intervalos de tempo ou unidades de utilização (como por exemplo, quilómetros ou horas de uso) estabelecidos (EN13306, 2017). Podem ser realizadas com recurso a inspeções sistemáticas periódicas a equipamentos críticos intervindo quando se revela necessário, ou revisões gerais programadas periodicamente com paragem geral do sistema (Queiroz, 2015). Neste tipo de manutenção, há uma predeterminação do custo de cada operação facilitando a gestão financeira e a programação

das operações de manutenção pode ser feita de acordo com a produção. Por outro lado, o custo por operação pode ser elevado devido à periodicidade e o risco de introdução de avarias, devido à multiplicidade de operações, pode elevar-se (Brito, 2003).

A manutenção condicionada baseia-se na avaliação das condições físicas do equipamento, seja por observação do operador ou inspeção, teste ou monitorização da condição de parâmetros do sistema de acordo com um calendário, a pedido ou contínuo, e consequente análise e possíveis ações de manutenção a serem tomadas (EN13306, 2017). Assim, é realizada em função da condição dos componentes, isto é, realiza-se quando a medição de uma característica revela desgaste do componente e, por isso, necessidade de intervenção. Normalmente aplicada a máquinas vitais à produção, costuma associar-se ao aumento da longevidade dos equipamentos, aumento de produtividade e permite maior controlo de peças de reserva (Brito, 2003).

Segundo EN13306 (2017), a manutenção preventiva condicionada engloba um outro tipo de manutenção, a preditiva. A manutenção preditiva consiste em ações realizadas para análise e avaliação da condição atual do equipamento ou componente, que possibilitam prever a tendência do seu comportamento e comparar esses resultados com limites já conhecidos. Desta forma, problemas com potencialidade de gerar falhas poderão ser identificados pela interpretação de dados recolhidos (através de análise de vibrações, análise de partículas suspensas no óleo ou análise termográfica, entre outros) e eliminados. Ou seja, é predito o tempo de vida útil dos componentes e as condições indispensáveis para que este tempo seja aproveitado.

Por sua vez, a manutenção corretiva baseia-se no restauro de um componente após a falha ou avaria do mesmo, de forma a reestabelecer a sua função (EN13306, 2017). Assim, deve ser aplicada a equipamentos cuja indisponibilidade não seja significativa na produção e, que o custo de reparação imprevisto seja aceitável (Brito, 2003).

A manutenção corretiva pode ser diferida, quando efetuada algum tempo, predefinido por regras de manutenção, após a avaria. Ou pode ser imediata, ou seja, quando a ação é aplicada imediatamente após a avaria (EN13306, 2017). Outros autores, como Amaral (2016), distinguem ainda as intervenções corretivas como curativas, quando são definitivas, ou como paliativas, quando são feitas provisoriamente.

Assim, duas grandes diferenças das ações de manutenção são o planeamento. Algumas ações, nomeadamente as corretivas são muitas vezes realizadas aquando a avaria, embora possam igualmente ser planeadas residualmente.

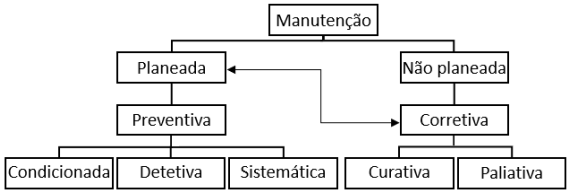


Figura 2.1: Tipos de manutenção, *in* Amaral (2016).

Outro tipo de manutenção preventiva distinguido por alguns autores é a manutenção detetiva.

As intervenções deste tipo têm como objetivo averiguar o estado funcional do equipamento, nomeadamente a análise funcional de componentes que poderão estar sujeitos a falhas ocultas, que embora não tenham impacto no processo produtivo, podem vir a gerar consequências consideráveis (Amaral, 2016).

Destaca-se ainda a manutenção de oportunidade, que pode tratar-se de manutenção preventiva ou manutenção corretiva diferida, realizada sem agendamento, mas simultaneamente com outras ações de manutenção por forma a reduzir custos ou minimizar a indisponibilidade dos equipamentos (EN13306, 2017).

2.2 Equipamentos, falhas e avarias

Um bem constitui uma parte, um componente, uma unidade funcional ou um sistema ou subsistema que pode ser considerado individualmente. Por sua vez, um ativo físico é um bem que acrescenta ou tem potencial de acrescentar valor a uma organização, como por exemplo máquinas ou infraestruturas (EN13306, 2017).

Um conjunto de componentes ou equipamentos poderá ser considerado como um sistema. Contudo, é importante destacar a distinção entre componente e sistema reparável. Num sistema reparável, a ocorrência de uma avaria não implica o seu fim de vida ou substituição; enquanto que, a avaria de um componente implica a sua substituição ou reparação para que volte a operar adequadamente, caracterizando-se habitualmente por um custo mais baixo (Leitão, 2019).

Ou seja, um sistema reparável é recolocado em serviço após ações de manutenção para eliminar irregularidades detetadas, enquanto que, um sistema não reparável é substituído por um idêntico logo após a primeira falha (Martins and Leitão, 2009).

A falha caracteriza-se pela perda da capacidade de um componente realizar a função para a qual foi concebido. Este evento pode levar ao estado de avaria do respetivo sistema. A causa da falha pode estar relacionada com especificações, *design*, fabrico ou instalação do componente e com o uso e a manutenção praticados. A probabilidade de ocorrerem falhas por desgaste aumenta com o tempo de uso da máquina, com o número de utilizações da mesma e com as tensões aplicadas. Já as falhas por idade ocorrem da passagem do tempo e das mudanças físico-químicas associadas aos materiais. As falhas por mau uso incorrem da utilização desadequada, muitas vezes associada ao não cumprimento dos limites especificados, excedendo a capacidade do bem. Quando a falha de vários ativos é gerada pela mesma causa sem relação direta de causa-efeito, estas designam-se por causas comuns (EN13306, 2017).

As falhas funcionais são, portanto, a incapacidade de um sistema para assegurar a performance padrão pretendida. Assim, uma potencial falha funcional é esperada quando é identificada uma condição física que antecipa uma falha funcional.

Os modos de falha definem-se como a forma porque pode ocorrer uma falha. Podem ser físicos quando são identificadas as condições em que a peça falha, conceptuais quando a falha não é identificável, ou organizacionais quando ocorre por funções de trabalho inadequadas ou inexistentes (Ben-Daya et al., 2009).

Como já dito anteriormente, avaria diferencia-se de falha por ser um estado. Define-se avaria como o estado de um sistema caraterizado pela falta de capacidade em executar a função requerida, da qual se excluem incapacidade por realização de ações de manutenção planeadas ou por falta de recursos. As avarias podem ser latentes (avaria que não é aparente) ou parciais (avaria que implica apenas a incapacidade para realizar algumas funções, mas não todas, possibilitando a utilização do mesmo, embora com a performance reduzida) (EN13306, 2017).

A análise de avarias é fundamental no estudo da performance dos equipamentos e na escolha do plano de manutenção a aplicar aos mesmos. Isto é, com a informação proveniente de um histórico de falhas e de avarias é possível obter indicadores que possibilitam estimar e compreender o comportamento dos equipamentos (Martins and Leitão, 2009).

2.3 Fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade

Pela norma EN13306 (2017), fiabilidade define-se como a capacidade de um ativo para realizar a função para a qual foi concebido, sobre certas condições, num dado intervalo de tempo para um dado número de unidades de uso. Trata-se então da confiança que pode ser depositada num equipamento para que funcione como esperado, exprimindo-se sob a forma de uma probabilidade.

Para o estudo da fiabilidade é importante compreender alguns conceitos, nomeadamente, a taxa de avarias ou taxa de ocorrências, $\lambda(T)$.

A taxa de ocorrência de falhas é o indicador que representa a "velocidade" com que as falhas ocorrem num componente. Matematicamente, expressa-se como a derivada da esperança matemática do número de falhas – *E(N(T))* – em função do tempo T (equação 2.1) (Leitão, 2019).

$$\lambda(T) = \frac{d}{dT}[E(N(T))] \tag{2.1}$$

A distribuição das falhas ao longo da variável temporal pode ocorrer de três formas diferentes (Leitão, 2019):

- verifica-se uma tendência linear, ou seja, as ocorrências de falhas são independentes e identicamente distribuídas (IID), pelo que a taxa de avarias é constante e estimada pela equação 2.2;

$$\lambda(T) = \frac{N(T)}{T} \tag{2.2}$$

- verifica-se uma tendência logarítmica, em que o número de ocorrências de falha diminui por unidade temporal. A taxa de avarias será então uma função decrescente e estes sistemas apresentam, pois, fiabilidade crescente;
- verifica-se uma tendência exponencial, isto é, o número de ocorrências aumenta por unidade de tempo, levando a uma função crescente da taxa de ocorrências. Deste modo, a fiabilidade dos sistemas é decrescente.

A fiabilidade dos sistemas reparáveis é então descrita pela "curva da banheira" (figura 2.2), onde são graficamente representados os três comportamentos acima descritos (Leitão, 2019). Inicialmente, na zona de "mortalidade infantil", a taxa de avarias decresce ao longo do tempo, ou seja,

ocorrem falhas precoces e o aumento da fiabilidade do equipamento. Depois de superada esta primeira fase de adaptação, o equipamento tende a estabilizar a sua taxa de avarias, verificando-se falhas aleatórias, num valor mais baixo constante durante grande parte do seu tempo de funcionamento, isto é a fase de maturidade. Contudo, a última fase dos equipamentos, designada fase III da curva da banheira, caracteriza-se pelo aumento exponencial da taxa de avarias, fazendo prever o fim do seu ciclo de vida resultante do desgaste acumulado do funcionamento (Leitão, 2019; Ben-Daya et al., 2009).

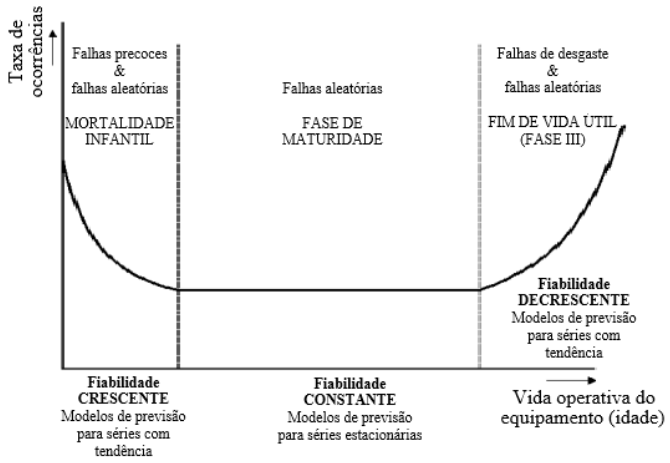


Figura 2.2: Representação gráfica da curva da banheira, adaptado de Ben-Daya et al. (2009).

Representando o comportamento fiabilístico dos sistemas, a área abaixo da curva da banheira é 1 dado que a falha é inevitável, mais cedo ou mais tarde.

A probabilidade de um bem avariar até ao instante t representa-se pela função cumulativa distribuição de probabilidade *F(t)*. Através da sua derivação em ordem a t obtém-se a probabilidade de um bem avariar no instante t do seu ciclo de vida, ou seja, a função densidade de probabilidade *f(t)* (equação 2.3). Assim, sendo a fiabilidade a probabilidade de um componente funcionar adequadamente depois do instante t do seu ciclo de vida, facilmente se expressa a função fiabilidade *R(t)* em função de *F(t)* (equação 2.4) (Ben-Daya et al., 2009).

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \Rightarrow F(t) = \int_0^t f(t)\,dt \tag{2.3}$$

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t)\,dt = \int_t^\infty f(t)\,dt \tag{2.4}$$

A probabilidade, condicionada por unidade da variável t, de se verificar uma falha num dado intervalo [t; $t + \Delta t$], sem que se tenha verificado nenhuma até t, é representada pela função de risco, *h(t)* (equação 2.5) (Leitão, 2019; Ben-Daya et al., 2009).

$$h(t) = \lim_{x \to 0} \frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{(\Delta t)R(t)} = \frac{1}{R(t)} \frac{dF(t)}{dt} = \frac{f(t)}{R(t)} \tag{2.5}$$

O conhecimento do comportamento da função de risco é crucial pois, permite decidir acerca da susbstituição preventiva de componentes de forma economicamente adequada. Isto é, caso se verifique que a função de risco é crescente então a substituição preventiva é viável. De forma contrária, a substituição não proporcionará benefícios económicos nem operacionais, pelo que a ação não é justificável (Martins and Leitão, 2009).

As funções acima podem ser estimadas por processos paramétricos ou não paramétricos. O método paramétrico associado à distribuição de *Weibull* adequa-se a todas as formas apresentadas na curva da banheira, bem como, aos tempos de serviço de uma ampla variedade de componentes (Leitão, 2019). No anexo A, podem ser consultadas as funções densidade de probabilidade, distribuição de probabilidade, fiabilidade e de risco para a distribuição de *Weibull*.

A análise de tendência dos dados do ponto de vista estocástico (eventos aleatórios) baseia-se num processo de inferência estatística (utilizando testes de hipóteses) a fim de se verificar se os dados amostrais são ou não compatíveis com determinadas populações. Quando se trata de sistemas reparáveis, o procedimento deverá ter em vista a análise da tendência da taxa de avarias, isto é, se há indícios estatísticos de que é crescente, constante ou decrescente. Quando se está perante um sistema não reparável, o objetivo passa por averiguar se os tempos de avaria são independentes e identicamente distribuídos, ou seja, se estamos perante um processo de *Poisson* homogéneo e, por isso, uma taxa de ocorrências constante (Martins and Leitão, 2009).

Para isso, é realizado o teste de *Laplace* com base em dados históricos de falhas que podem ter sido recolhidos ao longo do tempo ou segundo as ocorrências (O'Connor and Kleyner, 2012). Através da equação 2.6 ou da equação 2.7 calcula-se a estatística de teste que permitirá rejeitar ou não a hipótese nula (H_0: as ocorrências seguem uma taxa de ocorrências constante) com um determinado nível de significância α (habitualmente, 5%) (Leitão, 2019; O'Connor and Kleyner, 2012).

$$ET = \sqrt{12\,N}\left(\frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N\,T_0} - 0{,}5\right), \text{ teste limitado pelo tempo} \tag{2.6}$$

$$ET = \sqrt{12\ (N-1)}\left(\frac{\sum_{i=1}^{N-1} t_i}{(N-1)\ T_N} - 0{,}5\right), \text{ teste limitado pelo número de avarias} \tag{2.7}$$

em que,

- t_i é o tempo decorrido até à avaria de ordem i,
- N é o número de avarias,
- T_0 é a duração de um teste limitado pelo tempo, e
- T_N é a duração de um teste limitado pelo número de avarias.

Conforme o resultado da estatística de teste opta-se pela aceitação ou rejeição da hipótese nula. Assumindo que estamos perante um processo de *Poisson*, a estatística de teste tenderá para uma distribuição normal padronizada *N(0, 1)*.

Se o valor da estatística de teste for significativamente negativo, então os últimos tempos entre

ocorrências são, em média, sistematicamente maiores (taxa de avarias tendencialmente decrescente), enquanto que, se for significativamente positivo, poder-se-à assumir que os últimos tempos entre ocorrências são, em média, sistematicamente menores (taxa de avarias tendencialmente crescente). Por outro lado, se o teste de *Laplace* for formalmente inconclusivo (isto é, o valor da ET estiver entre -1,96 e 1,96 para um nível de significância de 5%) e a dimensão da amostra for representativa do caso em estudo, aceita-se a hipótese nula, concluindo-se que os tempos entre avarias são provenientes de um processo de *Poisson* homogéneo (taxa de avarias tendencialmente constante).

Ao assumir pela taxa de avarias constante, o cálculo do seu valor médio passa pelo quociente descrito na equação 2.8.

$$\lambda = \frac{N}{T} \tag{2.8}$$

Quando se opta por assumir uma taxa de avarias decrescente, pode recorrer-se ao método de Crow para estimar a taxa de ocorrência de falhas, recorrendo às equações 2.9 até 2.13 (Amaral, 2016).

$$\lambda(T) = \gamma\,\beta\,T^{\beta-1} \tag{2.9}$$

$$\beta = \frac{N}{\sum_{i=1}^{N} \ln\left(\frac{T_0}{T_i}\right)},\ \text{teste limitado pelo tempo} \tag{2.10}$$

$$\gamma = \frac{N}{T_0^{\beta}},\ \text{teste limitado pelo tempo} \tag{2.11}$$

$$\beta = \frac{N}{\sum_{i=1}^{N-1} \ln\left(\frac{T_N}{T_i}\right)},\ \text{teste limitado pelo número de avarias} \tag{2.12}$$

$$\gamma = \frac{N}{T_N^{\beta}},\ \text{teste limitado pelo número de avarias} \tag{2.13}$$

Uma importante medida da fiabilidade é o tempo médio entre falhas, designado MTBF (O'Connor and Kleyner, 2012). Ele exprime o tempo médio de funcionamento entre duas avarias consecutivas e consiste no cálculo do valor esperado da variável *t*, através da equação 2.14 (Leitão, 2019; Ben-Daya et al., 2009).

$$MTBF = E(T) = \int_0^{\infty} t\ f(t)\ dt = \int_0^{\infty} R(t)\ dt = \frac{1}{\lambda(T)} \tag{2.14}$$

Quando existe evidência estatística que permita considerar a taxa de avarias constante, o cálculo do MTBF é dado pela expressão (Ben-Daya et al., 2009):

$$MTBF = \frac{\text{nº de horas operacionais}}{\text{nº de avarias}} \tag{2.15}$$

Por outro lado, manutibilidade é a capacidade de um bem, sob certas condições de uso definidas, manter ou repor o estado para cumprir as funções pretendidas após a aplicação de ações de manutenção, utilizando meios e procedimentos predefinidos (EN13306, 2017). Ou seja, é a probabilidade de duração de uma reparação correta (Amaral, 2016).

Assim, outro indicador importante em termos de manutenção é o MTTR, que expressa o tempo médio de reparação aquando a falha de um sistema (equação 2.16) (Ben-Daya et al., 2009).

$$MTTR = \frac{\sum \text{tempos de reparação}}{\text{nº de avarias}} \tag{2.16}$$

O desempenho das ações de manutenção pode ser também monitorizado pelo índice de eficiência global, OEE. Este indicador pode ser calculado pelo produto de três parâmetros: disponibilidade (D), qualidade (Q) e performance (P) e é utilizado por diversas organizações para localização e análise das causas de influência dos processos, com vista à compreensão dos parâmetros do processo em que se deve atuar e melhorar (Muchiri et al., 2011; Leitão, 2019).

A disponibilidade é a aptidão para um bem cumprir uma função quando pretendida, sob determinadas condições. Pode ser quantificada como o rácio do tempo em operação com o tempo total em que foi requerido (EN13306, 2017; Ben-Daya et al., 2009).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \tag{2.17}$$

A qualidade diz respeito à percentagem do número de produtos em conformidade com as especificações estabelecidas em relação ao número total de produtos produzidos (Leitão, 2019).

Por sua vez, a performance diz respeito à eficiência do processo e pode ser calculada pelo rácio da produção real com a produção teórica idealmente esperada, sem avarias ou perdas de velocidade (Leitão, 2019).

Outros dois aspetos com relevo na análise de equipamentos é a severidade e a criticidade.

A severidade consiste na classificação das consequências prejudiciais atuais ou potenciais de uma falha (EN13306, 2017). Baran and Trojan (2016), tendo em conta os danos ambientais, pessoais e económicos de uma falha, consideram cinco níveis de severidade (catastrófica, crítica, marginal, mínimo ou insignificante) aos quais é atribuído um valor numérico (de 5 a 1, respetivamente).

A criticidade de um ativo está relacionada com as consequências provenientes da falha do mesmo para o processo, isto é, consiste na medida de quão critico é um elemento para o sistema produtivo (Márquez, 2007). Na avaliação quantitativa de criticidade, esta resulta do produto da probabilidade da falha ocorrer com a respetiva severidade (Baran and Trojan, 2016).

2.4 Custos da Manutenção

Os custos relacionados com a função da manutenção constituem fatores relevantes no momento de comparar diferentes programas ou ações de manutenção, de decidir qual adotar e avaliar a sua performance.

A falta de políticas de manutenção ou a opção por políticas inadequadas podem levar à redução do desempenho dos equipamentos e sistemas. Por conseguinte, a aparente poupança na política escolhida, ou falta dela, pode gerar gastos extra e inesperados por falta de produtividade ou indisponibilidade dos recursos produtivos (Marcorin and Lima, 2003).

Os custos de manutenção podem ser classificados de várias formas. Os custos associados a mão-de-obra, contratação de serviços externos, posse de *stocks*, ferramentas, máquinas, materiais, matérias-primas e peças de reserva, constituem custos diretos. Quanto aos custos associados a perdas de produção, falta de qualidade de produto, arranque do processo ou custos de produção parada são chamados de custos indiretos. Por sua vez, pode-se destacar custos relativos a ações administrativas como custos especiais.

Parte destes custos são fixos, isto é, não dependem da quantidade produzida e verificam-se mesmo que o processo produtivo pare. Outra parte trata-se de custos variáveis que dependem da quantidade de bens produzidos.

Os custos totais da manutenção são a soma de todos os custos anteriormente referidos (Amaral, 2016).

Desta forma, a definição da melhor política de manutenção consiste na otimização dos gastos resultantes da sua função. Se por um lado, a inexistência de uma política de manutenção preventiva pode gerar custos elevados por indisponibilidade de equipamentos e ocorrência de falhas, a aplicação exagerada de ações de manutenção pode não gerar repercussão significativa na prevenção de avarias, constituindo um custo exagerado em práticas de manutenção. Assim, deve ser encontrada a situação de equilíbrio entre os custos resultantes de falhas dos equipamentos e os custos resultantes das ações de manutenção preventiva, ou seja, o ponto ótimo para o qual o custo total é mínimo, como demonstrado na figura 2.3.

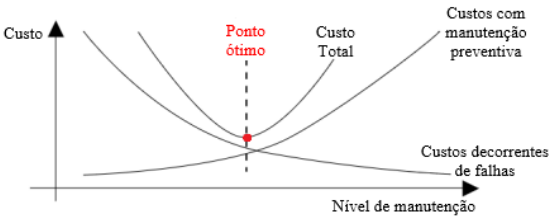


Figura 2.3: Relação entre o nível de manutenção e o custo total, *in* Marcorin and Lima (2003).

Outro aspeto a ter em consideração é a procura do ponto ótimo de disponibilidade. A ambição de atingir a disponibilidade completa dos equipamentos implica gastos maiores em ações de manutenção podendo levar à redução do lucro das operações. Assim, também o balanço equilibrado entre o lucro da atividade produtiva com a maior disponibilidade possível constitui um dos maiores desafios e objetivos da função da manutenção (Marcorin and Lima, 2003).

