

Avaliação do risco de falha de equipamento industrial de acabamento têxtil

Gonçalo Ferreira Duarte

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Doutor Jonas Lima

Orientador na MGC - Acabamentos Têxteis S.A.: Engenheiro Robert Silva



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Fevereiro 2021

*“Intelligence is the ability
to adapt to change”*

Stephen Hawking

Resumo

Atualmente, o desenvolvimento da tecnologia prospera a um ritmo exponencial. Qualquer organização que não tenha como objetivo uma metodologia de melhoria contínua, não consegue competir com as demais, tornando os seus processos obsoletos e ineficazes. A crise financeira vivida em Portugal nos últimos tempos salienta ainda mais a importância na eficiência dos processos. Como tal, são cada vez mais implementadas medidas que garantam qualidade no produto apresentado ao cliente, mas também associadas sempre ao menor custo possível.

No setor industrial, os equipamentos desempenham um papel preponderante, logo, existe necessidade de recorrer a metodologias de avaliação de risco para prevenir modos de falha, que podem colocar em causa a qualidade do produto ou até mesmo, em algumas situações, a paragem obrigatória da máquina. Esta dissertação apresenta uma avaliação de risco de falha do Pad-Steam, equipamento chave na MGC – Acabamentos Têxteis, S.A.. A ferramenta utilizada para identificação e análise de potenciais falhas é a metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Por último, é realizada uma proposta de *framework* de avaliação de risco de falha para utilização em futuros equipamentos da indústria têxtil.

Estruturalmente este projeto é constituído por sete fases. Na primeira fase é feita uma introdução ao tema e apresentados os principais objetivos da dissertação. Depois são abordados temas relevantes como a Manutenção e o Risco, mostrando conceitos e quais as metodologias que podem ser aplicadas. A apresentação dos processos e do objeto de estudo é realizada na fase seguinte. Posteriormente, é exposto o problema do caso de estudo, de modo a perceber a razão da sua existência e quais os indicadores a melhorar. Na quinta fase ocorre a apresentação e implementação das metodologias seguida de uma análise criteriosa dos resultados obtidos. O *framework* é realizado num dos últimos capítulos apresentando o procedimento de avaliação do risco de falha. A última fase a ser referenciada é a conclusão, onde constam as recomendações para futuros trabalhos.

Assim, para concluir, a utilização rigorosa da ferramenta FMEA resulta um aumento de produtividade da máquina como também uma diminuição nos custos de manutenção.

Abstract

Currently, the development of technology is prospering at an exponential pace. Any organization that does not have a continuous improvement methodology as its objective cannot compete with others, making its processes obsolete and ineffective. The financial crisis experienced in Portugal in recent times further highlights the importance of efficient processes. As such, measures are increasingly implemented to ensure quality in the product presented to the customer, but also always associated with the lowest possible cost.

In the industrial sector, the equipment plays a preponderant role, so there is a need to use risk assessment methodologies to prevent failure modes, which can jeopardize the quality of the product or even, in some situations, the mandatory stopping of the machine.

This work presents a failure risk assessment of Pad-Steam, key equipment at MGC - Acabamentos Têxteis, S.A. The tool used for the identification and analysis of potential failures was the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methodology. Finally, a proposal for a failure risk assessment framework was made for use in future equipment for the textile industry.

Structurally this project consists of seven phases. In the first phase an introduction to the subject is made and the main objectives of the dissertation are presented. Then relevant themes such as Maintenance and Risk are approached, showing concepts and which methodologies can be applied. The presentation of the processes and the object of study is carried out in the next phase. Afterwards, the problem of the case study is exposed, in order to understand the reason for this case study and the indicators that need to be improved. In the fifth phase the presentation and implementation of the methodologies is followed by a careful analysis of the results obtained. The framework is carried out in one of the last chapters presenting the proper failure risk assessment procedure. To finish, comes the conclusions and some recommendations for future work.

Thus, to conclude, the rigorous use of the FMEA tool results in an increase in machine productivity as well as a decrease in maintenance costs.

Agradecimentos

Apresento o meu reconhecimento e estima aos orientadores da dissertação, Professor Doutor Jonas Lima e Engenheiro Robert Silva, pela partilha do conhecimento e acompanhamento ao longo de todo o processo.

Agradecer também à Beatriz Carvalheira e Beatriz Lopes pela amizade duradoura e incondicional.

Seria um erro não mencionar, o meu grupo de amigos, tanto da FEUP como do Brasil, e agradecer por todos os momentos inesquecíveis, desde jantares no 7.8 às noites passadas no Santa Club.

Do meu grupo de amigos, de salientar a amizade do Zé Sousa, meu mentor, e da Cristina Ferreira por serem incansáveis e acompanharem todo o meu crescimento nesta fase da minha vida.

Um especial agradecimento à minha Ana Jones, por todo o companheirismo, amor e paciência, promovendo o desenvolvimento tanto profissional como pessoal. Que seja sempre assim.

Por último, mas não menos importante e sem necessitar de muitas palavras, agradecer à minha família que tornou tudo isto possível. Sem dúvida nenhuma os pilares da minha vida, Mãe, Pai e Maria.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto	1
1.2	A empresa	2
1.3	Objetivo do projeto	2
1.4	Método seguido no projeto	3
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Estado da Arte	5
2.1	Manutenção	5
2.1.1	Tipos de Manutenção	6
2.2	Risco	7
2.2.1	Conceito	7
2.2.2	Fases da Gestão de Risco	8
2.3	Métodos de avaliação de risco	9
2.4	Failure Mode And Effect Analysis	10
2.4.1	Conceito	10
2.4.2	Perspetiva histórica	10
2.4.3	Tipos	11
2.4.4	Metodologia	11
2.4.5	Vantagens e desvantagens	16
2.4.6	FMECA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis)	17
3	Caracterização da empresa, produto e processo	18

3.1	Processo industrial	18
3.1.1	Tecidos	18
3.1.2	Malhas	20
3.2	Pad-Steam	21
3.2.1	Ben Control	22
3.2.2	Painel de controlo P1	23
3.2.3	Painel de controlo P2	24
3.2.4	Painel de controlo P3	24
3.2.5	Introdução de mercadoria	24
3.2.6	Foulard Küsters DyePad	26
3.2.7	Unidade de vaporização REACTA-DLF	26
3.2.8	Equipamento de condicionamento de vapor	27
3.2.9	Extracta LK	29
3.2.10	Compressor de alto desempenho	31
3.2.11	Unidade de dosagem de produtos químicos	32
3.2.12	WUMAG – Secador cilíndrico	33
3.2.13	Saída de Mercadoria	34
3.3	Manwinwin	35
3.3.1	Parque de equipamentos	36
3.3.2	Gestão de trabalhos	36
3.3.3	Gestão de materiais	37
3.3.4	Custos de manutenção	38
3.3.5	Gestão de encomendas	38
3.3.6	Análise, relatórios e indicadores de Manutenção	39
4	Apresentação do caso de estudo e do problema	40
5	Apresentação da solução proposta	43
5.1	Elaboração das tabelas de deteção, ocorrência, severidade e do grau de risco	43
5.2	Análise da metodologia FMEA	46

5.2.1	Estado empresarial para aplicação do método	46
5.2.2	Aplicação da metodologia FMEA	47
5.3	Análise de resultados	48
5.4	Consumo de água excessivo e Lubrificação defeituosa	50
5.4.1	Consumo água	50
5.4.2	Lubrificação	55
5.5	Análise de vibrações	60
5.5.1	Processo	61
5.5.2	Procedimento de medição e critério	62
6	Framework	64
7	Conclusão	68
8	Anexos	72
8.1	Identificação de componentes	73
8.2	Aplicação do método FMEA	76
8.3	Plano preventivo Pad-Steam	100
8.3.1	Entrada de Mercadoria	100
8.3.2	Foulard Modelo Kusters	101
8.3.3	Vaporizador - REACTA	101
8.3.4	Caixas de lavagem - EXTRACTA	102
8.3.5	Espremedor (Compressor de alto rendimento)	104
8.3.6	Unidade de dosagem de químicos	104
8.3.7	WUMAG – TEXROLL (Secadeira)	105
8.3.8	Saída de mercadoria	106
8.3.9	Quadro elétrico	107
8.3.10	Equipamento condicionamento de vapor	107

Siglas

TMG - Têxtil Manuel Gonçalves

FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

NASA - National Aeronautics and Space Administration

ISO - International Organization for Standardization

FMECA - Failure Mode, Effect and Criticality Analysis

RPN - Risk Priority Number

MTBF - Mean Time Between Failures

Índice de Figuras

2.1	Os diferentes tipos de manutenção [1]	7
2.2	Fases da Gestão de Risco [2]	8
2.3	Etapas do método FMEA [3]	16
3.1	Fluxograma do processo na MGC-Acabamento Têxteis S.A.	21
3.2	Painel de controlo P1 e descrição dos componentes [4]	23
3.3	Painel de controlo P2 e descrição dos componentes [4]	24
3.4	Painel de controlo P3 e descrição dos componentes [4]	24
3.5	Setor de introdução de mercadoria e descrição dos componentes [4]	25
3.6	Foulard Küsters DyePad e descrição dos componentes [4]	26
3.7	Vaporizador e descrição dos componentes [4]	27
3.8	Equipamento de condicionamento de vapor e descrição dos componentes [4]	28
3.9	Caixas de lavagem e descrição dos componentes [4]	29
3.10	Regra de Codificação [4]	30
3.11	Disposições possíveis nas caixas de lavagens [4]	30
3.12	Caixa de lavagem da Pad-Steam [4]	31
3.13	Compressor de alto rendimento e descrição dos componentes [4]	32
3.14	Unidade de dosagem de produtos químicos e descrição dos componentes [4]	33
3.15	Secador cilíndrico e descrição dos componentes [4]	34
3.16	Setor de saída de mercadoria e descrição dos componentes [4]	35
3.17	Visualização do módulo Parque de equipamentos [5]	36
3.18	Visualização do módulo Gestão de trabalhos [5]	37
3.19	Visualização do módulo Gestão de materiais [5]	37

3.20	Visualização do módulo Custos de manutenção [5]	38
3.21	Visualização do módulo Gestão de encomendas [5]	39
3.22	Visualização do módulo Analise, relatórios e indicadores de Manutenção [5]	39
4.1	Situação atual do departamento de Manutenção [5]	40
4.2	Distribuição da manutenção do Pad-Steam [6]	41
4.3	Custo associado às manutenções do Pad-Steam [6]	42
5.1	Distribuição da avaliação das falhas recolhidas [6]	46
5.2	Distribuição da avaliação das falhas recolhidas após aproveitamento de falhas com dados incompletos [6]	47
5.3	Distribuição do grau de risco nas diferentes falhas [6]	48
5.4	Distribuição das falhas nas diferentes seções do Pad-Steam [6]	49
5.5	Distribuição do custo de reparação [6]	49
5.6	Consumo de água na Pad-Steam em 2019 [7]	51
5.7	Consumo de água na Pad-Steam em 2020 [7]	52
5.8	Válvula de evacuação deformada	53
5.9	Consumo de água após substituição da válvula de evacuação e da atualização do software [7]	53
5.10	Visualização do Vaporizador no monitor do Pad-Steam	54
5.11	Consumo de água após a ativação da válvula G17 [7]	55
5.12	Redutores dos rolos curvos	56
5.13	Niple de lubrificação do rolo curvo	57
5.14	Rolo curvo na Saída da Mercadoria	58
5.15	Custo de manutenção dos rolos curvos com lubrificação defeituosa	59
5.16	Custo de manutenção previsto com lubrificação correta	59
5.17	Distribuição dos modos de falha [6]	60
5.18	Fluxograma do processo de Análise de Vibrações [8]	61
5.19	Sensor de medição [9]	61
5.20	Analizador de Vibrações [9]	62
5.21	Instalação dos sensores de vibração [10]	62

Índice de Tabelas

1.1	Método seguido no projeto	3
2.1	Índice de Severidade [11]	13
2.2	Índice de Ocorrência [11]	14
2.3	Índice de Detecção [11]	15
5.1	Tabela de Ocorrência Modificada	44
5.2	Tabela de Severidade Modificada	45
5.3	Tabela de Detecção [11]	45
5.4	Tabela de Grau de Risco [12]	46
5.5	Tabela de verificação do estado dos rolamentos [9]	63

Introdução

Este projeto é desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Dissertação no primeiro semestre do ano letivo 2020/2021 do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica com especialização no ramo de Gestão de Produção na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A dissertação é intitulada por “Avaliação do risco de falha de equipamento industrial de acabamento têxtil” e é realizada em contexto empresarial, sendo a empresa denominada por MGC – Acabamentos Têxteis, S.A. do grupo TMG (Têxtil Manuel Gonçalves) localizada em Ronfe, Guimarães.

1.1 Enquadramento do projeto

Em qualquer projeto, independentemente da sua natureza, são tomadas decisões que envolvem riscos. A probabilidade de uma dada atividade falhar existe e é necessário analisar os vários cenários que podem enquadrar essa possibilidade para que seja possível estar preparado para responder da melhor forma, caso tal se verifique. [13]

O Departamento de Manutenção é o principal responsável pela avaliação do risco. Atualmente, esta seção demonstra um aumento significativo de valor devido à sua abrangência. Produtividade, segurança, ambiente e qualidade do produto final são áreas relacionadas com a manutenção e que, devido à constante competitividade empresarial, cada vez mais tem de apresentar maior produtividade com redução de custos associada.

O Pad-Steam, máquina crítica ao qual vai ser realizado a avaliação de risco de falha, não tinha praticamente nenhum plano preventivo. Como tal, ao longo desta dissertação, é realizada uma avaliação de risco de falha através da metodologia FMEA a todas as unidades da máquina, mostrando quais as principais falhas que podem ocorrer, sendo, no final desta análise, elaborado um plano preventivo de modo a prevenir as falhas. A falha de um componente pode causar danos num processo inteiro, como o contrário pode aumentar a operacionalidade da máquina e, conseqüentemente, a sua produtividade.

Conforme mais à frente apresentado, o funcionamento do departamento de Manutenção da MGC-Acabamentos Têxteis S.A. é maioritariamente constituído por manutenções corretivas, algo que é muito dispendioso para as empresas. O facto de este departamento ser quase inexistente durante alguns anos implica que todos os dias seja uma “corrida contra o tempo”, efetuando reparações às falhas diárias para que as máquinas não parem de produzir. As manutenções preventivas ficam por vezes atrasadas originando assim

mais falhas, sendo esta situação um processo contínuo. De modo a contrariar este facto e devido à escassez de planos preventivos nas restantes máquinas industriais, é realizado nesta dissertação um *framework* de avaliação do risco de falha para aplicação nas restantes máquinas industriais, tendo como objetivo final a obtenção de planos preventivos de modo a melhorar a situação atual da empresa.

1.2 A empresa

Em 1963, a empresa foi fundada pelo Sr. Manuel Gonçalves, pela “Sociedade Teixeira de Melo & Filhos, Lda.” e pelo Eng.^o Eurico de Melo. Nesta primeira fase era denominada por “Melo & Gonçalves, Lda.” e a sua produção destinava-se à TMG e à Somelos. A ligação da empresa e da Somelos, com o decorrer dos anos, acabou por desaparecer, levando a que a produção existente fosse dirigida única e exclusivamente para a TMG.

Em 1973, a organização foi incorporada no grupo TMG e, em 1991, ocorre a alteração do nome da empresa para “TMG – Acabamentos Têxteis S.A.”.

Por último, em agosto de 2017, com uma parceria por parte da “TMG – Acabamentos Têxteis S.A.” e da “Pincroft Dyeng & PintingCo Ltd”, resultou a criação da “MGC Acabamentos Têxteis S.A.”. Esta nova empresa está sediada em Ronfe – Guimarães e encontra-se no setor de Branqueamento e Tingimento.

A “MGC Acabamentos Têxteis S.A.” é constituída por cerca de 150 funcionários que operam em três turnos diários nas diferentes seções (Preparação, Tinturaria e Acabamento). A produção trabalha 24h/24h durante cinco dias por semana.

Os produtos resultantes têm como principal destino a confeção de vestuário e decoração, sendo a qualidade como um dos fatores primordiais.

1.3 Objetivo do projeto

Um dos objetivos principais desta dissertação é a obtenção de um plano preventivo para o Pad-Steam. Para realizar o plano preventivo mais adequado ao produto em questão é realizada uma avaliação do risco de falha, tendo em conta falhas ocorridas e potenciais falhas, segundo a metodologia FMEA. Esta metodologia permite perceber em que componentes são suscetíveis a ocorrência de falhas, originando assim as manutenções preventivas com a periodicidade apropriada.

No final da dissertação é realizado o segundo objetivo da dissertação: o *Framework*. Dado que na MGC-Acabamentos têxteis S.A. existe um plano preventivo escasso na maioria das máquinas industriais, o objetivo do departamento de manutenção é a implementação de medidas preventivas em outros equipamentos industriais através do *framework* apresentado, referenciando os principais passos e métodos a utilizar.

1.4 Método seguido no projeto

Na fase inicial do projeto foram definidas as etapas necessárias, bem como os prazos para uma melhor realização da dissertação. Através da seguinte tabela, é apresentado o método que foi seguido, mostrando as diferentes fases do projeto:

TAREFA	DURAÇÃO (SEMANAS)	DESCRIÇÃO
1	1	Integração e acolhimento à unidade fabril
2	1	Conhecer os processos produtivos existentes
3	1	Conhecer o equipamento chave existente e analisar a sua caracterização
4	2	Conhecer a aplicação para gestão da manutenção existente – Manwinwin
5	3	Identificação de modos de falha
6	3	Fazer análise de risco com base na informação recolhida
7	3	Investigação de métodos a implementar
8	4	Ajustar e realização do framework da avaliação de risco

Tabela 1.1: Método seguido no projeto

Na primeira semana foi realizada a apresentação da empresa e dos colaboradores, através de visitas guiadas e reuniões.

Seguidamente, foi recebida documentação para leitura, tendo como objetivo o conhecimento dos processos existentes na empresa e também das diferentes zonas produtivas. Após perceber o funcionamento geral da empresa e estando apto para a etapa seguinte, foi apresentado o Pad-Steam, como também toda a documentação inerente ao produto, como por exemplo, o manual.

A quarta tarefa é denominada por “Conhecer a aplicação para gestão da manutenção existente – Manwinwin”. Nesta tarefa ocorreu o primeiro contacto com o software usado na empresa, visando adquirir conhecimento em temas como Gestão de stocks, Encomendas e, o mais importante, Gestão da Manutenção (Manutenção Preventiva e Corretiva).

Posteriormente, foram identificadas as falhas, tanto as que ocorreram como as que podem vir a ocorrer, através da informação recolhida pelo manual, pelo software Manwinwin e pelos equipamentos semelhantes existentes na empresa. Tendo finalizada a tarefa anterior, ocorreu a análise do risco de falha, através da aplicação da metodologia FMEA. Com os resultados obtidos com aplicação do método, elaborou-se o plano preventivo de modo a prevenir as falhas identificadas em etapas anteriores.

Por último, foram feitos os últimos ajustes, ocorrendo também a realização do *framework* de avaliação do risco de falha.

1.5 Estrutura da dissertação

No presente capítulo é efetuado um enquadramento geral do tema da dissertação, focando-se nos objetivos principais, metodologias e estrutura do projeto.

No capítulo II, é realizado um estado de arte onde é efetuada uma abordagem ao tema da Manutenção, referenciando os diferentes tipos de manutenção. Neste capítulo é também referenciada a avaliação de risco de falha, sendo apresentados alguns conceitos importantes e também as metodologias que podem ser utilizadas.

No capítulo seguinte é realizada uma apresentação dos processos de fabrico da MGC – Acabamentos Têxteis, S. A. e também uma análise mais pormenorizada da máquina à qual é, posteriormente, realizada a avaliação do risco no Pad-steam. O software utilizado pelo departamento para gerir todo o processo é também apresentado neste capítulo. O capítulo IV descreve a situação inicial no Departamento de Manutenção, onde decorre o projeto. É ainda apresentado o problema que deu origem a esta dissertação.

No capítulo V, ocorre a apresentação e desenvolvimento das metodologias escolhidas para alcançar os objetivos propostos. Nesta capítulo são elaboradas tabelas de avaliação para o FMEA com recurso ao programa Microsoft Excel para uma melhor análise e discussão de resultados.

Um dos objetivos principais do trabalho é apresentado no capítulo VI: *Framework*. Nesta seção é feita uma análise de todo processo executado anteriormente da qual resulta um procedimento para uma metodologia de avaliação do risco de falha.

Para terminar, no capítulo VII, é elaborada uma síntese do trabalho desenvolvido, referindo as principais conclusões, consequentes de toda a dissertação e também possíveis sugestões para trabalhos futuros.

2

Estado da Arte

Este capítulo está dividido em três seções. A primeira seção dedica-se à apresentação da área da Manutenção, referindo alguns conceitos, como o papel que este setor desempenha nas empresas e os diferentes tipos de manutenção.

Seguidamente, é apresentado o conceito de Risco. No contexto do tema da dissertação é importante entender em que consiste o Risco, as suas diferentes fases como também os diferentes métodos, de modo a ser escolhida a metodologia mais adequada ao projeto.

Por último, é efetuada uma apresentação mais pormenorizada do método escolhido para realizar um dos objetivos desta dissertação: a Avaliação de risco de falha. O conceito, perspetiva histórica, vantagens e desvantagens e o procedimento são tópicos que serão abordados ao longo desta seção.

2.1 Manutenção

Todo o processo industrial tem por objetivo empregar o capital mínimo em instalações, maquinaria e mão-de-obra, tendo sempre em conta a qualidade e quantidade do produto desejados. Para um bom funcionamento das máquinas é necessário que sejam efetuadas reparações, inspeções, rotinas preventivas, substituições de órgãos e de peças, mudanças de óleo, limpezas, pinturas, ações de melhoria, entre outras. Este conjunto de ações constitui aquilo a que se chama **Manutenção**.

Os objetivos da manutenção industrial têm que ser ligados aos objetivos globais da empresa já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo por via tanto da sua influencia no volume e na qualidade da produção como do seu custo. O segredo está em encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa. [14]

Segundo Cabral [15], durante um longo período, a manutenção não foi considerada com a devida importância na função produtiva, como poderemos verificar com o decorrer da dissertação. O começo da valorização desta área deveu-se às crescentes exigências das Normas de Qualidade, referente à manutenção dos equipamentos produtivos, e ao contributo no desempenho produtivo das empresas.

Segundo Norma Portuguesa [16], Manutenção tem a seguinte definição:

“É a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida.”

A manutenção corresponde a um conjunto de operações, que têm como objetivo o bom funcionamento dos equipamentos e das instalações, garantindo que estas são interveni-onadas no tempo devido, de forma a evitar que estas avariem ou que diminuam o seu rendimento. Esta manutenção trata-se da combinação de tarefas de gestão, técnicas e económicas, aplicadas com vista à otimização dos seus ciclos de vida. [17]

Para Cabral [15] o segredo da manutenção está em encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade da empresa.

2.1.1 Tipos de Manutenção

Devido à manutenção não ser efetuado sempre nas mesmas condições e por ter características que variam, foi necessário definir variados tipos de manutenção:

Manutenção Corretiva

“É a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor o bem num estado que possa realizar uma função requerida.” [16]

É, portanto, uma manutenção não planeada. Podendo ser apresentada de duas formas, a Paliativa ou Curativa.

Manutenção Corretiva Paliativa

A manutenção paliativa é um dos tipos de manutenção corretiva. Esta manutenção é executada após a ocorrência de avarias, sendo neste caso o objetivo imediato a reposição em funcionamento das instalações ou equipamentos, ficando a resolução final da avaria adiada para um futuro em que o funcionamento das instalações/equipamentos não seja já tão crítico. [14]

Manutenção Corretiva Curativa

Assim como a manutenção paliativa, a reparação é realizada após a avaria, sendo que o objetivo é a qualidade da manutenção e a fiabilidade do componente, diferindo assim da manutenção paliativa.

Manutenção Preventiva

“Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem.” [16]

A manutenção preventiva tem como objetivo a substituição de equipamentos antes que a falha ocorra, sendo efetuada com uma periodicidade adequada.

Manutenção Preventiva Sistemática (Periódica)

“Manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo

um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem.” [16]

A manutenção sistemática, é uma atividade planeada onde são efetuadas medições, ajustes e se necessário a substituição de peças.

A atividade é realizada consoante um programa pré-estabelecido a partir da experiência do técnico de manutenção da empresa, recomendações do fabricante ou referencias externas efetuando um estudo da probabilidade destas ocorrências. [14]

Manutenção Preventiva Condicionada

Compreende as ações de manutenção que são desencadeadas quando se atingem valores críticos de parâmetros associados ao funcionamento do equipamento e que refletem o seu estado. Esta forma de manutenção requer uma vigilância periódica ou permanente dos equipamentos, através de sensores adequados, cuja informação é confrontada com valores de alarme predefinidos. Quando se alcançam os valores de alarme é programada a intervenção de manutenção. Exemplos simples deste tipo de manutenção são a substituição das pastilhas de travão ou o controlo de nível de óleo, quando avisadores luminosos informam que se está a atingir o limite de utilização das pastilhas ou que se atingiu o nível mínimo de óleo. [18]

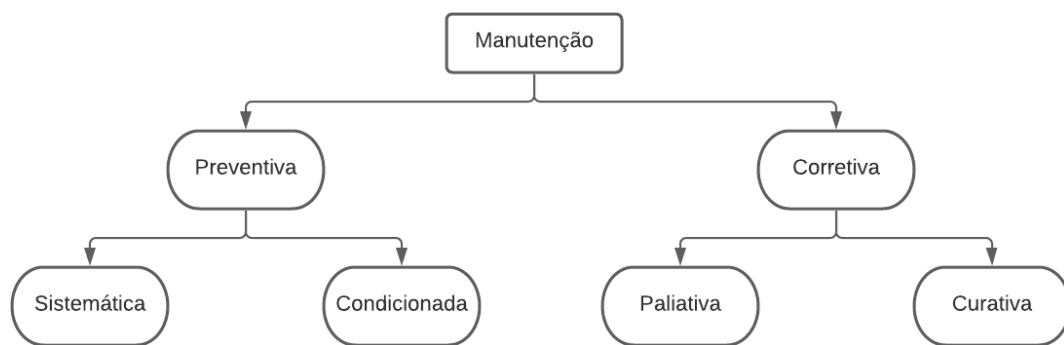


Figura 2.1: Os diferentes tipos de manutenção [1]

2.2 Risco

Atualmente, o Risco é inerente a qualquer negócio em qualquer setor. Por muito que o produto ou processo seja diferenciado, há sempre um risco associado. É importante que a instituição tenha esta noção o mais cedo possível, para conseguir planear e gerir melhor esse risco.

2.2.1 Conceito

Para uma melhor compreensão desta análise, seguem-se as definições, segundo a Norma Portuguesa:

Risco – combinação de probabilidade e da(s) consequência(s) da ocorrência de um

determinado acontecimento perigoso . [19]

Gestão de Risco – atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que respeita ao risco. [20]

Gestão de Risco é, portanto, um projeto que envolve sobretudo um plano preventivo para se poder antecipar a possíveis falhas. Esta estratégia, além da implementação de medidas preventivas, visa também a melhoria contínua dos processos.

2.2.2 Fases da Gestão de Risco

A Gestão de Risco, que foi anteriormente mencionada, é composta pelas seguintes fases:

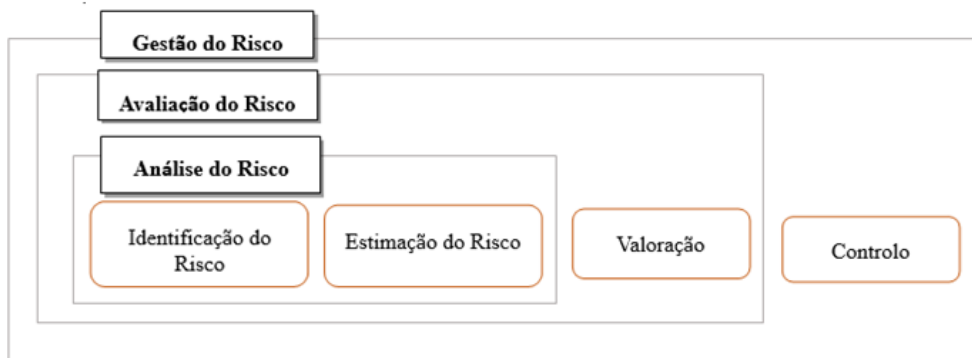


Figura 2.2: Fases da Gestão de Risco [2]

A primeira fase é denominada por Análise de Risco. Nesta fase, as duas principais etapas são:

- **Identificação do Risco:** o reconhecimento das possíveis falhas que um equipamento possa ter é crucial para o desenvolvimento da Gestão de Risco. Uma vasta gama de falhas leva a um consequente aumento de medidas de prevenção, diminuindo assim a probabilidade de ocorrência de falhas. Nesta etapa são utilizados manuais de instruções de máquinas, dados estatísticos ou entrevistas aos colaboradores visando obter o máximo de informação possível para ser analisada. Ainda neste ponto, é pretendido apurar possíveis causas e consequências das respetivas falhas;
- **Estimação do risco:** esta etapa baseia-se na quantificação da magnitude da falha. Para tal, é calculada a probabilidade de ocorrência da falha da qual se obtém os riscos mais críticos nos equipamentos;

Seguidamente, a fase Avaliação de Risco, que contempla apenas uma etapa:

- **Valoração:** O grande propósito é avaliar a grau de risco, comparando o valor obtido na fase de análise de risco com determinadas tabelas de referência de forma a estabelecer o grau de aceitabilidade do mesmo [21];

A última etapa para concluir a Gestão de Risco é denominada por Controlo.

- **Controlo:** Uma das principais medidas a tomar passa pela prevenção dos riscos, no entanto na prática torna-se muitas vezes impossível prevenir todos os riscos. Assim, em casos em que não é possível eliminar o risco de ocorrência da falha, os seus efeitos negativos devem ser minimizados e controlados [22];

2.3 Métodos de avaliação de risco

As metodologias de avaliação de risco têm que ser estruturadas e suficientemente detalhadas para possibilitar um melhor controlo através de manutenções preventivas.

Neste momento, existe três tipos de modelos para avaliação de risco:

- **Métodos de avaliação qualitativos:** A aplicação de métodos qualitativos de estimativa e valoração de riscos profissionais têm por base o histórico dos dados estatísticos de cada risco profissional (estatística da sinistralidade da empresa, relatórios de acidentes e incidentes, estatística da sinistralidade do sector de atividade, etc.) ou a opinião de pessoas experientes, dos trabalhadores e dos seus representantes quanto ao esperado relativamente a determinado risco profissional. [23]
- **Métodos de avaliação quantitativos:** São métodos que visam obter uma resposta numérica da magnitude do risco, pelo que, o cálculo da probabilidade faz recurso a técnicas sofisticadas de cálculo que integram dados sobre o comportamento das variáveis em análise. A quantificação da gravidade recorre a modelos matemáticos de consequências, de forma a simular o campo de um dado agente agressivo e o cálculo da capacidade agressiva em cada um dos pontos desse campo, estimando então os dados esperados . [2]
- **Métodos de avaliação semi-quantitativos:**
Este método é um método intermediário. Quando a avaliação efetuada pelos métodos qualitativos é insuficiente para obter a adequada valoração dos riscos e, a complexidade subjacente aos métodos quantitativos não justifica o custo associado, deve recorrer-se aos métodos semi-quantitativos. [24]

As falhas podem ser analisadas por vários métodos, como vimos anteriormente, qualitativos, quantitativos e semi-quantitativos. Métodos que são apenas qualitativos e descritivos tendem a produzir uma avaliação de risco mais subjetiva. O método quantitativo consegue eliminar muita informação e é demorado bem como complicado, descrever os riscos numa organização. A medição semi-quantitativo combina tanto o quantitativo como o qualitativo.

Como se trata de uma dissertação na área de engenharia, a solução proposta nesta dissertação tinha de ser mensurável e como todo o processo é baseado em dados estatísticos e completado com opiniões de pessoas experientes e de trabalhadores, considerou-se o FMEA como uma das ferramentas adequadas para atingir os objetivos propostos.

Segundo Stamatis [25], define FMEA como uma técnica de engenharia usada para definir identificar e eliminar falhas, problemas e erros conhecidos e/ou potenciais de processos ou produtos.

2.4 Failure Mode And Effect Analysis

2.4.1 Conceito

Em todas as empresas existem produtos ou processos que têm riscos de falhas associados. Nos dias de hoje, cada vez mais existe preocupação na minimização dos riscos de maneira a que afete o mínimo possível financeiramente. Um dos métodos utilizados é designado por FMEA, Failure Mode And Effect Analysis. Nesta metodologia são analisadas as falhas que poderão ocorrer, bem como as suas causas e efeitos nos produtos ou processos das empresas. É um processo preventivo, tentando diminuir os custos de manutenção corretiva através da aplicação de medidas preventivas proveniente da avaliação das falhas, tentando minimizar os riscos ou até mesmo extingui-los, se assim for possível.

A este método é acoplado uma análise crítica a cada uma das falhas, levando ao FMECA. Para cada falha é efetuada uma avaliação quanto à severidade, ocorrência e detectabilidade, de acordo com parâmetros de referência. A análise de criticidade é realizada pelo RPN, Risk Priority Number, que resulta da multiplicação destes três fatores mencionados acima, permitindo uma priorização das falhas a serem analisadas. As falhas que obtivessem um valor de RPN elevado necessitariam de um tratamento ou de uma análise preventiva mais urgente do que uma falha que tivesse um valor de RPN mais reduzido.

Apesar de serem dois métodos distintos, com o passar do tempo, a FMEA passou a abranger as ideias do FMECA, onde a avaliação da criticidade lhe está associada.

2.4.2 Perspetiva histórica

A metodologia do FMEA passou por diversos setores, sendo desenvolvido em cada um deles, até chegar ao procedimento FMEA usada nos dias de hoje. Através da perspetiva histórica que vai ser apresentada, pode-se entender a grande variedade de setores onde o FMEA pode ser aplicado.

Em 1949, foi efetuada a primeira abordagem por parte do exército Norte-Americano MIL-P-1629. O procedimento foi intitulado de “Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis” e baseava-se na identificação de falhas dos equipamentos e seus efeitos. [26]. A análise efetuada permitia concluir se a ocorrência da falha poria em causa o sucesso da missão ou a segurança dos militares. [12]

Foi durante a década de 60 que surgiu a aplicação do FMEA numa indústria, neste caso foi a aeroespacial. A NASA utilizou a metodologia no programa APOLLO, que visava garantir todas as exigências relativas à segurança através da análise de falha de todos os componentes e seus efeitos. [27]

A implementação da norma ISO 9000, em 1988, pela Organização Internacional de Normalização (ISO), forçou as organizações a desenvolverem sistemas de gestão de qualidade focados nas necessidades, exigências e expectativas dos consumidores. A QS 9000, analogia da ISO 9000 na indústria automóvel, foi criada com o objetivo de normalizar os sistemas de qualidade dos fornecedores graças à cooperação entre Chrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation. Assim, esta norma exigiu que as empresas necessitassem de planeamentos que visassem a gestão e controlo de qualidade, sendo uma delas o FMEA. [26]

Analisando o percurso histórico, é possível verificar uma evolução na importância da metodologia. A implementação de normas que visam garantir mais fiabilidade e mais eficiência tanto nos produtos como nos processos, elevaram esta metodologia para os diversos setores. Apesar de ter sido impulsionado pela indústria aeroespacial e automóvel, o FMEA é, atualmente, aplicado em indústrias elétricas, químicas, farmacêuticas, têxteis e na construção civil. De salientar que apesar de ser um método bastante utilizado na indústria também é usado no setor hospitalar bem com setores de desenvolvimento de produtos, sendo sempre o objetivo analisar as falhas e os seus efeitos nos equipamentos ou processos.

2.4.3 Tipos

A caracterização do FMEA depende do fim a que se destina. [26] A informação relativa aos tipos de FMEA não é consensual, apesar de existir alguns que se destacam. Alguns autores referem quatro tipos: Sistema, Produto, Processo e Serviço. Por outro lado, outros autores defendem a existência de três tipos: Sistema, Produto e Processo. No entanto, as categoriais mais consensuais são o FMEA de Produto e Processo.

O FMEA de Produto, ou também conhecido como FMEA de Projeto, visa analisar o produto antes da sua produção e/ou analisar produtos já em fase de produção, como é o caso das máquinas, ferramentas ou componentes. São analisados os modos de falha causados por seleção de matérias inadequados ou outro tipo de seleções que possam condicionar o produto final. [26] Este tipo de FMEA permite verificar se o produto é capaz de cumprir todos os requisitos estabelecidos e ainda verificar quais as necessidades de correção prioritárias, identificando assim aspetos críticos que aumentem a fiabilidade do produto em causa.

O FMEA de Processo, como diz o nome, foca-se no processo, quer seja na conceção, fabricação ou montagem. Este tipo metodologia permite analisar o processo como um todo ou também por etapas, tendo como objetivo a obtenção de potenciais falhas resultantes de, por exemplo, defeitos de montagem ou da variação de produção. É possível entender o funcionamento e ligação entre as diferentes fases que compõem os processos e como estas podem condicionar o resultado. [26]

De referir que apesar da diversidade dos campos de utilização do FMEA, o objetivo de todos eles é o mesmo, identificar falhas e tentar minimizar o impacto das mesmas, promovendo a melhoria contínua.

2.4.4 Metodologia

Após analisar a literatura existente no que diz respeito ao FMEA, verifica-se a existência de variados procedimentos. Apesar do objetivo de a análise ser o mesmo, o número de etapas pode variar devido profundidade de análise e ao tipo de objeto em análise.

Como tal, para Teresa Soares [27] o FMEA é constituído pelas etapas seguintes, aplicáveis a qualquer tipo de produto ou processo:

1. Análise e hierarquização do sistema
2. Análise funcional

3. Identificação dos modos de falha
4. Identificação dos efeitos dos modos de falha
5. Identificação das causas do modo de falha
6. Avaliação do risco de falha
7. Identificação de métodos preventivos para os modos de falha

Seguidamente, irão ser descritas cada etapa mais detalhadamente para uma melhor interpretação.

1. Análise e hierarquização do sistema

Esta etapa tem como objetivo a identificação do componente que pode estar sujeito a falhas. Esta identificação costuma surgir por sistemas e subsistemas, permitindo um estudo mais organizado. Facilidade na identificação de quais os setores que estão em perigo caso haja uma falha nos diversos componentes desse setor.

2. Análise funcional

A função que cada componente desempenha no produto ou processo, deve ser descrita nesta etapa, tendo em contas as exigências e expectativas do cliente. Caso um componente tenha várias funções, deverão ser indicadas separadamente.

3. Identificação dos modos de falha

Nesta fase é referida a forma como a disfuncionalidade se manifesta levando ao componente não desempenhar a sua função corretamente. São exemplos de modos de falha o curto-circuito, a corrosão e a deformação. As identificações dos modos de falha são baseadas em falhas já ocorridas, teste de funcionamento e da experiência em campo.

4. Identificação dos efeitos dos modos de falha

Os efeitos são as consequências dos modos de falha, ou seja, é a forma como o cliente percebe a falha do produto. Exemplos de efeitos: desempenho, ruído, qualquer requisito do produto que não esteja a ser cumprido. Este campo é muitas vezes utilizado reclamações de clientes e análise a históricos de falhas.

5. Identificação das causas do modo de falha

Nesta fase, deve-se referir as razões pela qual a falha deve ter ocorrido. Esta análise deve ser efetuada por pessoas experientes, de modo a evitar qualquer tipo de redundância, referindo assim as causas mais prováveis para o modo de falha. Exemplo de causas de falha são por exemplo: falta de lubrificação ou lubrificação incorreta, condições improprias e escolha de materiais deficientes.

6. Avaliação do risco de falha

Nesta etapa são determinadas os valores de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D). Seguidamente ocorre o cálculo de NPR através do produto dos três índices.

(a) Severidade (S)

A severidade é a avaliação do impacto causado pelo efeito do modo de falha no funcionamento do produto ou processo. É efetuada uma classificação de 1 a 10, de acordo com a tabela a baixo apresentada.

EFEITO	CRITÉRIO	ÍNDICE DE SEVERIDADE
Perigo sem aviso prévio	Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do produto e envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio.	10
Perigo com aviso prévio	Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do produto e envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio.	9
Muito alto	Produto inoperável, com perda das funções primárias.	8
Alto	Produto operável, mas com nível de desempenho reduzido. O cliente sente alguma insatisfação.	7
Moderado	Produto operável, com nível de conveniência e desempenho reduzido. Cliente sente desconforto.	6
Baixo	Produto operável, mas com nível de desempenho e conveniência reduzido. O cliente sente insatisfação.	5
Muito Baixo	Forma e acabamento não conforme. Defeito anotado pela maioria dos clientes.	4
Menor	Forma e acabamento não conforme. Defeito notado por alguns clientes	3
Muito Menor	Forma e acabamento não conforme. Defeito notado por clientes acurados.	2
Nenhum	Sem efeito	1

Tabela 2.1: Índice de Severidade [11]

(b) **Ocorrência (O)**

Tal como o nome indica, define-se como a probabilidade ou possibilidade de ocorrência do modo de falha. Para determinar a probabilidade de ocorrência deve-se ter em conta o tempo de vida do componente, as taxas de falha disponíveis na base de dados e as falhas de equipamentos semelhantes. A atribuição de valores é efetuada de 1 a 10 segundo a seguinte tabela.

EFEITO	TAXA DE FALHAS POSSÍVEIS (HORAS)	ÍNDICE DE OCORRÊNCIA
Muito alta: A falha é quase inevitável	>1 em 2 horas	10
	>1 em 3 horas	9
Alta: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentam falhas frequentes	>1 em 8 horas	8
	>1 em 20 horas	7
Moderada: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentam falhas ocasionais	>1 em 80 horas	6
	>1 em 400 horas	5
	>1 em 2000 horas	4
Baixa: Associada a processos quase idênticos que apresentaram poucas falhas.	>1 em 15000 horas	3
Muito Baixa: Associada a processos quase idênticos que apresentaram apenas falhas isoladas.	>1 em 150000 horas	2
Improvável: Falha é improvável. Processos quase idênticos nunca apresentaram falhas	>1 em 1500000 horas	1

Tabela 2.2: Índice de Ocorrência [11]

(c) **Deteção (D)**

Relativamente à Deteção, é a probabilidade de o modo de falha ser detetado através do equipamento ou procedimento preventivo antes de a falha ocorrer. A atribuição de valores é baseada na seguinte tabela:

DETEÇÃO	CRITÉRIO	ÍNDICE DE DETEÇÃO
Quase impossível	Não é conhecido controle disponível para detetar o modo de falha.	10
Muito Remota	Probabilidade muito remota de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	9
Remota	Probabilidade remota de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	8
Muito Baixa	Probabilidade muito baixa de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	7
Baixa	Probabilidade baixa de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	6
Moderada	Probabilidade moderada de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	5
Moderadamente Alta	Probabilidade moderadamente alta de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	4
Alta	Probabilidade alta de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	3
Muito Alta	Probabilidade muito alta de que o controle atual irá detetar o modo de falha.	2
Quase certamente	Controle atual certamente irá detetar o modo de falha.	1

Tabela 2.3: Índice de Detecção [11]

(d) **RPN**

O último procedimento nesta etapa é o cálculo do RPN, que resulta do produto dos três índices anteriormente indicados.

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

O RPN tem como objetivo informar qual dos modos de falha carece de uma medida preventiva mais urgente.

7. Identificação de métodos preventivos para os modos de falha

Consiste na implementação de medidas preventivas que visam diminuir ou em alguns casos eliminar o modo de falha. O controle pode ser efetuado por exemplo através de equipamentos especializados ou através de atividades de inspeção com uma certa periodicidade.

Para uma melhor visualização das etapas do método do FMEA decidi representar um fluxograma que apresenta todas as etapas abordadas anteriormente:

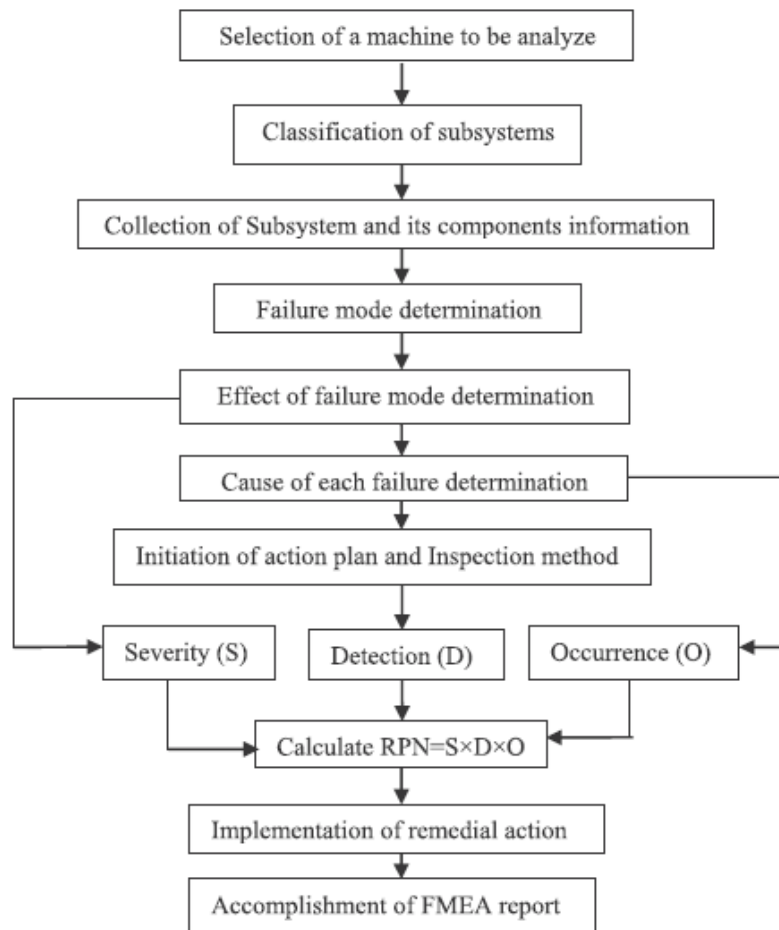


Figura 2.3: Etapas do método FMEA [3]

2.4.5 Vantagens e desvantagens

Como todos os outros métodos que poderiam ser implementados, o FMEA apresenta prós e contras. Assim, primeiramente serão apresentados benefícios e, seguidamente, algumas limitações da aplicação desta metodologia.

Segundo Teresa Soares [27] Bruno Pedrosa [12], as vantagens do FMEA são as seguintes:

- Identificação e eliminação de potenciais modos de falha;
- Redução dos custos de ações corretivas;
- Aumento das manutenções preventivas após análise de possíveis falhas;
- Planos de manutenção otimizados;
- Desenvolvimento de uma lista de potenciais falhas da máquina com sistema de priorização de acordo com a gravidade;
- Aumento da operacionalidade da máquina;
- Maior rapidez na entrega do tecido;

- Maior satisfação por partes dos clientes.

Por outro lado, segundo Bruno Pedrosa [12] e João Soares [26], o FMEA apresenta as seguintes limitações:

- Cada um dos índices de Severidade, Detecção e Ocorrência acabam todos por ter todos o mesmo grau de importância, que pode não corresponder à realidade;
- Resultados diferentes dos índices podem resultar o mesmo valor de RPN. No entanto, os graus de gravidade dos seus efeitos podem ser totalmente diferentes, o que se traduz na existência de riscos que estão ocultos;
- O sucesso da implementação do FMEA depende das competências da equipa responsável, pelo que impossibilita a solução de falhas cuja complexidades vai para além das competências possuídas;
- A atribuição dos valores dos índices, pode, por vezes, ser um processo algo subjetivo;

De modo a tirar o melhor proveito da metodologia e tentar aumentar a sua eficiência, neste projeto foram efetuados alguns procedimentos que visam combater as limitações acima apresentadas.

Quanto à subjetividade, a atribuição dos valores aos índices de Severidade, Detecção e Ocorrência foi efetuado um procedimento que consistiu na opinião de várias pessoas com conhecimentos na área, chegando assim a um consenso final, diminuindo assim o grau de subjetividade.

Quanto ao valor de RPN ser semelhante, todas as falhas foram analisadas e implementadas ações preventivas no Plano preventivo total do Pad-Steam. Isto leva a que nenhuma falha seja descredibilizada apesar do seu valor de RPN.

2.4.6 FMECA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis)

O FMEA e o FMECA são técnicas que se utilizam para o mesmo fim, tendo por base a mesma metodologia. Ambos os métodos visam a identificação e prevenção de falhas de produtos e processos.

O FMEA é uma análise qualitativa que permite analisar as causas e efeitos que, neste caso, a máquina pode vir a sofrer caso haja falhas. O FMECA é uma complementaridade do FMEA que permite, além da perspetiva qualitativa, uma análise quantitativa, sendo possível de mensurar a gravidade das falhas e corrigi-las de acordo com a sua urgência de manutenção.

Apesar de algumas diferenças, atualmente, quando se aplica a metodologia do FMEA já é realizada a componente de análise crítica. Por isso, durante esta dissertação irá ser mencionado o termo FMEA por ser o mais adequado ao trabalho.

3

Caracterização da empresa, produto e processo

3.1 Processo industrial

A MGC – Acabamentos Têxteis S.A. é, como o nome indica, uma indústria têxtil. Vestuário e decoração são os principais mercados dos produtos fabricados nesta empresa. Em termos de unidades produtivas, a empresa contempla duas: Tecidos e Malhas, sendo a primeira a principal. Cada uma destas unidades apresenta uma estruturação semelhante ao nível de zonas produtivas: Preparação, Tinturaria e Acabamento.

Em empresas deste setor, toda a produção é bastante dependente das máquinas. Consequentemente, é necessário uma inovação e investimento constante para melhorar a produção, tornando-as mais eficientes e reduzindo os custos incorridos com mão-de-obra.

De seguida, será apresentado com mais detalhe as zonas produtivas e os equipamentos utilizados diariamente na unidade fabril, segundo C. Ferreira e J. Costa [28].

3.1.1 Tecidos

A primeira unidade produtiva a ser apresentada nesta dissertação é a mais predominante na produção da MGC – Acabamentos Têxteis S.A., denominada por Tecidos.

Seguidamente, serão apresentadas as diferentes zonas produtivas dos Tecidos.

Preparação

A preparação tem como objetivo a remoção de impurezas e o melhoramento da estrutura do tecido, tendo em vista favorecer os processos seguintes.

As peças de tecido recebidas não vão diretamente para a máquina. O armazém recebe o tecido normalmente tecelagem de frio cru e antes de ser enviado para a produção é efetuado o Enrolamento do tecido. Este processo consiste na passagem do tecido para um cavalete de modo a facilitar a produção e o transporte dos mesmos.

Os processos seguintes não são sempre os mesmos, existem variações nas técnicas uti-

lizadas consoante as características requeridas por parte do cliente.

A Gasagem consiste na eliminação de fibras soltas. Este processo permite diminuir a formação de borboto no tecido. A Desencolagem visa a eliminação de goma existente no fio. Ocorre atribuição de uma característica fundamental para os processos seguintes: hidrofilidade. Usualmente é efetuado após a Gasagem.

Segue-se a Mercerização que reside num tratamento de artigos de algodão ou fibras naturais de celulose numa soda cáustica. Tem como objetivo principal a modificação da estrutura morfológica da fibra, dando um aspeto mais brilhante. O Branqueamento efetua-se para eliminar a cor natural das fibras e do resto das cascas. Este processo é feito apenas após a remoção total das impurezas.

Após todos estes procedimentos, é realizada a extração de produtos solubilizados nos artigos ou resultantes de outras operações de preparação. Este processo designa-se por Lavagem e é imprescindível a quase todos os processos.

Para terminar a zona produtiva da Preparação temos a Secagem. Esta operação é realizada por processos mecânicos ou por evaporação, ocorrendo a remoção de água em excesso.

Tinturaria

A zona produtiva posterior à Preparação é a Tinturaria. Esta fase tem como finalidade colorir o tecido com a tonalidade requerida pelo cliente. Antes de o tecido ser submetido ao processo de tingimento, passa por banho de tingimento. O artigo têxtil é submerso numa solução de corantes que fornecem cor ao material. Seguidamente, o tecido é sujeito ao processo de tingimento que é composto pelos seguintes passos:

- Montagem: movimentação das partículas do corante da fase líquida até ao material;
- Difusão/Migração: penetração do corante até ao interior da fibra;
- Fixação: ligação do corante à fibra.