2.5 Metodologias e ferramentas de análise de equipamentos

2.5.1 Diagrama de *Pareto*

O diagrama de *Pareto*, também conhecido por diagrama 80/20 ou ABC, permite uma visualização rápida dos principais problemas num sistema, possibilitando a identificação das causas que requerem maior prioridade. Neste diagrama, a frequência das ocorrências organiza-se com recurso a colunas, da maior para a menor.

Os principais passos da metodologia são:

1. Identificar o problema a analisar e decidir o período de recolha de dados;
2. Para cada sistema, anotar o número de ocorrências, organizá-los por ordem decrescente, calcular a percentagem e a percentagem acumulada correspondentes;
3. Criar um gráfico de barras em que as colunas representam o número de ocorrências de cada sistema e, com recurso a uma linha e um eixo secundário, é representada a respetiva percentagem acumulada;
4. Decidir e identificar as categorias A, B e C.

Na análise de falhas de equipamentos, este método pode dar indicações acerca da disponibilidade ao analisar-se o somatório dos tempos de intervenção, pode dar informações sobre a fiabilidade se se analisar o número de avarias ou informar sobre a manutibilidade quando analisado o tempo médio de reparação dos equipamentos (Amaral, 2016).

2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito é também designado por diagrama de *Ishikawa* ou por diagrama de espinha de peixe. Esta última designação deve-se à sua forma, em que a "cabeça"representa o efeito ou problema em análise e, ao longo da sua "espinha dorsal", ramificam-se diversos subgrupos onde são identificadas causas potenciais desse efeito.

Embora *Ishikawa* tenha descrito 4 categorias M a ter em consideração para identificação das causas, atualmente, Watson and Spiridonova (2013) reconhecem a existência de 7 categorias M, nomeadamente, materiais, maquinaria, métodos, medidas, mão de obra, meio ambiente e dinheiro (do inglês, *money*).

2.5.3 Diagramas de Dispersão

Os diagramas de dispersão têm como objetivo a representação gráfica, com recurso a dois eixos, da relação entre duas variáveis, permitindo comparar valores numéricos ou verificar uma correlação entre as variáveis (Amaral, 2016).

No seio da gestão da manutenção, os diagramas de dispersão são frequentemente utilizados para representar o número de ocorrências de falha ao longo do tempo de funcionamento ou ao longo de unidades de uso de um equipamento, permitindo estabelecer hipóteses acerca do comportamento fiabilístico dos mesmos.

2.5.4 Fluxogramas

Um fluxograma trata-se de uma representação gráfica de um processo. Nele, são representados os vários passos a seguir numa determinada metodologia, no qual se identificam as etapas críticas, a sequência das mesmas, os documentos a utilizar e os elementos de transição entre as etapas (Amaral, 2016). Deste modo, permite uma visão e descrição simples de processos, por vezes, complexos.

2.5.5 Análise do Modo de Falha e Efeitos

Vulgarmente designada por FMEA, a análise do modo e efeitos de falha tem como objetivo o estudo das falhas potenciais para um sistema, através de um processo indutivo baseado na identificação dos modos, causas e efeitos das falhas.

O primeiro passo passa pela análise da principal função do sistema e do seu estado atual. Segue-se a identificação dos modos de falha associados, as causas na sua base e as consequências esperadas ou verificadas.

De seguida, procede-se à avaliação do risco por determinação do número de prioridade de risco, que possibilita a graduação do risco por forma a planear eficazmente as ações corretivas, e que resulta do produto de três fatores:

- Índice de frequência, isto é, a probabilidade de ocorrência da falha em análise;
- Índice de gravidade ou severidade, que classifica os efeitos da falha;
- Índice de deteção que expressa a maior ou menor facilidade de deteção da falha.

Por fim, é desenhada uma carta de análise (exemplo apresentado na figura 2.4) onde são apresentados os resultados obtidos, as soluções de melhoria propostas e decididas (Amaral, 2016).

Sistema: 1 | Grupo de trabalho: 2 | Número de folha: / Data original: / Data de revisão: 3

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	Severidade	Ocorrência	Deteção	NPR
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			

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

Figura 2.4: Carta FMEA, *in* Amaral (2016).

2.5.6 Manutenção Centrada na Fiabilidade

A manutenção centrada na fiabilidade (*RCM*, do inglês *Reliability Centered Maintenance*) carateriza-se por ser um processo sistemático de determinação dos requisitos de manutenção dos

ativos físicos. Assim, trata-se de uma abordagem com vista à definição de um programa de manutenção preventiva, baseado em tarefas que garantam a preservação das funções importantes dos equipamentos numa estratégia de custo-benefício.

Esta metodologia procura responder às sete questões básicas da função da manutenção (Ben-Daya et al., 2009):

- Quais são as funções e os padrões de desempenho de um equipamento no seu contexto operacional atual?
- Quais os modos de falha que comprometem as suas funções?
- Quais as causas dessas falhas funcionais?
- O que acontece quando ocorre a falha?
- Quais as consequências da falha?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- O que deve ser feito caso não seja possível estabelecer uma ação preventiva adequada?

A metodologia é descrita por Amaral (2016) através dos passos sequintes:

1. Escolha da equipa pluridisciplinar;
2. Identificação dos sistemas existentes;
3. Determinação da criticidade dos mesmos;
4. Organização dos equipamentos por criticidade decrescente;
5. Escolha do(s) sistema(s) a analisar;
6. Identificação dos componentes do sistema e dos seus limites, estudo do funcionamento e do processo em que se insere o sistema e identificar as suas principais funções;
7. Desenho da carta FMECA a utilizar para registo dos dados (com a caraterização do sistema, das funções e respostas às sete questões básicas);
8. Criação do algoritmo para tomada de decisão sobre as ações a implementar;
9. Desenho da folha de informação com a descrição das ações (resumo da carta FMECA, metodologia das ações decididas e respetivas datas e responsáveis por elas);
10. Validação do plano;
11. Separação das ações por área (por exemplo, manutenção, produção, entre outros);
12. Transcrição das ações previstas na folha de informação para o plano de manutenção;
13. Controlo e avaliação das ações implementadas.

Desta forma, os principais objetivos da filosofia RCM são a determinação do programa de manutenção "ótimo", a aplicação de estratégias de melhoria do mesmo, e foco constante na preservação das funções dos sistemas mais importantes, ao menor custo possível, sem esquecer questões relacionadas com a segurança e o meio ambiente (Ben-Daya et al., 2009).

Com a aplicação da metodologia RCM, os resultados esperados são a redução dos custos de manutenção, maior conhecimento dos equipamentos, da sua performance, causas e modos de falha, obtenção de um plano de manutenção adequado e melhoria da disponibilidade dos equipamentos (Amaral, 2016).

2.5.7 Manutenção Produtiva Total

A manutenção produtiva total (TPM) foi um conceito que surgiu nos anos 70 do séc. XX, no Japão, com o objetivo de tornar a manutenção preventiva numa manutenção mais produtiva.

A metodologia pretende apelar à cooperação e conhecimento dos operadores, fornecedores e todos os envolvidos na produção, para a otimização do desempenho de todo o processo, eliminando quebras de produção, tempos "parados"dos equipamentos e maior qualidade do produto final.

Na figura 2.5 verificam-se os oito pilares da metodologia TPM: manutenção autónoma, controlo, manutenção planeada, manutenção da qualidade, educação, formação e treino, segurança, saúde e ambiente, administração e melhoria contínua (Ben-Daya et al., 2009).

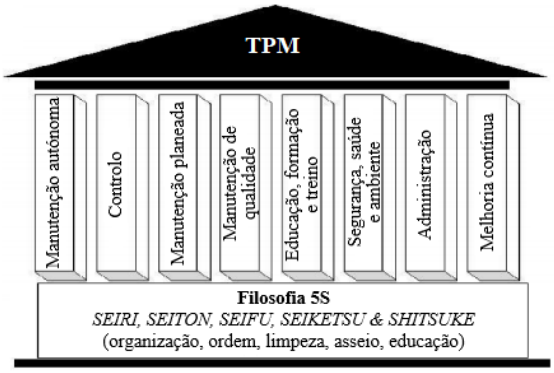


Figura 2.5: Os 8 pilares que sustentam a implementação do TPM, adaptado de Ben-Daya et al. (2009).

Para a filosofia TPM, podem destacar-se sete perdas principais nos processos de fabrico, nomeadamente, devido a paragens causadas por avarias, paragens para ajustes e mudanças de produto, pequenas paragens, operação em vazio, velocidades baixas, tempos de arranque ou quebra de rendimento e, defeitos causados durante o processo (Amaral, 2016).

Os resultados obtidos da aplicação do conceito incluem custos operacionais e custos associados a ações de manutenção mais baixos e aumento da vida útil dos equipamentos.

Os três principais objetivos são "zero defeitos, zero acidentes e zero paragens".

Os benefícios da sua implementação são classificados em seis categorias: produtividade, qualidade, custo, prazos de entrega, segurança e moral.

Por sua vez, como medida quantitativa do desempenho geral do processo de fabrico é abrangentemente utilizado o indicador OEE, que tem sido consensualmente aceite como uma ferramenta de controlo da produtividade (Ben-Daya et al., 2009).

2.6 Estratégia da Manutenção Preventiva

Na definição da estratégia do plano de manutenção preventiva deve garantir-se a máxima eficácia e a máxima economia das suas ações, pelo que as distribuições de tempos até avaria dos

sistemas considerados e a tendência de ocorrência de falhas dos mesmos constituem fatores importantes a ter em consideração.

O'Connor and Kleyner (2012) exemplificam tal importância com recurso à figura 2.6. Nela, observa-se que quando um equipamento demonstra uma tendência decrescente da sua taxa de risco, a susbstituição preventiva gera uma aumento da probabilidade de falha. Por sua vez, a substituição preventiva, para um equipamento com tendência constante, não implica alteração significativa na probabilidade de este falhar. Contudo, quando se está perante um sistema com tendência crescente da taxa de risco, a substituição programada do componente pode diminuir a probablidade de falha. Desta forma, a substituição preventiva de equipamentos só é viável para elementos que apresentam taxas de avaria tendencialmente crescentes.

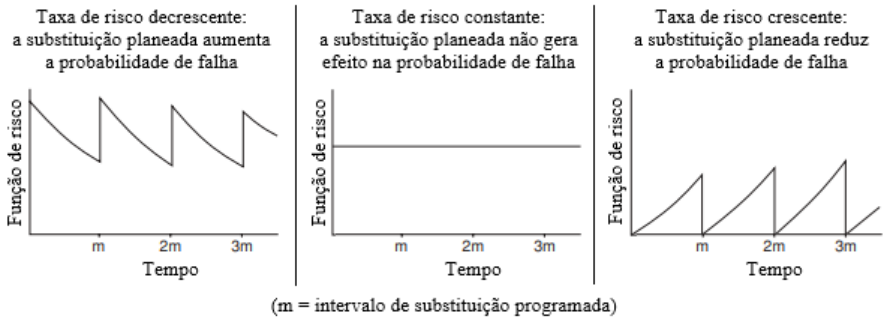


Figura 2.6: Relação entre a fiabilidade teórica e substituição programada, adaptado de O'Connor and Kleyner (2012).

Para a otimização de um plano de manutenção preventiva, O'Connor and Kleyner (2012) consideram essencial o conhecimento prévio dos seguintes tópicos:

- os parâmetros da distribuição "*time-to-failure*"para os principais modos de falha;
- as consequências de todos os modos de falha;
- os custos associados às falhas dos sistemas;
- os custos associados às ações de substituição planeada;
- o efeito mais comum e esperado da ação de manutenção na fiabilidade do equipamento.

No caso de defeitos incipientes poderem ser detetados, através de testes ou inspeções, deve também ter-se em conta:

- a velocidade de propagação até falha destes defeitos;
- os custos associados à deteção.

Desta forma, metodologias como FMECA e RCM tornam-se fontes fundamentais para o planeamento adequado e responsável da manutenção (O'Connor and Kleyner, 2012).

Capítulo 3

Apresentação do *Super Bock Group* e da linha em estudo

O *Super Bock Group* é a maior empresa portuguesa de bebidas, cuja atividade principal assenta no negócio das cervejas e das águas engarrafadas. Encontra-se, igualmente, presente nos segmentos dos refrigerantes, dos vinhos, na produção e comercialização de malte e no setor turístico.

A sua comissão executiva organiza-se em sete áreas principais nomeadamente, administrativo-financeira, *supply chain*, comercial, *marketing*, turismo, *Browers Company* e *Maltiberica*.

Na área de *Supply Chain*, destacam-se a produção, logística e planeamento operacional, qualidade, ambiente e segurança, e projetos e melhoria contínua. Destaca-se também a equipa de Manutenção e Utilidades de Leça do Balio, na qual foi desenvolvida a presente dissertação.

3.1 A manutenção na empresa

Para auxílio nas ações de manutenção, o SBG desenvolve várias atividades, nomeadamente a criação de listas técnicas dos equipamentos principais, planeamento das ações, análise e implementação de KPI's, entre outros.

Os equipamentos mais críticos são explorados de forma a estimar-se quais os materiais de manutenção gastos mais frequentemente. Por sua vez, recorre-se também à codificação dos materiais de desgaste, quando justificável, permitindo estabelecer um nível de *stock* de segurança.

As ações de manutenção preventiva são essencialmente revisões feitas às linhas de enchimento, programadas periodicamente ao longo do ano.

A análise dos KPI's é feita diariamente e são definidos novos KPI's quando necessário, com vista à otimização da análise dos processos.

Apesar da importância representada pela manutenção preventiva, grande parte das ações realizadas pela equipa e que ocupam grande parte do tempo são ações corretivas, quer planeadas ou não.

3.1.1 Apoios à gestão da manutenção

Na empresa, é utilizado o software ERP SAP, da SAP, SE, para gerir a manutenção. Dos vários módulos interligados no sistema, o módulo significante para o tema em questão é o SAP-PM (planeamento da manutenção), o qual permite criar listas técnicas dos equipamentos, armazenar informação acerca da quantidade de materiais de manutenção no armazém e gerir ações de manutenção corretiva ou preventiva.

Atualmente, assim que um equipamento é recebido e montado na fábrica, ele é registado no software, iniciando-se de imediato o registo das suas avarias, consumos de materiais e custos.

Alguns equipamentos existentes em fábrica ainda não se encontram listados por isso, a criação das suas listas técnicas constitui uma prioridade do departamento.

A interligação dos materiais disponíveis no armazém permite a consulta rápida, em caso de avaria, da existência de materiais necessários em *stock* e a quantidade (SKU's) disponível no armazém. De forma semelhante, permite a verificação de SKU's aquando as revisões periódicas.

Quando o material é inexistente, a sua compra pode ser iniciada consultando o fornecedor associado à codificação.

As ações de manutenção corretiva podem ser planeadas ou de carácter urgente. Quando planeadas, as ordens de trabalho designam-se AM1 e não implicam a paragem da linha, enquanto que, quando urgentes implicam a paragem da linha e designam-se AM2.

Os pedidos deste tipo de ações são realizados após a deteção da anomalia, são analisados e averigua-se a necessidade de intervenção, sendo criada a ordem de trabalho que é confirmada e resolvido o problema.

Já as ações de manutenção preventiva são planeadas aquando a criação do equipamento no software *SAP*. É registado o grau de criticidade do equipamento e criada a lista de tarefas a serem executadas, segundo informações do fornecedor do equipamento, por conseguinte, mediante a periodicidade é registada uma ordem classificada como AM3.

Para além do software *SAP*, é utilizado também o *Jornal de Bordo*. Neste software são feitos registos relacionados com avarias, paragens e tempos de enchimento, diretamente pelos técnicos responsáveis.

Com base em todos os dados recolhidos são calculados os KPI's, como o OEE_S das linhas, a disponibilidade dos equipamentos, o MTBF e o MTTR.

O índice de eficiência global, calculado pela empresa, tem como base a comparação do tempo de enchimento com o tempo total de funcionamento, pelo quociente em 3.1. O cálculo deste indicador não tem em conta os fatores de qualidade nem de disponibilidade do processo, ou seja, por opção do departamento, baseia-se apenas no indicador de performance.

$$OEE_S = \frac{\sum \text{Tempo de enchimento}}{\sum \text{Tempo de funcionamento}} \tag{3.1}$$

Já para a análise das avarias é utilizado o indicador TAV, que compara o tempo total de avarias e o tempo total de funcionamento (equação 3.2). Desta forma, acaba por representar a indisponibilidade de um equipamento por motivos de avaria.

$$TAV = \frac{\sum \text{Tempo de duração da avaria}}{\sum \text{Tempo de funcionamento}} \tag{3.2}$$

De forma semelhante, o TP faz a comparação dos tempos de paragem em relação ao tempo total de funcionamento (equação 3.3).

$$TP = \frac{\sum \text{Tempo de paragem}}{\sum \text{Tempo de funcionamento}} \tag{3.3}$$

Para além dos tempos de paragem por embalagem imprópria, a utilização deste KPI pode dizer respeito a tempos de arranque dos equipamentos, faltas ou mudanças de produto, tempos de limpeza, tempos para testes, ações de manutenção preventiva ou revisões, tempos para lubrificação de componentes ou substituição de consumíveis e tempos para pausas dos operadores.

Baseado nos dados recolhidos e registados, tanto no *Jornal de Bordo* como em *SAP*, pode-se também proceder à análise dos custos envolvidos nas ações de manutenção.

3.2 O processo de enchimento na linha do estudo

A unidade de Leça do Balio dedica-se à produção e enchimento de cervejas, sidras e vinhos, em garrafa de vidro e barril. Possui oito linhas de enchimento, onde se realiza a última etapa do processo produtivo, em que as garrafas de vidro ou os barris são enchidos de modo automatizado.

Na tabela 3.1 podem ser consultadas informações relativas ao tipo de vasilhame, embalagens obtidas e tara utilizada em cada uma das oito linhas.

Tabela 3.1: Características das linhas de enchimento.

Linha	Tipo de vasilhame	Embalagem final	Tara
I	Garrafa	Caixa	Perdida
II	Garrafa	Caixa ou Pack	Perdida
III	Garrafa	Grade	Retornável
IV	Barril	-	Retornável
V	Garrafa	Caixa, Grade ou Pack	Perdida ou Retornável
VI	Garrafa	Caixa ou Pack	Perdida
VII	Barril	-	Perdida
VIII	Barril	-	Retornável

A linha de enchimento em estudo, caraterizada por poder operar com garrafas de tara perdida e retornável, bem como, embalar sob a forma de caixa, grade ou pack, é atualmente a linha com maior capacidade homologada da fábrica de Leça do Balio.

Os seus equipamentos principais apresentam-se de forma gráfica , bem como o caminho feito pelo vasilhame, na figura 3.1.

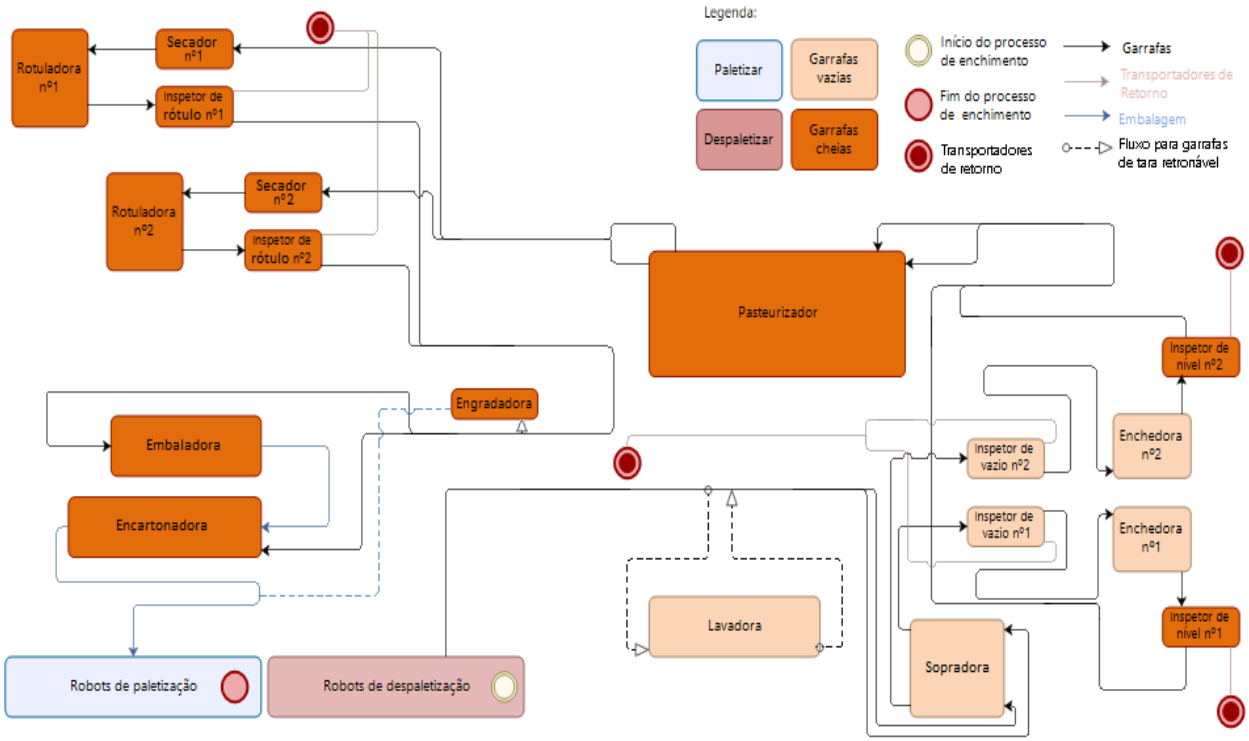


Figura 3.1: Esquema representativo do processo de enchimento (as dimensões não se encontram à escala).

As várias etapas do processo de enchimento são:

- Despaletização - O vasilhame encontra-se inicialmente organizado na forma de paletes, pelo que é necessário realizar a sua despaletização e colocação das garrafas na linha por meio de *robots* despaletizadores.
- Lavagem - Quando se realiza o enchimento de garrafas de tara retornável, as garrafas são lavadas exteriormente na lavadora.
- Sopragem - Em linha, as garrafas passam pelo soprador onde são invertidas e ar comprimido é soprado para o seu interior para eliminação de resíduos.
- Inspeção de vazio - São captadas imagens através de sensores e inspeciona-se a existência de defeitos e a presença de resíduos ou fluídos no interior das garrafas, rejeitando-se as que não se encontram em conformidade.
- Enchimento - Nesta etapa, o vasilhame é enchido e as garrafas são imediatamente capsuladas. A capacidade homologada (isto é, a velocidade máxima de enchimento sem que se verifiquem quebras no processo, expressa em garrafas por hora) da linha é definida pela cadência das enchedoras.
- Inspeção do nível - Os inspetores nesta fase averiguam a conformidade da capsulagem e o nível de cerveja no interior das garrafas. No caso de uma capsulagem desadequada ou de um nível inferior ao definido para o SKU em questão, as garrafas são rejeitadas.