A tinturaria é subdividida em dois processos distintos, processos contínuos e processos descontínuos/de esgotamento.

No tingimento contínuo, a solução de corante é aplicada no material e, de seguida, espremida por processos de foulardagem. Neste tipo de processos são utilizados essencialmente duas máquinas, o Thermosol e o Pad-Steam. O Thermosol consiste na impregnação do tecido num banho e, posteriormente, atravessa uma câmara de alta temperatura que é alimentado pela queima direta de gás natural (fixação). Quanto ao Pad-Steam, equipamento ao qual se vai realizar a avaliação de risco de falha, difere apenas no facto de a fixação ser realizada por vaporização.

No processo descontínuo ou por esgotamento, a máquina mais utilizada e denominada por Jiggers. Neste processo, é realizado essencialmente a movimentação do corante para interior das fibras.

Acabamento

Por Acabamento, designa-se o conjunto de operações que têm como finalidade conceder

ao tecido propriedades desejadas. O processo de Acabamento é constituído pelo processo mecânico e pelo processo químico.

O processo mecânico consiste nas mudanças de propriedades físicas do material como por exemplo o aspeto e o toque. A Biancalani, máquina industrial utilizada no Acabamento, permite obter um toque mais macio. A Cardagem leva a que o artigo tenha características de um melhor toque e uma boa retenção do calor. Nesta fase é também utilizado uma máquina denominada por Sanfor. Esta máquina é responsável por evitar o encolhimento do tecido através da regulação correta da temperatura e da humidade.

O processo químico baseia-se na aplicação de produtos químicos no tecido conferindo alterações físicas/químicas. A ramolagem é utilizada neste processo dando ao tecido uma maior estabilidade dimensional. Através dos balseiros, que são partes constituintes da Râmola, são aplicados produtos químicos como os amaciadores permitindo assim obter características específicas no artigo.

Para terminar o processamento, tanto no final desta etapa de Acabamento como também no final da etapa de Tinturaria, é realizado uma inspeção ao artigo verificando os diversos parâmetros de qualidade. Esta fase é bastante importante pelo facto de ser a fase que antecede à entrega do tecido ao cliente. As exigências feitas pelo cliente têm de ser cumpridas e é feita a verificação nesta fase.

3.1.2 Malhas

Na unidade das malhas o processo é um pouco diferente comparativamente à unidade dos tecidos. A maioria dos procedimentos que nos tecidos que são executados sobre tensão e o mesmo não acontece nas malhas.

O tingimento nas malhas é efetuado pelo Jet. Este equipamento funciona por esgotamento e o tingimento dá-se através do banho, onde a malha fica mergulhada por um certo período. Neste banho acontece a absorção do corante na malha e posteriormente a difusão do corante na malha.

Os restantes processos são similares aos da unidade produtiva dos tecidos.

Como o processo é extenso, o que dificulta por vezes a compreensão global, encontra-se abaixo um fluxograma de todo o processo na MGC – Acabamentos Têxteis para uma melhor compreensão:

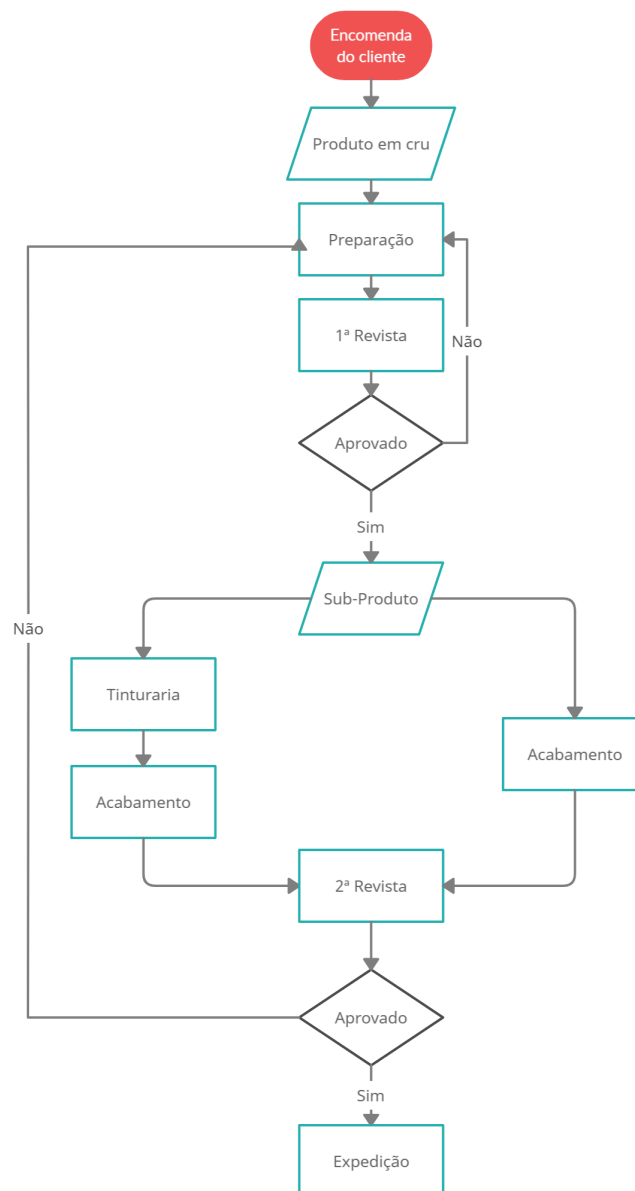


Figura 3.1: Fluxograma do processo na MGC-Acabamento Têxteis S.A.

3.2 Pad-Steam

Este subcapítulo dedica-se à apresentação do equipamento industrial denominado por Pad-Steam do fabricante BENNINGER no qual se vai efetuar a avaliação do risco de falha. Para uma melhor compreensão da análise, é realizada uma apresentação mais pormenorizada da máquina e das diversas unidades, visto que contém algum nível de complexidade.

3.2.1 Ben Control

Esta unidade trata dos procedimentos de comando básicos para operar o equipamento. Tem como objetivo transmitir como ocorre a preparação do equipamento e como a operação é monitorizada e executada.

O Ben Control também aponta avisos e erros que o processo esteja a ter no momento, facilitando assim o trabalho do operador.

Segundo a BENNINGER [4], Quanto ao operador, são necessários preencher alguns requisitos como:

- Necessário ter mais de 16 anos
- Ter recebido treino e ter sido instruído para a atividade
- Ter lido e compreendido as instruções de utilização e em especial os capítulos de “Instruções de segurança” e “Elementos de comando e de indicação”.

O Ben Control é constituído por três painéis de controlo, cada um com os seus comandos e especificidades.

3.2.2 Painel de controlo P1

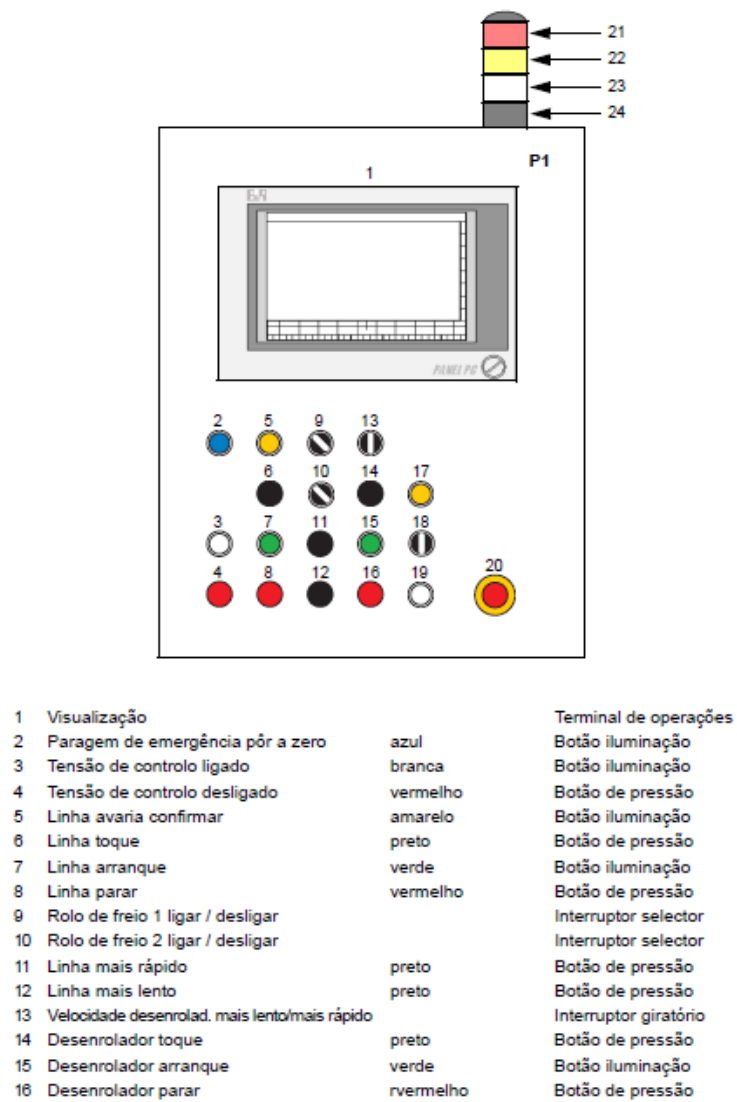


Figura 3.2: Painel de controlo P1 e descrição dos componentes [4]

3.2.3 Painel de controlo P2

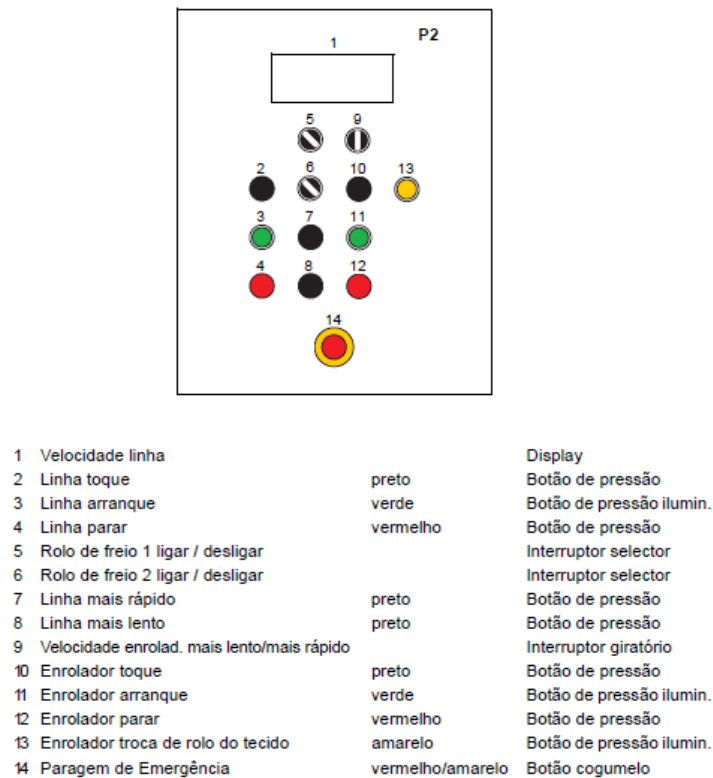


Figura 3.3: Painel de controlo P2 e descrição dos componentes [4]

3.2.4 Painel de controlo P3

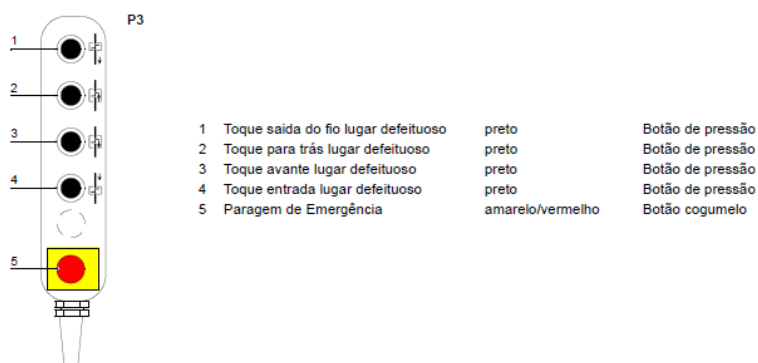


Figura 3.4: Painel de controlo P3 e descrição dos componentes [4]

3.2.5 Introdução de mercadoria

Esta unidade é caracterizada pela receção da mercadoria e introdução no equipamento. Uma máquina de costura está perto do equipamento industrial e é utilizada na troca de mercadoria. Quando é necessário trocar um cavalete, diminui-se a velocidade de produção

na unidade “Saída de mercadoria”, levando a que o tecido se acumule na calha. O novo tecido, que é necessário introduzir, é cosido ao tecido que se encontra na máquina resultando assim a inserção do novo tecido no processo industrial. Seguidamente, volta-se a ajustar a velocidade de saída da mercadoria para a velocidade normal de funcionamento.

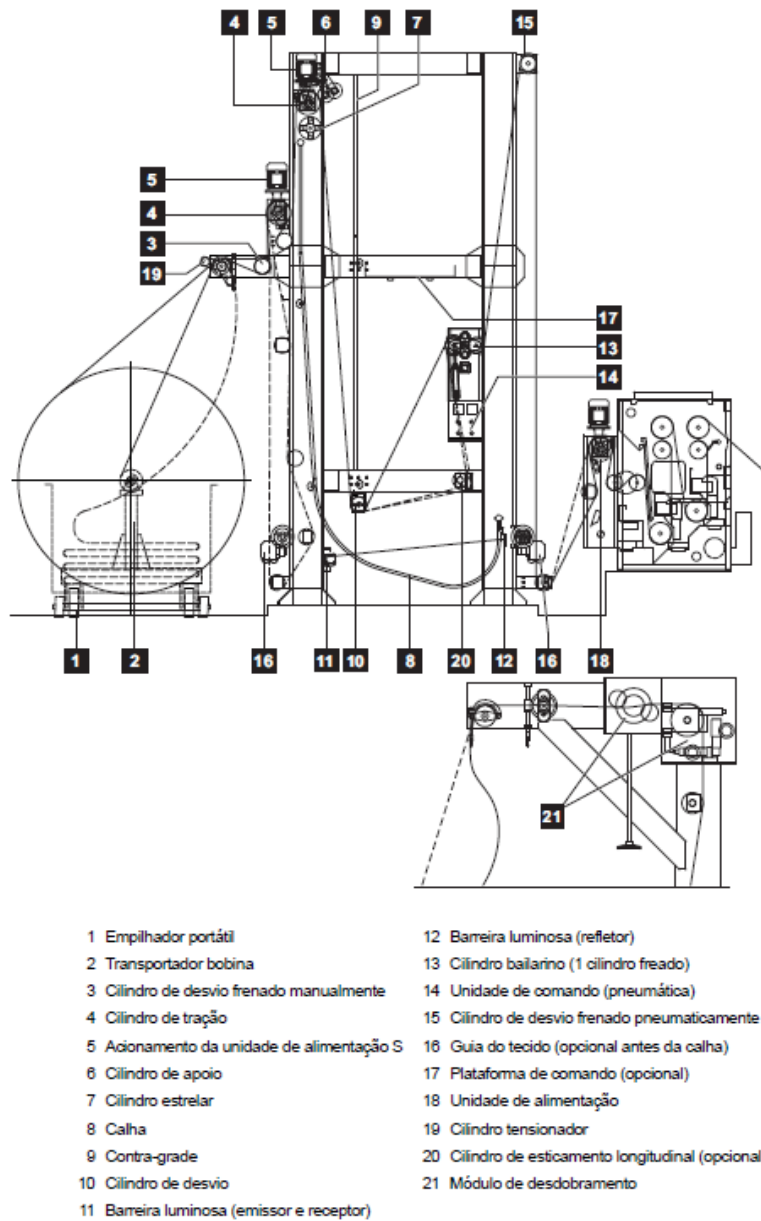


Figura 3.5: Setor de introdução de mercadoria e descrição dos componentes [4]

Como podemos ver há cilindros diferentes que tem funções diferentes também. Alguns cilindros são apenas de desvio, levando o tecido para o local correspondente, e outros cilindros garantem a tensão regular e a inexistência de dobras no tecido para os processos seguintes terem as condições necessárias para a sua realização.

3.2.6 Foulard Küsters DyePad

O Foulard Küsters DyePad garante uma aplicação homogênea da tinta ao longo do tecido através de mecanismos como direções do desdobramento, guias de cilindros de funcionamento fácil com percursos da mercadoria curtos e velocidades reguladas e força de tração da mercadoria.

Através da tecnologia de cilindros S de flexibilidade elástica pode tingir-se um espectro amplo com qualidade reprodutível.

A pressão nos cilindros S exercida um sobre o outro leva a que a uma impregnação da tinta no tecido uniforme e eficaz.

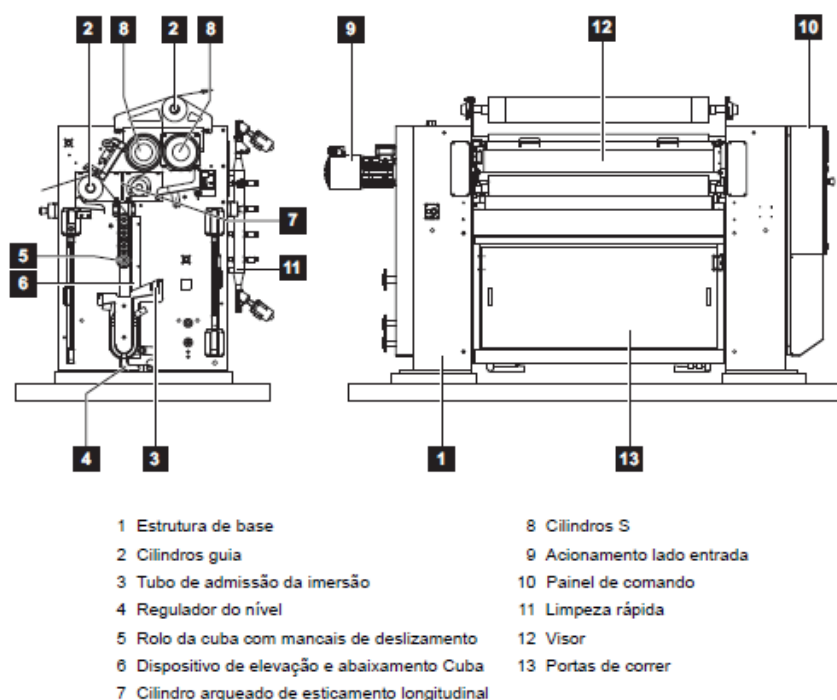


Figura 3.6: Foulard Küsters DyePad e descrição dos componentes [4]

3.2.7 Unidade de vaporização REACTA-DLF

Este setor, mais conhecido como Vaporizador, reagem os produtos químicos aplicados. A estação de condicionamento do vapor e de regulação assegura condições constantes do vapor e ausência de ar garantindo as condições necessárias para o processo, obtendo a tintura pretendida pelo cliente.

Nesta unidade podem ser atingidas temperaturas a rondar os 98° C.

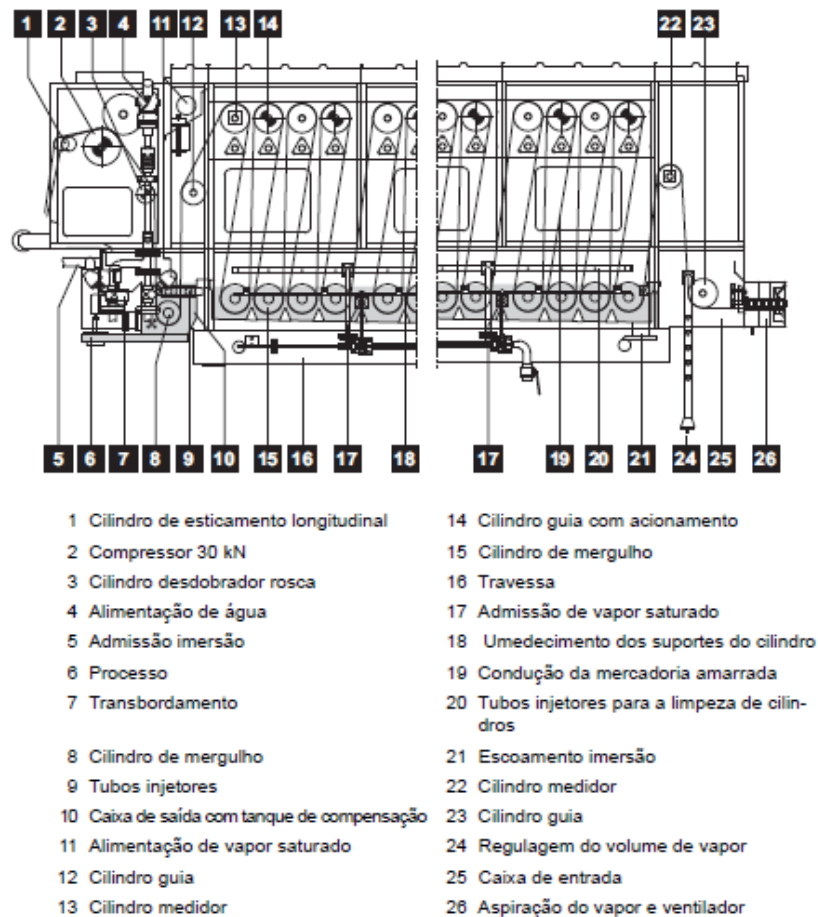
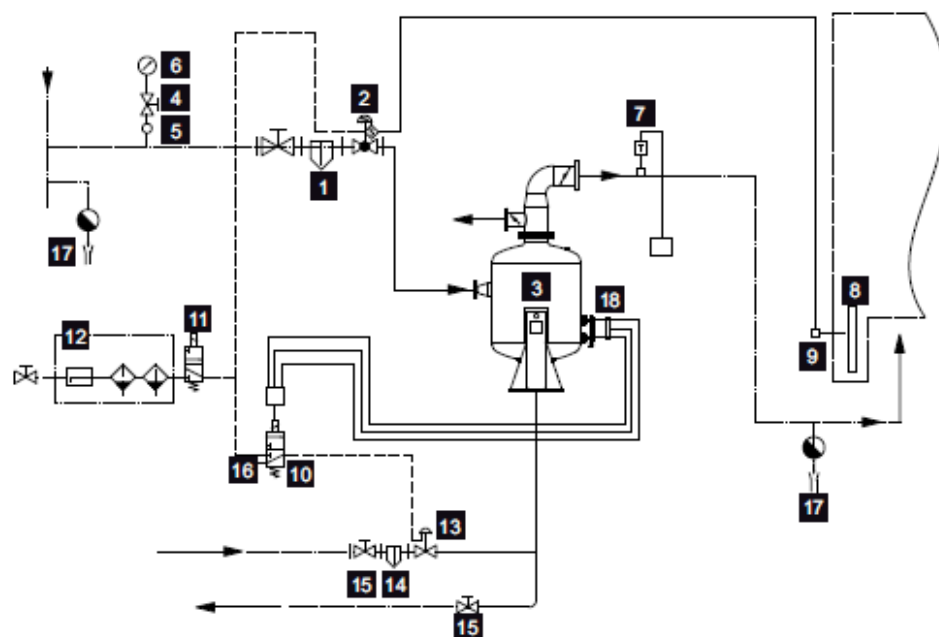


Figura 3.7: Vaporizador e descrição dos componentes [4]

3.2.8 Equipamento de condicionamento de vapor

No equipamento de condicionamento do vapor o vapor saturado, que a pressão de funcionamento é no máximo de 4,5 bar da rede, é transformado no vapor com 100°C, necessário para o produto têxtil.

O vapor sai da rede por um coletor de impurezas (1) e a válvula com regulador de temperatura (2) para o resfriador banho-maria (3). No resfriador banho-maria há um separador que separa o vapor em pequenas bolhas. Essas bolhas sobem no banho-maria, resfriam e saturam com a água mole. Assim é gerado o vapor saturado desejado. Três sensores de nível (12) cuidam para que sempre haja água mole suficiente no resfriador banho-maria. O vapor saturado então sai do resfriador banho-maria para o vaporizador (aberto para a atmosfera).



- | | |
|---|---|
| 1 Alimentação de vapor com coletor de impurezas | 10 Válvula |
| 2 Válvula | 11 Válvula |
| 3 Resfriador banho-maria | 12 Unidade de manutenção do ar comprimido |
| 4 Válvula de fechamento | 13 Válvula de passagem |
| 5 Sifão | 14 Coletor de impurezas |
| 6 Manômetros | 15 Tomeira de esfera |
| 7 Sensor de temperatura vapor | 16 Silenciador |
| 8 Tubo de medição no vaporizador | 17 Purgador da condensação |
| 9 Regulador de temperatura | 18 Sensor de nível (3 vezes) |

Figura 3.8: Equipamento de condicionamento de vapor e descrição dos componentes [4]

3.2.9 Extracta LK

A unidade de lavagem destina-se unicamente à lavagem de mercadoria em movimento juntamente com produtos químicos. Esta unidade opera a temperaturas a rondar os 95°C.

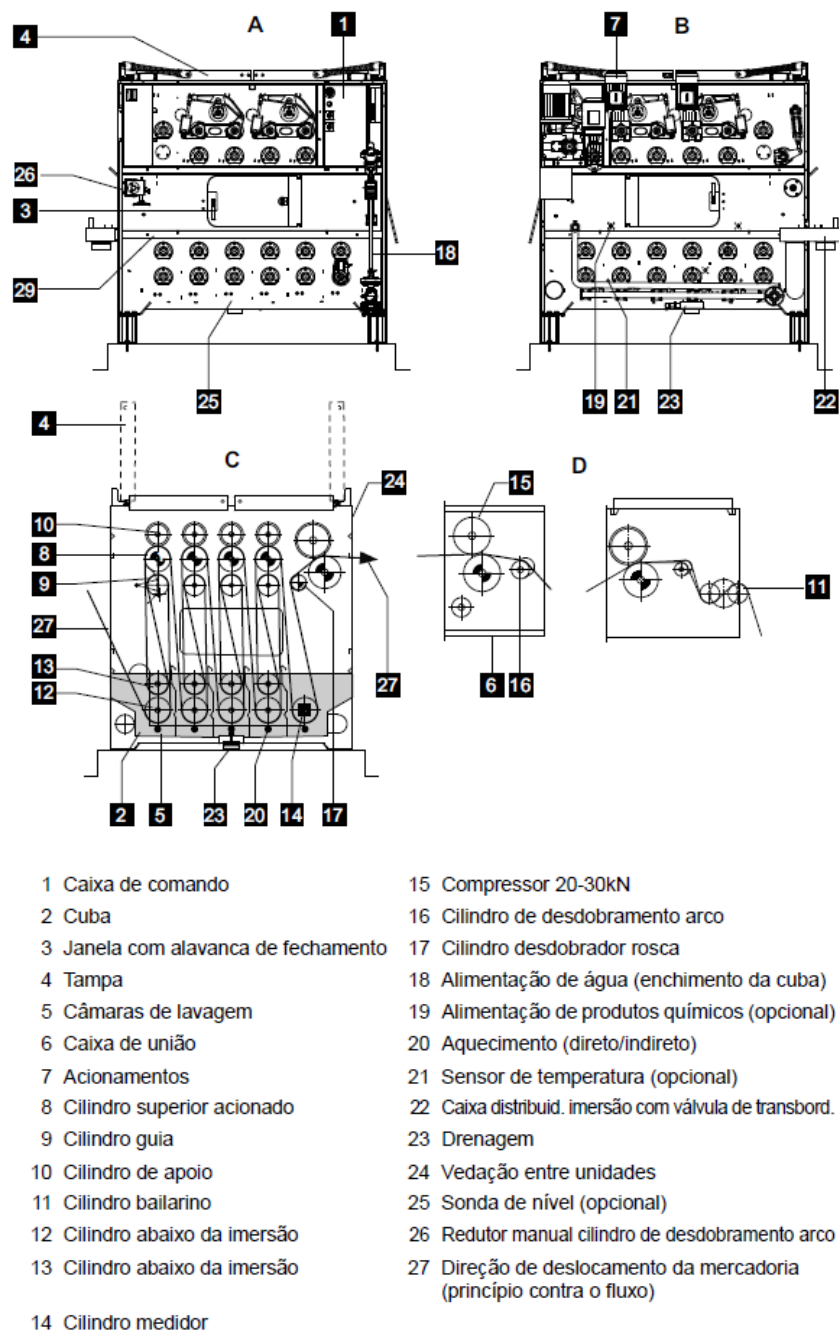


Figura 3.9: Caixas de lavagem e descrição dos componentes [4]

Relativamente a esta unidade pode haver algumas variações quanto ao número de caixas de lavagem e ao tipo de caixas de lavagem.

L K - D A 5 C					Fct./Módulo	Entrada	Descrição
					Modelo última câmara	C	Compacto (com laço completo na última câmara)
						Q	Com compressor integrado
						-	Com caixa de união a seguir ou componente de conclusão (apenas cilindro de mergulho inferior na última câmara)
					Número de câmaras	6, 5, 3	6, 5 ou 3 câmaras de lavagem
					Tipo de alimentação / cilindro de apoio	E	Alimentação simples com cilindro stripper
						EA	Alimentação simples com cilindro de apoio
						EO	Alimentação simples sem cilindro de apoio
						D	Alimentação dupla
						DA	Alimentação dupla com cilindro de apoio
						S	Alimentação S
					SA	Alimentação S com cilindro de apoio	
					Tipo de agregado	K	Máquina lavadora-Rolos cilíndricos
					Tipo de unidade	L	Máquina de lavar

Figura 3.10: Regra de Codificação [4]

Seguidamente, temos os tipos de alimentação/cilindro de apoio que as caixas de lavagem podem constituir.

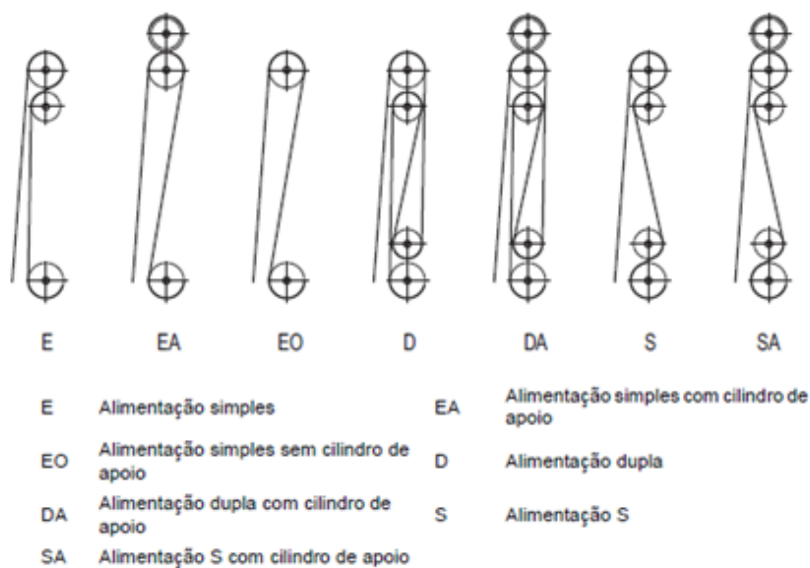


Figura 3.11: Disposições possíveis nas caixas de lavagens [4]

A caixa da lavagem presente no Pad-Steam da MGC-Acabamentos Têxteis S.A. está presente na seguinte figura.

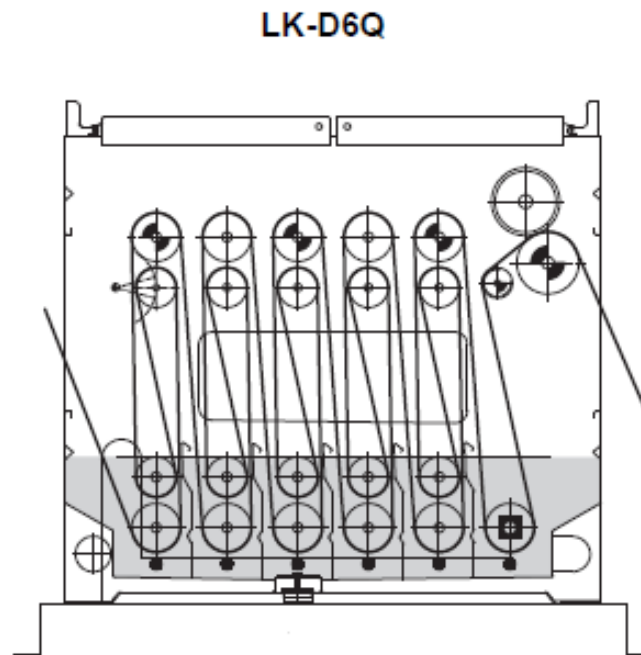


Figura 3.12: Caixa de lavagem da Pad-Steam [4]

No Pad-Steam presente na MGC – Acabamentos Têxteis S.A., existem sete caixas de lavagem e o tipo de caixa de lavagem é denominada por LK-D6Q. É composta por máquinas de lavagens com rolos cilíndricos padrão sem cilindro de apoio, seis câmaras de lavagem, alimentação dupla com compressor integrado.

3.2.10 Compressor de alto desempenho

A unidade compressora, mais conhecido na empresa como Espremedor, provoca a separação da imersão do tecido, levando o tecido a ter propriedades próprias para os processos subsequentes.

A pressão de compressão é criada pneumaticamente através de um fole e uma alavanca. O cilindro revestido com aço é pressionado contra o cilindro superior revestido com borracha.

O ajuste e o comando podem ser feitos, por opção, através dos elementos de comando na unidade compressora.

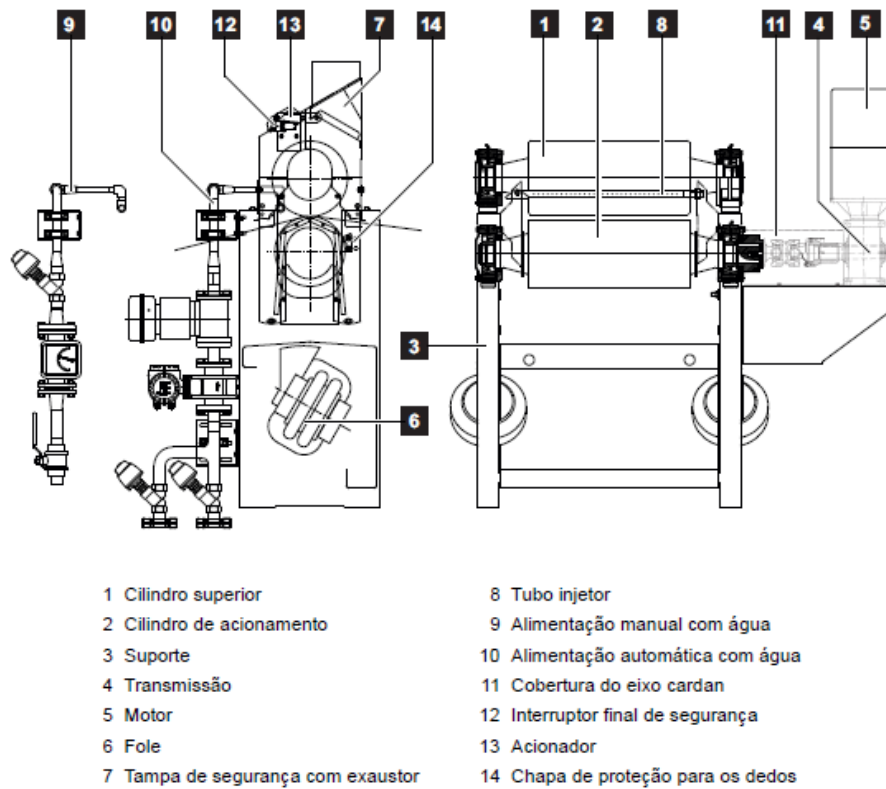


Figura 3.13: Compressor de alto rendimento e descrição dos componentes [4]

3.2.11 Unidade de dosagem de produtos químicos

Para os tecidos apresentarem certas características específicas é necessária a introdução de produtos químicos. A unidade de dosagem tem como objetivo dosear e misturar com precisão os diferentes produtos químicos.

O sistema utilizado denomina-se por Sistema de dosagem controlado pelo nível.

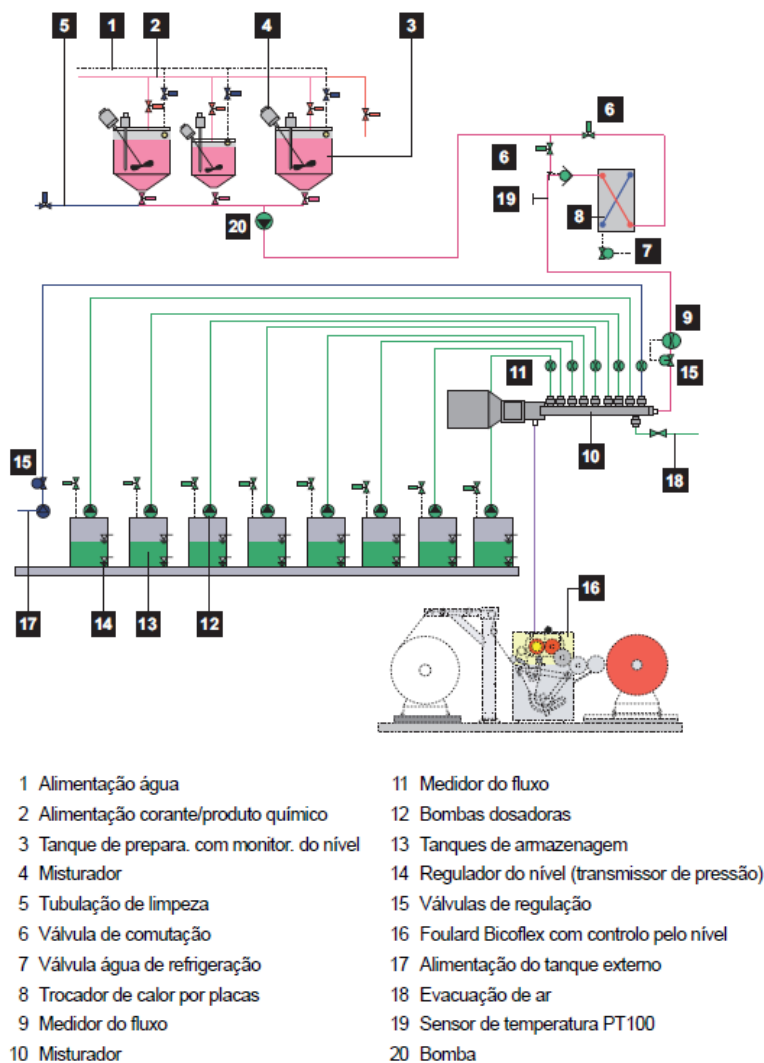


Figura 3.14: Unidade de dosagem de produtos químicos e descrição dos componentes [4]

O sistema de dosagem controlado pelo nível é utilizado, normalmente, no tingimento Foulard. No sistema de dosagem controlado pelo nível a regulação ocorre por meio do nível da imersão removível na cuba. Ao mesmo tempo é alimentada uma quantidade exata de produto químico em ml/l por litro de imersão.

3.2.12 WUMAG – Secador cilíndrico

Esta é a penúltima unidade de todo o processo e tem como principal objetivo secar o tecido. É composto por vinte cilindros com oitocentos milímetros mas não apresentam todos as mesmas características. Dos vinte cilindros, dezoito deles são denominados por cilindros secadores sendo capazes de suportar temperaturas a ronda os 160°C. Ainda destes dezoito, dez deles apresentam um revestimento com Teflon. Os dois últimos cilindros, antes de entrar na unidade de “Saída de mercadoria”, designam-se por cilindros arrefecedores. A temperatura destes cilindros máxima já é de apenas 50°C.

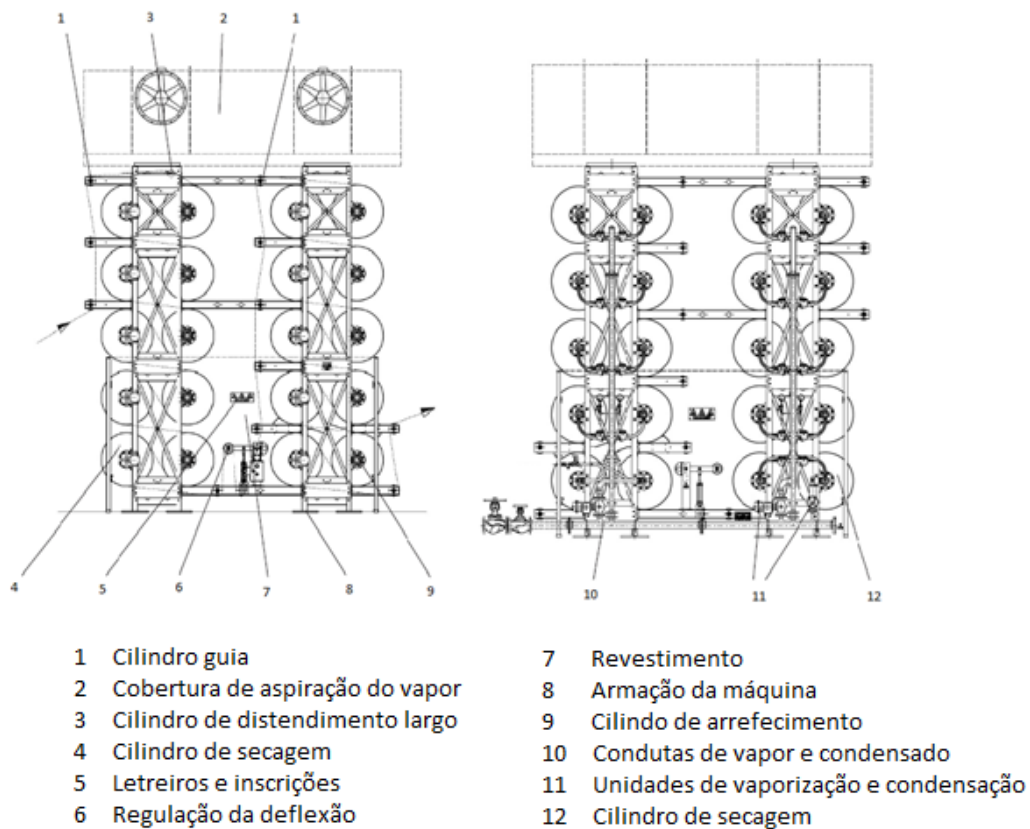


Figura 3.15: Secador cilíndrico e descrição dos componentes [4]

3.2.13 Saída de Mercadoria

A saída da mercadoria tem a função de enrolar a mercadoria num rolo ou de empilhá-la num empilhador portátil após o processamento. Quando é necessário a mudança de cavalete, é efetuado o rompimento da costura efetuada na secção “Introdução de mercadoria”, podendo assim colocar um novo cavalete para este novo tecido, voltando a máquina industrial ao seu normal funcionamento.

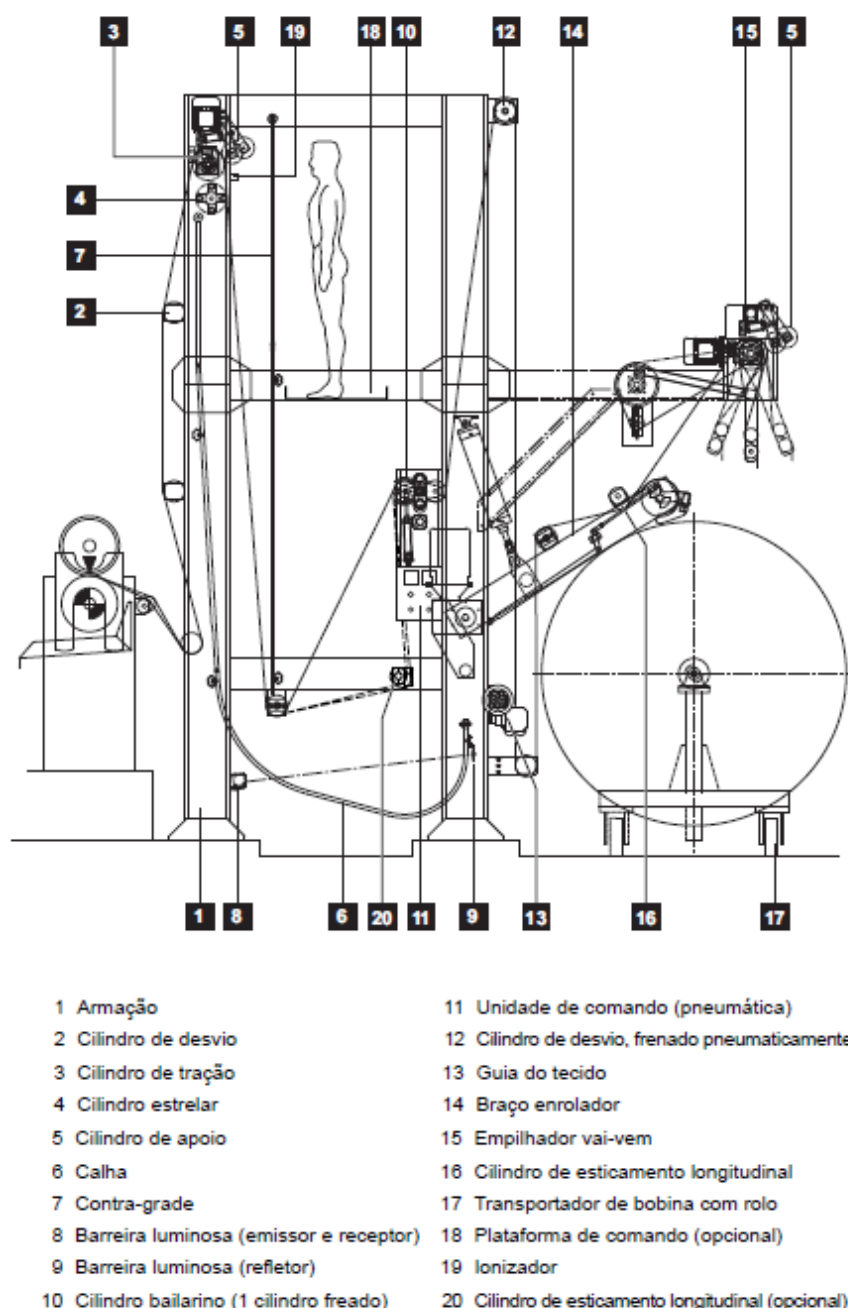


Figura 3.16: Setor de saída de mercadoria e descrição dos componentes [4]

3.3 Manwinwin

O departamento de Manutenção da MGC – Acabamentos Têxteis, S.A. utiliza um software para a gestão de manutenção designado por Manwinwin. Atualmente, esta ferramenta alcança, com grande detalhe, a codificação e registo dos bens de manutenção, o planeamento e gestão de trabalhos de manutenção, a quantificação do esforço e dos custos de mão-de-obra, materiais e serviços, a gestão de armazéns e os consequentes indicadores de desempenho de manutenção. O Manwinwin é uma solução flexível, fácil de implementar e de utilização simples para a gestão e organização de manutenção de qualquer tipo de

equipamento.[29]

Este software tem possibilidade de associar várias contas de utilizadores, permitindo uma melhor organização e gestão de tarefas. Permite também a impressão de ordens de trabalho e relatórios de manutenção, facilitando assim a ação dos colaboradores e a análise dos trabalhos efetuados, respetivamente. É possível também a exportação de todo o tipo de informação presente na base de dados. [29]

O programa é constituído por seis módulos que vão ser apresentados.

3.3.1 Parque de equipamentos

Além de a organização nos permitir uma visão generalizada de toda a estrutura, apresenta também uma facilidade na interpretação de falhas para uma análise mais rápida e concisa. Uma anomalia pode colocar em causa um sistema e o seu desempenho global, portanto é necessário entender qual o setor atingindo e interpretar quais as consequências possíveis.

A Árvore permite coordenar os objetos de manutenção e especificar as funções de um determinado bem no contexto de uma instalação.

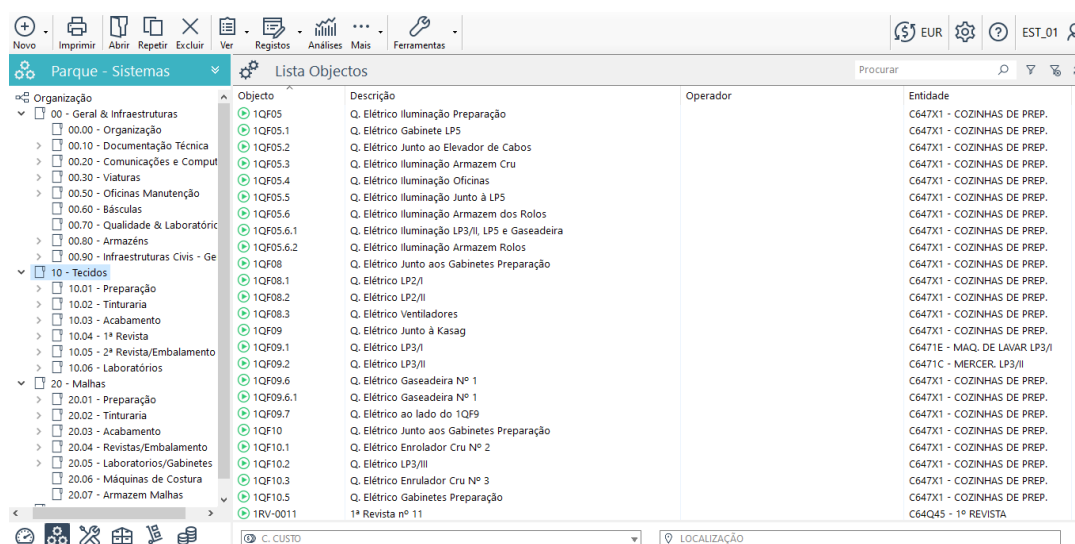


Figura 3.17: Visualização do módulo Parque de equipamentos [5]

3.3.2 Gestão de trabalhos

Este modulo é dos mais importantes do Manwinwin. É possível gerir todo o tipo de manutenções, coordenar a equipa da manutenção para cada operação e também planear as manutenções a executar.

Em cada intervenção são utilizados recursos, como por exemplo serviços exteriores, que podem ser registados no Sistema. As ordens de trabalho têm três estados possíveis, Programada, Em curso, Terminada, Encerrada e Não Realizada. Quanto aos trabalhos de manutenção, o programa possui um método de alerta sobre forma de semáforo que é atualizado automaticamente, de acordo com a data prevista para efetuar a manutenção.

Relativamente aos trabalhos sistemáticos, sempre que termina a intervenção, a aplicação gera automaticamente o trabalho seguinte, baseado na periodicidade configurada previamente. A presença de um calendário permite uma visão mais acessível para o trabalho semanal sendo ainda possível alterações nos dias da intervenção de um modo bastante simples. [29]

OT	Descrição	Entidade	Interventor	Estado	Programada	Reg.	Início	Fim
002299	Manutenção 1º nível...	RAM-0003 - R...	110449 - JOS...	Programada	26-10-2020			
002404	Tratamento de água...	PR-0033 - Cal...	406190 - FDU...	Programada	26-10-2020			
002489	Manutenção 1º nível...	RAM-0002 - R...	110449 - JOS...	Programada	26-10-2020			
002506	Trocar válvula cozin...	BAL-0018 - Z9...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	26-10-2020		26-10-2020	
002535	reparação rolete ra...	RAM-0005 - R...	MAN.06 - Me...	Em Curso	26-10-2020		26-10-2020	
001642	Limpeza filtros	AC-0061 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001643	Limpeza filtros	AC-0069 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001644	Limpeza filtros	AC-0070 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001645	Limpeza filtros	AC-0071 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001647	Limpeza filtros	AC-0079 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
002505	Aplicação de focos ...	PR-0007 - Ar...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002544	Substituir Válvula de...	LP-0031 - LP 3...	MAN.01 - Res...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002547	Motor/redutor nº8 ...	LP-0005 - LPS ...	MAN.06 - Me...	Em Curso	27-10-2020	62,221	27-10-2020	
002569	Temperatura balseiro	SND-0050 - Z...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002570	substituir cilindro p...	LP-0005 - LPS ...	MAN.06 - Me...	Em Curso	27-10-2020	62,221	27-10-2020	
002571	Falha no contador d...	CAU-0074 - A...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020			
000137	Revisão Emp Recep...	EMP-0003 - E...	2200778 - (D) ...	Programada	28-10-2020	28,854		
001696	Limpeza filtros	AC-0052 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	59		
001697	Limpeza filtros	AC-0053 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	59		
001699	Limpeza filtros	AC-0058 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	58		
002306	Análise aos Parâmet...	EST-0001 - Es...	406190 - FDU...	Programada	28-10-2020			
002523	Vidro partido na po...	PR-0021 - Cal...	110449 - JOS...	Programada	28-10-2020			
002562	LIMPEZA CHAPAS D...	ESM-0007 - E...	MAN.04 - Me...	Programada	28-10-2020			
002007	Inspeção intercalar ...	RED-0001 - R...	307161 - GAL...	Programada	29-10-2020			
002408	Lubrificação 1000H	IEK-0002 - Sa...	MAN.06 - Me...	Programada	29-10-2020	8,138		

Figura 3.18: Visualização do módulo Gestão de trabalhos [5]

3.3.3 Gestão de materiais

Neste modulo existe a possibilidade de gerir vários armazens de manutenção. A árvore permite coordenar os materiais de uma maneira estruturada e lógica, para que de uma forma intuitiva, seja encontrado o produto que se procura. É possível desempenhar tarefas como realização de inventários e o programa apresenta um alerta relativo a stocks minimos, com sugestões de reposições. Dentro de cada armazém os artigos são exibidos com uma etiqueta que muda de cor de acordo com as existências em stock.