- Pasteurização - Baseado no processo de *Pauster*, a cerveja engarrafada é sujeita a sucessivos banhos para eliminação de microrganismos patogénicos, assegurando a estabilidade microbiológica do produto. Os primeiros jatos de água são sucessivamente mais quentes gerando o aquecimento gradual do produto, os médios são a temperatura elevada constante, pausterizando o produto e, os últimos realizam um arrefecimento progressivo.
- Secagem - A secagem da superficie das garrafas é feita com recurso a um secador.
- Rotulagem - Esta etapa consiste na colagem do rótulo e contrarrótulo nas garrafas, gravando também o respetivo lote e a data de validade. Os rótulos diferem consoante o SKU em processo.
- Inspeção das garrafas rotuladas - Neste inspetor verifica-se a correta colocação e conformidade dos rótulos. No caso de não estarem conformes, as garrafas são rejeitadas.
- Embalamento - Nesta fase é feita a embalagem final para venda do produto. Com recurso à embaladora e/ou encartonadora realiza-se o encartonamento das caixas ou packs em volta das garrafas. A engradadora realiza o acondicionamento das garrafas em grades. Posteriormente, é inspecionada a conformidade da embalagem por análise do peso.
- Paletização - Obtidas as embalagens finais, elas são organizadas e empilhadas segundo uma matriz. Posteriormente, a palete é envolvida com filme plástico e etiquetada.

Capítulo 4

Situação atual e problemas identificados

À data do ínicio da presente dissertação foi proposto o desenvolvimento de um plano de manutenção aos componentes da rede de transportadores da linha de enchimento descrita no subcapítulo 3.2.

Por conseguinte, iniciou-se um estudo à eficiência global da linha recorrendo ao cálculo do OEE_s. O estudo deste indicador permite identificar alguns problemas causadores de perdas significativas e quebras de produção. Apesar de não ser calculado exatamente pela forma recomendada pela bibliografia, este é o índice de eficiência global utilizado pela empresa.

Pelo gráfico da figura 4.1, é possível verificar que, nos últimos sete anos, a eficiência global do processo desta linha variou entre os 50 e os 75%, sofrendo uma quebra de 5,90% no último ano completo.

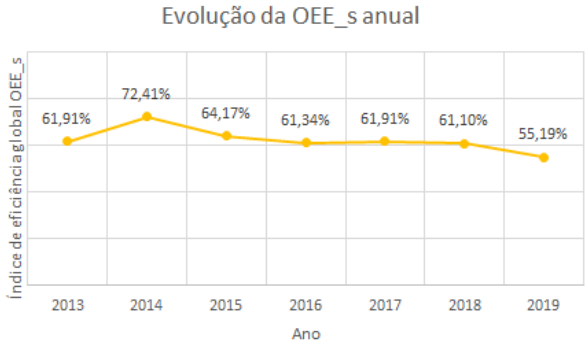


Figura 4.1: Evolução do OEE_s, desde 2013 a 2019.

Com recurso à fórmula 3.1 averiguou-se uma eficiência de 52,20% no período compreendido entre maio de 2019 e abril de 2020 (equação descrita em 4.1).

$$OEE_S = \frac{\sum \text{Tempo de enchimento}}{\sum \text{Tempo de funcionamento}} = \frac{165\,920 \text{ minutos}}{317\,833 \text{ minutos}} = 52,20\% \tag{4.1}$$

A fim de entender o motivo de tal valor, foram analisados os tempos de avaria e paragens no mesmo período. A informação recolhida foi sintetizada no *pie chart* apresentado na figura 4.2,

pelo que se observa que a principal causa de tempo de não enchimento são avarias de equipamentos (36,63%), seguida de motivos não especificados (16,55%) e falhas logísticas (12,24%).

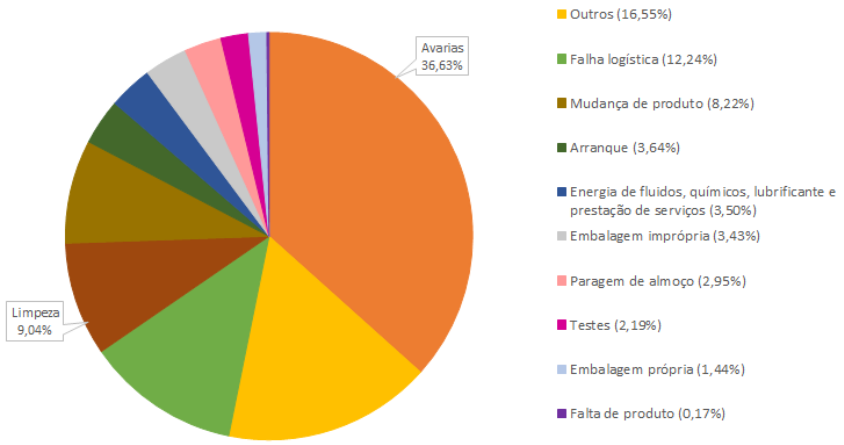


Figura 4.2: Razões de paragem da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Por outro lado, verifica-se que a limpeza é o quarto fator com maior peso na paragem da linha, pelo que, mesmo provocando a perda de eficiência e quebra de produção, revela uma boa prática de operação.

Sendo a principal causa de paragem a ocorrência de avarias seguiu-se um estudo dos tempos de duração das mesmas. Para o mesmo período em causa, pelos registos existentes no *Jornal de Bordo*, construiu-se um diagrama de *Pareto* a fim de verificar os equipamentos com maior impacto devido a falhas e avarias.

Como é possível observar na figura 4.3, os equipamentos com maior tempo de avaria são os transportadores, a embaladora e as rotuladoras. Observa-se que o gráfico não verifica o príncipio de *Pareto*, na medida em que, 80% do tempo total de duração de avarias está distribuído por 32% dos equipamentos categorizados (e não os 20% descritos por *Pareto*). O resultado completo da análise pode ser consultado no anexo B.

Contudo, é evidente o impacto maioritário (17,56%) da rede de transportadores na indisponibilidade da linha por motivos de avaria, motivando o presente trabalho.

Quando estudadas as ordens de manutenção a estes equipamentos, no mesmo período temporal, foi possível verificar o registo de 165 ordens AM1, 33 ordens AM2 e 99 ordens AM3, ou seja, há uma predominância de ordens corretivas AM1 e AM2. Por outro lado, ao analisarem-se os respetivos custos, verificou-se que 66,61% deles são gastos em ordens AM1 e AM2. Desta forma, a elaboração de um plano preventivo à rede tem em vista um aumento do número de ordens preventivas, a fim de serem reduzidos os tempos de avaria, bem como, uma redução do número de intervenções não planeadas, permitindo um aumento da eficiência global do processo.

Desta forma, procedeu-se a uma análise da situação atual, nomeadamente dos transportadores existentes e uma análise dos vários indicadores de desempenho e custos, com o objetivo de perceber qual o tipo de transportador para o qual a existência de um plano de manutenção preventiva seria mais prioritário.

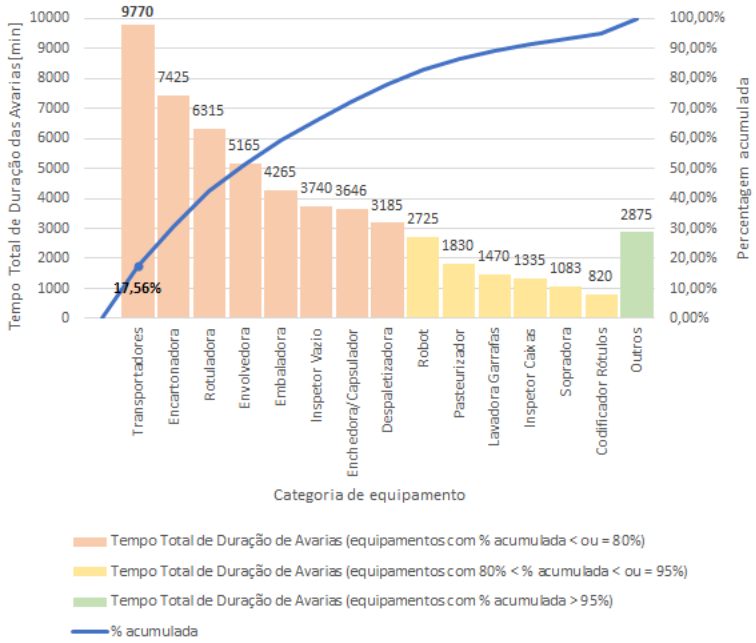


Figura 4.3: Diagrama de *Pareto* de duração total das avarias por categoria de equipamento (período de maio de 2019 e abril de 2020).

4.1 Transportadores

Apesar de não serem considerados equipamentos principais, na medida em que não adicionam valor ao produto final nem averiguam as suas qualidade e conformidade, os transportadores representam grande parte da área e extensão da linha de enchimento.

Os transportadores são responsáveis pela ligação entre os equipamentos principais do enchimento e embalamento, garantindo o transporte e fluxo de vasilhame entre eles, desde o ínicio até ao fim do processo.

Na linha distinguem-se quatro tipos de transportadores conforme o material transportado. Existem transportadores de paletes que asseguram o transporte tanto de paletes cheias como vazias, transportadores de garrafas (assinalados com setas pretas ou rosa, no caso de transportadores de retorno, na figura 3.1) que constituem a maior extensão, transportadores de caixas e *packs* e transportadores de grades e caixas.

Em visitas à linha foi possível verificar que grande parte da rede de transportadores é identificada, no local junto ao motorredutor, por motorizações. Cada motorização é um pequeno troço da rede, isto é, uma pequena secção correspondente a cada motor existente. Apesar de esta diferenciação existir fisicamente na linha, apenas algumas motorizações estão registadas no software *SAP*.

Das motorizações cadastradas, foi averiguado o número de motorizações registadas para cada tipo de transportadores, da qual resultou a tabela 4.1. Desta forma, como é possível também verificar presencialmente na zona de enchimento, os transportadores de garrafas constituem 69,9% da extensão da linha, enquanto que, os transportadores de paletes, caixas e grades, por existirem

Tabela 4.1: Contagem das motorizações registadas em *SAP* e no *Jornal de Bordo* de acordo com o material transportado.

Tipo de Transportador	**Nº de motorizações registadas**	**Extensão %**
Garrafas	123	69,89%
Grades e Caixa	42	23,86%
Paletes	11	6,25%

apenas no ínicio e fim do processo, representam uma percentagem mais pequena (apenas, 30,1%) da totalidade da rede de transportadores.

4.2 Indicadores de desempenho

Com recurso ao histórico de dados existente e com a informação proveniente de técnicos e responsáveis da manutenção, procedeu-se à estimativa e compreensão do comportamento dos equipamentos em relação a falhas e avarias.

Para tal, os indicadores utilizados para definir a situação atual foram a TAV, a estimativa do MTBF e do MTTR e, por conseguinte, a disponibilidade dos transportadores.

4.2.1 MTBF

Com o objetivo de perceber o seu estado de conservação operacional, foi realizada uma análise à fiabilidade dos transportadores.

Devido ao histórico ter apenas registos associados ao tipo de transportador e não à motorização, estudou-se a tendência das ocorrências para cada tipo de transportador existente na linha.

Da realização do teste de *Laplace*, pela utilização da equação 2.6, verificou-se que existe evidência estatística para não rejeitar a hipótese de que a tendência de avarias dos transportadores de caixas e de grades é constante. De modo contrário, a estatística de teste correspondente aos transportadores de garrafas e aos de paletes leva à rejeição de uma taxa de avarias constante ao longo do tempo.

Os resultados da análise, sintetizados na tabela 4.2 e apresentados na íntegra no anexo C, levaram a assumir que os transportadores de caixas e grades se encontram no seu período de vida útil, enquanto que, os transportadores de garrafas e de paletes, assumindo-se uma tendência de ocorrências crescente ao longo do tempo, se encontram na fase III da curva da banheira.

Assim, verificando-se um valor positivo da estatística de teste e superior a 1,96 (para um nível de significância a 5%) tanto para os transportadores de garrafas como de paletes, considera-se que o teste foi formalmente conclusivo podendo considerar que as suas taxas de avaria são crescentes e os tempos entre avarias, com o passar do tempo, são cada vez menores. Por conseguinte, para estes tipos de transportadores, é aconselhável averiguar a qualidade das últimas intervenções, diminuir o intervalo entre ações de manutenção preventivas e averiguar quais as causas de tais falhas e avarias, a fim de eliminá-las.

Tabela 4.2: Resultados do teste de *Laplace* e MTBF da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Tipo de Transportador	ET	Tendência	Fiabilidade	MTBF [h]
Caixas	-0,3853	Constante	Constante	170,878
Garrafas	2,2959	Crescente	Decrescente	50,316
Grades e Caixa	-1,1742	Constante	Constante	176,574
Paletes	2,7834	Crescente	Decrescente	60,551

Observa-se que os transportadores de grades e caixa tem um melhor desempenho no que diz respeito à fiabilidade o que poderá relacionar-se com o facto de serem os menos utilizados, sendo os transportadores de garrafas os que revelam um tempo entre ocorrências menor (aproximadamente, 50,3 h entre duas ocorrências de avaria).

4.2.2 MTTR

No que toca à manutibilidade, foi estudado o indicador MTTR, como demonstrado na tabela 4.3.

Tabela 4.3: MTTR da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Tipo de Transportador	Nº de avarias	Tempo Total de Duração de Avarias [min]	MTTR [h]
Caixas	31	1355	0,72849
Garrafas	88	3965	0,75095
Grades e Caixa	30	1330	0,73889
Paletes	64	3105	0,80859

Com recurso à equação 2.16, verificou-se que os transportadores de paletes são os que requerem maior tempo médio de reparação por parte dos técnicos de manutenção, imediatamente seguidos pelos transportadores de garrafas.

Por outro lado, pela tabela 4.3, observa-se que os transportadores de caixas e os de grades são os que verificaram, para o mesmo período, menos ocorrências e também menor tempo total para as suas reparações.

4.2.3 Disponibilidade

Estudadas a fiabilidade e a manutibilidade, procedeu-se à análise da conjugação das duas calculando a disponibilidade (equação 2.17).

Tabela 4.4: Disponibilidade dos transportadores da linha.

Tipo de Transportador	MTBF [h]	MTTR [h]	Disponibilidade
Caixas	170,878	0,72849	99,58%
Garrafas	50,316	0,75095	98,53%
Grades e Caixa	176,574	0,73889	99,58%
Paletes	60,551	0,80859	98,68%

Os resultados obtidos (tabela 4.4) revelam que os transportadores de garrafas e de paletes apresentam os maiores valores de indisponibilidade, o que já era expectável pela a análise individual ao MTBF e ao MTTR apresentada acima.

4.2.4 TAV

Designada pela empresa como taxa de avarias, a TAV representa a percentagem indisponível do tempo de funcionamento de um equipamento devido a avarias.

Tomando como base o período do último ano, verificou-se que a rede de transportadores esteve indisponível 3,07% da totalidade do tempo.

Tabela 4.5: TAV da rede de transportadores da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Tipo de Transportador	**TAV**
Caixas	0,43%
Garrafas	1,25%
Grades e Caixa	0,42%
Paletes	0,98%
Total	3,07%

A tabela 4.5 sintetiza os resultados da análise realizada. Verifica-se também que os transportadores de garrafas constituem o tipo de transportador com maior impacto, verificando-se uma TAV de 1,25%, imediatamente seguido pelos transportadores de paletes com TAV de 0,98% (apesar das diferenças de cálculo, os resultados obtidos acima para a disponibilidade teórica são sustentados pelo cálculo utilizado pela empresa).

Verificando-se que a capacidade homologada de enchimento da linha não é sempre a mesma (é dependente do produto em enchimento, da condição operacional dos equipamentos, entre outros), foi estimada uma capacidade homologada de 70 000 garrafas por hora. Este valor foi obtido a partir da média ponderada da capacidade de enchimento da linha em função do tempo total de funcionamento, no período de maio de 2019 a abril de 2020, dado que difere consoante o SKU em enchimento.

Desta forma, sabendo que no mesmo período, a linha registou 5 298 horas de funcionamento (221 dias), o impacto dos seus transportadores foi de 11 382 517 garrafas não cheias (equação 4.2).

$$70\,000 \times 5\,298 \times 0,0307 = 11\,382\,517 \text{ garrafas não cheias} \tag{4.2}$$

4.3 Custos de manutenção

Os custos dispensados em ações de manutenção constituem um fator importante no momento de tomar decisões e implementar medidas. De forma análoga, a análise deste parâmetro poderá revelar quais os equipamentos e materias que requerem mais recursos monetários por parte da equipa.

Assim, realizou-se uma análise aos custos anuais de manutenção desde o ano de 2013.

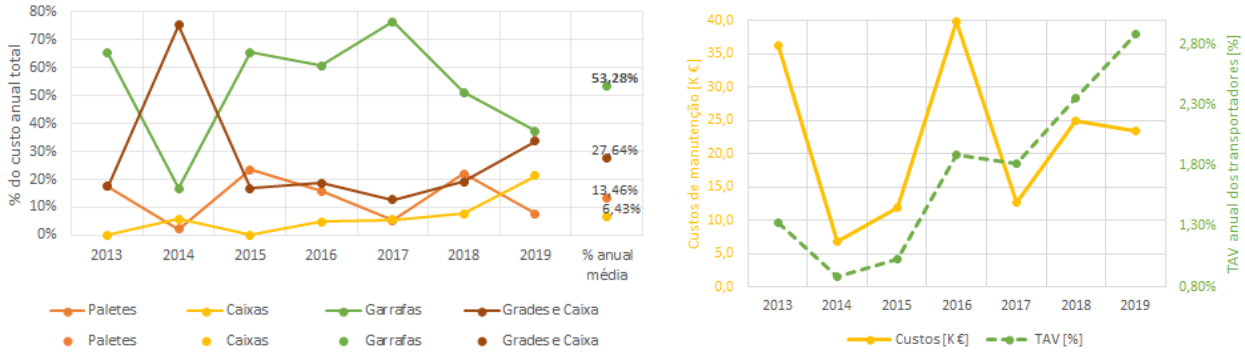
A análise baseou-se nos registos de ordens corretivas (AM1 e AM2), preventivas (AM3) e melhorias (AM4) existentes em *SAP*, relativas a transportadores. Estes custos envolvem não só o consumo e compra de materiais, mas também mão de obra interna e mão de obra externa.

Da análise resultou a construção do gráfico, apresentado na figura 4.4a, no qual se pode verificar que a percentagem dos gastos de cada tipo de transportador foi variável ao longo dos últimos anos, contudo os transportadores de garrafas representam, habitualmente, a maior fatia dos gastos anuais da manutenção.

Procedeu-se ao cálculo da percentagem média do custo anual por tipo de transportador (demonstrado na figura 4.4a pelos pontos isolados do lado direito do gráfico), revelando-se efetivamente um gasto médio superior para os transportadores de garrafas e menor para os transportadores de caixas.

Importante é também referir que os custos existentes no ano 2020 dizem respeito apenas ao primeiro quadrimestre do ano, por conseguinte, não foram considerados para a análise.

A fim de compreender o impacto do investimento na redução de tempos de paragem devido a avarias, procedeu-se à análise dos custos e da TAV (figura 4.4b). Observa-se que no ano seguinte a grandes investimentos se verificou uma quebra da TAV como em 2014 e 2017, ou seja, uma melhoria da disponibilidade dos equipamentos. Contudo, salienta-se a evolução verificada nos últimos três anos, em que o investimento foi quase metade do verificado no ano de 2016 e que se tem repercutido num aumento do indicador de tempo de avarias.



(a) (b)

Figura 4.4: Percentagem dos custos de manutenção por tipo de transportador (figura a) e evolução dos gastos anuais em transportadores e da TAV (figura b).

4.4 Desafios identificados

Durante a análise dos indicadores de desempenho foram surgindo diversas dificuldades geradas por problemas, também enunciados pelos técnicos, que poderiam ser solucionados e melhorados no presente trabalho. De seguida, enumeram-se alguns dos obstáculos identificados e as

consequências dos mesmos.

1. Apesar de existirem bastantes motorizações identificadas na linha, nem todas se encontram identificadas no local. De forma contrária, bastantes motorizações já fisicamente identificadas não se encontram registadas em *SAP* (devido também à falta de fichas técnicas).
   Consequências:
   - Histórico de avarias feito para a totalidade da rede e não na respetiva motorização;
   - Demora no local para identificar algumas das motorizações.
2. Das poucas motorizações registadas em *SAP*, estas não têm registo dos conjuntos de materiais e materiais que constituem essa mesa transportadora e que são habitualmente substituídos. Ou seja, cada mesa não tem uma ficha técnica devidamente atualizada e, em alguns casos, é completamente inexistente.
   Consequências:
   - Equipamentos existentes fisicamente mas inexistentes na plataforma ERP utilizada pela empresa;
   - Materiais já codificados mas não associados, de forma rápida e intuitiva, ao equipamento em que são utilizados (alguns materiais também não se encontram codificados);
   - Desconhecimento de alguns dos componentes constituintes dos equipamentos que poderão ter de ser substituídos e, por isso, sem *stock* de segurança estabelecido (provocando ruturas de *stock*);
   - Ações de manutenção com substituição de componentes baseada no conhecimento empírico e experiência dos técnicos, sem que exista monitorização e registo de tal informação;
   - Desconhecimento das quantidades a aprovisionar em *stock* de segurança pois, não existe registo das quantidades dos componentes instalados na linha.
3. Falta de organização e estratégia que permita um registo histórico e possibilite um plano de manutenção eficaz.
   Consequências:
   - Já foram desenvolvidas rotinas de inspeção adequadas à realidade de outras linhas e que são aplicadas à linha em estudo. Contudo, a falta da lista técnica destes transportadores, apesar de semelhantes entre as duas linhas, gera uma necessidade de adaptação ou reestruturação desse plano por forma a ser mais eficaz;
   - Ausência de um plano devidamente adequado aos problemas desta linha;
   - Falta de priorização das intervenções, uma vez que não existe um registo das motorizações mais críticas nem conhecimento da periodicidade de intervenção aconselhada para alguns componentes.