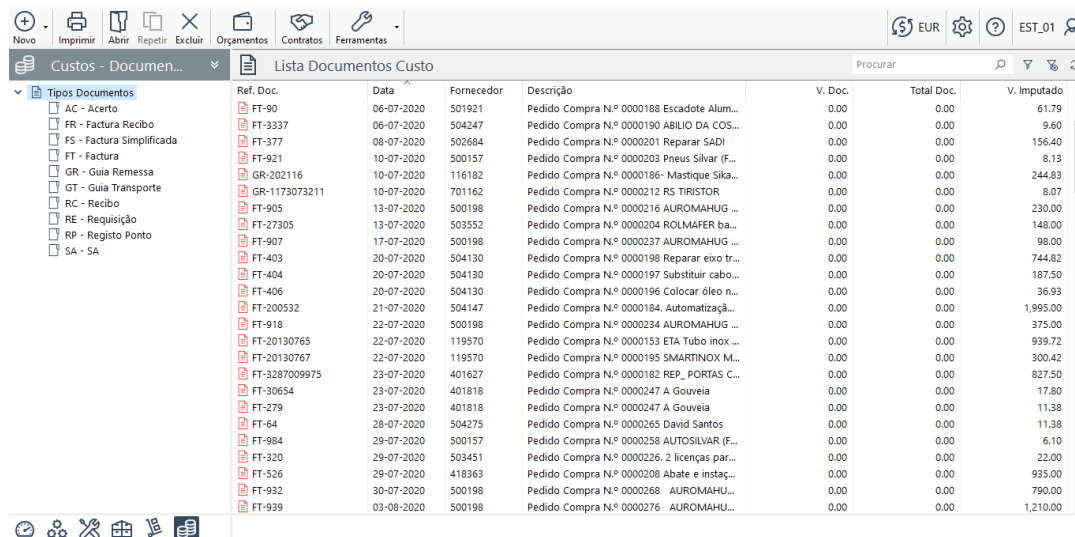
OT	Descrição	Entidade	Interventor	Estado	Programada	Reg.	Início	Fim
002299	Manutenção 1º nível...	RAM-0003 - R...	110449 - JOS...	Programada	26-10-2020			
002404	Tratamento de água...	PR-0033 - Cal...	406190 - FDU...	Programada	26-10-2020			
002489	Manutenção 1º nível...	RAM-0002 - R...	110449 - JOS...	Programada	26-10-2020			
002506	Trocar válvula cozin...	BAL-0018 - Z9...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	26-10-2020		26-10-2020	
002535	reparação rolete ra...	RAM-0005 - R...	MAN.06 - Me...	Em Curso	26-10-2020		26-10-2020	
001642	Limpeza filtros	AC-0061 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001643	Limpeza filtros	AC-0069 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001644	Limpeza filtros	AC-0070 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001645	Limpeza filtros	AC-0071 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
001647	Limpeza filtros	AC-0079 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020	58		
002505	Aplicação de focos ...	PR-0007 - Ar...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002544	Substituir Válvula de...	LP-0031 - LP 3...	MAN.01 - Res...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002547	Motor/redutor nº8 ...	LP-0005 - LPS ...	MAN.06 - Me...	Em Curso	27-10-2020	62,221	27-10-2020	
002569	Temperatura balseiro	SND-0050 - Z...	MAN.02 - Ele...	Em Curso	27-10-2020		27-10-2020	
002570	substituir cilindro p...	LP-0005 - LPS ...	MAN.06 - Me...	Em Curso	27-10-2020	62,221	27-10-2020	
002571	Falha no contador d...	CAU-0074 - A...	MAN.01 - Res...	Programada	27-10-2020			
000137	Revisão Emp Recep...	EMP-0003 - E...	2200778 - (D) ...	Programada	28-10-2020	28,854		
001696	Limpeza filtros	AC-0052 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	59		
001697	Limpeza filtros	AC-0053 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	59		
001699	Limpeza filtros	AC-0058 - AC ...	MAN.01 - Res...	Programada	28-10-2020	58		
002306	Análise aos Parâmet...	EST-0001 - Es...	406190 - FDU...	Programada	28-10-2020			
002523	Vidro partido na po...	PR-0021 - Cal...	110449 - JOS...	Programada	28-10-2020			
002562	LIMPEZA CHAPAS D...	ESM-0007 - E...	MAN.04 - Me...	Programada	28-10-2020			
002007	Inspeção intercalar ...	RED-0001 - R...	307161 - GAL...	Programada	29-10-2020			
002408	Lubrificação 1000H	IEK-0002 - Sa...	MAN.06 - Me...	Programada	29-10-2020	8,138		

Figura 3.19: Visualização do módulo Gestão de materiais [5]

3.3.4 Custos de manutenção

Este modo é mais direcionado para a gestão financeira. Todos os custos de manutenção, desde o custo dos equipamentos aos pagamentos de serviços externos, são geridos nos “Custos de manutenção”.

Sendo uma ajuda complementar para o departamento financeiro da empresa devido a permitir determinar a tipologia dos custos do departamento de manutenção e promover futuras ações de melhoria.



Ref. Doc.	Data	Fornecedor	Descrição	V. Doc.	Total Doc.	V. Imputado
FT-90	06-07-2020	501921	Pedido Compra N.º 0000188 Escadote Alum...	0.00	0.00	61.79
FT-3337	06-07-2020	504247	Pedido Compra N.º 0000190 ABILIO DA COS...	0.00	0.00	9.60
FT-377	08-07-2020	502684	Pedido Compra N.º 0000201 Reparar SADI	0.00	0.00	156.40
FT-921	10-07-2020	500157	Pedido Compra N.º 0000203 Pneus Silvar (F...	0.00	0.00	8.13
GR-202116	10-07-2020	116182	Pedido Compra N.º 0000186- Mastique Sila...	0.00	0.00	244.83
GR-1173073211	10-07-2020	701162	Pedido Compra N.º 0000212 RS TIRISTOR	0.00	0.00	8.07
FT-905	13-07-2020	500198	Pedido Compra N.º 0000216 AUROMAHUG ...	0.00	0.00	230.00
FT-27305	13-07-2020	503552	Pedido Compra N.º 0000204 ROLMAFER ba...	0.00	0.00	148.00
FT-907	17-07-2020	500198	Pedido Compra N.º 0000237 AUROMAHUG ...	0.00	0.00	98.00
FT-403	20-07-2020	504130	Pedido Compra N.º 0000198 Reparar eixo tr...	0.00	0.00	744.82
FT-404	20-07-2020	504130	Pedido Compra N.º 0000197 Substituir cabo...	0.00	0.00	187.50
FT-406	20-07-2020	504130	Pedido Compra N.º 0000196 Colocar óleo n...	0.00	0.00	36.93
FT-200532	21-07-2020	504147	Pedido Compra N.º 0000184. Automatizaçã...	0.00	0.00	1,995.00
FT-918	22-07-2020	500198	Pedido Compra N.º 0000234 AUROMAHUG ...	0.00	0.00	375.00
FT-20130765	22-07-2020	119570	Pedido Compra N.º 0000153 ETA Tubo inox ...	0.00	0.00	939.72
FT-20130767	22-07-2020	119570	Pedido Compra N.º 0000195 SMARTINOX M...	0.00	0.00	300.42
FT-3287009975	23-07-2020	401627	Pedido Compra N.º 0000182 REP. PORTAS C...	0.00	0.00	827.50
FT-30654	23-07-2020	401818	Pedido Compra N.º 0000247 A Gouveia	0.00	0.00	17.80
FT-279	23-07-2020	401818	Pedido Compra N.º 0000247 A Gouveia	0.00	0.00	11.38
FT-64	28-07-2020	504275	Pedido Compra N.º 0000365 David Santos	0.00	0.00	11.38
FT-984	29-07-2020	500157	Pedido Compra N.º 0000258 AUTOSILVAR (F...	0.00	0.00	6.10
FT-320	29-07-2020	503451	Pedido Compra N.º 0000226. 2 licenças par...	0.00	0.00	22.00
FT-526	29-07-2020	418363	Pedido Compra N.º 0000208 Abate e instaç...	0.00	0.00	935.00
FT-932	30-07-2020	500198	Pedido Compra N.º 0000268 AUROMAHU...	0.00	0.00	790.00
FT-939	03-08-2020	500198	Pedido Compra N.º 0000276 AUROMAHU...	0.00	0.00	1,210.00

Figura 3.20: Visualização do módulo Custos de manutenção [5]

3.3.5 Gestão de encomendas

A gestão de encomendas é um módulo opcional que se destina a suportar, gerir e documentar de forma integrada todo o processo de encomendas de materiais (para aplicação direta ou para entrada em armazém) e de serviços. As encomendas passam pelos seguintes estados: Preparada, Emitida, Recebida Parcialmente, Recebida Totalmente. Adicionalmente existe o estado Anulada. [29]

Encomenda	Descrição	Fornecedor	Estado	Data	Moeda	Valor
Z4-001112	ENCOMENDA ACESSORIOS	216031 - PROMATE...	Recebida Parcialmente	26-06-2020	EUR	124.00
Z5-000039	Pedido Compra N.º 0000228 Su...	401432 - SCHMITT	Emitida	16-07-2020	EUR	134.86
Z4-001156	ENCOMENDA ACESSORIOS	122146 - VITOR FORT	Recebida Parcialmente	17-07-2020	EUR	119.20
Z4-001163	Pedido Compra N.º 0000191 G...	707053 - GOMPLAST	Emitida	17-07-2020	EUR	1,420.00
Z5-000048	Pedido Compra N.º 0000262 C...	626001 - USTER	Emitida	27-07-2020	EUR	6 100.00
Z5-000062	Pedido Compra N.º 0000305 Ve...	111725 - ItronActar	Emitida	12-08-2020	EUR	195.42
Z4-001271	Pedido Compra N.º 0000331 Bo...	410232 - J.M.M.	Emitida	14-08-2020	EUR	105.17
Z5-000084	Pedido Compra N.º 0000349 J...	410232 - J.M.M.	Emitida	25-08-2020	EUR	19.60
Z4-001360	Pedido Compra N.º 0000355 B...	504297 - INSTEQUI	Emitida	31-08-2020	EUR	854.00
Z4-001318	ENCOMENDA ACESSORIOS	500198 - Auro	Emitida	10-09-2020	EUR	1,320.00
Z5-000109	Pedido Compra N.º 0000388 Fic...	504130 - EMPIDOU...	Emitida	15-09-2020	EUR	26.25
Z4-001348	ENCOMENDA ACESSORIOS	501921 - Elenco Com	Emitida	18-09-2020	EUR	8.53
Z5-000151	Pedido Compra N.º 0000396 Re...	405302 - EUROLEVA	Emitida	21-09-2020	EUR	179.00
Z5-000123	Pedido Compra N.º 0000413 S...	119570 - SMARTIN	Emitida	23-09-2020	EUR	305.00
Z4-001373	ENCOMENDA ACESSORIOS	419548 - SEALTEC	Recebida Parcialmente	23-09-2020	EUR	1,201.20
Z5-000108	Pedido Compra N.º 0000387 Re...	504130 - EMPIDOU...	Emitida	24-09-2020	EUR	166.50
Z5-000110	Pedido Compra N.º 0000392 C...	203453 - COMINGE...	Emitida	24-09-2020	EUR	1,362.89
Z5-000112	Pedido Compra N.º 0000395 Ca...	309068 - INSTITUTO	Emitida	24-09-2020	EUR	300.00
Z4-001380	Pedido Compra N.º 0000420 E...	501921 - Elenco Com	Recebida Parcialmente	25-09-2020	EUR	4.56
Z5-000128	Pedido Compra N.º 0000431 M...	502737 - Plata & PI	Emitida	30-09-2020	EUR	526.71
Z5-000133	Pedido Compra N.º 0000434 Ins...	504316 - Rival-Clim	Emitida	30-09-2020	EUR	780.00
Z5-000129	Pedido Compra N.º 0000430 M...	502579 - FJAC - Com	Emitida	05-10-2020	EUR	712.90
Z4-001396	ENCOMENDA ACESSORIOS	500206 - Klinger Po	Emitida	05-10-2020	EUR	158.98
Z5-000134	Pedido Compra N.º 0000433 Ins...	504316 - Rival-Clim	Emitida	07-10-2020	EUR	180.00
Z4-001409	Pedido Compra N.º 0000458 J...	410232 - J.M.M.	Recebida Parcialmente	08-10-2020	EUR	417.90

Figura 3.21: Visualização do módulo Gestão de encomendas [5]

3.3.6 Análise, relatórios e indicadores de Manutenção

Este modulo apresenta parâmetros de desempenho, como por exemplo, o MTBF. Permite a criação de parâmetros que a organização ou o utilizador achem pertinentes, para efetuar uma análise de acordo com as necessidades.

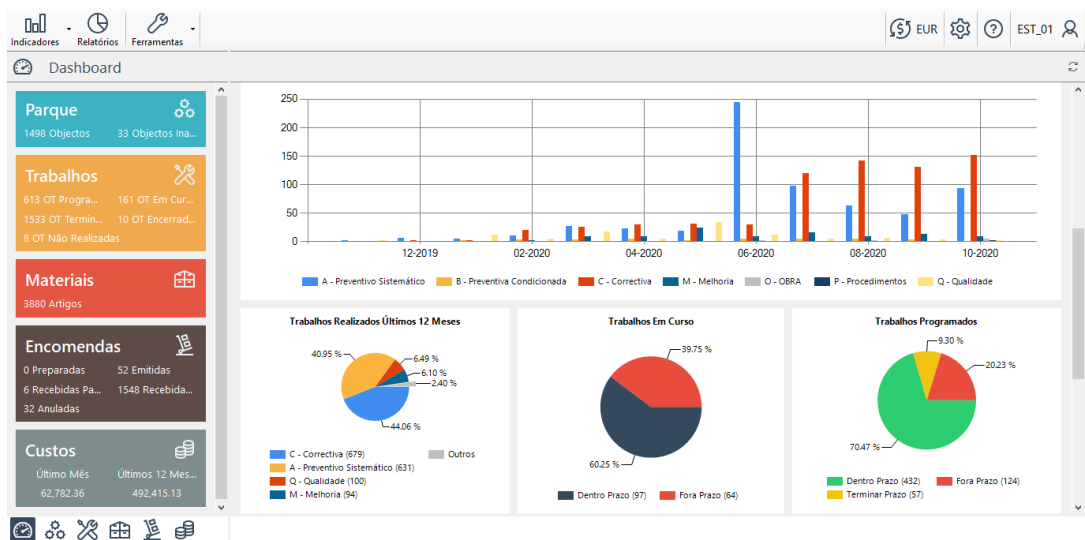


Figura 3.22: Visualização do módulo Análise, relatórios e indicadores de Manutenção [5]

Apresentação do caso de estudo e do problema

A preocupação com a qualidade, redução de custos e produtividade são temas que estão sempre presentes nas empresas de qualquer setor. É importante salientar a relevância do departamento da manutenção nestes indicadores acima referidos principalmente, no setor fabril. A relevância deste departamento nem sempre foi reconhecida por parte da MGC – Acabamentos Têxteis S.A. devido ao facto de durante bastante tempo ter sido praticamente inexistente.

Consequentemente, o registo de manutenções era escasso, pois apesar da máquina operar de forma regular a partir de 2018, só existiam registos a partir fevereiro de 2020, como poderemos verificar no dashboard abaixo, retirado do software Manwinwin.

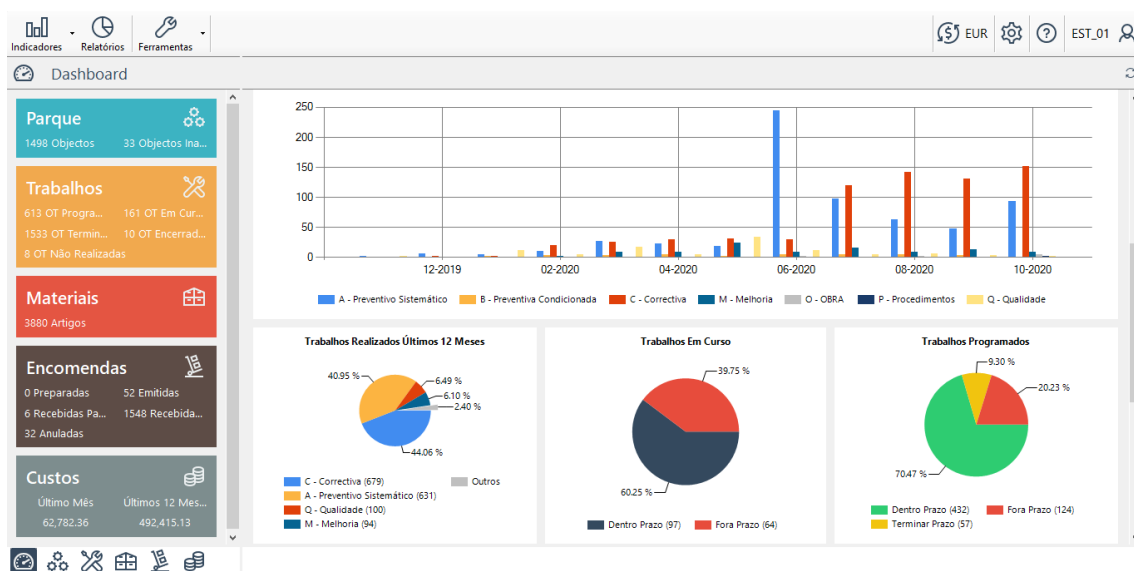


Figura 4.1: Situação atual do departamento de Manutenção [5]

O departamento de manutenção encontra-se, atualmente, num processo de desenvolvimento, pelo que, determina que ainda não se tenha atingido o dinamismo pretendido. Por este facto, frequentemente, existem falhas ou mesmo inexistência de informações relevantes, em algumas ordens de trabalho, que dificultam a análise da avaliação de risco de

falha.

O processo de manutenção preventiva era maioritariamente baseado na análise das manutenções corretivas ocorridas e na sua periodicidade. Este procedimento era efetuado em todas as máquinas.

Na máquina crítica, que não tinha processo preventivo, eram efetuadas algumas lubrificações de uma forma irregular, inadequada, muitas vezes com atraso e limpeza geral. Para uma máquina que pode chegar a operar 24h por dia, seria necessário implementar ações preventivas, logo que possível.

Através dos registos do Manwinwin, foi possível retirar os registos de manutenções da máquina Pad-Steam até 19 outubro de 2020, data do começo deste estudo, eram os seguintes:

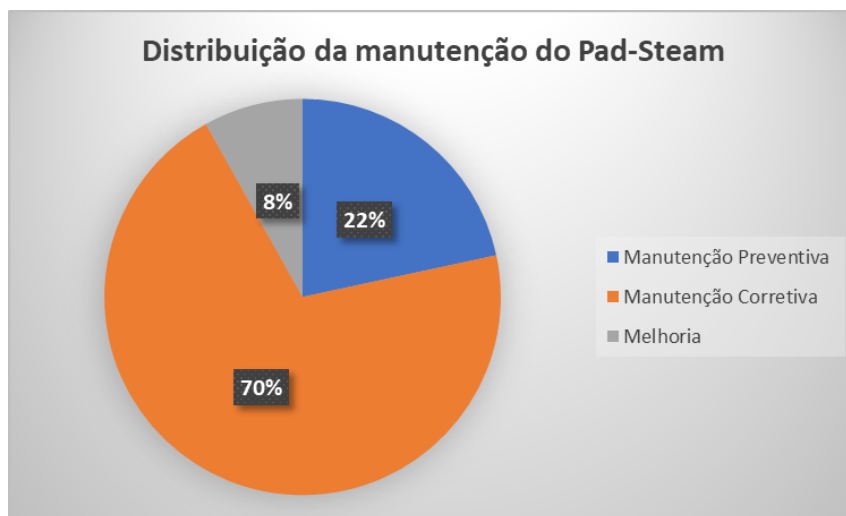


Figura 4.2: Distribuição da manutenção do Pad-Steam [6]

Como referido no Estado de Arte, existem dois tipos de manutenção: Preventiva e Corretiva. As manutenções eram constituídas por 26 manutenções corretivas, 8 manutenções preventivas e 3 melhorias. De notar a grande diferença entre as manutenções corretivas para as restantes, aumentando os custos imputados ao departamento de manutenção.

Para uma melhor interpretação e pelos dados retirados do Manwinwin, foi efetuada uma análise aos custos de manutenção:

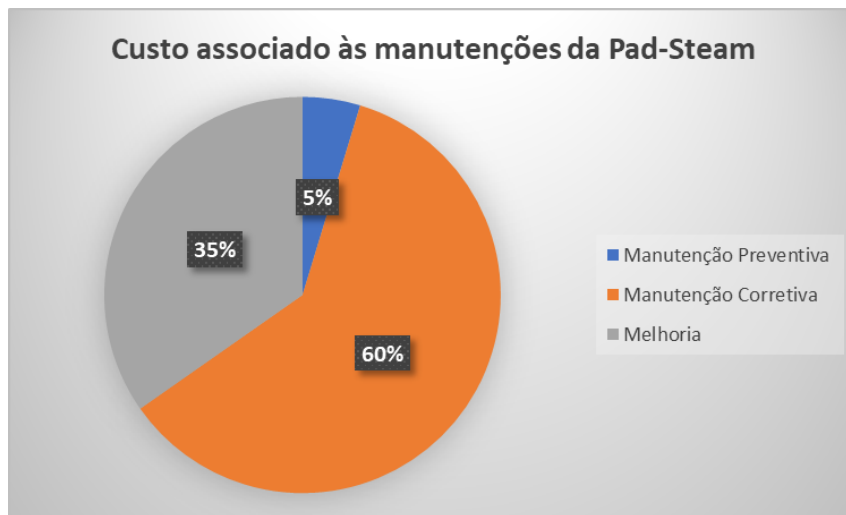


Figura 4.3: Custo associado às manutenções do Pad-Steam [6]

Os custos eram distribuídos da seguinte forma: 6.365,38 euros para as manutenções corretivas, 495 euros para as manutenções preventivas e 3650 euros para as melhorias implementadas.

Os dados representados anteriormente referem-se a um período de 11 meses, verificando-se uma diferença significativa da manutenção corretiva comparativamente com a preventiva. Esta situação era idêntica nos restantes equipamentos fabris.

Apesar da gravidade desta situação, os custos de manutenção corretiva não foram tão avultados como seriam de esperar. O facto de se tratar de uma máquina industrial recente, de 2018, grande parte dos equipamentos ainda se encontram no tempo de vida útil. Ou seja, nos próximos anos, caso o procedimento fosse o mesmo, seria de esperar que os custos associados às manutenções corretivas, fossem superiores, devido ao desgaste dos componentes e à vida útil dos mesmos.

Relativamente a reclamações de produtos finais defeituosos, foi decidido que não fossem contemplados como custos de manutenção, pelo facto de não serem significativos, e também por não se conseguir aferir se o problema teria origem da maquinaria. Por exemplo, algumas reclamações surgem por parte da cor (como referido anteriormente, por vezes é bastante difícil atingir a cor nos tecidos ou malhas requeridas pelos clientes), mas isso não significa que a origem desta falha tenha sido proveniente da máquina, pode ter sido potenciado pelo cálculo dos produtos químicos a utilizar ser incorreta.

A aplicação do FMEA visa a criação de medidas preventivas ao invés de corretivas através da análise de falhas e das suas causas e efeitos. Com esta metodologia existirá uma redução de mão de obra extra bem como redução nos custos dos materiais utilizados. Outro fator de grande importância, seria o aumento do tempo de operacionalidade da máquina, originando um aumento de produção e de rentabilidade para a empresa.

Apresentação da solução proposta

Inicialmente, neste capítulo, são elaboradas tabelas para aplicação da metodologia, tendo em conta os principais objetivos desta dissertação.

Seguidamente é apresentada a situação atual da empresa, mostrando algumas lacunas, que são necessárias melhorar, e que, de certo modo, prejudicam a aplicação da metodologia.

Tendo os dados suficientes é aplicada a metodologia onde todo o procedimento foi mencionado no Estado de Arte.

Após a aplicação do FMEA é efetuada a análise estatística, mostrando os setores críticos e quais as falhas mais frequentes.

Posteriormente, é feita uma análise mais pormenorizada a duas falhas: Consumo de água excessivo e Lubrificação de rolos curvos. Foi dada especial importância a estas duas falhas pelo facto de conterem erros, sendo a principal causa da ocorrência das falhas. Neste subcapítulo é também apresentada a redução de custos prevista com a correção destes erros.

Por último, como 31% das falhas analisadas estão associadas aos rolamentos, é apresentado um método preventivo de análise de vibrações aos rolamentos da máquina.

5.1 Elaboração das tabelas de deteção, ocorrência, severidade e do grau de risco

Como já foi referido anteriormente, o FMEA é aplicado em diversos setores. Como tal, as tabelas de referência são generalizadas, de modo a que a sua aplicação seja independente do setor a que se destina.

De acordo com o Manual de Referência FMEA, os índices de avaliação de Severidade, Ocorrência e Detetabilidade devem ser consistentes, de modo a tornar a análise mais eficiente. Para tal, é efetuada uma alteração na tabela de Ocorrência e Severidade comparativamente às tabelas apresentadas no Estado de Arte, de modo a que a aplicação da metodologia seja a mais realista possível e de acordo com os objetos finais.

Após esta análise, são apresentadas as tabelas dos critérios de avaliação bem como a

explicitação de como foram formuladas.

Na tabela de Ocorrência foram consideradas os seguintes dados:

- 1 dia de produção Pad-Steam: 16 horas
- 1 mês de produção Pad-Steam: 352 horas (22 dias úteis)
- 1 ano de produção Pad-Steam: 3872 horas (11 meses, considerando 1 mês de paragem anualmente para limpeza e ações de manutenção mais profundas)

Apesar da máquina ser capaz de operar 24 horas por dia, considerou-se uma média de 16 horas devido à necessidade de aquecimento da máquina antes do início da operação e de dias esporádicos que não ocorre produção.

A tabela de Ocorrência considerada mais adequada para o produto em causa foi a seguinte:

PROBABILIDADE DE FALHA	TAXA DE OCORRÊNCIA	ÍNDICE DE OCORRÊNCIA
Muito alta: a falha é quase inevitável	= 1 em 352 horas (1 mês em funcionamento)	10
Alta: Falha frequente	1 em 1056 horas (3 meses em funcionamento)	8
Moderada: Falha ocasional	1 em 2112 horas (6 meses em funcionamento)	6
Baixa: Poucas falhas	1 em 3872 horas (1 ano em funcionamento)	4
Muitas falhas: Falha isolada	1 em 7744 horas (2 anos em funcionamento)	2
Remota: Falha improvável	= 1 em 19360 horas (5 anos em funcionamento)	1

Tabela 5.1: Tabela de Ocorrência Modificada

A atribuição dos critérios de Severidade, obtém-se através do grau de impacto dos efeitos dos modos de falha. Devido ao facto das falhas não colocarem em causa a Saúde e o Ambiente, as categorias consideradas foram o custo associado à paragem da máquina e o custo de reparação, sendo este último constituído pelo custo de mão de obra e pelo custo do material de substituição (os custos anteriormente mencionados foram retirados do software Manwinwin). O custo de não produção por hora é aproximadamente de 158 euros (Custo calculado pela MGC - Acabamentos Têxteis S.A.).

EFEITO	CUSTO TOTAL	ÍNDICE DE SEVERIDADE
Catastrófica	Custo superior a 2500	10
	Custo entre 1680 e 2500 euros	9
Crítica	Custo entre 1440 e 1680 euros	8
	Custo entre 1200 e 1440 euros	7
Alta	Custo entre 960 e 1200 euros	6
	Custo entre 720 e 960 euros	5
Moderada	Custo entre 480 e 720 euros	4
	Custo entre 240 e 480 euros	3
Baixa	Custo inferior 240 euros	2
Sem impacto	Sem custo	1

Tabela 5.2: Tabela de Severidade Modificada

Relativamente à tabela de Detecção não foi efetuado nenhuma alteração por ser considerada adequada para a avaliação de risco de falha no Pad-Steam.

DETEÇÃO	PROBABILIDADE DE DETEÇÃO	ÍNDICE DE DETEÇÃO
Quase impossível	Não é conhecido controlo para detetar modo de falha	10
Muito Remota	Probabilidade muito remota de que o controlo atual irá detetar o modo de falha	9
Remota	Probabilidade remota de que o controlo atual irá detetar o modo de falha	8
Muito Baixa	Probabilidade muito baixa de que o controlo atual irá detetar o modo de falha	7
Baixa	Probabilidade baixa de que o controlo irá detetar o modo de falha	6
Moderada	Probabilidade moderada de que o controlo irá detetar o modo de falha	5
Moderadamente Alta	Probabilidade moderadamente alta de que o controlo irá detetar o modo de falha	4
Alta	Probabilidade alta de que o controlo irá detetar o modo de falha	3
Muito Alta	Probabilidade muito alta de que o controlo irá detetar o modo de falha	2
Quase Certamente	Quase certamente que o Controlo atual irá detetar o modo de falha	1

Tabela 5.3: Tabela de Detecção [11]

Para o Grau de Risco foi elaborada a seguinte tabela, que visa distinguir as falhas em função dos diferentes graus de gravidade, sendo necessário em determinadas falhas uma ação mais urgente.

Grau de risco (NPR)		Grau de urgência das medidas
GR $\geq$ 96 *	Risco Elevado	Requer ação imediata para diminuir o risco (atuando em "O", "S" ou "D")
$32 \leq$ GR <96	Risco Moderado	Devem ser tomadas ações logo que possível para diminuir o risco
GR <32 **	Risco Baixo	Devem ser tomadas medidas de melhoria sem carácter de urgência

Tabela 5.4: Tabela de Grau de Risco [12]

5.2 Análise da metodologia FMEA

5.2.1 Estado empresarial para aplicação do método

Como já foi referido anteriormente, a recolha de falhas não foi apenas efetuada no equipamento Pad-Steam. A escassez de informação originou a recolha de falhas a equipamentos semelhantes como a LP-005 e a Pad-Steam de 1983. Para que a aplicação do FMEA fosse realizada da forma mais eficiente possível, foi feita uma avaliação das falhas recolhidas nestes equipamentos.

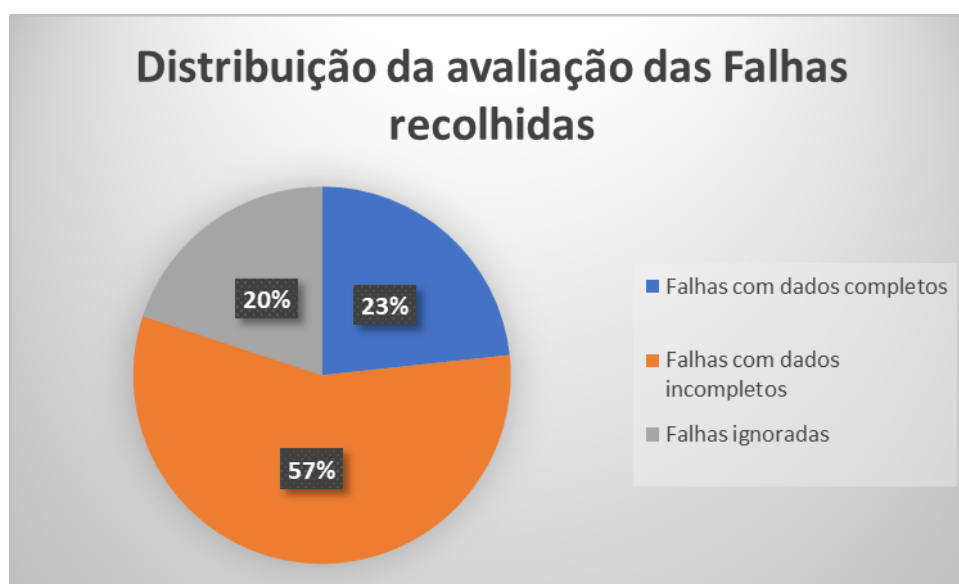


Figura 5.1: Distribuição da avaliação das falhas recolhidas [6]

Numa fase inicial, este era o panorama das falhas, num total de 206 falhas recolhidas do software de Manwinwin e do registo do Pad-Steam, a distribuição foi a seguinte:

- 48 falhas (23%) continham dados completos para a aplicação do método FMEA;
- 117 falhas (57%) não tinham dados suficientes para aplicação do método. Os dados que são mais frequentemente não mencionados são os seguintes:
 - Tempo de Mão de obra;
 - Falta de rigor na especificação dos componentes que foi efetuada a manutenção;

- Custo do material utilizado na manutenção;
- Tempo de paragem de produção.
- 41 falhas (20%) não foram utilizadas na aplicação do FMEA devido ao equipamento em análise não conter os componentes onde ocorreram as falhas.

Para a análise ser o mais completa possível e o estudo não se basear apenas em 48 falhas, foram consideradas para o estudo, algumas falhas com dados incompletos, através da atribuição de parâmetros sempre de uma forma consciente e realista. O gráfico abaixo demonstra a distribuição das falhas.

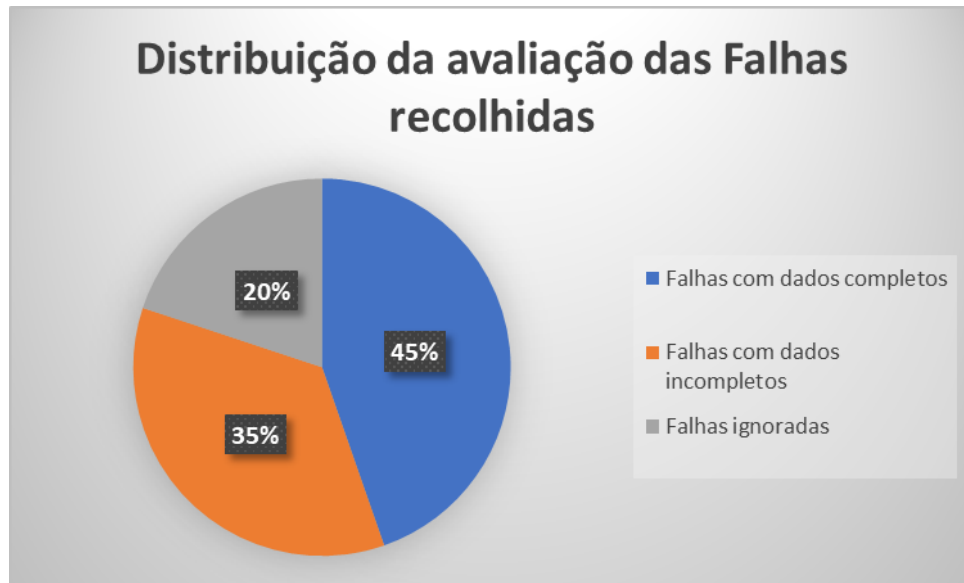


Figura 5.2: Distribuição da avaliação das falhas recolhidas após aproveitamento de falhas com dados incompletos [6]

Assim sendo, foram consideradas para o estudo mais 44 falhas, a acrescentar às 48 falhas com dados completos, num total de 92 falhas. As restantes 73 falhas não foi possível atribuir parâmetros, devido à falta de pormenor, sendo, na maioria das vezes, impossível de situar a seção da máquina onde foi efetuada a manutenção.

5.2.2 Aplicação da metodologia FMEA

Nesta fase, já é possível a aplicação da metodologia com base nos dados recolhidos.

Como apresentado anteriormente no Estado de Arte, a avaliação do risco de falha utilizada é o FMEA, que é composto por várias fases: Identificação do Risco, Estimação do Risco e Valoração. Etapas intrínsecas nestas fases são identificação de modos, causas e efeitos de falha e o cálculo do RPN.

A tabela do FMEA apresentada nos Anexos é resultante de um trabalho do autor, do orientador desta dissertação e dos técnicos com conhecimento na área, procurando obter resultados o mais credíveis possíveis, diminuindo assim a subjetividade do método. Além do grau de risco das falhas, a tabela apresenta os modos de falha, bem como as respetivas causas e efeitos de falha.

Como o plano preventivo do Pad-Steam é quase inexistente, todas as falhas foram analisadas, independentemente do grau de risco associado. A última coluna da tabela do FMEA representa o número da manutenção preventiva para essa falha em específico, que se encontra representado no plano preventiva total do Pad-Steam, que se encontra também nos Anexos.

5.3 Análise de resultados

Para uma melhor percepção, são elaborados três gráficos com base nos resultados obtidos após a aplicação da metodologia: o primeiro consiste numa análise global das falhas do Pad-Steam pelo grau de risco. O segundo gráfico consiste numa análise setorial das falhas do Pad-Steam segundo o grau de risco e o último gráfico tem como objetivo apresentar a distribuição dos custos associados à manutenção das falhas.

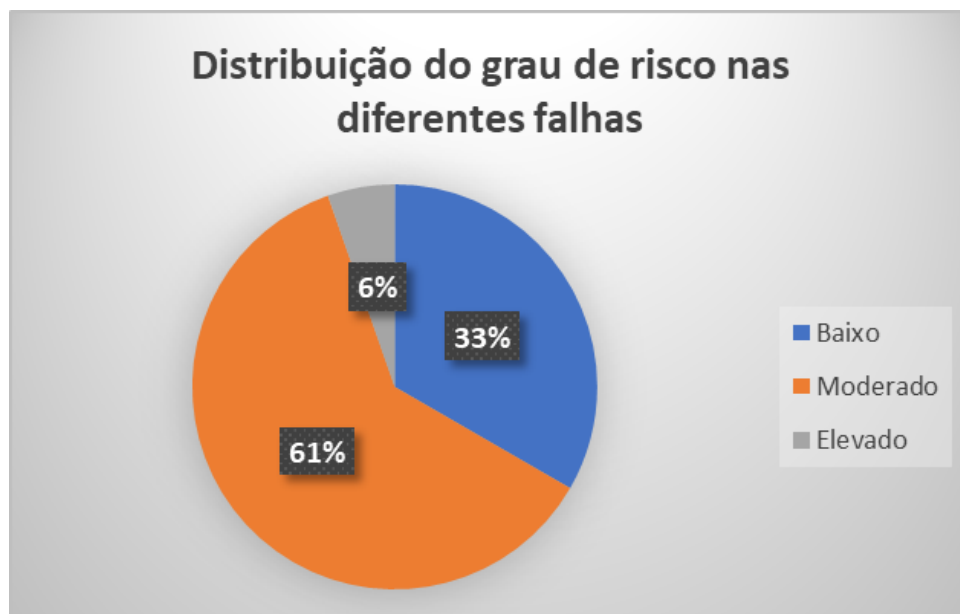


Figura 5.3: Distribuição do grau de risco nas diferentes falhas [6]

Das 92 falhas recolhidas do software Manwinwin e do registo de falhas do Pad-Steam 1983, foram acrescentadas potenciais falhas, algumas que constam no Manual do máquina, prefazendo um total de 168 falhas analisadas.

Pela análise do gráfico conclui-se que:

- 56 falhas apresentam grau de risco baixo (33%);
- 103 falhas apresentam grau de risco moderado (61%);
- 9 falhas apresentam grau de risco elevado (6%);

Apesar das falhas com grau de risco Elevado necessitarem de análise e resolução com urgência, as restantes falhas tem que ser dado a devida importância por se poderem agravar e afetar outros componentes, podendo assim, aumentar os valores de Severidade e tornarem-se falhas com grau Elevado.

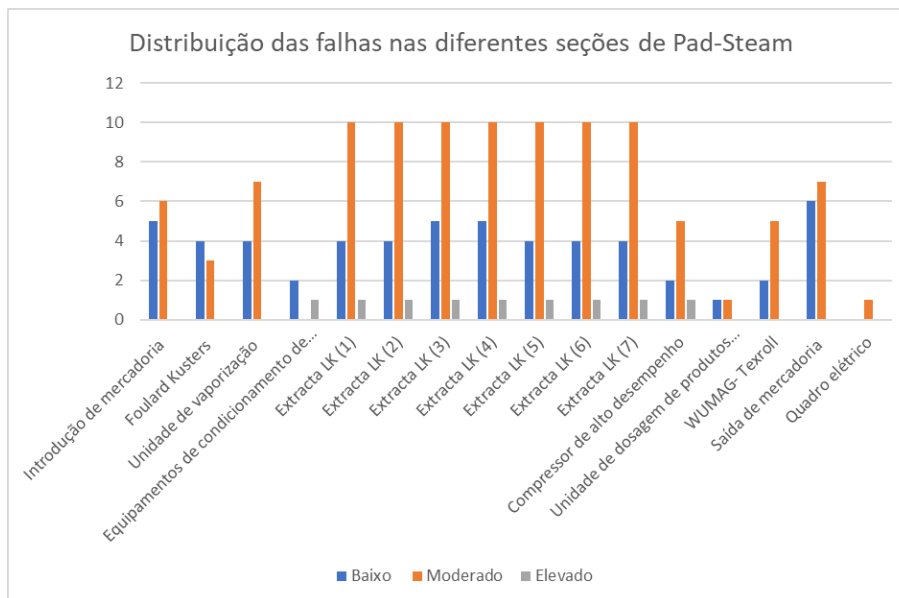


Figura 5.4: Distribuição das falhas nas diferentes seções do Pad-Steam [6]

Este gráfico permite transmitir a distribuição das falhas ao longo da máquina. Pela análise do gráfico verificamos quais são os setores mais críticos, onde ocorrem mais falhas e com mais gravidade. Podemos concluir que as caixas de lavagem (EXTRACTA LK) são os setores mais suscetíveis a ocorrer falhas com os três graus de risco associados e com o maior número de falhas, sendo, portanto, um setor crítico no Pad-Steam.

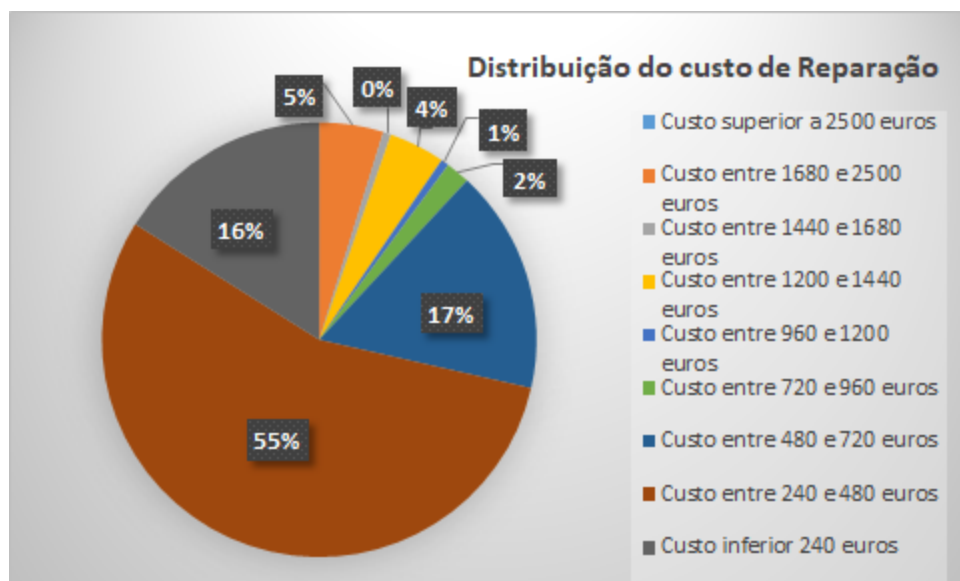


Figura 5.5: Distribuição do custo de reparação [6]

Estes resultados permitem criar uma ideia geral sobre quais os custos de reparação que os efeitos de falha podem causar no Pad-Steam. Podemos verificar que a maioria dos custos de manutenção estão compreendidos entre 240 e 480 euros, ocorrendo em 93 das 168 falhas analisadas.

5.4 Consumo de água excessivo e Lubrificação defeituosa

Neste subcapítulo, vai ser abordado mais detalhadamente duas falhas já mencionadas anteriormente na avaliação de risco pelo facto de conterem erros associados, que resultam de um consumo excessivo de água e de manutenções corretivas para substituir componentes, apresentando ambas custos elevados. Durante a realização desta dissertação foram detetados alguns lapsos que acabaram por ser retificados, evitando assim a continuação de ocorrência de falhas, originando um impacto económico significativo na empresa. As duas falhas foram o consumo de água excessivo no Pad-Steam e a manutenção corretiva de rolos curvos. Será explicado todo o procedimento efetuado, desde a identificação das falhas até às correções efetuadas. Também é efetuado uma estimativa da redução de custos que estas intervenções proporcionaram.

5.4.1 Consumo água

A Pad-Steam, sendo uma máquina que executa o tingimento dos tecidos, utiliza quantidades elevadas de água onde são inseridos produtos químicos. Tanto no vaporizador como nas caixas de lavagem existem consumos de água bastante significativos.

O vaporizador opera com uma temperatura a rondar os 25°C. Existe fornecimento de vapor a rondar os 2 kg por cada kg de tecido e há fornecimento de água fria, um pouco inferior aos 20°C, que visa equilibrar a temperatura do compartimento.

Nas caixas de lavagem o consumo é essencialmente de água quente, onde as temperaturas rondam os 50°C em 2 caixas de lavagem e os 75°C nas últimas 4 caixas de lavagem.

Apesar do consumo de água do Pad-Steam ser elevado, os valores dos contadores apresentam valores muito superiores ao que seria de esperar, o que levou a uma análise mais aprofundada.

O gráfico abaixo foi retirado diretamente do Pad-Steam e apresenta o consumo mensal em m^3 da máquina em questão em 2019. Para um melhor rastreio, na verificação da falha do sistema, o consumo de água quente foi analisado separadamente do consumo de água fria.

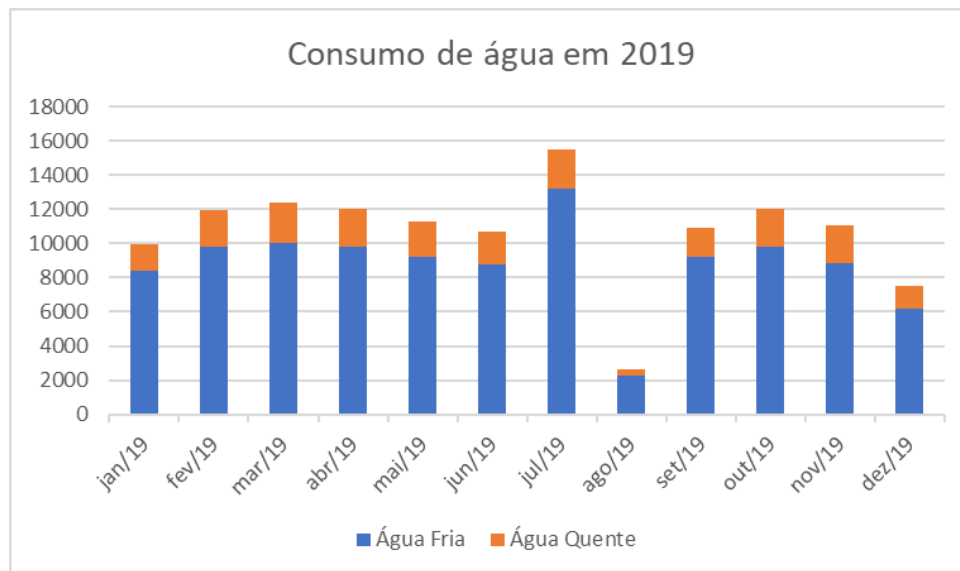


Figura 5.6: Consumo de água na Pad-Steam em 2019 [7]

Em 2019, sendo um ano considerado normal na MGC- Acabamentos Têxteis S.A., o consumo total de água foi de $129.379,87 \text{ m}^3$. Separadamente, o consumo foi distribuído por $106.586,42 \text{ m}^3$ de água fria e $22.793,45 \text{ m}^3$ de água quente.

Os custos associados ao consumo de água são: 0.07 euros por cada m^3 captado e 0.67 euros/ m^3 por tratamento. Logo, os custos totais da máquina foram de 78.873,95 euros de água fria e de 16.867,15 euros de água quente, num total 95.741,103 euros.

Através da análise dos gráficos acima representados, conclui-se que o consumo de água fria é aproximadamente 4.67 vezes superior ao consumo de água quente.

No ano de 2020, devido a ser um ano atípico resultado da pandemia, a procura desceu, como era de esperar, mas os consumos de água fria e os consumos de água quente foram idênticos, como vamos poder verificar.

O gráfico seguinte mostra o consumo de água de Pad-Steam de janeiro até outubro de 2020.

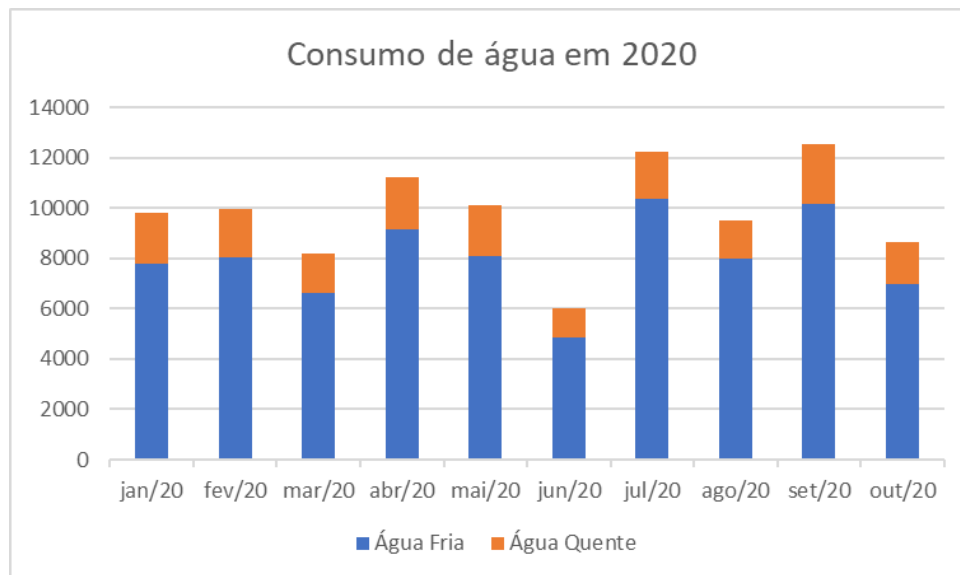


Figura 5.7: Consumo de água na Pad-Steam em 2020 [7]

A análise é realizada apenas até ao mês de outubro porque em novembro foram efetuadas intervenções que condicionaram o consumo de água e, para uma melhor percepção da redução do consumo de água, foi feita a análise antes das intervenções e posterior às intervenções.

Até outubro de 2020, o consumo de água foi constituído por 80.137,98 m^3 de água fria e 18.128,51 m^3 de água quente. A proporção de consumo de água fria para água quente é de 4.42. Esta pequena variação relativamente a 2019 deve-se ao consumo de água do processo de tingimento variar consoante os tecidos. Mesmo assim, os valores do consumo de água fria continuam a ser demasiado avultados.

Para detetar a causa deste consumo excessivo, analisou-se as unidades da máquina onde é consumida água fria. Os setores são o Vaporizador e a 1ª caixa de lavagem. Após verificar o consumo da 1ª caixa de lavagem através do contador incorporado na própria caixa de lavagem, verificamos que o consumo estava dentro do expectável, logo o consumo excessivo de água fria seria no Vaporizador.

Segundo o manual do Pad-Steam, quando o consumo de água é acima do expectável, é aconselhado verificar a válvula de evacuação quanto à corrosão e sujeira, o que pode levar à não estanqueidade. Esta válvula tem função de controlar o escoamento da água para o esgoto. Caso não estivesse a vedar corretamente, haveria água que estaria a escoar para o esgoto desnecessariamente, o que levaria a uma reposição de água no Vaporizador para manter o nível de água necessário.