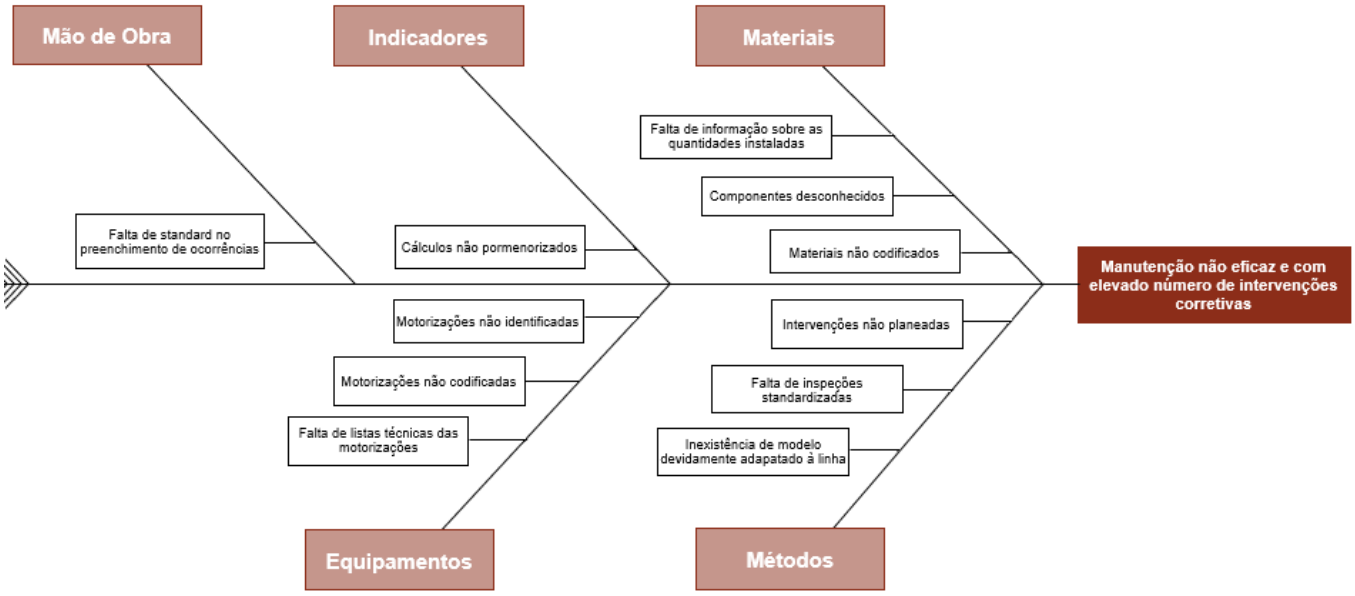


Figura 4.5: Diagrama causa-efeito dos problemas identificados.

Assim, construiu-se um *fishbone diagram*, presente na figura 4.5, para síntese dos vários problemas enumerados. Os problemas acima descritos foram, na sua maioria, enumerados pelos técnicos de manutenção e constituíram dificuldades sentidas aquando o estudo inicial dos vários indicadores de desempenho.

4.5 Objetivos estabelecidos

Devido ao tempo limitado de realização do projeto e à grande extensão da linha, foi proposto que o mesmo fosse realizado apenas para um tipo de transportadores da linha.

Pela análise dos indicadores foi facilmente identificável que os transportadores de garrafas apresentam um pior desempenho tanto no que toca à fiabilidade e disponibilidade. De forma semelhante, são os que, habitualmente, geram maiores gastos e investimentos de manutenção.

Por outro lado, os transportadores de garrafas, devido à sua maior extensão na linha e pela experiência dos técnicos e responsáveis, demonstram ser os mais prioritários em ter uma estratégia de manutenção diferente.

Assim, optou-se pelo desenvolvimento de um plano preventivo de manutenção aos transportadores de garrafas. Para isso, dever-se-à proceder ao levantamento das motorizações existentes e ao estudo dos respetivos componentes e, utilizando o *standard* já criado para outras linhas de enchimento, criar uma lista técnica o mais completa possível para cada motorização. Conhecidos os componentes e estudada a prioridade das motorizações, procede-se à elaboração do plano.

Capítulo 5

Metodologia proposta

Na base dos principais problemas está o desconhecimento e falta de registo dos materiais constituintes dos equipamentos, Desta forma, o primeiro passo passa por criar listas técnicas das motorizações da rede de transportadores de garrafas. Concluída esta ação, dever-se-ão conhecer os principais elementos de desgate, as respetivas quantidades instaladas e ser possível registar pormenorizadamente as ocorrências permitindo o cálculo de indicadores de desempenho de forma mais precisa.

A fim de melhorar a estratégia de manutenção, o próximo passo passa pela avaliação da criticidade dos equipamentos. Isto permite alocar os recursos da equipa de manutenção de forma mais eficaz consoante a prioridade das motorizações.

Seguidamente, a obtenção de resposta às 7 questões básicas da metodologia RCM é crucial, pelo que se desenvolveu uma análise FMEA para que fossem averiguados os principais modos de avaria, os seus riscos associados e as causas por detrás das falhas.

Conhecidos os componentes, a prioridade dos equipamentos e os seus modos, efeitos e causas potenciais de falha, o passo seguinte é definir ações que contribuam para a melhoria da eficiência das motorizações, propondo-se uma nova estratégia de manutenção assente em ações preventivas.

Por conseguinte, os subcapítulos seguintes descrevem as quatro principais etapas da metodologia proposta.

5.1 Criação de listas técnicas

Atualmente, o grupo dispõe de uma nomenclatura hierárquica para organização das localizações, equipamentos, conjuntos de materiais e materiais nas linhas de enchimento.

Em *SAP*, a terminologia utilizada para identificação do local da linha já existe e identifica numericamente o SBG, a fábrica de Leça do Balio, o processo de enchimento e a linha em questão, por esta ordem e segundo a forma "Empresa-Fábrica-Enchimento-Linha".

Após a identificação destes elementos procede-se à identificação do equipamento, subequipamento, conjunto de materiais e materiais. Estes, por sua vez, são codificados numericamente com

um número único de identificação gerado pelo programa ERP usado. O software evidencia a organização hierárquica através de um código colorido de forma a facilitar uma rápida procura visual: os componentes e materias são evidenciados a vermelho, os conjuntos de materiais destacam-se a amarelo, enquanto que, os subequipamento e equipamentos sombreiam-se a verde.

Para a rede de transportadores de garrafas, a empresa utiliza uma estrutura própria aplicada com sucesso aos transportadores de outras linhas e criada com o propósito de se *standardizar* para inventariações futuras, como é o caso. Das visitas realizadas à linha, da consulta de manuais técnicos de transportadores de garrafas de várias marcas e dos materiais registados no histórico existente de ordens, a hierarquia utilizada foi adaptada e está descrita no diagrama da figura 5.1.

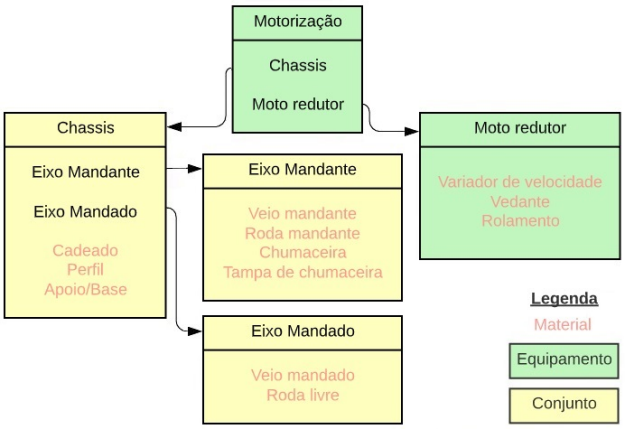


Figura 5.1: Esquema da hierarquia utilizada em *SAP*.

Para cada motorização é identificado o respetivo moto redutor e o respetivo chassis. Enquanto que o moto redutor regista o equipamento em si e os materiais constituintes e associados à sua manutenção, o chassis providencia o conjunto de elementos constituintes da mesa transportadora mas que não são diretamente associados ao moto redutor.

Os conjuntos de materiais presentes na figura 5.1 como "Eixo Mandante"e "Eixo Mandado"são expressos segundo uma designação interna da empresa. Essa designação identifica o tipo de eixo (isto é, "Eixo Mandante"ou "Eixo Inliner"conforme o conjunto mandante da motorização e, "Eixo Mandado"), o número total de pistas de cadeado que atravessam o eixo em questão, o número de pistas de cadeado que são acionadas por esse veio, ou seja, o número de rodas montadas no veio e, por fim, a linha em questão. A utilização de conjuntos para os eixos justifica-se pela semelhança construtiva entre as várias motorizações, não sobrecarregando o programa com repetição dos mesmos componentes e facilitando o registo.

5.1.1 Resultados

5.1.1.1 Locais e motorizações

Do levantamento das motorizações obteve-se a recolha de 143 motorizações de transportadores de garrafas na linha, das quais 123 já se encontravam registadas nos *softwares* da empresa e 20

não tinham qualquer registo feito nos últimos sete anos.

Das visitas à linha e da experiência dos responsáveis de manutenção, o estabelecimento de localizações dos equipamentos é mais intuitivo se for feito com recurso aos equipamentos principais mais próximos. Assim, para cada motorização foi atribuída uma localização.

No anexo D encontram-se listadas as 143 motorizações recolhidas e as respetivas 36 localizações propostas. A zona, por sua vez, identifica o equipamento principal em que se baseou a localização.

5.1.1.2 Moto redutores

A recolha de informação acerca dos moto redutores fez-se com base no aconselhamento dos técnicos de manutenção. Segundo eles, as informaçõs relevantes seriam o *part number* do equipamento e a relação de transmissão. Desta forma, foram fotografadas as chapas dos motores (na figura 5.2 encontra-se uma das chapas recolhidas) e, em *Microsoft Excel*, sintetizaram-se as informações relevantes atribuindo a designação do equipamento sob a forma "[*marca*]_MT_i=[*relação de transmissão*]_PN_[*part number*]". As fotografias foram armazenadas pelo departamento com o intuito de facilitar intervenções futuras.

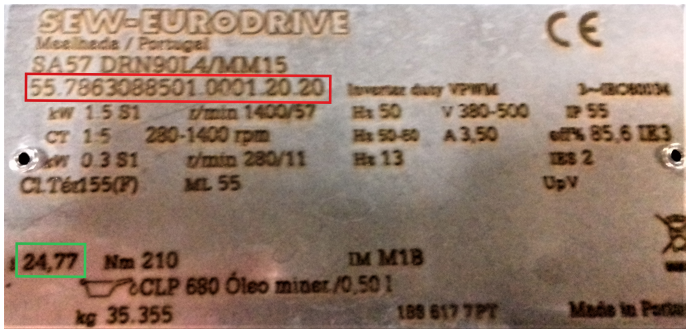


Figura 5.2: Chapa de caracterização do moto redutor da motorização M92 (na caixa vermelha destaca-se o *part number* e na caixa verde tem-se a relação de transmissão). Neste caso, a designação do equipamento é *SEW_MT_i=24,77_PN_55.7863088501.0001.20.20*.

Por sua vez, a recolha dos variadores de velocidade foi feita presencialmente na linha. Este material já se encontrava cadastrado em *SAP*, pelo que, foi apenas averiguado em que motorizações estava presente.

A recolha dos restantes materiais referentes ao moto redutor, na impossibilidade de ser feita presencialmente, baseou-se numa análise exaustiva das ordens de manutenção registadas desde 2013. Foram filtradas as ordens referentes aos materiais em questão. Depois, uma a uma, foram analisadas as descrições onde, por vezes, há registo da motorização em causa. Assim, para as motorizações identificadas foi possível completar a lista técnica deste equipamento com referências de rolamentos e vedantes usados em intervenções anteriores e já codificados no sistema.

Assim, foram recolhidas informações dos moto redutores de 114 motorizações e associar o variador de velocidade de 133. Quanto aos restantes materiais, obteve-se a identficação de 5 vedantes habitualmente utilizados e 16 rolamentos, apresentados na tabela 5.1a.

5.1.1.3 Chassis

O processo de construção da lista técnica dos chassis procedeu-se de várias formas. Enquanto que os apoios, chumaceiras e tampas de chumaceiras foram recolhidos presencialmente, a recolha das rodas (tanto a livre, como a mandante) foi feita através da análise das ordens de manutenção existentes.

Por outro lado, a recolha dos perfis e dos veios baseou-se na consulta do material utilizado para a mesma função noutras linhas de enchimento, as quais já possuem lista técnica. Havendo semelhança construtiva dos transportadores, assumiu-se tratar-se dos mesmos materiais.

Desta forma, da construção da lista técnica dos chassis resultou a recolha de 31 eixos mandados e 30 eixos mandantes, dois dos quais são *inliners*. No anexo E, junto com as listas técnicas integrais para todas as motorizações, podem ser consultados os conjuntos de materiais referentes aos eixos. Na tabela 5.1b resumem-se os materiais recolhidos e a frequência de motorizações em que estão listados.

Tabela 5.1: Materias dos equipamentos *moto redutores* (a) e dos conjuntos de materiais *chassis* (b).

(a)

Material	Designação	Número de motorizações
Variador de velocidade	Módulo Profibus "Sew"	133
Rolamento	Rolamento 6201	3
	Rolamento 6205-2RS	8
	Rolamento 6010-2RS	1
	Rolamento 6202-2RS	5
	Rolamento 6004-2RS	3
	Rolamento 6205-2Z	2
	Rolamento 6306-2Z	4
	Rolamento 6306-2RS	4
	Rolamento 6009-2RS	1
	Rolamento 6010-2Z	3
	Rolamento 7304	2
	Rolamento 6303-2Z-C3	3
	Rolamento 30203	3
	Rolamento 6205-2Z-C3	7
	Rolamento 6306-2ZC3	7
	Rolamento 6009-ZZ-C3	2
Vedante	Vedante Ø25/42x7mm	3
	Vedante Ø30/47x7mm	4
	Vedante Ø45/75x8mm	4
	Vedante Ø50/80x10mm	3
	Vedante Ø30/47x7mm	11

(b)

Material	Designação	Número de motorizações
Base	Base Apoio Transportadores	119
Cadeado	Cadeado Inox Curvo 3,3"	98
	Cadeado Inox Dir.3,25"	2
	Cadeado Inox Dir.3,3"	82
Perfil	Perfil "M"Aço Inox	136
	Perfil Desgaste “Z”	136
	Perfil Desgaste 40x3mm	136
	Perfil Desliz.Esq.	1
Chumaceira	Chumaceira Ø40 HCFL208	44
	Chumaceira Ø40mm	89
Roda mandante	Roda Dentada NS 815 T25 R40	132
Roda livre	Roda Livre NSXT 820 T25 R40	114
Tampas de chumaceira	Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	45
	Tampa Chumaceir.Ø40mm	88
	Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	44

5.2 Avaliação da criticidade das motorizações

De forma a obter um plano de intervenção mais eficaz procedeu-se a uma análise da criticidade dos equipamentos da rede.

Nesta análise foram tidos em conta os seguintes fatores: o tipo de mesa transportadora, a circulação de garrafas cheias na motorização e a facilidade de acesso à motorização.

Os transportadores de garrafas existentes na linha podem ser de um dos cinco tipos enumerados abaixo.

- *Vageur* - motorizações constituídas apenas por um moto redutor e uma calha móvel que, ao invés de garantirem o transporte de garrafas, tratam-se de motores com braços móveis que empurram as garrafas para um caminho único quando vindas de dois troços distintos (por exemplo, na saída das enchedoras ou das rotuladoras).
- Retorno - transportadores que transportam as garrafas detetadas como não conformes para mesas transportadoras de onde são retiradas por técnicos que as inspecionam.
- Acumulação - mesas transportadoras com várias pistas de cadeados onde as garrafas se acumulam, formando várias linhas, sendo, por isso, vistas como os *buffers* do processo.
- Unifilar - motorizações caracterizadas por apenas uma única pista de cadeados, onde as garrafas circulam numa fila única, encontrando-se na entrada e saída dos principais equipamentos.
- *Inliner* - mesas transportadoras que asseguram a passagem de várias pistas de garrafas vindas de um transportador de acumulação para uma única pista num transportador unifilar.

Por conseguinte, o tipo de transportador é um critério diferenciador do impacto que o seu mau funcionamento ou paragem tem para a eficiência do processo. A paragem de um unifilar ou *inliner* é mais crítica do que do que no caso de um transportador acumulador ou de retorno. Por outro lado, o mau funcionamento ou paragem das mesas pode provocar a queda de garrafas e, nesse sentido, a influência numa garrafa cheia é mais impactante, simbolizando não só a perda de vasilhame como de cerveja, agravando-se para transportadores pós-rotuladoras, em que se perde também o rótulo.Já a facilidade de acesso a uma motorização também constitui um fator relevante da criticidade pois, a dificuldade de acesso inviabiliza, por vezes, a possibilidade de intervenções ou de detetar indícios de mau funcionamento.

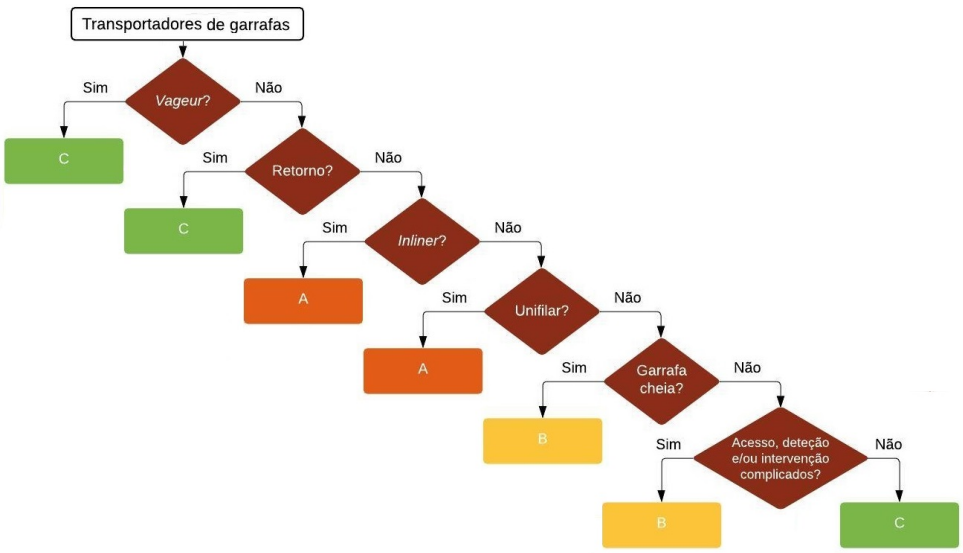


Figura 5.3: Fluxograma representativo do processo de decisão da criticidade ABC das motorizações.

Desta forma, o fluxograma apresentado na figura 5.3 descreve o processo de análise e decisão aplicado, em que A, B e C representam diferentes níveis de criticidade, do mais crítico para o menos crítico.

5.2.1 Resultados

Com recurso a programação, no *Microsoft Excel*, criou-se um programa que das respostas aos critérios estipulados se obteve a avaliação da criticidade das motorizações. Verificou-se que a maioria das motorizações são de criticidade média (B), sendo que 35,66% são de criticidade elevada (A) e 21,68% de criticidade baixa (C), estando os resultados obtidos compilados na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Resultados da análise ABC da criticidade.

Classificação	Número de motorizações	Percentagem
A	51	35,66%
B	61	42,66%
C	31	21,68%

No anexo F apresenta-se uma imagem do programa desenvolvido sendo possível verificar os resultados obtidos da classificação ABC para a totalidade das motorizações.

5.3 Análise FMEA

A análise dos modos, efeitos e causas potenciais de falha iniciou-se com a definição da carta de análise a utilizar. Com a impossibilidade de reavaliar os índices, os campos de preenchimento utilizados foram o componente e função em análise, os principais modos de falha identificados, os seus efeitos e causas potenciais, a possibilidade de deteção atual e, respetivamente, os índices de severidade, ocorrência e deteção.

Seguidamente, com recurso aos registos históricos de avarias, realizou-se um estudo exaustivo dos componentes e modos de falha mais frequentes, analisando-se um total de 263 ocorrências de avarias mecânicas e 379 avarias elétricas. Para cada ocorrência, *standardizou-se* o método de registo, identificando o componente, o modo, o efeito, a causa e o método de deteção utilizado referidos na descrição da avaria e, atribuindo a cada um destes campos respostas curtas e *standards*. De referir que para a maioria das ocorrências não foi possível identificar todos os campos.

Identificados os modos, causas e efeitos, estabeleceram-se os critérios de classificação dos índices de severidade, ocorrência e deteção, apresentados nas tabelas classificativas 5.3 a 5.5. Para cada modo de falha, a atribuição da classificação do índice de ocorrência foi possível pela consulta da data e hora registadas, possibilitando uma ideia geral da frequência com que se verificam.

Tabela 5.3: Classificação do índice de severidade.

Severidade	Descrição	Índice
Muito alta	Gravidade elevada, afetando a eficiência do processo e a qualidade do produto final.	9 - 10
Alta	Gravidade alta que afeta a eficiência do processo, outros componentes ou a qualidade do produto.	7 - 8
Média	Gravidade média com impacto na capacidade do processo.	5 - 6
Baixa	Gravidade baixa, sem danos significativos para os restantes componentes ou na eficiência.	3 - 4
Muito baixa	Gravidade quase inexistente.	1 - 2

Tabela 5.4: Classificação do índice de ocorrência.

Probabilidade	Descrição	Índice
Muito alta	Ocorre diariamente.	10
Alta	Ocorre duas a três vezes por semana.	8 - 9
Média alta	Ocorre semanalmente.	6 - 7
Média baixa	Ocorre mensalmente.	4 - 5
Baixa	Ocorre duas a três vezes por ano.	2 - 3
Muito baixa	Ocorre anualmente.	1

Tabela 5.5: Classificação do índice de deteção.

Deteção	Descrição	Índice
Muito fraca	Impossível detetar falha.	9 - 10
Fraca	Possibilidade muito pequena de detetar a falha.	7 - 8
Média	Possibilidade de detetar a falha.	5 - 6
Alta	Falha de fácil deteção, embora deteção possa não ser certa.	3 - 4
Muito alta	Certamente detetável.	1 - 2

Reunidas as informações disponíveis, procedeu-se à construção da carta da análise FMEA, apresentada no anexo G, para os transportadores de garrafas.

5.3.1 Resultados

Do estudo dos modos de falha dos 5 componentes mais frequentes do histórico resultou a identificação de 9 modos de falha, 4 potenciais efeitos principais (tabela 5.6) e 20 causas (anexo G).

Os gráficos apresentados na figura 5.4 sintetizam os resultados obtidos da classificação dos índices de severidade, ocorrência e deteção.

Analisando a frequência dos índices de severidade verifica-se que a gravidade dos efeitos potenciais de falha identificados é elevada, na medida em que, nenhum dos efeitos obteve classificação abaixo de média e a maioria (25) obteve classificação "muito alta". A frequência dos índices de ocorrência é bastante mais variada, sendo que, nenhuma causa obteve classificação "muito alta"e a classificação mais recorrente é média, com 28 ocorrências. Da análise da frequência dos índices de deteção, observa-se que em nenhuma situação se considerou que a deteção fosse "alta"ou "muito alta", considerando-se a grande maioria (33) de deteção média.

Tabela 5.6: Principais componentes, modos e efeitos potenciais de falha resultantes da análise FMEA.