A válvula de evacuação retirada do Pad-Steam foi a seguinte:



Figura 5.8: Válvula de evacuação deformada

Como podemos verificar, a válvula encontra-se deformada e foi efetuada a sua substituição, sendo uma das causas para este consumo de água elevado.

Como se trata de uma situação preocupante que não permite esperar por resultados para ver se efetivamente teria resultado numa diminuição do consumo de água, foi contactado a BENNINGER, fabricante da máquina Pad-Steam, e reportada a situação. A BENNINGER aconselhou também uma atualização de software.

Dado que a substituição da válvula de evacuação e a atualização de software foram efetuadas nos dias 10 e 18 de novembro, respetivamente, foi efetuado a análise do consumo de água do dia 18 de novembro até ao dia 9 de dezembro, data da seguinte intervenção. Estes foram os seguintes resultados:

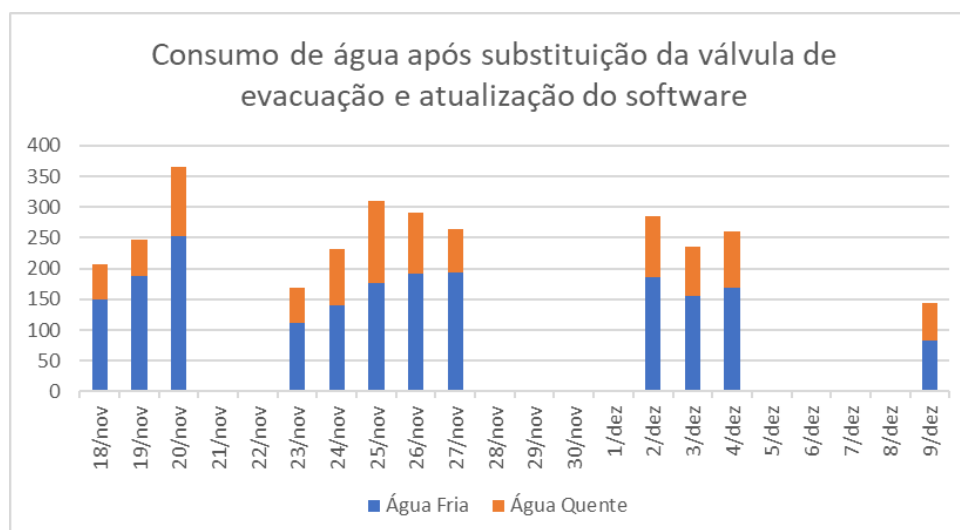


Figura 5.9: Consumo de água após substituição da válvula de evacuação e da atualização do software [7]

O consumo total nestes dias foi de $3.013,56 \text{ m}^3$, $1.995,86 \text{ m}^3$ de água fria e $1.017,7 \text{ m}^3$ de água quente. Após as duas intervenções, a proporção de água fria para água quente é de 1.96.

A terceira e última intervenção foi realizada no dia 10 de dezembro. Esta alteração consistiu na abertura de uma válvula que até à data se encontrava fechada. A válvula é denominada por G17 e, com abertura da válvula, permite a utilização da água fria da primeira caixa de lavagem. Como a água da caixa de lavagem se encontra a uma temperatura inferior do Vaporizador, contribui, assim, para equilíbrio térmico neste compartimento, diminuindo assim o consumo de água fria no Vaporizador para alcançar a temperatura adequada.

Na imagem abaixo está apresentado o Vaporizador do Pad-Steam. Podemos verificar que a válvula G17 se encontra ativa.

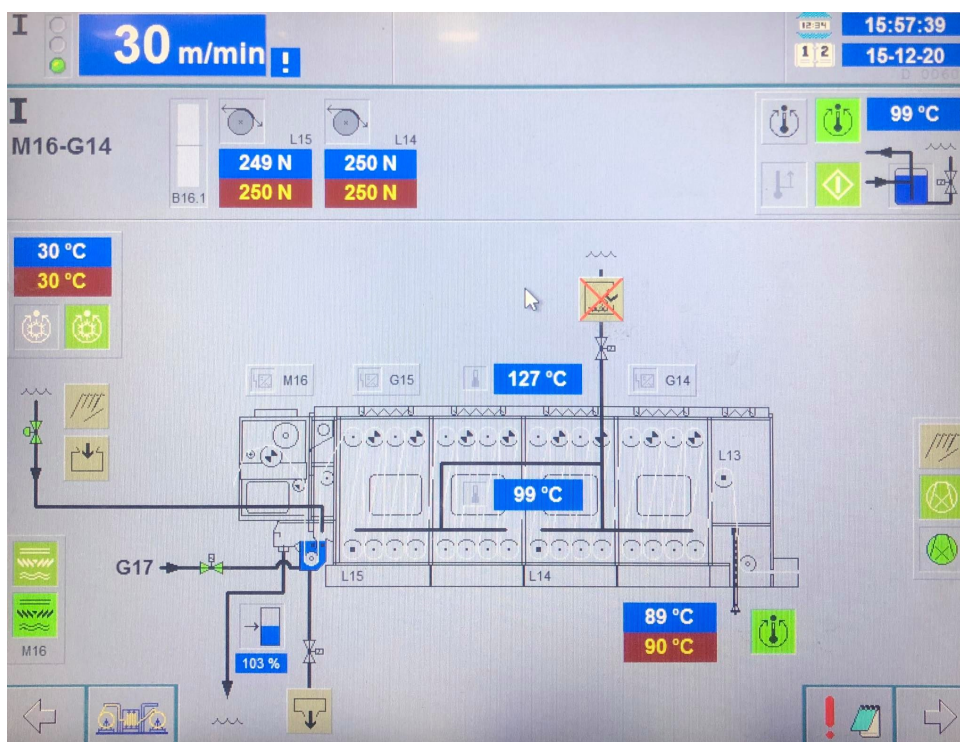


Figura 5.10: Visualização do Vaporizador no monitor do Pad-Steam

Posteriormente às alterações efetuadas foi realizada a análise aos consumos de água.

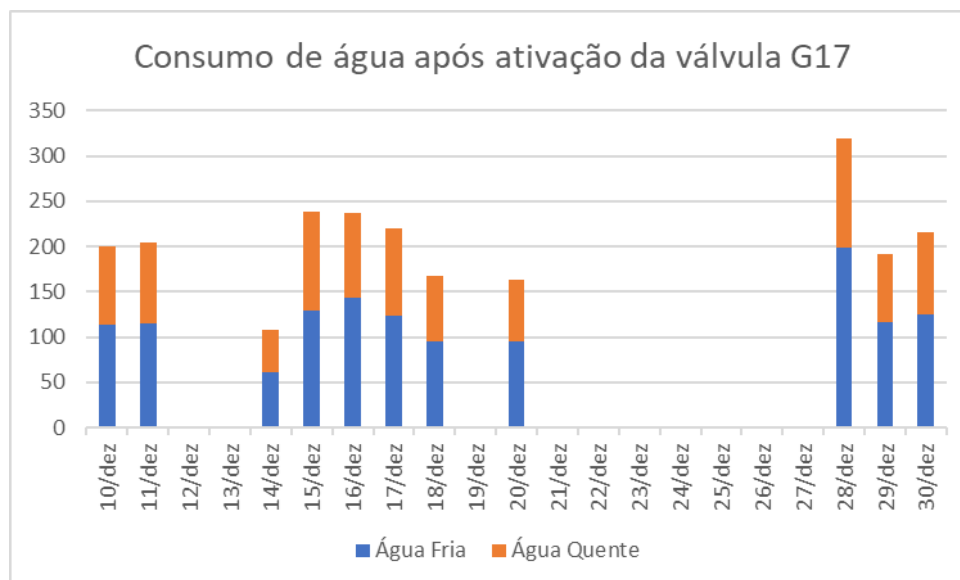


Figura 5.11: Consumo de água após a ativação da válvula G17 [7]

Com estes gráficos, concluímos que nestes dias foram consumidos $1.313,96 \text{ m}^3$ de água fria e $951,06 \text{ m}^3$ de água quente. De relembrar que em 2019 e 2020 as proporções de água fria para água quente eram de 4.67 e 4.42, respetivamente, e neste momento encontra-se com uma proporção de 1.38.

Segundo a MGC – Acabamentos Têxteis S.A., prevê-se que a procura no ano 2021 volte à normalidade, sendo no mínimo igual a 2019. Para efetuar uma estimativa de redução dos custos de consumo de água, assumi que a procura iria ser semelhante à de 2019, considerando que o consumo de água quente fosse o mesmo. Se o consumo de água quente for de $22.793,45 \text{ m}^3$ e a proporção de água fria for de 1.38, o consumo de água fria será de $31.454,96 \text{ m}^3$. O consumo de água fria em 2019 foi de $106.586,42 \text{ m}^3$ que está associado a um custo de 78.873,95 euros e o consumo previsto para 2021 é de $31.454,96 \text{ m}^3$, obtendo um custo de 23.276,67 euros.

Após estes cálculos, é possível determinar o valor associado à redução de custos. Estima-se a redução dos consumos de água, com os custos mensais de 4633,10 euros, o que significa uma poupança de 55.597,27 euros anualmente.

Esta redução teve um impacto bastante significativo, a nível económico na MGC-Acabamento Têxteis, no entanto, devo salientar que o impacto não é apenas económico, mas também ambiental. Na atual situação, a redução no consumo de recursos torna-se cada vez mais importante, tendo na minha opinião, um impacto ambiental muito significativo.

No seguimento desta ação de melhoria, resultou uma manutenção preventiva, que se baseia na inspeção visual da válvula de evacuação, permitindo perceber o estado do equipamento, de modo a evitar consumos de água elevados.

5.4.2 Lubrificação

Após análise do Pad-Steam de 1983, equipamento semelhante à máquina que está a ser alvo de estudo, verificou-se que existiam sete manutenções corretivas em apenas

12 meses, noo cilindro de esticamento longitudinal, ou rolo curvo, como é designado na MGC-Acabamentos Têxteis. Como não havia muita informação relativa à manutenção nas ordens de trabalho, apenas o descritivo “Substituição do rolo curvo”, foi feita uma abordagem aos técnicos mais antigos que já trabalhavam na empresa nesta altura, que concluíram que causa provável para a substituição dos rolos curvos, seria pelo facto dos rolamentos não se encontrarem em bom estado.

Dado que no Pad-Steam já tinha ocorrido uma manutenção corretiva de um rolo curvo devido a um rolamento danificado, foi necessária uma análise mais detalhada, de modo a verificar se o processo de lubrificação estaria correto. Os rolos curvos na Pad-Steam requerem uma lubrificação com uma periodicidade de 1000h de funcionamento e encontram-se em várias seções do Pad-Steam, como por exemplo, caixas de lavagem, no Secador WUMAG, no compressor de alto rendimento e na saída de mercadoria.

Após acompanhamento da lubrificação com o técnico, consegui verificar o motivo das intervenções corretivas. As lubrificações eram bem efetuadas em todos os rolos, exceto nos rolos curvos.

O rolo curvo é composto por redutores nas extremidades, que também necessitam de lubrificação, como mostra a figura seguinte:



Figura 5.12: Redutores dos rolos curvos

Mas, além da lubrificação do redutor, é necessário a lubrificação dos rolamentos dos rolos curvos. Podemos verificar pela imagem seguinte o niple de lubrificação.



Figura 5.13: Niple de lubrificação do rolo curvo

Como a máquina é recente e ainda não tem muitas horas de funcionamento, não houve ainda muitas manutenções corretivas, mas, como aconteceu no Pad-Steam 1983, seria uma questão de um tempo até os rolamentos começarem a ficar danificados e a exigirem manutenção, que iriam acabar por ser manutenções corretivas. De salientar que, alguns rolos curvos se situam em zonas com temperaturas elevadas (como é o caso do rolamento danificado, onde foi efetuada manutenção corretiva), originando a diminuição da vida útil do rolamento.

Na máquina existem dez rolos curvos:

- um na Secadeira (WUMAG TEXROLL)
- um no Espremedor (Compressor de alto Rendimento)
- um na Saída de Mercadoria
- seis nas Caixas de Lavagem (EXTRACTA LK)
- um no Foulard

O único rolo curvo que estava a ser lubrificado corretamente era o rolo curvo do Foulard, por não possuir redutores nas extremidades, pelo que, o rolo curvo do Foulard será ignorado.

Para estimar a redução de custo, foi efetuada uma análise ao fim de 25.000 horas de funcionamento. Estas correspondem ao tempo de vida útil dos rolamentos, considerando que os mesmos são corretamente lubrificados.

As variáveis utilizadas nesta análise foram as seguintes:

- **Custo do material** - Os rolamentos utilizados tem um custo unitário a rondar os 9.38 euros. Uma vez que um rolo curvo contém dois rolamentos de topo, prevê-se que, quando um rolamento estiver danificado, o outro deverá estar nas mesmas condições.
- **Custo de mão de obra** - O tempo necessário para manutenção é diferente para cada rolo, conforme as condições de acesso ao equipamento. Para o rolo curvo da saída da mercadoria e do compressor de alto rendimento (Prensa), de fácil acesso, necessitaria de 15 minutos, para cada rolo da caixa de lavagem necessitaria de 90 min, devido à dificuldade de acesso. Quanto ao rolo da secadeira seriam necessários 60 min. O custo de mão de obra é de 6 euros / hora.
- **Custo mão de obra (lubrificante)** - A lubrificação era defeituosa devido à lubrificação ser apenas no redutor, não sendo efetuada lubrificação nos rolamentos do rolo curvo. Assim sendo, foram considerados 10 minutos para lubrificar cada um dos redutores, exceto o redutor do rolo curvo da secadeira, devido às dificuldades de acesso considerou-se 20 minutos.

Para a correta lubrificação, deve incluir-se tanto os redutores como os rolamentos dos rolos curvos, resultando no acréscimo de tempo, em mão de obra técnica.

Os tempos considerados foram os seguintes: 15 minutos para o rolo curvo do compressor de alto rendimento (Prensa) e para o de saída de mercadoria, devido ao seu fácil acesso, como mostra a Figura 5.14, 25 min para o rolo curvo da secadeira e 20 min para cada um dos rolos curvos das caixas de lavagem, devido aos niples de lubrificação se situarem dentro da máquina, dificultando assim o acesso, como podemos verificar na Figura . Importante relembrar que a periodicidade de lubrificação, é a cada 1000h horas de funcionamento.



Figura 5.14: Rolo curvo na Saída da Mercadoria

- **Custo do lubrificante)** - O lubrificante usado é denominado por EUROLUBE MASSA Z4 RV 5B CLASSIC 15 kg, sendo 29.90 euros o seu custo unitário. Para a lubrificação defeituosa considerou-se a utilização de 12 gramas por cada lubrificação.

Com o acréscimo da lubrificação dos rolamentos na lubrificação correta, considerou-se 24 gramas por lubrificação.

A partir do Excel foram elaboradas duas tabelas que permitem analisar os custos associados a uma lubrificação defeituosa e uma lubrificação correta.

CORRETIVA		Lubrificação defeituosa							
Seção	Tempo Manutenção (h)	C. do material (€)	C. mão de obra manutenção (€)	C. paragem (€)	Tempo de lubrificação (h)	C. mão de obra lubrificação (€)	C. lubrificante (€)	Horas funcionamento Falha (h)	
Rolo 1 Cx. lavagem 1	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 1	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Cx. lavagem 2	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 2	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Cx. lavagem 3	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 3	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Cx. lavagem 4	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 4	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Cx. lavagem 5	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 5	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Cx. lavagem 6	1,5	18,76 €	9,00 €	237,00 €	0,166666667	15,00 €	0,36 €	15000	
Rolo 2 Cx. lavagem 6	0	- €	- €	- €	0,166666667	10,00 €	0,24 €	10000	
Rolo 1 Prensa	0,25	18,76 €	1,50 €	39,50 €	0,166666667	20,00 €	0,48 €	20000	
Rolo 2 Prensa	0	- €	- €	- €	0,166666667	5,00 €	0,12 €	5000	
Rolo 1 Secadeira	1	18,76 €	6,00 €	158,00 €	0,333333333	16,00 €	0,19 €	8192	
Rolo 2 Secadeira	1	18,76 €	6,00 €	158,00 €	0,333333333	16,00 €	0,19 €	8192	
Rolo 3 Secadeira	1	18,76 €	6,00 €	158,00 €	0,333333333	16,00 €	0,19 €	8192	
Rolo 4 Secadeira	0	- €	- €	- €	0	- €	- €	424	
Rolo 1 na Saída	0,25	18,76 €	1,50 €	39,50 €	0,166666667	20,00 €	0,48 €	20000	
Rolo 2 na Saída	0	- €	- €	- €	0,166666667	5,00 €	0,12 €	5000	
		206,36 €	75,00 €	1975,00 €		243,00 €	5,36 €		Total
									2 504,72 €

Figura 5.15: Custo de manutenção dos rolos curvos com lubrificação defeituosa

PREVENTIVA		Lubrificação correta							
Seção	Tempo Manutenção (h)	C. do material (€)	C. mão de obra manutenção (€)	C. paragem (€)	Tempo de lubrificação (h)	C. mão de obra lubrificação (€)	C. lubrificante (€)	Horas funcionamento Falha (h)	
Cx. lavagem 1	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Cx. lavagem 2	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Cx. lavagem 3	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Cx. lavagem 4	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Cx. lavagem 5	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Cx. lavagem 6	1,5	18,76 €	9,00 €	- €	0,333333333	50,00 €	1,20 €	25000	
Prensa	0,25	18,76 €	1,50 €	- €	0,25	37,50 €	1,20 €	25000	
Secadeira	1	18,76 €	6,00 €	- €	0,416666667	62,50 €	1,20 €	25000	
Saída	0,25	18,76 €	1,50 €	- €	0,25	37,50 €	1,20 €	25000	
		168,84 €	63,00 €	- €		437,50 €	10,76 €		Total
									680,10 €

Figura 5.16: Custo de manutenção previsto com lubrificação correta

Para efetuar a análise da manutenção corretiva, foi necessário estimar o tempo que seria necessário, até ocorrerem na máquina, as falhas nos rolamentos. Até à data, tinha ocorrido uma falha, nos rolamentos da secadeira às 8192 horas de funcionamento. Como os rolos das caixas de lavagem também estão sujeitos a altas temperaturas, estimou-se 15.000 horas até ocorrer uma falha e para os rolos curvos situados em zonas frias 20.000 horas. De referir que, foi sempre tido em conta o tempo de vida útil de 25.000 horas, para o caso do equipamento estar a ser lubrificado em perfeitas condições.

Em suma, o custo estimado de toda a manutenção, para o caso de se continuar a efetuar a lubrificação de forma inadequada, até às 25.000 horas de funcionamento, era de 2.504,72 euros. Com a correção efetuada, prevê-se um custo total de 680,10 euros. Portanto, estima-se uma redução dos custos na manutenção dos rolos curvos de 72,8%.

De notar que as falhas podem ocorrer devido a erro humano. É necessário por vezes acompanhar as manutenções mais de perto, por forma a garantir a correta execução da manutenção, uma vez que estes rolos curvos estão presentes na maioria das máquinas da fábrica. Sendo apenas um funcionário responsável pela lubrificação de todas as máquinas, o erro seria replicado, pelo que, se espera que a redução dos custos de manutenção corretiva não ocorra apenas no Pad-Steam mas também nas outras máquinas, pelo que a resolução deste problema terá um impacto ainda maior a nível financeiro.

5.5 Análise de vibrações

Um dos objetivos principais da Manutenção é otimizar a rentabilidade de todos os componentes. O que pode ocorrer com a implementação de medidas preventivas é os equipamentos serem substituídos, mas ainda não se encontrarem danificados ou deformados, podendo ainda operar de um modo eficiente.

Na máquina que está a ser alvo de estudo, existem cerca de 305 rolos, ou seja, 710 rolamentos, com a metodologia usada até à data, funcionamento baseado em manutenções corretivas, provoca um elevado número de intervenções, pelas falhas dos rolamentos. Estas não ocorrem todas com a mesma periodicidade, sendo, portanto, uma metodologia pouco rentável, uma vez que exige paragem da máquina, com os custos associados.

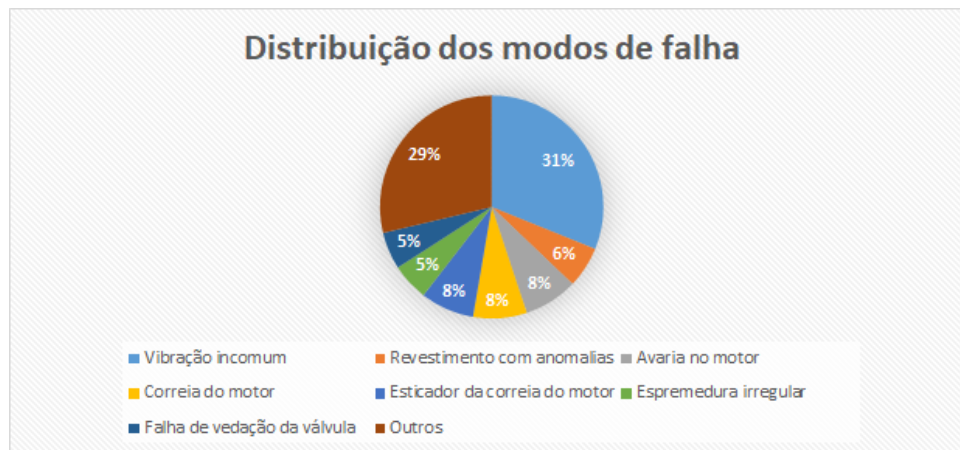


Figura 5.17: Distribuição dos modos de falha [6]

Como podemos verificar através do gráfico acima, cerca de 31% dos modos de falhas considerados na aplicação da metodologia FMEA são vibrações incomuns. Os modos de falhas que sejam vibrações incomuns neste projeto estão sempre associados a falhas nos rolamentos. Devido a este número ser consideravelmente mais alto que os restantes e por ter os três graus de Risco possíveis (Baixo, Moderado e Elevado), leva a que seja dada especial atenção nos métodos de prevenção.

A implementação de medidas preventivas, garante que não seja necessário o mesmo número de manutenções, uma vez que, seriam substituídos vários rolamentos numa só manutenção e não uma a uma, como era efetuado anteriormente, bem como o facto de não obrigar à paragem da máquina, não afetando assim a produção. Mesmo assim, não será o método, mais rentável neste tipo de componentes, uma vez que o tempo de vida útil do rolamento, pode ainda, ser maior do que, a periodicidade com que se realiza a manutenção preventiva.

Assim sendo, foi abordado neste projeto um método preditivo a rolamentos baseado na análise de vibrações. Consoante a vibração do rolamento saberíamos como se encontrava o estado do mesmo, percebendo se seria necessária a intervenção, sempre antes de ocorrer a falha.

5.5.1 Processo

O fluxo do processo de medição e análise de vibração está ilustrado no esquema na figura abaixo:

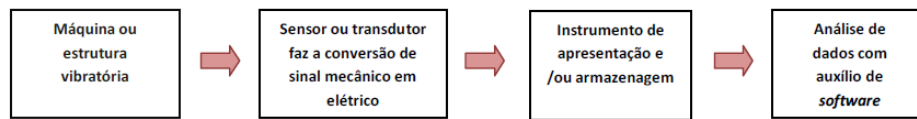


Figura 5.18: Fluxograma do processo de Análise de Vibrações [8]

Segundo Sandra Holanda [8], os sinais mecânicos da vibração de uma máquina são captados pelo transdutor, também chamado de “sensor de vibração”. O transdutor é um dispositivo que converte um sinal de entrada de natureza mecânica em sinais de saída de natureza elétrica. Este sinal de saída é transmitido através de cabos condutores até o instrumento apropriado que pode ser apenas um coletor e armazenador, como também um analisador.

A partir daí o mesmo sinal elétrico é interpretado por um programa computacional que passa a apresentá-lo na forma de sinal no tempo ou espectro de frequência, tornando a análise das condições do equipamento simplificada e prática.

Equipamentos

Para a realização deste método são necessários equipamentos específicos que vão ser descritos abaixo:

- **Sensor de medição** - nesta situação, o componente mais comum utilizado é o acelerometro piezoelétrico. As vibrações nas máquinas produzem excitações onde a massa faz uma força variável nos cristais piezoelétricos. A força é transformada então em pulsos elétricos proporcionais a aceleração. [10]



Figura 5.19: Sensor de medição [9]

- **Analisador de Vibrações** - instrumento que tem como objetivo armazenar os dados enviados pelo sensor;



Figura 5.20: Analisador de Vibrações [9]

- **Software** - programa capaz de analisar os dados recolhidos através do espectro de frequência.

5.5.2 Procedimento de medição e critério

A instalação dos sensores de vibração pode ser efetuada nas três direções: horizontal, vertical e axial, mas a instalação varia de equipamento para equipamento, podendo ser necessário instalação de apenas dois sensores. Em equipamentos com vários rolamentos é efetuada uma sequência de medição, desde o equipamento acionador até ao acionado, como mostra a figura seguinte:

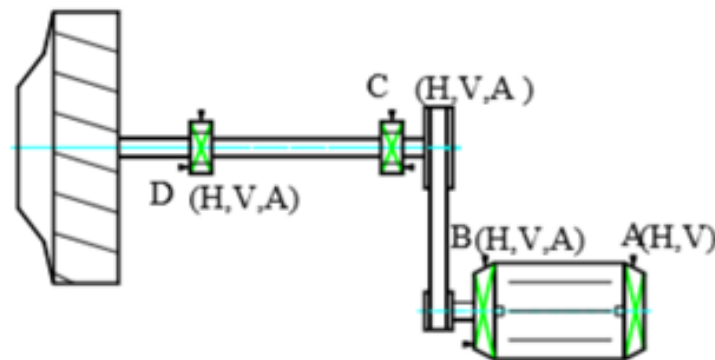


Figura 5.21: Instalação dos sensores de vibração [10]

Segundo Lages [9] A classificação é composta por quatro classes, de acordo com o nível de vibração:

- **Bom** - o estado operacional é bom (nenhuma falha, níveis baixos de vibração);
- **Aceitável** - o estado operacional é aceitável para um longo período de funcionamento;

- **Atenção** - o estado operacional não é aceitável para um longo período de funcionamento;
- **Crítico** - os níveis de vibração podem causar uma quebra inesperada;

Uma das variáveis que também influencia a vibração é a potência do equipamento acionador. Quanto mais potência for inserida no sistema, maior vibração irá causar. Como tal, é apresentado na tabela abaixo o critério para julgamento do estado de rolamentos, segundo a norma regulamentadora ISO 10816-3:2009.