Componente	Modos potenciais de falha	Efeitos potenciais de falha
Cadeado	Cadeado solto ou cadeados sobrepostos Cadeado muito apertado Atrito	Estragos noutros componentes Paragem do transporte Queda de garrafas
Veios	Veio parado Funcionamento deficiente	Transporte inadequado (afeta qualidade do produto, por exemplo nas rejeições) Transporte inadequado (capacidade reduzida)
Transição entre mesas transportadoras	Desajustes	Transporte inadequado (encravamentos sucessivos)
Guias	Guias desajustadas ou mal posicionadas	Transporte inadequado (pistas não transportam)
Moto redutor	Aquecimento Carcaça ou botoneiras danificadas	Transporte inadequado (rótulos marcados) Transporte inadequado (velocidades mais baixas)

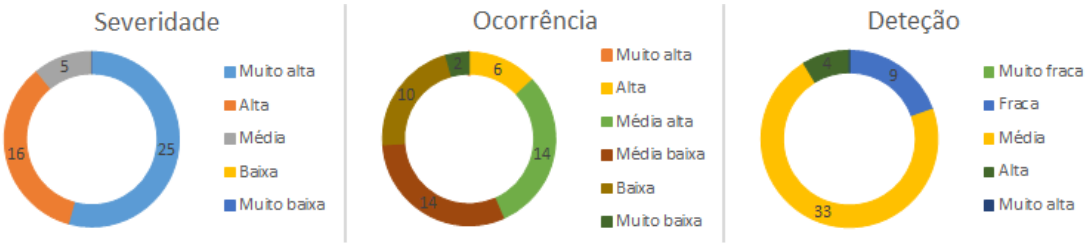


Figura 5.4: *Doughnuts* descritivos da frequência das classificações dos índices de severidade, ocorrência e deteção.

Assim, pela predominância de índices de deteção fraca e elevada frequêcia de índices de gravidade alta dos efeitos, reflete-se a inexistência de uma política de ações preventivas que visam o controlo do estado dos componentes.

Por outro lado, da análise dos valores de NPR obtidos e sintetizados no histograma da figura 5.5, verifica-se uma frequência maior para valores entre 200 e 250. Tomando como referência um valor de RPN de 150, acima do qual as ações de manutenção devem ser repensadas e adaptadas, então a maioria dos componentes e situações identificadas necessita de uma mudança na estratégia de manutenção, a fim de conseguir reduzir o valor deste indicador.

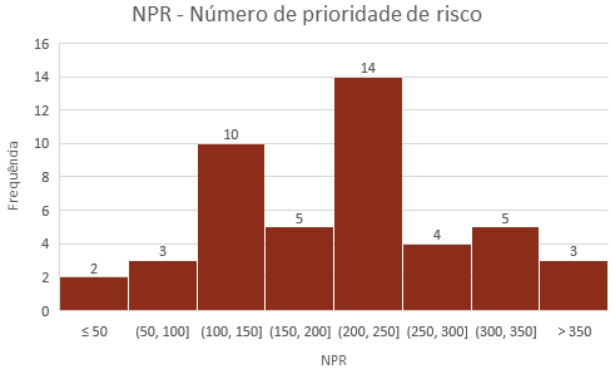


Figura 5.5: Histograma descritivo da frequência dos valores de NPR obtidos.

Desta forma, considera-se que devem ser tomadas ações de manutenção preventiva em prol de reduzir as consequências dos efeitos aquando ocorrência de avarias, reduzir a frequência com que

acontecem e melhorar a deteção de sinais de pré-falha com o intuito de preveni-las.

5.4 Construção do plano preventivo

Analisados os componentes constituintes das mesas transportadoras e os seus principais problemas, respetivas causas e efeitos, bem como, a respetiva criticidade por motorização, procedeu-se à elaboração da proposta do plano preventivo.

Da análise realizada no subcapítulo 5.3 e da consulta de vários manuais técnicos dos equipamentos, dever-se-ão contemplar três tipos de ações de manutenção: a limpeza, a inspeção e a reparação e substituição de componentes.

A limpeza recorrente da estrutura, a fim de eliminar resíduos secos de fluídos derramados, vidros de garrafas ou restos de rótulos rasgados, é essencial e pode evitar falhas futuras, prevenir danos nos componentes, mau funcionamento e desgate acelerado. Nestas ações, deverá ter-se em conta a correta utilização dos materiais de limpeza e lubrificação adequados aos materiais presentes na linha, pois a utilização de produtos de limpeza ou lubrificantes não adequados às especificações pode levar a abrasão prematura dos materiais a limpar.

Atualmente, a limpeza superficial dos equipamentos transportadores faz parte do programa de trabalhos dos operadores, enquanto que, operações de limpeza mais profundas são executadas quando desmontados os equipamentos para inspeções ou reparações que exigem paragem ou durante as revisões anuais.

A revisão anual consiste num período de duas semanas de paragem programada da linha. Neste período, os transportadores são desmontados e são feitas reparações necessárias aos equipamentos, inspeções mais detalhadas, substituição de elementos de desgaste e limpeza. Ao longo do ano, existem paragens semanais de 8 horas em que são realizadas as reparações e substituições de componentes, habitualmente, de ordens AM1 lançadas.

Tirando o período de revisão, as inspeções realizadas de modo contínuo à linha são praticamente inexistentes, contudo, a sua realização poderia prever a ocorrência de algumas avarias, uma vez que, a maioria dos componentes mecânicos evidenciam antecipadamente sinais de possível rutura.

Por conseguinte, propõe-se que no decorrer do estado operacional dos componentes e nas paragens semanais programadas sejam realizadas visitas à linha, por técnicos especializados, com o intuito de inspecionar o estado conservativo dos materiais.

A maioria dos fabricantes recomenda uma periodicidade diária de inspeção visual e auditiva, e propõem que a inspeção contemple a verificação da existência de:

- sinais de interferência entre componentes;
- observação da correia transportadora e das rodas dentadas;
- sinais de desalinhamento, folgas excessivas, mecanismos de fixação soltos e nivelamento desadequado;
- sinais de sujidade ou corrosão;
- verificação da lubrificação adequada;

- desgaste dos componentes;
- correta tensão da correia transportadora;
- sinais sonoros incomuns;
- bom estado conservativo da estrutura e dos materiais.
  Deste modo, para cada material ou conjunto de materiais identificaram-se os focos de inspeção que fazem parte do plano proposto e desritos abaixo.
- Moto redutor - estado de botoneiras e carcaça, nível de óleo do redutor e fugas e, verificar temperatura.
- Rolamentos - verificar desgaste.
- Rodas mandantes - desgaste dos dentes, sujidade acumulada e vibração excessiva.
- Chumaceiras - estado conservativo e lubrificação.
- Rodas e roletes livres - verificar se giram livremente e desgaste.
- Cadeado - tensão, desgaste e espaçamento dos elos, sujidade acumulada, lubrificação, alinhamento com os perfis e com as rodas.
- Perfis - folgas e desgate, estado conservativo e lubrificação.
- Bases - nivelamento da estrutura e estado conservativo.

O plano destaca dois métodos de ação, nomeadamente, uma metodologia de ação aquando as paragens programadas da linha e uma outra metodologia que pode ser desenvolvida com a linha em enchimento.

5.4.1 Ações durante o funcionameto da linha

Durante o funcionamento dos equipamentos, por razões de segurança, não serão realizadas limpezas nem reparações. Contudo, poderão realizar-se inspeções visuais, auditivas e térmicas a alguns elementos dos transportadores.

Assim, apesar da recomendação diária por parte dos manuais técnicos de trasportadores, propõe-se a realização semanal de rotas de inspeção visual. Estas rotas são agendadas sob a forma de ordens preventivas (AM3) semanais, nas quais se deve indicar que ocorrem com a linha em funcionamento e para inspeção da rede completa (para distinção das AM3 durante a paragem programada, lançadas apenas para uma motorização, descritas à frente). Esta inspeção tem como objetivo averiguar sinais de pré-rutura identificáveis mesmo durante funcionamento (como por exemplo, a temperatura do motor, estado superficial de guias ou desgaste de botoneiras e carcaças) ou mesmo identificação de falhas que não foram detetadas até ao momento (por exemplo, uma pista de cadeado em paragem mas o transporte continua garantido pelas outras pistas, entre outros).

De maneira a auxiliar a tarefa, foi criada uma lista de inspeção, presente na figura H.1 do anexo H, onde constam os elementos que devem ser observados pelos responsáveis da rota e que deverá ser preenchida de acordo com o método descrito no mesmo anexo. Terminada a inspeção da rede, a folha resultante, com indicação das anomalias encontradas que deverão ser reparadas o mais rápido possível, deverá ser analisada pelo responsável de manutenção que, em conformidade com a gravidade do efeito do modo de avaria em causa lançará uma ordem de manutenção. No

caso de se tratar de uma falha que provoca a paragem do processo ou perda de produto deverá ser corrigida urgentemente (AM2). Se se verificar uma quebra na capacidade do processo, mas o equipamento aguenta em funcionamento sem colocar em causa a qualidade ou segurança até paragem, deverá ser lançada uma ordem planeada (AM1) para a próxima paragem programada. O procedimento encontra-se sintetizado através de um fluxograma no anexo I e que deverá ser consultado pelo responsável e pelo técnico como auxílio para tomadas de decisão.

Estima-se que são gastos, em média, 5 minutos em cada motorização e sugere-se que estas rotas sejam realizadas por dois operadores, logo serão necessárias 6 horas para inspeção da rede completa (5 minutos $\times$ 143 motorizações / 2 operadores $\approx$ 358 minutos), ou seja, a rota pode ser realizada semanalmente, num turno.

5.4.2 Ações realizadas nas paragens do processo

Durante a paragem da linha serão contempladas limpezas, inspeções e reparações de equipamentos.

No período de paragem semanal deverá ser dada prioridade às ordens AM1 agendadas. Procede-se à reparação indicada, quando necessário à substituição de componentes, mas também, aproveitando a paragem e possivelmente a desmontagem do equipamento, deverá proceder-se à inspeção global do mesmo e limpeza.

Contudo, para além deste tipo de ordens deverão ser realizadas ordens preventivas às motorizações, propondo-se que sejam realizadas, pelo menos, 2 ordens (ou seja, inspeção preventiva a duas motorizações) por semana. No caso de não ser possível realizar todas as ações AM3 agendadas numa paragem, sugere-se que seja dada prioridade às ordens de motorizações de criticidade A, B e só depois, C. As ordens que ficam por fazer deverão ser realizadas na paragem da semana seguinte.

Uma vez que nestas ações se procederá à desmontagem da mesa transportadora, o objetivo será limpar elementos e resíduos acumulados que não é possível remover nas limpezas superficiais dos operadores, inspecionar mais pormenorizadamente fatores que não são possíveis de verificar nas inspeções em funcionamento (por exemplo, sinais de interferência, desgaste de componentes não visíveis a olho nu, entre outros), reparar ou substituir elementos que evidenciem anomalias ou sinais de futuras anomalias e repor níveis de óleo e lubrificante. No anexo H, a figura H.1 apresenta a *checklist* que acompanha os técnicos, descrevendo o procedimento a aplicar e onde devem anotar os problemas encontrados e se foram ou não resolvidos no momento. Posteriormente, a lista é analisada pelo responsável de manutenção e, na presença de ocorrências que não foram solucionadas, ele deve lançar uma ordem corretiva planeada para a paragem seguinte, sendo executado nessa ordem apenas o que ficou por fazer.

Sendo executadas 2 ordens AM3 por semana são necessárias, no mínimo, 72 semanas para todas as motorizações da rede serem verificadas. Contudo, só dispondo de 8 horas semanais de paragem, das quais apenas 6 horas (devido a pausa dos trabalhadores e admitindo uma tolerância de uma hora para os cálculos) servem para execução das ordens corretivas e preventivas, dando

prioridade à execução das ordens corretivas, admite-se que o plano seja desenvolvido para 104 semanas (2 anos).

Concluída uma ordem AM1 ou AM3, deverá ser agendada uma ordem AM3 para essa motorização. Uma vez que a criticidade das motorizações difere, a periodicidade de agendamento da ordem AM3 sugere-se que seja: 70 semanas para motorizações A, 90 semanas para motorizações B e 110 semanas para motorizações C. Todo o processo a ser executado encontra-se sintetizado através do fluxograma no anexo J e deverá ser consultado, sempre que necessário, para auxílio em tomadas de decisão.

Preve-se que a quantidade de ordens AM1 vá diminuindo ao longo da execução do plano porém, considerando que são prioritárias, podem gerar atrasos sucessivos na aplicação das ordens AM3, por isso, aconselha-se que sejam alocados 4 técnicos apenas para execução das ordens. Estes técnicos trabalham aos pares em cada motorização, ou seja, semanalmente poderão ser realizadas, pelo menos, 6 ordens agendadas. No caso de as ordens agendadas serem inferiores a 6 ou se se verificar que é possível realizarem-se mais de 6 ordens (as 2 horas consideradas são apenas uma estimativa, podendo algumas motorizações precisar de menos tempo), realizam-se ordens AM3 que estão agendadas para a semana seguinte, adiantando trabalho. Na impossibilidade de serem executadas todas as ordens agendadas deve seguir-se a prioridade descrita acima: corretivas, preventivas de motorizações A, B e C.

Propõe-se que o plano seja iniciado pelo agendamento de 2 ordens AM3 semanais, seguindo-se a ordem numérica da identificação das motorizações. Contudo, nas duas semanas de revisão anual não devem ser agendadas quaisquer ordens AM3 no ínicio da execução do plano. Isso permitirá que, caso ocorra uma atraso significativo do planeamento inicial, pelo menos 30 motorizações (2 semanas $\times$ 5 dias $\times$ 6 horas / 2 horas/motorização = 30 motorizações) podem ser inspecionadas preventivamente neste período por dois operadores, podendo os outros dois ser alocados a outras atividades de manutenção. No caso de as motorizações em atraso serem superiores a 30, devem continuar 4 técnicos alocados ao plano. Por outro lado, ao não existirem ordens em atraso, estas duas semanas podem ser usadas para execução de ordens agendadas para data posterior.

Tratando-se de um plano, ao ser implementado é necessário uma análise constante da situação atual dos atrasos ou adiantamentos em relação ao previsto inicialmente. Ao serem verificados atrasos significativos que não são possíveis de compensar nas semanas 51 e 52 de revisão, aconselha-se a alocação de mais técnicos ao presente plano. Ao verificarem-se adiantamentos consideráveis, isto é, prevê-se que não seja necessária a execução de ordens AM3 aquando a revisão, a empresa poderá alocar 2 dos operadores a outras atividades.

Capítulo 6

Conclusões e trabalhos futuros

Com o estudo desenvolvido verificou-se que a rede de transportadores de garrafas é o equipamento que contribui mais para a perda de eficiência, devido a avarias, da linha de enchimento nº 5. Deste modo, calcularam-se indicadores de desempenho que poderão ser melhorados no futuro e verificou-se que o desconhecimento técnico dos equipamentos e a falta de uma política preventiva de manutenção, com priorização de ações, ações bem definidas e registo constante e padronizado das ocorrências, estavam na base de tais resultados.

Assim, procedeu-se ao desenvolvimento de listas técnicas, com descrição das motorizações constituintes da rede e dos respetivos componentes, que permitiu um aprofundamento dos problemas relacionados e a construção do plano. Futuramente, propõe-se que a lista seja cadastrada no *software SAP* da empresa, permitindo aos técnicos de manutenção intervenções mais rápidas, uma gestão de *stock* dos componentes mais eficaz e conhecimento exaustivo dos constituintes dos equipamentos.

Por outro lado, a ferramenta de avaliação de criticidade pretende-se que seja um auxílio no momento de priorizar as ações, de acordo com o impacto do equipamento na eficiência da linha.

Já a análise FMEA desenvolvida, para além de aprofundar o conhecimento acerca dos componentes e os seus modos de falha mais comuns, serviu de base para a construção do plano proposto e pretende ser um documento de auxílio na verificação do impacto da metodologia descrita. Isto é, a ser implementado o plano, uma nova análise FMEA permitirá comparar valores de severidade, ocorrência, deteção e, por conseguinte, o NPR, com o intuito de compreender a eficácia do estudo desenvolvido.

O plano de manutenção proposto assenta numa política de ações preventivas com base em três tipos de rotas, nomeadamente, para limpeza, inspeção e reparação ou substituição de componentes. Foi possível concluir que a construção de um plano envolve não só a definição das ações a desenvolver como a definição de periodicidades e, para isso, é necessário fazer uma definição da estratégia de gestão dos recursos disponíveis, bem como, o tempo em que se pretende obter resultados. Tratando-se de um plano, que ao ser implementado pode sofrer imprevistos, tornou-se evidente a necessidade de antecipação dos vários cenários e dispor de estratégias predefinidas para a resolução de problemas.

Também um novo cálculo dos indicadores de desempenho utilizados, após implementação da metodologia proposta, permitirá perceber o impacto da mesma na eficiência da linha e na melhoria da fiabilidade dos equipamentos.

Deste modo, considera-se que os principais objetivos do estudo foram alcançados, contudo, devido à impossibilidade de ser desenvolvido presencialmente na empresa, propõe-se a implementação futura do método proposto e, dessa forma, perceber a sua viabilidade na resolução dos problemas identificados e, também, as suas lacunas e pontos a melhorar.

Bibliografia

Amaral, F. D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria*. Lidel.

Assis, R. (2014). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Ativos Físicos*. Lidel, 2ª edição edition.

Baran, L. R. and Trojan, F. (2016). Uma revisão e análise comparativa das técnicas para determinar a criticidade dos sistemas e equipamentos em plantas industriais. *Espacios. Vol. 37 (Nº8) Ano 2016. Pág. 1*.

Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., and Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer London, London.

Brito, M. (2003). *Manutenção - Manual Pedagógico PRONACI*. Eurisko Estudos, Projectos e Consultoria, S.A.

Cabral, J. P. S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção - dos conceitos à prática...* Lidel.

Cabral, J. P. S. (2013). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios - Um verdadeiro guia para organizar e pôr em prática a sua gestão de ativos*. Lidel, 3ª edição edition.

Continental (2015). Belt Conveyor: Installation, operation maintenance and safety manual.

Dinex (2013). Conveyor Maintenance Manual.

dos Santos, R. F. F. (2019). *Melhoria da eficiência de uma linha de enchimento de barril numa indústria cervejeira*. PhD thesis, UP - Universidade do Porto.

EN13306, B. (2017). *Maintenance - Maintenance terminology*. BSI Standards Publication.

Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F., and Zanin, G. (2014). Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*, 147(PART A):85–93.

Fayed, M. E. and Skocir, T. S. (2009). *Mechanical Conveyors: Selection and operation*. Technomic Publishing Company, Inc.

Fernández, J. F. G. and Márquez, A. C. (2012). *Maintenance Management in Network Utilities: Framework and Practical Implementation*. London Springer, Springer Series in Reliability Engineering.

Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção*. Publindústria.

Gonçalves, J. N. R. d. S. M. (2019). *Desenvolvimento de um modelo de manutenção da rede de transportadores de garrafas de vidro*. PhD thesis, ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

IMAS (2020). Conveyor belting: installation, operation and maintenance manual.

Leitão, A. L. F. (2019). Apontamentos de apoio à UC Gestão da Manutenção.

Lopes, I. d. S. (2007). *Técnicas quantitativas no apoio à decisão em sistemas de manutenção*. Tese de doutoramento, UM - Universidade do Minho.

Marcorin, W. R. and Lima, C. R. C. (2003). Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia, v.11, nº12*, pages 35–42.

Márquez, A. C. (2007). *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer Science & Business Media - Springer Series in Reliability Engineering.

Martins, M. P. G. and Leitão, A. L. F. (2009). Predição de falhas no apoio à tomada da decisão em gestão da manutenção.

MCE (2015). Conveyor Installation and Maintenance Manual.

McGuire, P. M. (2010). *Conveyors: Application, selection and integration*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Mostafa, S., Dumrak, J., and Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2(February):434–444.

Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance*. Industrial Press Inc., 2nd ed. edition.

Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., and Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1):295–302.

O'Connor, P. D. T. and Kleyner, A. (2012). *Practical Reliability Engineering*. John Wiley & Sons, Ltd., 5th ed. edition.

Orthman (2004). Belt Conveyor: installation and operational maintenance manual.

Pereira, G. M. S. (2018). *Implementação de metodologias Lean numa linha de enchimento de bebidas*. PhD thesis, UP - Universidade do Porto.

Placca, G. C. (2017). *Análise Da Fiabilidade E Melhoria Do Processo De Fabrico: Estudo De Caso Em Uma Fábrica De Componentes Para Automóveis*. Phd thesis, ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Queiroz, M. F. A. D. (2015). *Estudo de Melhoria de Gestão de Manutenção de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais*. PhD thesis, Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Sena, F. M. V. and Pereira, F. J. D. (2012). *Fiabilidade e sua Aplicação à Manutenção*. Publindústria.

Tavares, A. R. S. S. d. A. (2019). *Manutenção Preventiva – Ferramenta de Apoio ao Planeamento*. PhD thesis, UP - Universidade do Porto.

Watson, G. H. and Spiridonova, E. A. (2013). Fish(Bone) Stories. *Communications of the ACM*, 56(1):25–27.

Wright, J. (2006). *Standard Handbook of Chains: Chains for Power Transmission and Material Handling*. CRC Press, Taylor & Francis Group, second edition.

Yam, K. L., editor (2009). *Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. John Wiley & Sons, Inc., third edition.

Anexo A

A Distribuição de *Weibull*

A distribuição de *Weibull* é frequentemente usada para expressar a distribuição da vida útil de componentes devido à sua versatilidade para assumir diferentes formas. Conforme o seu parâmetro de forma, β, pode descerver uma função para a taxa de ocorrência de falhas decrescente, constante ou crescente.

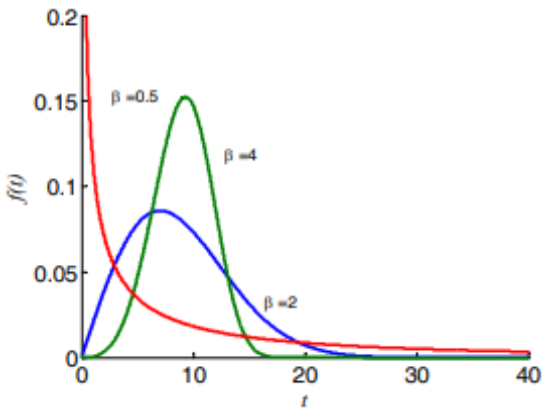
Desta forma, pode ser utilizada para modelar o comportamento das falhas de diversos equipamentos.

A função densidade de probabilidade através da utilização de dois parâmetros de *Weibull* é dada pela equação A.1:

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}} \tag{A.1}$$

em que, t $\geqslant 0$, β, $\theta > 0$, sendo θ o fator de escala e β o fator de forma.

Os gráficos da figura A.1 ilustram a função densidade de probabilidade, com recurso à distribuição de *Weibull*, para diferentes fatores de forma.



.

Figura A.1: Gráfico da função densidade de probabilidade da distribuição de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009)

Por integração, a função de distribuição acumulada é dada por:

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\theta}^{\beta}} \tag{A.2}$$

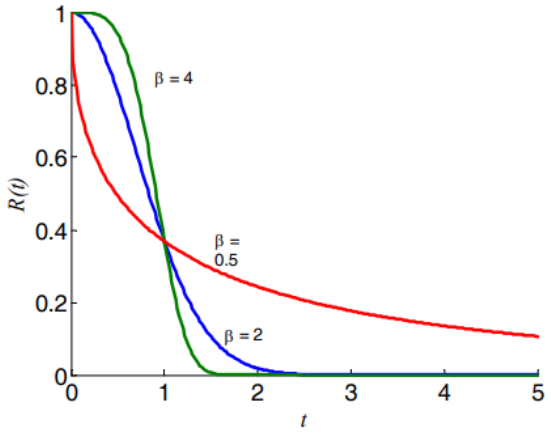
e a função de fiabilidade é expressa por A.3.

$$R(t) = e^{-\frac{t}{\theta}^{\beta}} \tag{A.3}$$

Por sua vez, a taxa de ocorrências de falha pode ser expressa pela função *h(t)*, dada por A.4.

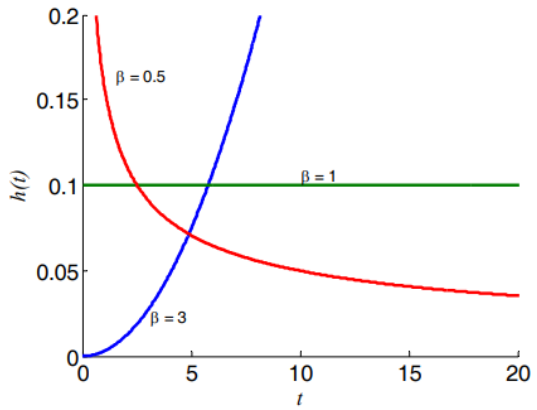
$$h(t) = \frac{\beta}{\theta}\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \tag{A.4}$$

Nas figuras A.2 e A.3 são representadas as funções *R(t)* e *h(t)* respetivamente, para diferentes valores do fator de forma β (com θ=10).



.

Figura A.2: Gráfico da função fiabilidade *R(t)*, de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009)



.

Figura A.3: Gráfico da função de risco *h(t)*, de *Weibull* para θ=10, *in* Ben-Daya et al. (2009)

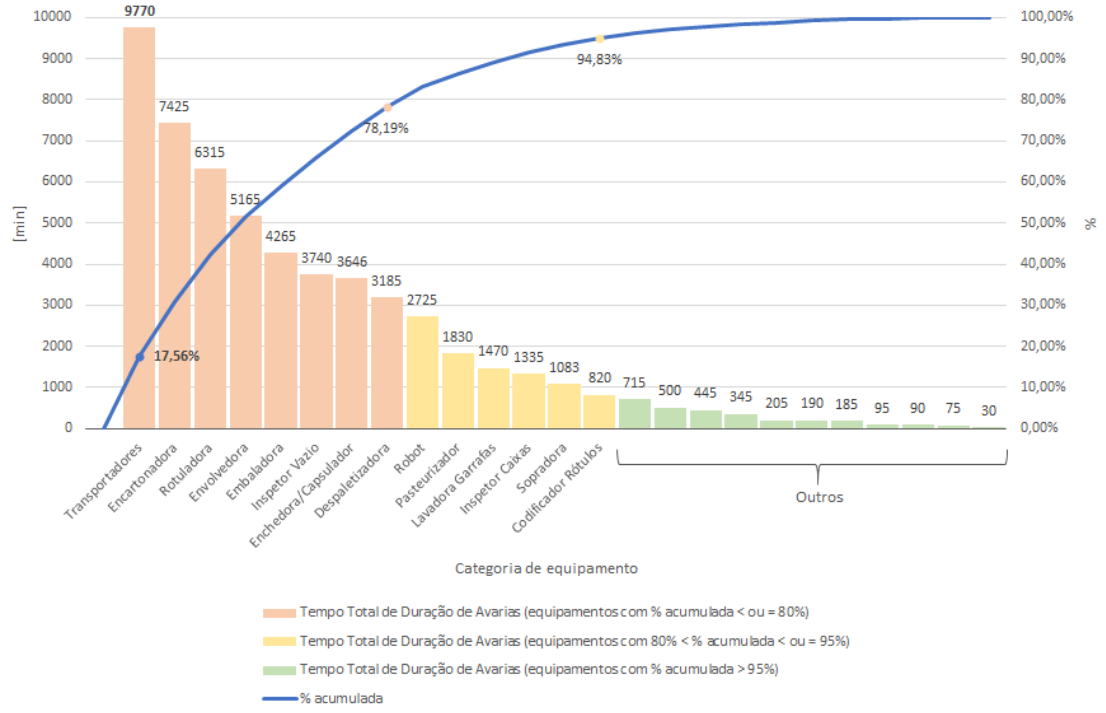
Assim, com os valores do fator de forma aferem-se as características do equipamento. Quando β>1 estamos perante um equipamento em desgaste, para β=1 o equipamento não está em desgaste, e com β<1 o equipamento está em fase de adaptação (Martins and Leitão, 2009).

Anexo B

Análise dos tempos de duração de avaria dos equipamentos da linha

Tabela B.1: Resultados da análise aos tempos de duração de avaria dos vários equipamentos da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020). A distribuição do tempo de duração das avarias dos onze equipamentos constituintes do grupo "Outros"na figura 4.3, ou seja, que obtiveram frequência acumulada superior a 95%, é descrita pelos equipamentos intitulados pela letra C.

Equipamento		**Categoria do equipamento**	**Tempo total de duração de avarias [min]**	**Tempo total de duração de avarias [%]**	**% acumulada**	**Classif. de *Pareto***
#	**%**					
1	4%	Transportadores	9770	17,56%	17,56%	A
2	8%	Encartonadora	7425	13,34%	30,90%	A
3	12%	Rotuladora	6315	11,35%	42,25%	A
4	16%	Envolvedora	5165	9,28%	51,53%	A
5	20%	Embaladora	4265	7,66%	59,19%	A
6	24%	Inspetor Vazio	3740	6,72%	65,91%	A
7	28%	Enchedora/Capsulador	3646	6,55%	72,46%	A
8	32%	Despaletizadora	3185	5,72%	78,19%	A
9	36%	Robot	2725	4,90%	83,09%	B
10	40%	Pasteurizador	1830	3,29%	86,37%	B
11	44%	Lavadora Garrafas	1470	2,64%	89,02%	B
12	48%	Inspetor Caixas	1335	2,40%	91,41%	B
13	52%	Sopradora	1083	1,95%	93,36%	B
14	56%	Codificador Rótulos	820	1,47%	94,83%	B
15	60%	C1	715	1,28%	96,12%	C
16	64%	C2	500	0,90%	97,02%	C
17	68%	C3	445	0,80%	97,82%	C
18	72%	C4	345	0,62%	98,44%	C
19	76%	C5	205	0,37%	98,81%	C
20	80%	C6	190	0,34%	99,15%	C
21	84%	C7	185	0,33%	99,48%	C
22	88%	C8	95	0,17%	99,65%	C
23	92%	C9	90	0,16%	99,81%	C
24	96%	C10	75	0,13%	99,95%	C
25	100%	C11	30	0,05%	100,00%	C



.

Figura B.1: Diagrama de *Pareto* dos tempos de duração de avaria dos equipamentos da linha (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Anexo C

Análise de fiabilidade dos transportadores

Tabela C.1: Resultados da análise de fiabilidade realizada aos transportadores da linha. Os dados analisados apresentam-se na tabela C.2.

Resultados dos testes de *Laplace*				
Ho: tendência da evolução dos tempos entre ocorrências é constante.				
H1: tendência da evolução dos tempos entre ocorrências não é constante.				
Testes bilaterais limitados ao tempo (nível de significância α=5%)				
Tipo de transportador	Caixas	Garrafas	Grades e Caixa	Paletes
N	31	88	30	64
$\mathbf{T_0}$ **[min]**			317833	
$\sum_{i=1}^{N} t_i$ **[min]**	4729582	15960746	4177392	12213646
ET	-0,385302	2,295926	-1,174245	2,783350
VP	70,00%	2,17%	24,03%	0,54%
Resultado do teste	Inconclusivo, aceita Ho.	Conclusivo, rejeita Ho.	Inconclusivo, aceita Ho.	Conclusivo, rejeita Ho.
Tendência	Constante	Crescente	Constante	Crescente
Fiabilidade	Constante	Decrescente	Constante	Descrescente
Método de Crow (válido para situações de fiabilidade crescente)				
β **(forma)**	0,998482	1,196358	0,734039	1,366938
γ **(escala)**	0,000099	0,000023	0,002743	0,000002
$\lambda(\mathbf{T_0})$ **[avarias/min]**	0,000097	0,000331	0,000069	0,000275
MTBF [min]	10268,26255	3018,94361	14433,06774	3633,04128
MTBF [h]	171,13771	50,31573	240,55113	60,55069
Para fiabilidade constante				
$\lambda(\mathbf{T_0})$ **[avarias/min]**	0,000098	0,000277	0,000094	0,000201
MTBF [min]	10252,6774	3611,7386	10594,4333	4966,1406
MTBF [h]	170,8780	60,1956	176,5739	82,7690
Resultado MTBF				
MTBF [h]	170,88	50,32	176,57	60,55

Para os transportadores de caixas e grades, assumindo-se uma tendência constante, o MTBF calculou-se com recurso à equação 2.8.
Já o valor do MTBF para os transportadores de garrafa e de paletes apresentado é a estimativa com recurso ao método de Crow.
Este método deverá ser utilizado no caso de tendência decrescente, pelo que, o valor apresentado poderá não constituir um bom indicador.

Tabela C.2: Dados das ocorrências de avaria dos transportadores (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Tipo de transportador							
Caixas		**Garrafas**		**Grades e Caixa**		**Paletes**	
Data e hora de início do turno da ocorrência	Tempo de funcionamento acumulado [min]	Data e hora de início do turno da ocorrência	Tempo de funcionamento acumulado [min]	Data e hora de início do turno da ocorrência	Tempo de funcionamento acumulado [min]	Data e hora de início do turno da ocorrência	Tempo de funcionamento acumulado [min]
06/05/2019 19:30	6810	01/05/2019 19:30	1440	03/05/2019 19:30	2490	03/05/2019 19:30	2490
23/05/2019 19:30	27900	05/05/2019 07:30	4650	03/05/2019 19:30	2490	07/05/2019 07:30	7530
24/05/2019 19:30	29340	08/05/2019 07:30	8970	08/05/2019 07:30	8970	10/05/2019 19:30	12570
28/05/2019 19:30	35100	10/05/2019 19:30	12570	25/05/2019 07:30	30060	04/06/2019 10:30	43980
28/05/2019 19:30	35100	11/05/2019 07:30	13290	26/05/2019 19:30	31920	04/06/2019 19:30	44700
01/06/2019 07:30	40140	11/05/2019 19:30	14010	27/05/2019 07:30	32940	04/06/2019 19:30	44700
07/06/2019 07:30	48300	15/05/2019 07:30	19050	29/05/2019 07:30	35820	06/06/2019 19:30	47470
13/06/2019 07:30	55260	25/05/2019 07:30	30060	29/05/2019 07:30	35820	20/06/2019 07:30	65340
04/07/2019 19:30	85230	26/05/2019 07:30	31500	29/05/2019 19:30	36540	27/06/2019 19:30	75420
19/09/2019 19:30	140150	27/05/2019 07:30	32940	04/06/2019 10:30	43980	14/07/2019 07:30	94080
29/09/2019 19:30	147950	30/05/2019 07:30	37260	08/06/2019 19:30	49740	22/07/2019 07:30	102870
30/09/2019 19:30	149570	04/06/2019 10:30	43980	20/06/2019 19:30	66060	29/07/2019 19:30	110180
01/10/2019 03:00	149840	05/06/2019 07:30	45420	24/06/2019 07:30	69945	31/07/2019 19:30	113120
01/10/2019 03:00	149840	10/06/2019 19:30	52590	26/06/2019 19:30	73980	01/08/2019 19:30	114560
07/10/2019 07:30	153200	06/07/2019 07:30	87390	11/07/2019 00:00	89040	02/08/2019 07:30	115280
09/10/2019 19:30	157100	21/07/2019 23:00	102150	02/10/2019 06:00	151280	26/08/2019 07:30	126740
31/10/2019 07:30	160820	30/07/2019 19:30	111680	23/01/2020 19:30	225024	27/08/2019 19:30	128720
02/11/2019 07:30	163700	30/07/2019 19:30	111680	24/01/2020 19:30	226464	27/08/2019 19:30	128720
17/11/2019 22:00	177830	04/08/2019 22:30	115820	25/01/2020 07:30	227184	27/09/2019 19:30	146240
17/11/2019 22:00	177830	06/08/2019 07:30	117980	25/01/2020 07:30	227184	02/10/2019 07:30	152000
26/11/2019 02:30	179000	26/08/2019 00:00	126020	26/01/2020 07:30	228624	30/10/2019 19:30	160100
13/01/2020 19:30	211344	05/09/2019 07:30	133430	26/01/2020 19:30	228893	08/11/2019 07:30	168050
19/01/2020 19:30	219984	05/09/2019 07:30	133430	28/01/2020 07:30	231503	09/11/2019 19:30	170210
01/02/2020 19:30	235793	29/09/2019 07:30	147680	28/01/2020 07:30	231503	10/11/2019 07:30	170930
02/02/2020 07:30	236513	01/10/2019 19:30	150980	30/01/2020 08:00	232193	10/11/2019 19:30	171650
04/02/2020 07:30	239383	10/10/2019 19:30	158540	11/02/2020 07:30	249463	12/11/2019 19:30	174470
06/02/2020 07:30	242263	10/10/2019 19:30	158540	12/02/2020 07:30	250903	17/11/2019 22:00	177830
07/02/2020 19:30	244363	11/10/2019 07:30	159260	09/03/2020 21:00	277663	18/11/2019 07:30	178550
27/02/2020 07:30	265633	11/10/2019 07:30	159260	09/03/2020 21:00	277663	18/11/2019 19:30	178700
04/03/2020 16:00	270883	11/10/2019 07:30	159260	26/03/2020 19:30	302053	28/11/2019 19:30	183095
20/03/2020 19:30	293413	11/10/2019 07:30	159260			10/12/2019 12:30	186725
		11/10/2019 07:30	159260			12/12/2019 19:30	190325
		13/11/2019 07:30	175250			22/12/2019 13:15	197405
		26/11/2019 02:30	179000			23/12/2019 00:00	198124
		26/11/2019 07:30	179720			26/12/2019 08:00	199534
		27/11/2019 07:30	180935			17/01/2020 07:30	216384
		10/12/2019 12:30	186725			19/01/2020 07:30	219264
		10/12/2019 19:30	187445			23/01/2020 19:30	225024
		11/12/2019 19:30	188885			24/01/2020 07:30	225744
		12/12/2019 07:30	189605			24/01/2020 19:30	226464
		12/12/2019 19:30	190325			25/01/2020 19:30	227904
		18/12/2019 22:00	193115			06/02/2020 00:50	241543
		20/12/2019 07:30	194525			06/02/2020 07:30	242263
		21/12/2019 07:30	195965			10/02/2020 07:30	248023
		22/12/2019 19:30	197674			11/02/2020 19:30	250183
		23/12/2019 00:00	198124			17/02/2020 10:00	254353
		23/12/2019 07:30	198844			20/02/2020 19:30	258403
		23/12/2019 07:30	198844			23/02/2020 07:30	259873
		26/12/2019 19:30	199944			27/02/2020 07:30	265633
		06/01/2020 09:30	200544			04/03/2020 16:00	270883
		06/01/2020 19:30	201264			11/03/2020 19:30	280543
		07/01/2020 07:30	201984			20/03/2020 19:30	293413
		09/01/2020 07:30	204744			21/03/2020 07:30	294133
		11/01/2020 07:30	207744			21/03/2020 19:30	294628
		15/01/2020 19:30	214164			22/03/2020 07:30	295573
		19/01/2020 07:30	219264			24/03/2020 19:30	299173
		22/01/2020 07:30	223584			25/03/2020 19:30	300613
		23/01/2020 19:30	225024			26/03/2020 07:30	301333
		31/01/2020 19:30	233873			27/03/2020 09:00	302773
		01/02/2020 07:30	235073			27/03/2020 19:30	303493
		01/02/2020 19:30	235793			28/03/2020 07:30	304213
		04/02/2020 07:30	239383			28/03/2020 19:30	304873
		06/02/2020 07:30	242263			31/03/2020 19:30	308863
		08/02/2020 19:30	245863			05/04/2020 07:30	315673
		10/02/2020 07:30	248023				
		13/02/2020 19:30	253063				
		17/02/2020 10:00	254353				
		18/02/2020 19:30	255793				
		19/02/2020 23:00	257233				
		20/02/2020 07:30	257953				
		25/02/2020 07:30	262753				
		25/02/2020 07:30	262753				
		25/02/2020 07:30	262753				
		25/02/2020 07:30	262753				
		29/02/2020 07:30	268513				
		09/03/2020 21:00	277663				
		09/03/2020 21:00	277663				
		11/03/2020 19:30	280543				
		12/03/2020 07:30	281263				
		12/03/2020 19:30	281983				
		14/03/2020 07:30	284143				
		14/03/2020 07:30	284143				
		15/03/2020 19:30	286143				
		18/03/2020 07:30	289903				
		18/03/2020 07:30	289903				
		21/03/2020 19:30	294628				
		31/03/2020 07:30	308473				
		03/04/2020 19:30	313513				

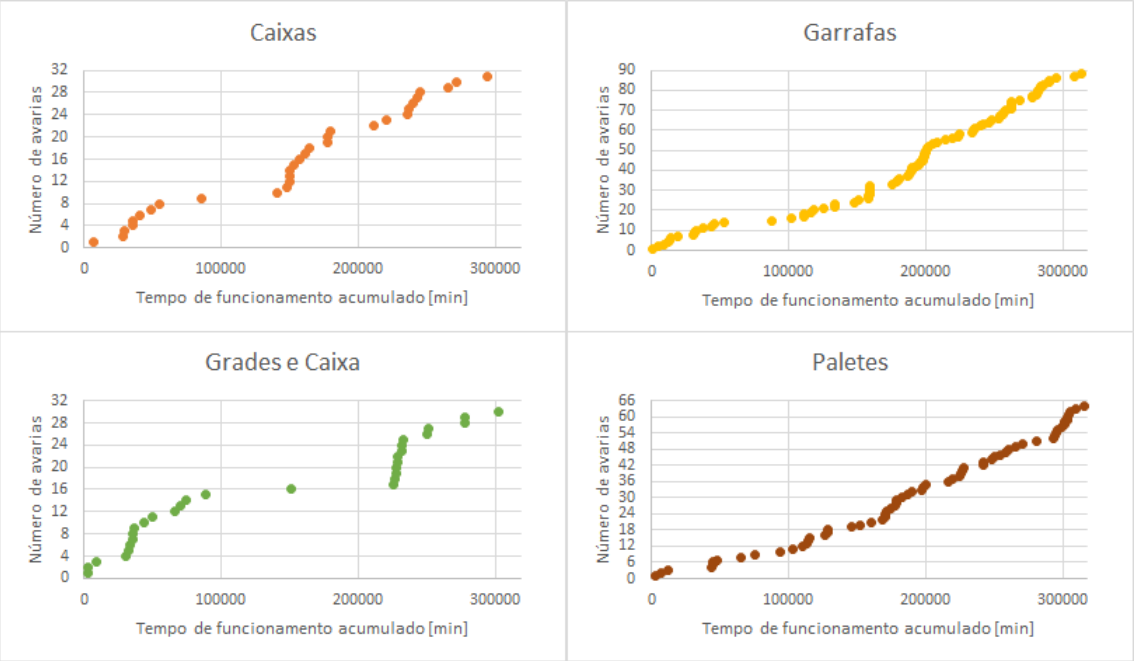


Figura C.1: Gráficos do número de ocorrências de avaria em função do tempo de funcionamento, por tipo de transportador (período de maio de 2019 a abril de 2020).

Anexo D

Localizações e motorizações

Tabela D.1: Motorizações recolhidas e localizações propostas.

Zona	Localização	Motorização
Entrada da linha	Entrada 3	**M1**
	Entrada 3	**M2**
	Entrada 2	**M3**
	Entrada 2	**M4**
	Entrada 1	**M5**
	Entrada 1	**M6**
	Entrada 1	**M7**
	Entrada 1	**M8**
	Entrada comum	**M9**
	Entrada comum	**M10**
	Entrada comum	**M11**
	Entrada comum	**M12**
	Não está ligada a nada!	**M13**
	Entrada comum	**M14**
	Entrada comum	**M15**
	Entrada comum	**M16**
Lavadora	Entrada da lavadora	**M17**
	Entrada da lavadora	**M18**
	Saída da lavadora	**M19**
	Saída da lavadora	**M20**
	Saída da lavadora	**M21**
	Saída da lavadora	**M22**
Virador	Entrada comum do virador	**M23**
	Entrada 1 do virador	**M24**
	Entrada 1 do virador	**M25**
	Entrada 1 do virador	**M26**
	Entrada 1 do virador	**M27**
	Entrada 1 do virador	**M28**
	Entrada 1 do virador	**M29**
	Entrada 2 do virador	**M30**
	Entrada 2 do virador	**M31**
	Entrada 2 do virador	**M32**
	Entrada 2 do virador	**M33**
	Entrada 2 do virador	**M34**
	Entrada 2 do virador	**M35**
	Saída 1 do virador	**M36**
	Saída 1 do virador	**M37**
	Saída 1 do virador	**M38**
	Saída 2 do virador	**M39**
	Saída 2 do virador	**M40**
	Saída 2 do virador	**M41**
	Saída 2 do virador	**M42**

Zona	Localização	Motorização
Enchedoras	Entrada da enchedora 1	**M43**
	Entrada da enchedora 1	**M44**
	Entrada da enchedora 1	**M45**
	Entrada da enchedora 1	**M46**
	Entrada da enchedora 1	**M47**
	Entrada da enchedora 2	**M48**
	Entrada da enchedora 2	**M49**
	Entrada da enchedora 2	**M50**
	Entrada da enchedora 2	**M51**
	Entrada da enchedora 2	**M52**
	Saída da enchedora 1	**M53**
	Saída da enchedora 1	**M54**
	Saída da enchedora 1	**M55**
	Saída da enchedora 1	**M56**
	Saída da enchedora 1	**M57**
	Saída da enchedora 2	**M58**
	Saída da enchedora 2	**M59**
	Saída da enchedora 2	**M60**
	Saída da enchedora 2	**M61**
Pasteurizador	Entrada comum do pasteurizador	**M62**
	Entrada comum do pasteurizador	**M63**
	Entrada comum do pasteurizador	**M64**
	Entrada comum do pasteurizador	**M65**
	Entrada comum do pasteurizador	**M66**
	Entrada comum do pasteurizador	**M67**
	Entrada comum do pasteurizador	**M68**
	Entrada comum do pasteurizador	**M69**
	Entrada alta do pasteurizador	**M70**
	Entrada alta do pasteurizador	**M71**
	Entrada baixa do pasteurizador	**M72**
	Entrada baixa do pasteurizador	**M73**
	Saída alta do pasteurizador	**M74**
	Saída alta do pasteurizador	**M75**
	Saída alta do pasteurizador	**M76**
	Saída baixa do pasteurizador	**M77**
	Saída baixa do pasteurizador	**M78**
	Saída baixa do pasteurizador	**M79**
Rotuladoras	Entrada comum das rotuladoras	**M80**
	Entrada comum das rotuladoras	**M81**
	Entrada comum das rotuladoras	**M82**
	Entrada comum das rotuladoras	**M83**
	Entrada da rotuladora 1	**M84**

Zona	Localização	Motorização
Rotuladoras	Entrada da rotuladora 1	**M85**
	Entrada da rotuladora 1	**M86**
	Entrada da rotuladora 1	**M87**
	Entrada da rotuladora 1	**M88**
	Entrada da rotuladora 1	**M89**
	Entrada da rotuladora 2	**M90**
	Entrada da rotuladora 2	**M91**
	Entrada da rotuladora 2	**M92**
	Entrada da rotuladora 2	**M93**
	Saída da rotuladora 1	**M94**
	Saída da rotuladora 1	**M95**
	Saída da rotuladora 1	**M96**
	Saída da rotuladora 1	**M97**
	Saída da rotuladora 1	**M98**
	Saída da rotuladora 1	**M99**
	Saída da rotuladora 1	**M100**
	Saída da rotuladora 1	**M101**
	Saída da rotuladora 2	**M102**
	Saída da rotuladora 2	**M103**
	Saída da rotuladora 2	**M104**
	Saída da rotuladora 2	**M105**
	Saída da rotuladora 2	**M106**
	Saída da rotuladora 2	**M107**
	Saída da rotuladora 2	**M108**
	Saída comum das rotuladoras	**M109**
	Saída comum das rotuladoras	**M110**
	Saída comum das rotuladoras	**M111**
	Saída comum das rotuladoras	**M112**
	Saída comum das rotuladoras	**M113**

Zona	Localização	Motorização
Rotuladoras	Saída comum das rotuladoras	**M114**
	Saída comum das rotuladoras	**M115**
	Saída comum das rotuladoras	**M116**
	Saída comum das rotuladoras	**M117**
	Saída comum das rotuladoras	**M118**
	Entrada da embaladora	**M119**
	Entrada da embaladora	**M120**
	Entrada da embaladora	**M121**
	Entrada da embaladora	**M122**
	Entrada da embaladora	**M123**
	Entrada da embaladora	**M124**
	Entrada da embaladora	**M125**
	Entrada da embaladora	**M126**
	Entrada da embaladora	**M127**
	Entrada da embaladora	**M128**
	Entrada da embaladora	**M129**
	Entrada da embaladora	**M130**
	Entrada da encartonadora	**M131**
	Entrada da encartonadora	**M132**
Inspetores de vazio	Retorno do inspetor de vazio 1	**M133**
	Retorno do inspetor de vazio 2	**M134**
	Retorno comum dos inspetores de vazio	**M135**
	Retorno comum dos inspetores de vazio	**M136**
Inspetores de nível	Retorno do inspetor de nível 1	**M137**
	Retorno do inspetor de nível 2	**M138**
Inspetores de cheio	Retorno do inspetor de cheio 1	**M139**
	Retorno do inspetor de cheio 1	**M140**
	Retorno do inspetor de cheio 2	**M141**
	Retorno do inspetor de cheio 2	**M142**
	Retorno comum dos inspetores de cheio	**M143**

Anexo E

Listas técnicas

Lista técnica	Qtd.
Motorização M1	
Chassis M1	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M2	
Chassis M2	
Eixo Mandante_18_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=71.15_PN_55.7557235101.0001.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M3	
Chassis M3	
Eixo Mandante_18_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M4	
Chassis M4	
Eixo Mandante_18_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=71.75_PN_55.7552537601.0001.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M5	
Chassis M5	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Motorização M6	
Chassis M6	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6306-2RS	
Motorização M7	
Chassis M7	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Eixo mandado_6_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	5
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6306-2RS	
Motorização M8	
SEW_MT_i=44.32_PN_90.1842297901.0001.13	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M9	
Chassis M9	
Eixo Mandante_16_6_Pistas	
Eixo mandado_18_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.02.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M10	
Chassis M10	
Eixo Mandante_16_6_Pistas	
Eixo mandado_18_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
SEW_MT_i=47.32_PN_55.01010426.03.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6205-2Z-C3	
Rolamento 6306-2ZC3	
Motorização M11	
Chassis M11	
Eixo Mandante_22_9_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=49.38_PN_55.01010426.14.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M12	
Chassis M12	
Eixo Mandante_22_9_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=256.47_PN_55.01010426.15.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.0,75KW MM07-C-503-00	
Motorização M13	
Chassis M13	
Eixo Mandante_11_7_Pistas	
Eixo mandado_22_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Moto redutor (sem designação)	
Variador Veloc.1,5KW MM15-C-503-00	
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	
Motorização M14	
Chassis M14	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_22_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
Perfil Desliz.Esq.	
SEW_MT_i=67.20_PN_01.1133297801.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M15	
Chassis M15	
Eixo Mandante_12_2_Pistas	
Eixo mandado_12_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=67.20_PN_01.1133292701.0002X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M16	
Chassis M16	
Eixo Mandante_12_4_Pistas	
Eixo mandado_12_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=47.32_PN_01.1291982802.0004.09	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M17	
Chassis M17	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Motorização M18	
Chassis M18	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Eixo mandado_6_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M19	
Chassis M19	
Eixo Mandante_7_7_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=24.77_PN_55.01010701.11.0006.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M20	
Chassis M20	
Eixo Mandante_26_9_Pistas	
Eixo mandado_20_15_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=49.38_PN_01.1133297901.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M21	
Chassis M21	
Eixo Mandante_26_13_Pistas	
Eixo mandado_20_15_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	

Motorização M22	
Chassis M22	
Eixo Mandante_12_4_Pistas	
Eixo mandado_26_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=32.48_PN_01.1133292801.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M23	
Chassis M23	
Eixo Mandante_12_4_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=32.48_PN_01.1133292801.0002X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M24	
Chassis M24	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M25	
Chassis M25	
Eixo Mandante_16_4_Pistas_L5	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=67.20_PN_01.1133298101.0002X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M26	
Chassis M26	
Eixo Mandante Inliner_12_11_Pistas	
Eixo mandado_16_12_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=14.24_PN_01.1133298601.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M27	
Chassis M27	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1946254702.0001.14.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M28	
Chassis M28	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0009.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M29	
Chassis M29	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1838192207.0002.12.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M30	
Chassis M30	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_8_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.01.0007.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M31	
Chassis M31	
Eixo Mandante_16_4_Pistas_L5	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M32	
Chassis M32	
Eixo Mandante Inliner_12_11_Pistas	
Eixo mandado_16_12_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6306-2RS	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M33	
Chassis M33	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133292101.0005X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M34	
Chassis M34	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192202.0002.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M35	
Chassis M35	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1838192207.0001.12.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M36	
Chassis M36	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	5
SEW_MT_i=12.14_PN_55.7314922810.0001.16	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M37	
Chassis M37	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=67.20_PN_55.1385533802.0003.11.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M38	
Chassis M38	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133292101.0003X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M39	
Chassis M39	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=12.14_PN_55.13266888.02.0001X10.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø25/42x7mm	
Vedante Ø45/75x8mm	
Rolamento 6201	
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6202-2RS	
Rolamento 6004-2RS	
Rolamento 6303-2Z-C3	
Rolamento 30203	
Rolamento 6009-ZZ-C3	

Motorização M40	
Chassis M40	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	5
SEW_MT_i=17.62_PN_55.1326688803.0001.10.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø25/42x7mm	
Vedante Ø45/75x8mm	
Rolamento 6201	
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6202-2RS	
Rolamento 6004-2RS	
Rolamento 6303-2Z-C3	
Rolamento 30203	
Rolamento 6009-ZZ-C3	
Motorização M41	
Chassis M41	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133298501.0006X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M42	
Chassis M42	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133298501.0007X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M43	
Chassis M43	
Eixo Mandante_8_6_Pistas	
Eixo mandado_8_7_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=13.08_PN_01.1133381601.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6306-2Z	
Rolamento 6205-2Z	
Motorização M44	
Chassis M44	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133292101.0002X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M45	
Chassis M45	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0007.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M46	
Chassis M46	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.7797475801.0001.19	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M47	
Chassis M47	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1720604201.0001.11.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø45/75x8mm	
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6009-2RS	
Rolamento 30203	
Rolamento 6205-2Z-C3	
Rolamento 6306-2ZC3	

Motorização M48	
Chassis M48	
Eixo Mandante_8_6_Pistas	
Eixo mandado_8_7_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=13.08_PN_01.1133381501.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M49	
Chassis M49	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=12.14_PN_01.1133298501.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø45/75x8mm	
Motorização M50	
Chassis M50	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0001.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M51	
Chassis M51	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0008.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M52	
Chassis M52	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	9
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192202.0001.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M53	
Chassis M53	
Eixo Mandante_6_5_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0004.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M54	
Chassis M54	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0005.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M55	
Chassis M55	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0003.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M56	
Chassis M56	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	11
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0006.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M57	
Chassis M57	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192202.0003.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M58	
Chassis M58	
Eixo Mandante_6_5_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192202.0004.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,5KW MM15-C-503-00	
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	
Motorização M59	
Chassis M59	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.1838192206.0002.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	
Motorização M60	
Chassis M60	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6205-2RS	
Motorização M61	
Chassis M61	
Eixo Mandante_6_2_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6202-2RS	
Rolamento 6306-2Z	
Motorização M62	
Chassis M62	
Base Apoio Transportadores	11
SEW_MT_i=15.84_PN_55.01010414.11.0001.02.30	1
Motorização M63	
Chassis M63	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=15.84_PN_55.01010414.11.0002.02.30	1
Rolamento 6202-2RS	
Rolamento 6306-2Z	
Rolamento 6205-2Z-C3	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M64	
Chassis M64	
Eixo Mandante_6_2_Pistas	
Eixo mandado_6_2_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1975999703.0001.14	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M65	
Chassis M65	
Eixo Mandante_14_6_Pistas	
Eixo mandado_14_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M66	
Chassis M66	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_14_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=32.48_PN_55.01010414.09.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	
Motorização M67	
Chassis M67	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=32.48_PN_55.01010414.10.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M68	
Chassis M68	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.7638956601.0001.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M69	
Chassis M69	
Eixo Mandante_14_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=67.20_PN_55.7638956601.0002.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2Z	
Rolamento 6010-2Z	
Rolamento 7304	
Rolamento 6306-2ZC3	
Vedante Ø50/80x10mm	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M70	
Chassis M70	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
Motorização M71	
Chassis M71	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
Motorização M72	
Chassis M72	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.06.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M73	
Chassis M73	
Eixo Mandante_4_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=67.20_PN_55.1838192203.0001.12.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2Z-C3	
Rolamento 6306-2ZC3	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M74	
Chassis M74	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M75	
Chassis M75	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_4_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	5
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M76	
Chassis M76	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	3
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.06.0002.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6010-2RS	
Rolamento 6010-2Z	
Rolamento 7304	
Rolamento 6306-2ZC3	
Vedante Ø50/80x10mm	
Vedante Ø30/47x7mm	

Motorização M77	
Chassis M77	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M78	
Chassis M78	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_4_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=44.22_PN_55.7376693804.0001.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M79	
Chassis M79	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.05.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M80	
Chassis M80	
Eixo Mandante_24_7_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	14
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6306-2Z	
Rolamento 6205-2Z-C3	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M81	
Chassis M81	
Eixo Mandante_24_11_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M82	
Chassis M82	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Eixo mandado_24_8_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
SEW_MT_i=47.32_PN_55.01010426.04.0006.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M83	
Chassis M83	
Eixo Mandante_14_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.02.0007.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M84	
Chassis M84	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_14_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=44.22_PN_55.7376693801.0001.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M85	
Chassis M85	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1

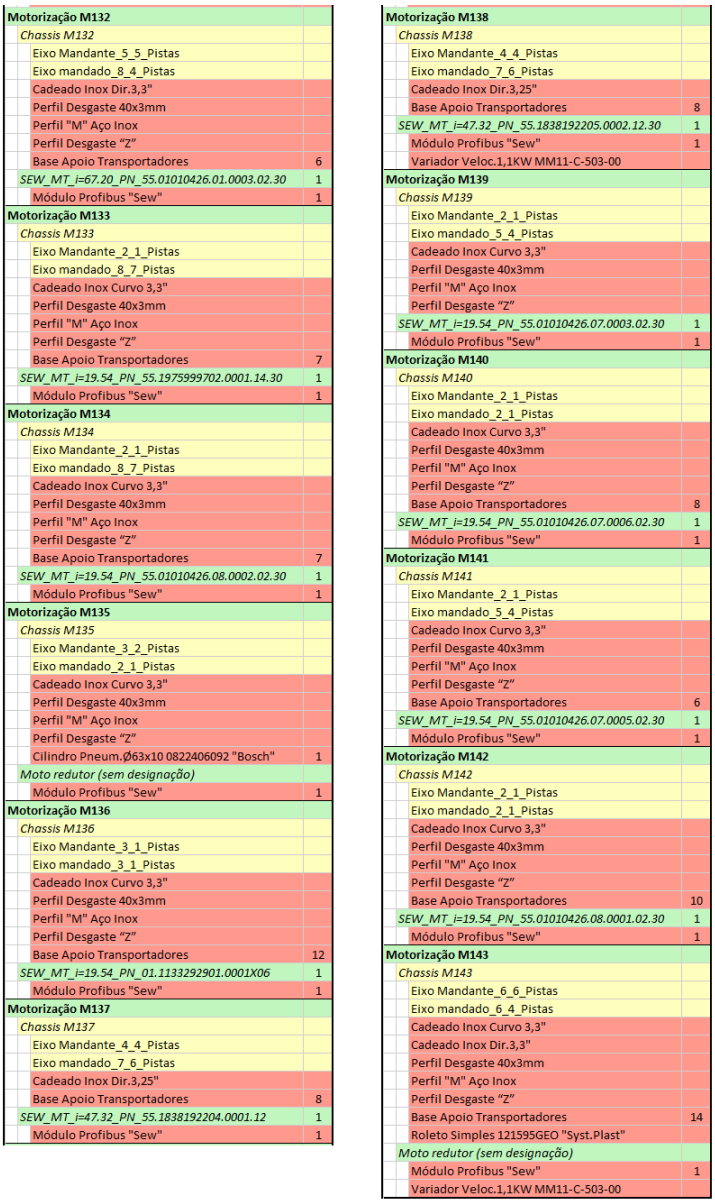
Motorização M86	
Chassis M86	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=47.32_PN_55.01010426.04.0008.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M87	
Chassis M87	
Eixo Mandante_16_4_Pistas_L5	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010701.02.0012.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M88	
Chassis M88	
Eixo Mandante Inliner_12_11_Pistas	
Eixo mandado_16_12_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M89	
Chassis M89	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=12.14_PN_55.01010414.04.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M90	
Chassis M90	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_14_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.05.0005.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M91	
Chassis M91	
Eixo Mandante_16_4_Pistas_L5	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.05.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M92	
Chassis M92	
Eixo Mandante Inliner_12_11_Pistas	
Eixo mandado_16_12_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=24.77_PN_55.7863088501.0001.20.20	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,5KW MM15-C-503-00	
Motorização M93	
Chassis M93	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=12.14_PN_55.01010426.11.0004.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M94	
Chassis M94	
Eixo Mandante_6_5_Pistas	
Eixo mandado_5_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.7605658401.0002.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M95	
Chassis M95	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_5_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=12.14_PN_55.01010426.11.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2Z-C3	
Rolamento 6306-2ZC3	
Motorização M96	
Chassis M96	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1946254701.0001.14.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M97	
Chassis M97	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010701.01.0005.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M98	
Chassis M98	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=14.24_PN_55.7376693803.0001.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M99	
SEW_MT_i=15.84_PN_55.01010426.10.0001.02.30	1
Motorização M100	
Chassis M100	
Eixo Mandante_6_2_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1752171702.0001.11.20	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M101	
Chassis M101	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_6_5_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=32.48_PN_55.01010426.12.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M102	
Chassis M102	
Eixo Mandante_6_5_Pistas	
Eixo mandado_5_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=12.14_PN_55.7605658401.0001.18.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M103	
Chassis M103	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_6_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=12.14_PN_55.01010426.11.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M104	
Chassis M104	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=14.24_PN_55.7388309401.0001.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø50/80x10mm	
Rolamento 6010-2Z	

Motorização M105	
Chassis M105	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=14.24_PN_55.7811250401.0001.19.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M106	
Chassis M106	
Base Apoio Transportadores	14
SEW_MT_i=15.84_PN_55.01010426.10.0002.02.30	1
Vedante Ø25/42x7mm	
Rolamento 6201	
Rolamento 6202-2RS	
Rolamento 6004-2RS	
Rolamento 6303-2Z-C3	
Motorização M107	
Chassis M107	
Eixo Mandante_6_2_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=19.54_PN_55.7386164201.0001.16.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M108	
Chassis M108	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Eixo mandado_6_5_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=32.48_PN_55.01010426.13.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M109	
Chassis M109	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Eixo mandado_14_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.02.0004.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M110	
Chassis M110	
Eixo Mandante_16_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=47.32_PN_55.1975999704.0001.14.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Rolamento 6205-2Z-C3	
Rolamento 6306-2ZC3	
Vedante Ø30/47x7mm	
Motorização M111	
Chassis M111	
Eixo Mandante_24_8_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=49.38_PN_55.01010426.14.0002.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M112	
Chassis M112	
Eixo Mandante_24_10_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	2
SEW_MT_i=256.47_PN_55.01010426.15.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M113	
Chassis M113	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Eixo mandado_24_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M114	
Chassis M114	
Eixo Mandante_16_6_Pistas	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
SEW_MT_i=47.32_PN_55.01010426.03.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M115	
Chassis M115	
Eixo Mandante_16_4_Pistas_L5	
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
SEW_MT_i=47.32_PN_55.01010426.04.0010.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M116	
Chassis M116	
Eixo Mandante_10_6_Pistas	
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=24.77_PN_55.1975999705.0001.14.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M117	
Chassis M117	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_10_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M118	
Chassis M118	
Eixo Mandante_12_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	
SEW_MT_i=44.22_PN_55.7376693801.0003.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Vedante Ø30/47x7mm	
Rolamento 6205-2RS	
Rolamento 6306-2RS	
Motorização M119	
Chassis M119	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=44.22_PN_55.7376693801.0002.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M120	
Chassis M120	
Eixo Mandante_10_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=44.22_PN_55.7376693801.0005.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M121	
Chassis M121	
Eixo Mandante_14_6_Pistas	
Eixo mandado_10_6_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.7386162901.0001.16.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M122	
Chassis M122	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_14_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=47.32_PN_01.1231012708.0001.08R	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M123	
Chassis M123	
Eixo Mandante_13_4_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=67.20_PN_55.7386157001.0001.16.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M124	
Chassis M124	
Eixo Mandante Inliner_9_8_Pistas	
Eixo mandado_13_9_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	4
SEW_MT_i=24.77_PN_01.1231012706.0001.08R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M125	
Chassis M125	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=44.22_PN_55.1761899102.0001.12.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M126	
Chassis M126	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M127	
Chassis M127	
Eixo Mandante_13_4_Pistas	
Eixo mandado_14_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=67.20_PN_55.7386163801.0001.16.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M128	
Chassis M128	
Eixo Mandante Inliner_9_8_Pistas	
Eixo mandado_13_9_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=24.77_PN_55.7386161401.0001.16.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M129	
Chassis M129	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	11
SEW_MT_i=19.54_PN_01.1231012703.0001.08R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M130	
Chassis M130	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=19.54_PN_55.0101042607.0002.02.30R	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M131	
Chassis M131	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=32.48_PN_01.1180498002.0002.07	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	



Motorização M132	
Chassis M132	
Eixo Mandante_5_5_Pistas	
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=67.20_PN_55.01010426.01.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M133	
Chassis M133	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_8_7_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=19.54_PN_55.1975999702.0001.14.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M134	
Chassis M134	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_8_7_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	7
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010426.08.0002.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M135	
Chassis M135	
Eixo Mandante_3_2_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Cilindro Pneum.Ø63x10 0822406092 "Bosch"	1
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M136	
Chassis M136	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Eixo mandado_3_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	12
SEW_MT_i=19.54_PN_01.1133292901.0001X06	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M137	
Chassis M137	
Eixo Mandante_4_4_Pistas	
Eixo mandado_7_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,25"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=47.32_PN_55.1838192204.0001.12	1
Módulo Profibus "Sew"	1

Motorização M138	
Chassis M138	
Eixo Mandante_4_4_Pistas	
Eixo mandado_7_6_Pistas	
Cadeado Inox Dir.3,25"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=47.32_PN_55.1838192205.0002.12.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	
Motorização M139	
Chassis M139	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_5_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010426.07.0003.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M140	
Chassis M140	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	8
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010426.07.0006.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M141	
Chassis M141	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_5_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	6
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010426.07.0005.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M142	
Chassis M142	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	10
SEW_MT_i=19.54_PN_55.01010426.08.0001.02.30	1
Módulo Profibus "Sew"	1
Motorização M143	
Chassis M143	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Eixo mandado_6_4_Pistas	
Cadeado Inox Curvo 3,3"	
Cadeado Inox Dir.3,3"	
Perfil Desgaste 40x3mm	
Perfil "M" Aço Inox	
Perfil Desgaste "Z"	
Base Apoio Transportadores	14
Roleto Simples 121595GEO "Syst.Plast"	
Moto redutor (sem designação)	
Módulo Profibus "Sew"	1
Variador Veloc.1,1KW MM11-C-503-00	

Figura E.1: Listas técnicas propostas por motorização.

Conjuntos de materiais	Qtd.
Eixo mandado_10_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_10_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_12_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_12_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_12_8_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	8
Eixo mandado_13_9_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	9
Eixo mandado_14_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_14_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_14_8_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	8
Eixo mandado_16_10_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	10
Eixo mandado_16_12_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	12
Eixo mandado_18_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_2_1_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	1
Eixo mandado_20_15_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	15
Eixo mandado_22_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_24_8_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	8
Eixo mandado_26_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_3_1_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	1
Eixo mandado_4_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_5_1_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_5_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_6_1_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	1
Eixo mandado_6_2_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	2
Eixo mandado_6_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_6_5_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	5
Eixo mandado_6_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_7_6_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	6
Eixo mandado_8_4_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	4
Eixo mandado_8_7_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	7
Eixo mandado_8_8_Pistas	
Roda Livre NSXT 820 T25 R40	8
Eixo Mandante Inliner_12_11_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	11
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante Inliner_9_8_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	8
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_10_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_10_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_11_7_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	7
Eixo Mandante_12_2_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	2
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_12_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_12_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_13_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_14_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_14_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_16_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_18_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_2_1_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	1
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_22_9_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	9
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_24_10_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	10
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_24_11_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	11
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_24_7_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	7
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_24_8_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	8
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_26_13_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	13
Eixo Mandante_26_9_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	9
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_3_1_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	1
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_3_2_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	2
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_4_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_5_5_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	5
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_6_2_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	2
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_6_5_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	5
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_6_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_7_7_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	7
Chumaceira Ø40mm	
Tampa Chumaceir.Ø40mm	
Eixo Mandante_8_4_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	4
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	
Eixo Mandante_8_6_Pistas	
Roda Dentada NS 815 T25 R40	6
Chumaceira Ø40 HCFL208	
Tampa Fechada p/Chumaceira Ø40	
Tampa Aberta p/Chumaceira Ø40	

Figura E.2: Listas técnicas propostas por conjunto de materiais.

Anexo F

Análise da criticidade das motorizações

A figura F.1 demonstra a ferramenta utilizada no processo de classificação da criticidade das motorizações.

A cada critério de classificação foi respondido "S"(sim) ou "N"(não) e, com recurso a funções do programa, o resultado era gerado e apresentado na coluna "Classificação".

A coluna "Teste/Observações"indica os campos a preencher aquando a introdução das respostas. Assim, que o teste se torna conclusivo surge a palavra "Completo", indicando não ser necessário introduzir mais informação. Caso o teste seja inconclusivo ou as respostas estejam fora da nomenclatura estipulada, a coluna indica a inviabilidade do teste.

Classificação ABC									*Classificação ABC*								
Motorização	Vageur	Retorno	Inliner	Unifilar	Garrafa cheia	Acesso, deteção e/ou correção	Classificação	Teste/ Observações	Motorização	Vageur	Retorno	Inliner	Unifilar	Garrafa cheia	Acesso, deteção e/ou correção	Classificação	Teste/ Observações
M1						S	B	Completo	M74					S		B	Completo
M2						S	B	Completo	M75					S		B	Completo
M3						S	B	Completo	M76					S		B	Completo
M4						S	B	Completo	M77					S		B	Completo
M5						S	B	Completo	M78					S		B	Completo
M6						N	C	Completo	M79					S		B	Completo
M7						N	C	Completo	M80					S		B	Completo
M8						N	C	Completo	M81					S		B	Completo
M9						S	B	Completo	M82					S		B	Completo
M10						S	B	Completo	M83					S		B	Completo
M11						S	B	Completo	M84					S		B	Completo
M12						S	B	Completo	M85					S		B	Completo
M14						S	B	Completo	M86					S		B	Completo
M15						S	B	Completo	M87					S		B	Completo
M17						N	C	Completo	M88				S			A	Completo
M18						N	C	Completo	M89					S		A	Completo
M19						N	C	Completo	M90					S		B	Completo
M20						S	B	Completo	M91					S		B	Completo
M21						S	B	Completo	M92				S			A	Completo
M22						S	B	Completo	M93					S		A	Completo
M23						S	B	Completo	M94			S				C	Completo
M24						N	C	Completo	M95					S		A	Completo
M25						N	C	Completo	M96					S		A	Completo
M26			S				A	Completo	M97					S		A	Completo
M27				S			A	Completo	M98					S		A	Completo
M28				S			A	Completo	M99	S						C	Completo
M29				S			A	Completo	M100					S		A	Completo
M30						N	C	Completo	M101						S	B	Completo
M31						N	C	Completo	M102			S				C	Completo
M32			S				A	Completo	M103					S		A	Completo
M33				S			A	Completo	M104					S		A	Completo
M34				S			A	Completo	M105					S		A	Completo
M35				S			A	Completo	M106	S						C	Completo
M36				S			A	Completo	M107					S		A	Completo
M37				S			A	Completo	M108						S	B	Completo
M38				S			A	Completo	M109						S	B	Completo
M39				S			A	Completo	M110						S	B	Completo
M40				S			A	Completo	M111						S	B	Completo
M41				S			A	Completo	M112						S	B	Completo
M42				S			A	Completo	M113						S	B	Completo
M43		S					C	Completo	M114						S	B	Completo
M44				S			A	Completo	M115						S	B	Completo
M45				S			A	Completo	M116						S	B	Completo
M46				S			A	Completo	M117						S	B	Completo
M47				S			A	Completo	M118						S	B	Completo
M48		S					C	Completo	M119						S	B	Completo
M49				S			A	Completo	M120						S	B	Completo
M50				S			A	Completo	M121						S	B	Completo
M51				S			A	Completo	M122						S	B	Completo
M52				S			A	Completo	M123						S	B	Completo
M53				S			A	Completo	M124				S			A	Completo
M54				S			A	Completo	M125					S		A	Completo
M55				S			A	Completo	M126					S		A	Completo
M56				S			A	Completo	M127						S	B	Completo
M57				S			A	Completo	M128				S			A	Completo
M58				S			A	Completo	M129					S		A	Completo
M59				S			A	Completo	M130					S		A	Completo
M60				S			A	Completo	M131						S	B	Completo
M61				S			A	Completo	M132						S	B	Completo
M62	S						C	Completo	M133		S					C	Completo
M63	S						C	Completo	M134		S					C	Completo
M64					S		B	Completo	M135		S					C	Completo
M65					S		B	Completo	M136		S					C	Completo
M66					S		B	Completo	M137		S					C	Completo
M67					S		B	Completo	M138		S					C	Completo
M68					S		B	Completo	M139		S					C	Completo
M69					S		B	Completo	M140		S					C	Completo
M70					S		B	Completo	M141		S					C	Completo
M71					S		B	Completo	M142		S					C	Completo
M72					S		B	Completo	M143		S					C	Completo
M73					S		B	Completo	M13						N	C	Completo
									M16						N	C	Completo

Figura F.1: Resultados obtidos da classificação ABC.

Anexo G

Análise FMEA

Tabela G.1: Análise FMEA realizada com recurso às avarias registadas desde 2013.

Componente	Função	Modo potencial de falha	Efeito potencial de falha	Índice de severidade	Causas potenciais de falha	Índice de ocorrência	Possibilidade de deteção	Índice de deteção	NPR	Ações que podem ser tomadas
Cadeado	Correia constituída por vários elos sobre os quais circulam as garrafas, garantindo assim o transporte das mesmas.	Cadeado solto ou cadeados sobrepostos	Estragos noutros componentes	7	Desalinhamento das rodas	7	Possibilidade de detetar a falha	5	245	Rotas para inspeção visual, sonora e térmica regulares, limpeza frequente e intervenções para reparação e substituição de componentes.
				7	Elos a mais	7	Possibilidade de detetar a falha	5	245	
				7	Elos danificados	8	Possibilidade de detetar a falha	5	280	
				7	Rodas danificadas	8	Possibilidade de detetar a falha	5	280	
				7	Perfis danificados	5	Possibilidade de detetar a falha	5	175	
			Transporte inadequado (pistas não transportam)	6	Desalinhamento das rodas	7	Possibilidade de detetar a falha	5	210	
				6	Elos a mais	7	Possibilidade de detetar a falha	5	210	
				6	Elos danificados	8	Possibilidade de detetar a falha	5	240	
				6	Rodas danificadas	8	Possibilidade de detetar a falha	5	240	
				6	Perfis danificados	5	Possibilidade de detetar a falha	5	150	
			Queda de garrafas	9	Desalinhamento das rodas	7	Possibilidade de detetar a falha	5	315	
				9	Elos a mais	7	Possibilidade de detetar a falha	5	315	
				9	Elos danificados	8	Possibilidade de detetar a falha	5	360	
				9	Rodas danificadas	8	Possibilidade de detetar a falha	5	360	
				9	Perfis danificados	5	Possibilidade de detetar a falha	5	225	
		Cadeado muito apertado	Estragos noutros componentes	7	Número insuficiente de elos	2	Possibilidade de detetar a falha	6	84	
			Queda de garrafas	9	Número insuficiente de elos	2	Possibilidade de detetar a falha	6	108	
		Atrito	Queda de garrafas	9	Lubrificação inadequada	7	Possibilidade de detetar a falha	6	378	
Veios	Acoplados aos motores, transmitem o movimento gerado por este às rodas que, por sua vez, transmitem aos cadeados.	Veio parado	Queda de garrafas	9	Veio fora de posição	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
				9	Desgaste do veio	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
			Paragem do transporte	9	Veio fora de posição	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
				9	Desgaste do veio	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
		Funcionamento deficiente	Queda de garrafas	9	Veio fora de posição	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
				9	Desgaste do veio	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	126	
			Transporte inadequado (encravamentos sucessivos)	7	Veio fora de posição	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	98	
				7	Desgaste do veio	2	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	98	
Transição entre mesas transportadoras	Zona de passagem entre as motorizações.	Desajustes	Queda de garrafas	9	Chapas de passagem danificadas ou desniveladas	6	Possibilidade de detetar a falha	5	270	
				9	Falta de chapas de passagem	4	Falha de fácil deteção, embora deteção possa não ser certa.	4	144	
				9	Velocidades desajustadas entre transportadores	7	Possibilidade de detetar a falha	5	315	
			Transporte inadequado (velocidades mais baixas)	7	Chapas de passagem danificadas ou desniveladas	6	Possibilidade de detetar a falha	5	210	
				7	Falta de chapas de passagem	4	Falha de fácil deteção, embora deteção possa não ser certa.	4	112	
				7	Velocidades desajustadas entre transportadores	7	Possibilidade de detetar a falha	5	245	
			Paragem do transporte	9	Velocidades desajustadas entre transportadores	7	Possibilidade de detetar a falha	5	315	
Guias	Barreiras colocadas nas bordas das mesas que guiam as garrafas e impedem a sua queda.	Guias desajustadas ou mal posicionadas	Queda de garrafas	9	Falta de elementos de fixação	5	Possibilidade muito pequena de detetar a falha	7	315	
				9	Desgaste das guias	4	Possibilidade de detetar a falha	5	180	
				9	Folga desadequada entre a guia e as garrafas	4	Possibilidade de detetar a falha	6	216	
			Transporte inadequado (rótulos marcados)	7	Folga desadequada entre a guia e as garrafas	4	Possibilidade de detetar a falha	6	168	
Moto redutor	Acionamento	Aquecimento	Paragem do transporte	9	Sujidade impede circulação de ar	5	Possibilidade de detetar a falha	5	225	
				9	Falta ou fuga de óleo	5	Possibilidade de detetar a falha	5	225	
				9	Má lubrificação	6	Possibilidade de detetar a falha	5	270	
				9	Componentes danificados	4	Possibilidade de detetar a falha	6	216	
			Transporte inadequado (afeta qualidade do produto, por exemplo nas rejeições)	8	Sujidade impede circulação de ar	5	Possibilidade de detetar a falha	5	200	
				8	Falta ou fuga de óleo	5	Possibilidade de detetar a falha	5	200	
				8	Má lubrificação	6	Possibilidade de detetar a falha	5	240	
		Carcaça ou botoneiras danificadas	Paragem do transporte	9	Desgaste da estrutura	1	Falha de fácil deteção, embora deteção possa não ser certa.	4	36	
			Transporte inadequado (capacidade reduzida)	7	Desgaste da estrutura	1	Falha de fácil deteção, embora deteção possa não ser certa.	4	28	

Anexo H

Listas de inspeção

As listas de inspeção apresentadas abaixo devem ser preenchidas durante as rotas de inspeção dos equipamentos.

As listas apresentam vários materiais e componentes constituintes dos transportadores de garrafas que deverão ser analisados visualmente. Ao ser encontrada alguma anomalia ou causa de uma potencial falha, esta deve ser indicada na ficha por meio da colocação de um "x"no campo em questão. Na ficha de inspeção com a linha parada, presente na figura H.2, caso a anomalia seja resolvida no momento, o campo deve ser assinalado com um círculo.

Na linha designada "Motorização", o técnico deverá colocar a identificação do equipamento que se encontra a observar. Dado que a linha possui 143 motorizações e cada folha dispõe de 25 colunas, nas inspeções semanais com a linha em funcionamento, deverão ser previamente entregues ao técnico 6 páginas para preenchimento sendo que 7 colunas deverão ficar em branco.

Deve também ser-lhe fornecida uma folha em branco. No caso de haver alguma ocorrência a indicar no campo "Outros", o técnico deverá indicar na folha em branco a descrição da ocorrência e a motorização em questão.

Já no campo "Transição entre motorizações"deverão ser indicadas irregularidades encontradas na passagem de uma mesa transportadora para outra. Assim, aconselha-se que ao invés da utlização do "x", neste campo seja indicada a motorização adjacente em questão.

Ao completar a inspeção de um equipamento, como forma de auxílio, o técnico deverá assinalar a primeira linha denominada "Inspeção completa".

Concluída a inspeção, as folhas deverão ser entregues ao responsável de manutenção que deverá preencher os campos a azul, "Verificação da inspeção". Aqui, ele poderá indicar a criticidade do equipamento, que deverá consultar na ferramenta desenvolvida e apresentada no anexo F, por forma a facilitar a criação das ordens de manutenção necessárias. Quando terminado o trabalho do responsável, ele poderá indicar com um "x"a conclusão da verificação.

Inspeção completa																													
Motorização																													
Chassis	**Eixo Mandante**	Rodas	Sujidade visível																										
			Vibração visível																										
		Chumaceira	Desgaste																										
			Lubrificação																										
	Eixo Mandado	Rodas livres	Não giram livremente																										
			Sujidade visível																										
	Cadea-do	Folga excessiva																											
		Solto das rodas																											
	Perfis	Desgate visível																											
	Bases	Desgaste																											
		Nivelamento																											
Moto redutor	Temperatura																												
	Botoneiras e/ou carcaça																												
	Fugas abundantes																												
Outros elementos a observar	Estado superficial das guias																												
	Queda de garrafas																												
	Estados dos rótulos																												
	Outro																												
Verificação da inspeção	*Criticidade da motorização*																												
	Inspeção verificada																												

.

Figura H.1: Folha de inspeção para ordens AM3 à rede de transportadores com a linha em funcionamento.

Inspeção completa				
Motorização				
Chassis	**Eixo Mandante**		Veio	
		Rodas	Desgaste	
			Sujidade	
			Vibração	
		Chumaceira	Desgaste	
			Lubrificação	
	Eixo Mandado		Veio	
		Rodas livres	Desgaste	
			Não giram livremente	
			Sujidade	
	Cadeado		Tensão	
			Desgaste	
			Espaçamento dos elos	
			Lubrificação	
			Alinhamento	
	Perfis		Folgas	
			Desgaste	
			Lubrificação	
	Bases		Desgaste	
			Nivelamento	
Moto redutor			Temperatura	
			Botoneiras e/ou carcaça	
			Nível do óleo do redutor	
			Fugas e vedantes	
Outros elementos a observar			Estado das guias	
			Estados dos rótulos	
			Transição entre motorizações	
			Outro	
Verificação da inspeção			*Criticidade da motorização*	
			Inspeção verificada	

.

Figura H.2: Folha de inspeção para ações durante as paragens programadas.

Anexo I

Procedimento para rotas com a linha em funcionamento

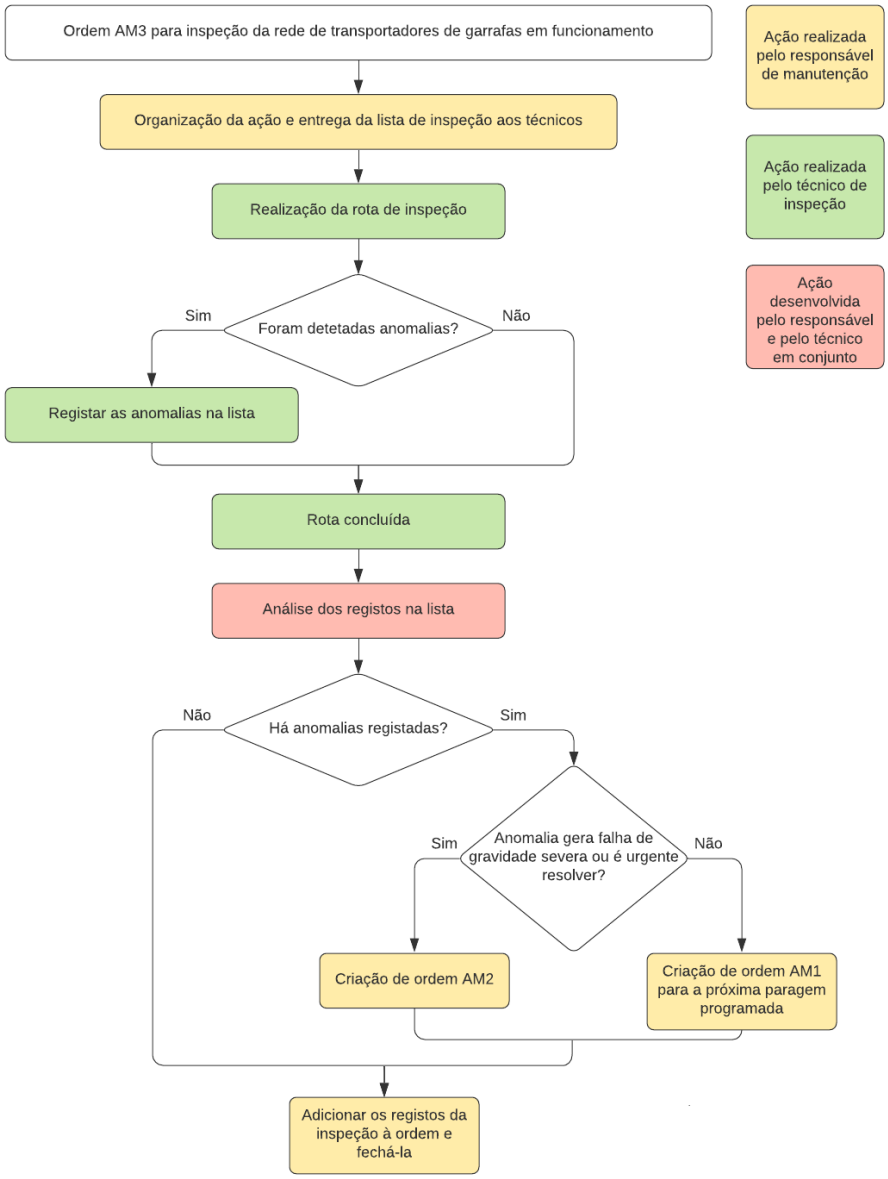


Figura I.1: Fluxograma do processo a executar durante as rotas de inspeção à rede de transportadores de garrafas, com a linha em funcionamento.

Anexo J

Procedimento para ordens durante paragem da linha

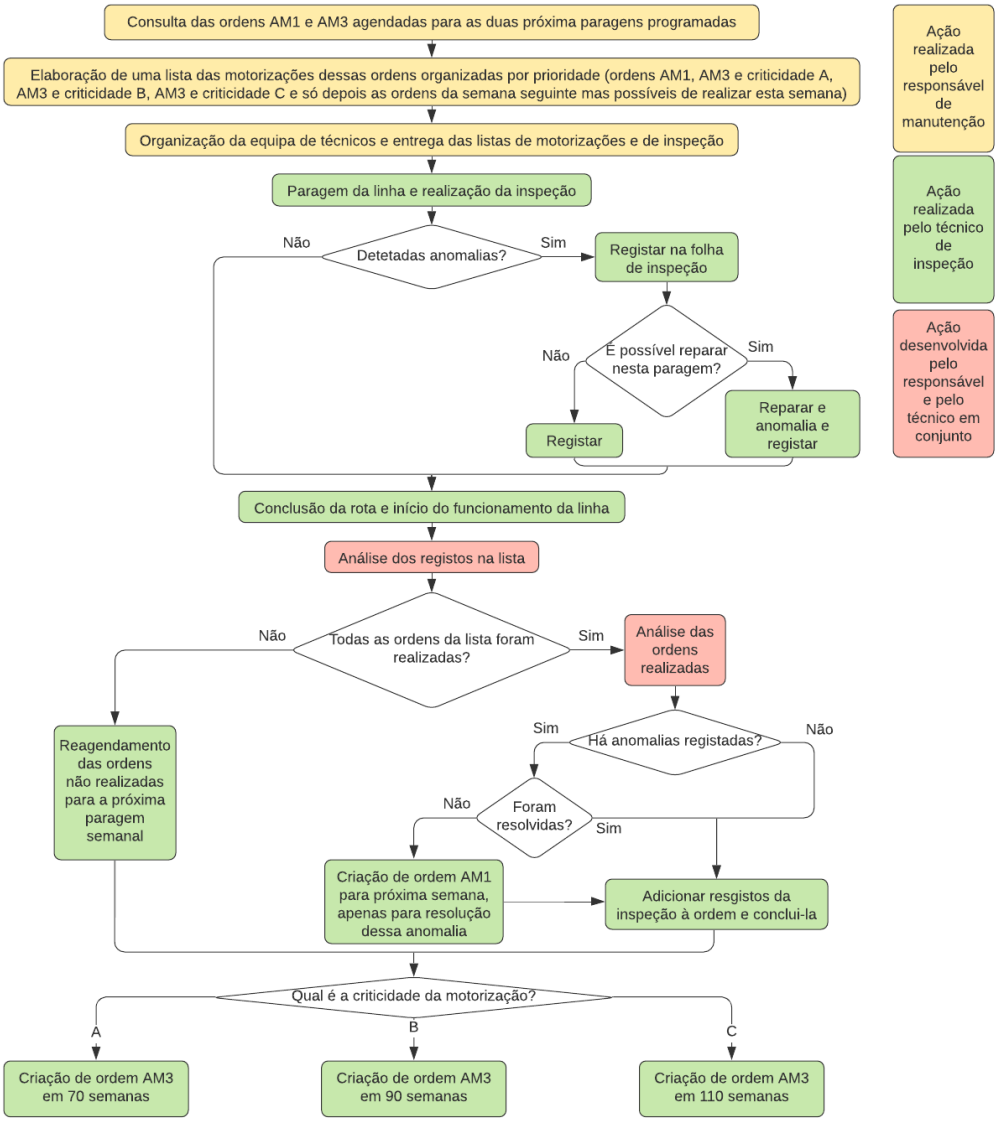


Figura J.1: Fluxograma do processo a executar durante a paragem semanal da linha.