Nível de Vibração (mm/s)	até 20CV	de 20CV até 100CV	>100CV Base Rígida	>100CV Base Flexível
0,28	Bom	Bom	Bom	Bom
0,45				
0,71				
1,12	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável
1,8				
2,8	Atenção	Atenção	Atenção	Atenção
4,5				
7,1	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
11,2				
18				
28				
45				

Tabela 5.5: Tabela de verificação do estado dos rolamentos [9]

A aplicação desta metodologia no Pad-Steam foi abordada e chegou a haver contacto com fornecedores para instalação. Uma vez que se trata de um equipamento dispendioso e que a sua eficiência pode variar de máquina para máquina, inicialmente iria ser realizado uma instalação a título experimental num setor crítico da máquina, como o Vaporizador ou uma das caixas de lavagem. Devido à situação de pandemia que nos encontramos atualmente e à demora de resposta por parte do fornecedor, acabou por ser um processo que não foi realizado.

6

Framework

Um dos objetivos do projeto é também a formulação de um *framework* de avaliação de risco de falha para equipamentos industriais. O *framework* tem como principal objetivo ser uma estrutura de procedimentos a seguir na resolução de problemas recorrentes. Permite ainda direcionar e focar os esforços para pontos essenciais, aumentando assim a rapidez e eficiência da resolução do problema.

Ao longo da dissertação é possível compreender que a metodologia preventiva não está intrínseca na empresa. Como tal, a aplicação da avaliação de risco de falha no Pad-Steam seria um exemplo a seguir para as restantes máquinas devido à importância de métodos preventivos no setor fabril. A análise aos custos efetuada anteriormente é apenas relativa ao Pad-Steam. Por isso, é importante implementar métodos preventivos nas restantes máquinas de modo a evitar a diferença significativa apresentada inicialmente no Pad-Steam entre manutenção preventiva e corretiva.

No *framework* de análise de risco de falha está incorporado o FMEA, método utilizado nesta dissertação. O presente framework é composto por 13 fases, apresentadas abaixo, que serão, seguidamente, descritas.

1. Identificar o objeto de estudo
2. Caracterização do produto
3. Recolha e tratamento de dados
4. Método para identificação específica de componentes
5. Formação dos colaboradores
6. Identificação modos de falha
7. Identificação dos efeitos dos modos de falha
8. Identificação da causa dos modos de falha
9. Cálculo RPN
10. Formação do plano preventivo com base na análise
11. Análise Crítica

12. Implementação do plano preventivo

13. Controlo

A primeira etapa é denominada por “Identificar o objeto de estudo”. É importante seleccionar o produto que, através da aplicação desta metodologia, tenha um maior impacto positivo para a empresa. Devido ao facto de se tratar de uma análise de risco de falha, facilmente se associa que a análise deveria ser efetuada ao equipamento que tivesse mais falhas associadas. A existência de falhas é um fator a ter em conta, mas não é o único. A produtividade que uma máquina tem também é outro fator a considerar porque, caso optássemos por uma análise numa máquina com grande número de falha, mas que não fosse muita utilizada, o impacto não seria tão significativo como seria de esperar. É necessário arranjar um equilíbrio entre estes dois fatores e perceber qual das máquinas é mais crítica, necessitando assim de mais urgência de medidas preventivas.

Seguidamente, a caracterização do produto de estudo. Após a escolha da máquina é necessário aprofundar os conhecimentos sobre o seu funcionamento. A leitura do manual seria um bom começo, consolidando os conhecimentos tanto dos processos como das diferentes seções e componentes à máquina. O enquadramento da máquina na empresa também é necessário compreender nesta fase. Algumas empresas são constituídas por variados setores, sendo importante perceber em qual destes a máquina opera e quais os objetivos e características mais relevantes.

A recolha de informação é a terceira etapa. Nesta fase é essencial aceder ao histórico da máquina, retirando toda a informação sobre manutenções efetuadas, tanto preventivas como corretivas. O manual também costuma ter informações sobre seções ou componentes críticos, citando potenciais falhas que é necessário registar. Os operários da máquina também estão incorporados nesta fase. Deve ser efetuada comunicação com os funcionários de modo a entender quais as falhas mais frequentes e situações que possam não estar com funcionamento correto. Como a informação adquirida é fundamental para as etapas seguintes, seria adequado investigar sobre máquinas semelhantes ou que os objetivos e seções fossem idênticos, aumentando assim a probabilidade de prevenção de futuras falhas através da análise de outras máquinas.

Posteriormente, a identificação específica de componentes da máquina em estudo. Uma das minhas primeiras tarefas na MGC-Acabamentos Têxteis foi a realização de um documento para identificação dos componentes. As descrições da manutenção até ao momento eram muito generalizadas, dificultando assim o processo de análise. Devido ao grau de complexidade das máquinas as informações têm de ser mais específicas, como por exemplo, “Substituição dos rolamentos do rolo 154”, ao invés de “substituição do rolamento “. Permite analisar mais eficazmente a existência de algum componente crítico. Este processo pode ser efetuado através dos desenhos da máquina, por exemplo, numerando numa forma precisa todos os componentes do produto de estudo.

Uma das etapas que é ignorada neste tipo de processos é a formação dos colaboradores. Esta formação tem como objetivo principal transmitir a razão pelo qual este registo é efetuado. O registo tem de ser padronizado, não variando de operador para operador, e específico, de modo a saber em que consistiu a manutenção e onde foi executada. Por vezes, a realização das ordens de trabalho chega mesmo a ser ignorada por não ser considerado fulcral na manutenção por parte dos operadores, devido à carga de trabalho ser, por vezes elevada, mas é também importante alterar este mindset, transmitindo que esta última tarefa é relevante e necessária para finalizar o processo de manutenção.

Através da informação adquirida, deve ser efetuada o registo das falhas até ao momento como de potenciais falhas. Nesta etapa deve ser referido qual o componente e qual a sua função para compreender melhor qual o envolvimento que a falha desse componente possa ter no produto final. De salientar que a identificação de falhas resulta de uma análise de toda a etapa anterior, não apenas das falhas ocorridas na máquina que ocorre o estudo.

A identificação dos efeitos dos modos de falha são as inconformidades resultantes das falhas. São exemplos de efeitos de modos de falha a origem das reclamações dos clientes do produto, devido a não estar com os requisitos pretendidos. Os efeitos podem também não ser detetados a olho nu pelo cliente, mas não quer dizer que eles não existam. Os efeitos podem ser por exemplo o funcionamento incorreto de algum dos componentes da máquina devido à ocorrência da falha, não tendo impacto no produto final.

Após a análise dos efeitos de modo falha, é necessário avaliar a origem da falha. As causas das falhas podem ser por diversos de fatores, como por exemplo, o equipamento estar descalibrado, deformação de componentes ou limpeza. Por não haver nenhum procedimento específico e devido à variação da raiz do problema, o caso tem que ser analisado individualmente. É aconselhado também o acompanhamento das manutenções do componente onde ocorre a falha porque a causa da falha também pode estar associada ao erro humano.

O objetivo da etapa número sete é o cálculo do RPN. Como já foi mencionado anteriormente, o cálculo do RPN é o produto dos índices de Severidade (S), Ocorrência e Detetabilidade (D). A atribuição destes valores em cada falha é efetuada através da análise dos quadros construídos especificamente para este tipo de análises. De modo a retirar a subjetividade na atribuição dos valores, esta etapa deve ser realizada por várias pessoas, além da pessoa responsável pelo estudo. Pessoas com experiência em campo na área da manutenção e operadores da máquina devem participar nesta etapa. De seguida, com atribuição dos valores dos índices já efetuada, realiza-se o cálculo do RPN. Este permite perceber o grau do risco de falha, existem falhas que requerem medidas preventivas mais urgentes que outras. As falhas que obtém valor baixo ou moderado não devem ser ignoradas porque com o passar do tempo podem tornar falhas com um grau elevado. Logo, devem ser efetuadas medidas de prevenção de visualização e de testes de funcionamento, com objetivo de controlar a evolução desse tipo de falhas.

Nesta fase, já há informação suficiente para formalizar um plano de prevenção para a máquina baseado nos processos anteriores. O plano deve conter todas as ações a efetuar pela equipa de manutenção detalhadamente, bem como a sua periodicidade.

A análise crítica é dependente do autor da avaliação do risco. Nesta fase, o autor já tem o conhecimento necessário para efetuar uma análise mais aprofundada. Como não existem métodos infalíveis, deve ser efetuada uma verificação se todos os pontos críticos que estão a ser analisados. Além disso, o autor deve pensar em pontos que possam ser melhorados. Isto não quer dizer que os componentes não estejam a ser controlados, mas pesquisar métodos para melhorar fiabilidade ou o tempo de vida útil dos componentes pode melhorar a produtividade da máquina. Equipamentos que fossem capazes de avaliar o estado dos componentes, por exemplo, pode beneficiar a operacionalidade da máquina bem como o aproveitamento máximo desse componente. Nesta fase também deve ser analisada o apoio por parte dos fornecedores externos. Por vezes, o departamento de Manutenção não tem capacidade ou conhecimento para efetuar algumas manutenções, o que leva a ter de pedir auxílio a empresas externas. O objetivo era perceber se todos os setores da máquina estão de certa maneira salvaguardados, caso haja alguma falha

que não haja capacidade pela empresa ter a quem recorrer para solucionar. Em alguns casos é necessário um upgrade em alguns softwares que acabam por ficar obsoletos e os fornecedores externos já não efetuarem manutenções, sendo necessário atualizações.

Por último vem a fase de controlo. O plano preventivo não fica a título definitivo estando, por isso, suscetível a adaptações. As análises efetuadas são basicamente efetuadas por cálculos estatísticas que estão sujeitas a erros. Por exemplo, se atribuímos numa manutenção preventiva com uma periodicidade de dois meses e continuar a existir falhas, significa que a periodicidade pode não estar bem atribuída, sendo uma das soluções colocar manutenções mensalmente. São esses tipos de ajustes que se pretendem nesta fase, visando uma melhoria contínua no plano preventivo da máquina.

Conclusão

O facto do Departamento de Manutenção ter sido inexistente durante anos, torna compreensível a falta de método e de dinamismo nos processos de manutenção. Um dos pontos que é urgente melhorar na MGC – Acabamentos Têxteis S.A. é o registo nas Ordens de trabalho. Através dos gráficos apresentados ao longo do projeto é possível concluir a situação atual da empresa quanto ao registo de manutenções, sendo um dos fatores a melhorar no futuro. A inexistência do registo ou falta de rigor é muito comum nas Ordens de trabalho. Situação que dificulta quem está a realizar a análises da Manutenção por falta de dados.

Como já referenciado, a grande dificuldade a combater foi a escassez de dados das falhas do Pad-Steam. De modo a realizar uma análise o mais completa possível foram identificadas máquinas semelhantes, com o objetivo de retirar possíveis falhas que pudessem ocorrer no objeto de estudo. O método aplicado foi o FMEA, que foi adaptado à situação atual, tendo em conta os objetivos pretendidos. Com a ajuda da literatura técnica da máquina e dos orientadores do projeto foram atribuídos valores realistas no método. No final da aplicação foi possível perceber a gravidade de cada uma das falhas analisadas e quais as que necessitam de medidas preventivas mais urgentes.

No começo da dissertação, foram designados dois objetivos primordiais: Plano preventivo para o Pad-Steam e a realização de um *framework* de avaliação do risco de falha, sendo ambos os objetivos alcançados. No Pad Steam é de esperar uma redução das manutenções corretivas através da aplicação das medidas preventivas propostas, proporcionando uma redução de custos no setor do departamento de Manutenção. O *framework* visa também a diminuição dos custos neste setor por meio da aplicação da avaliação do risco de falha nas restantes máquinas industriais. Além dos objetivos mencionados, foi possível reduzir o consumo de água do Pad-Steam, com uma redução de custos a rondar os 55.000 euros anuais, de acordo com a procura prevista para 2021. A deteção do erro humano na lubrificação dos rolos curvos também foi importante, resultando numa diminuição de 73% na manutenção deste componente. De referir que os rolos curvos estão presentes também noutras máquinas industriais da MGC - Acabamentos Têxteis S.A., tendo, por isso, impacto positivo ainda mais significativo.

Relativamente a trabalhos futuros, seria importante melhorar a utilização do Manwinwin. O facto de haver mais dados relativos às falhas e também dados mais completos facilitará a avaliação do risco de falhas nas restantes máquinas industriais com base no *framework* proposto, sem ser necessário a atribuição de valores na aplicação do FMEA. Seria relevante

também perceber a eficiência da implementação da análise de vibrações nos rolamentos em equipamentos industriais e qual o impacto económico que esta medida teria na empresa.

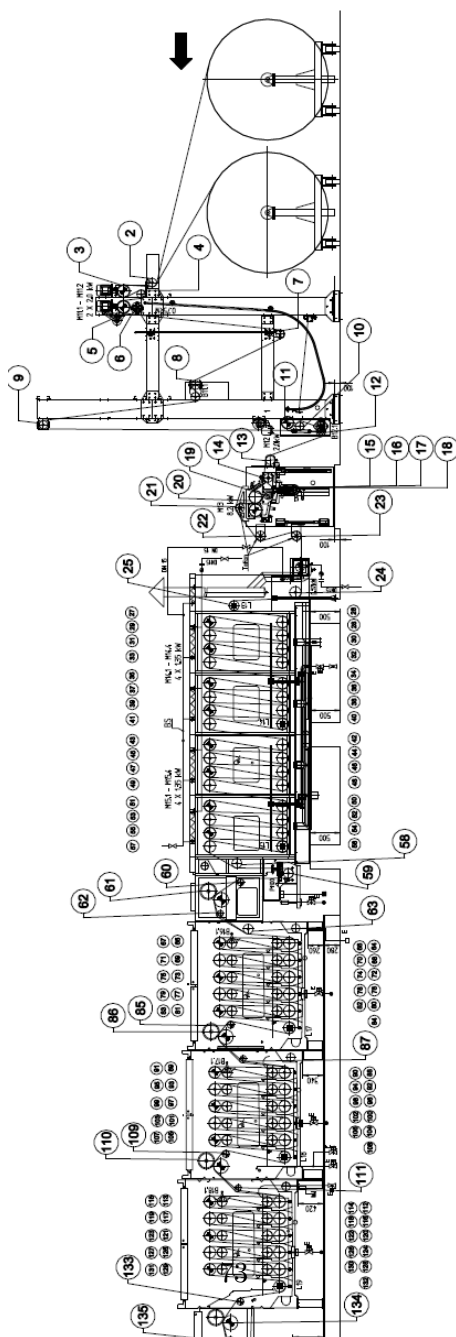
Bibliografia

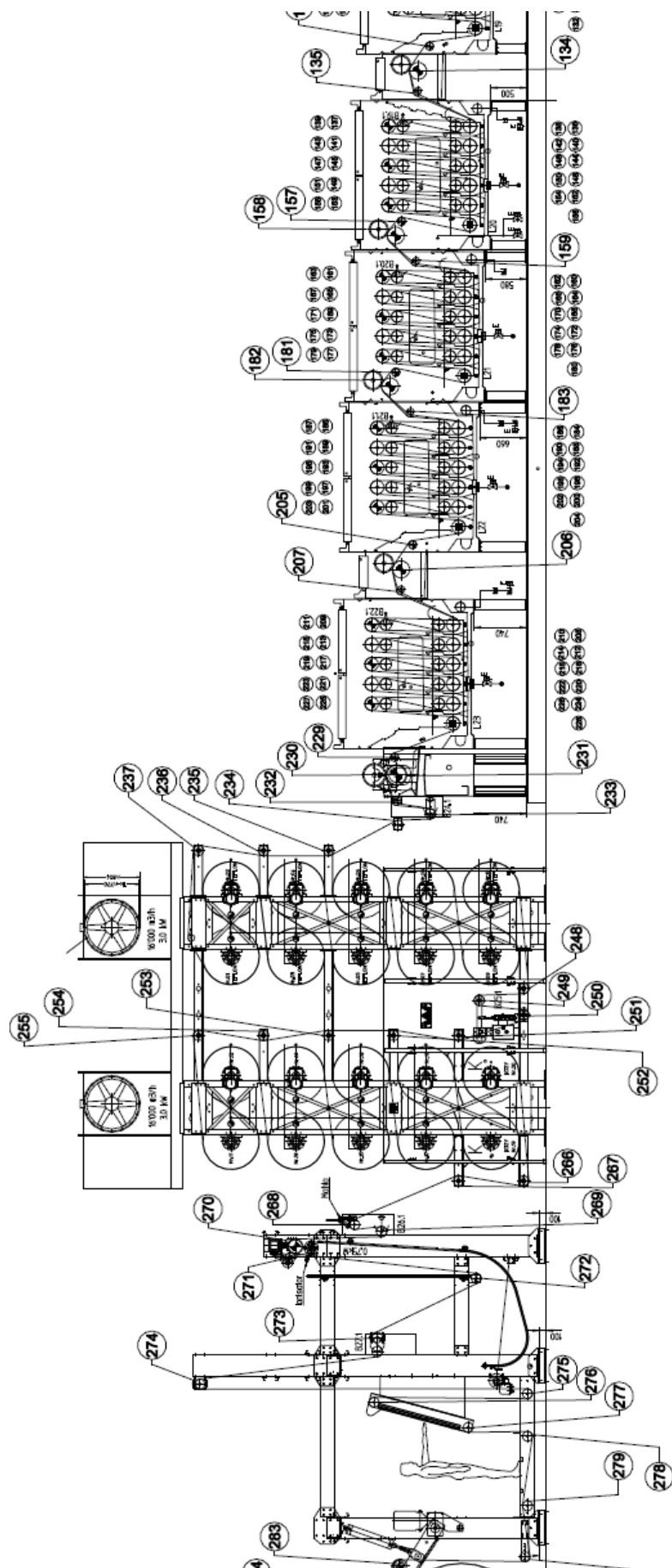
- [1] V. E. C. Rocha, *AVALIAÇÃO DE RISCOS EM TRABALHOS DE MANUTENÇÃO NUM EDIFÍCIO DO TIPO HOSPITALAR*. 2014.
- [2] M. Roxo, *Segurança e Saúde do Trabalho: avaliação e controlo de riscos*; 2^a edição. Coimbra: Almedina, 2006.
- [3] C. S. M. Jakkula Balaraju, Mandela Govinda Raj, “Fuzzy-fmea risk evaluation approach for lhd machine – a case study,” *Journal of Sustainable Mining*, pp. 257 – 268, 2019.
- [4] BENNINGER, *Instruções de operação - BENNINGER Continuous Dyeing range - Pad Steam Model KTZ-333.11-DL050F-LK-ZT - 1800*. 2017.
- [5] Manwinwin, *Dados retirados do software Manwinwin*.
- [6] G. Duarte, *Gráficos elaborados pelo autor através de dados provenientes do Manwinwin*.
- [7] G. Duarte, *Gráficos elaborados pelo autor através de dados provenientes do Pad Steam*.
- [8] S. M. S. Holanda, *APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA POR ANÁLISE DE VIBRAÇÕES EM EQUIPAMENTOS DE TRENS URBANOS COM PLANO DE MANUTENÇÃO PROPOSTO*. 2016.
- [9] Lages, *ANÁLISE DE VIBRAÇÃO EM ROLAMENTOS INDUSTRIAIS*. 2018.
- [10] L. Baldissarelli and E. Fabro, “Manutenção preditiva na indústria 4.0,” *SCIENTIA CUM INDUSTRIA*, vol. 7, no. 2, pp. 12 – 22, 2019.
- [11] C. Moura, *Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) Manual de Referência SAE J-1739. ASQC*. 2000.
- [12] B. M. M. Pedrosa, *Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) aplicada a um Secador Industrial*. 2014.
- [13] A. F. G. Correia, “Análise de risco com recurso À fmea - propostas para a graduação da severidade e ocorrência,” 2016.
- [14] C. S. P. Mouta, *Gestão da Manutenção*. 2011.
- [15] J. S. Cabral, *Organização e Gestão da Manutenção*. LIDEL – Edições Técnicas Lda, ISBN 972-757-052-6, 1998.
- [16] *Norma Portuguesa NP EN 13306:2007 – Terminologia da Manutenção*. 2007.

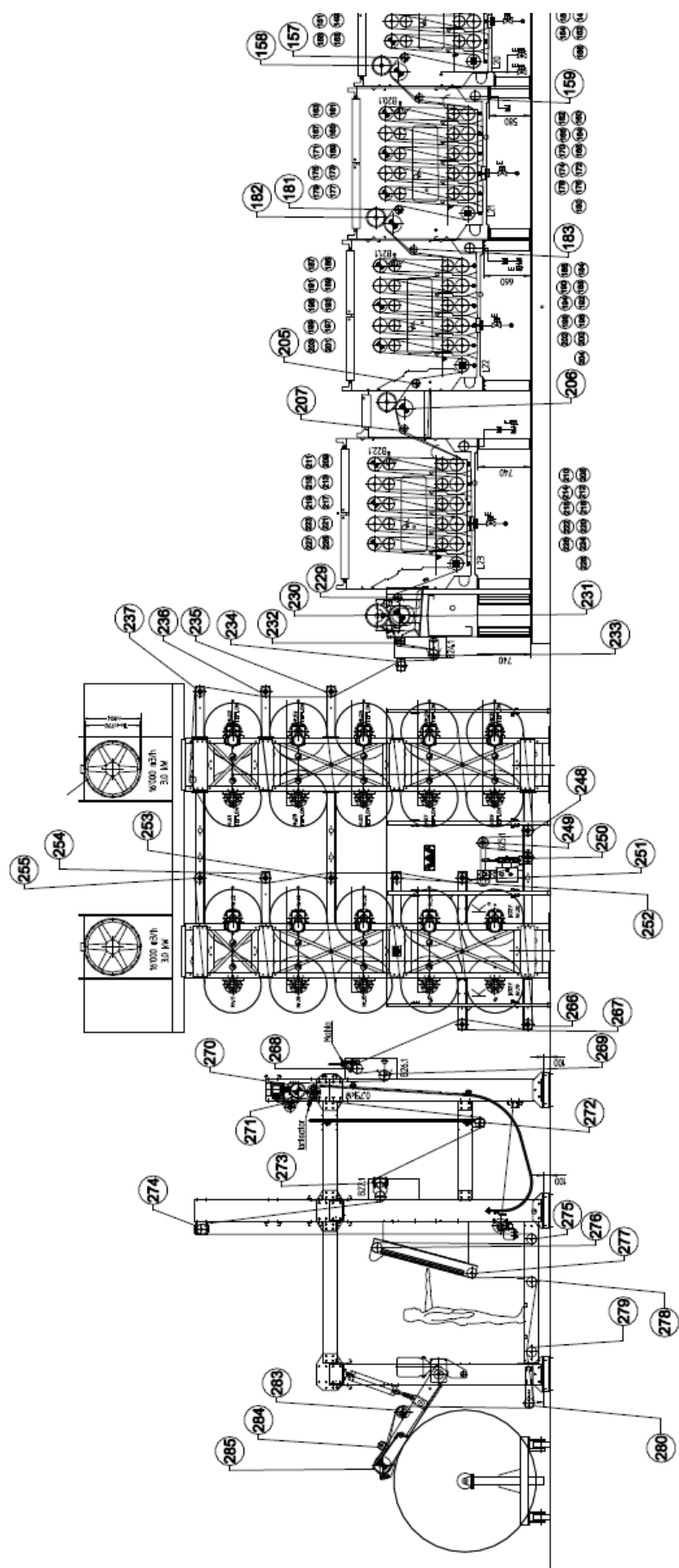
- [17] R. A. L. de Sousa, *TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) NUMA INDÚSTRIA DE COMPONENTES*. 2018.
- [18] A. Ramalho, *Gestão da Manutenção, DEM/FCTUC*. 2008/2009.
- [19] NP4410 - *Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho – Linhas de orientação para a implementação da norma NP 4397: IPQ – Instituto Português da Qualidade*. 2004.
- [20] *Norma Portuguesa - Qualitividade - Gestão de Risco - NP ISO 31000:2012*. 2012.
- [21] M. Roxo, *Segurança e Saúde do Trabalho; 1ª edição*. Coimbra: Almedina, 2003.
- [22] E. Commision, *Guidance on risk assessment at work*. Luxembourg: Office for official publications of the European communities., 1996.
- [23] F. Cabral, *Manual de Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho*. Verlag Dashover, 2012.
- [24] A. L. P. V. de Mendonça, *MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS - CONTRIBUTO PARA A SUA APLICABILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL*. 2013.
- [25] D. H. Stamatis, *Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press, 2003.
- [26] J. C. C. Soares, *Aplicação do método FMEA na análise de riscos potenciais para o utilizador em equipamentos e postos de trabalho*. 2015.
- [27] T. M. da Costa Quintas Soares, *Análise da eficácia da aplicação da Metodologia FMEA do Processo - Caso de estudo numa empresa certificada*. 2014.
- [28] C. Ferreira and J. Costa, *Introdução ao processo de fabrico -Acabamentos têxteis (MGC)*. 2018.
- [29] M. Software, *ManWinWin 6 - Especificação Técnica*. 2018.

Anexos

8.1 Identificação de componentes







8.2 Aplicação do método FMEA

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Introdução de mercadoria FE-R	Cilindros pneumáticos	Responsável pela movimentação de partes móveis nos processos de automação	Fuga de ar	Cilindros não atuam com força necessária	Desgaste	3	4	2	24	Baixo	2
Introdução de mercadoria FE-R	Válvula pneumática	Válvula que controla a passagem de ar comprimido	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	3	3	3	27	Baixo	2
Introdução de mercadoria FE-R	Tubulações	Conduzidas responsáveis pelo transporte de ar	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	2	5	2	20	Baixo	2
Introdução de mercadoria FE-R	Guia ourelas	Alinhamento e desdobramento do tecido	Vibração incomum	Alinhamento do tecido defeituoso	Lubrificação defeituosa	3	7	3	63	Moderado	2
Introdução de mercadoria FE-R	Guia ourelas	Alinhamento e desdobramento do tecido	Revestimento com anomalias	Rolo não prende o tecido corretamente	Desgaste	3	7	2	42	Moderado	2
Introdução de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	3
Introdução de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	3

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Introdução de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	3
Introdução de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	3
Introdução de mercadoria FE-R	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	5
Introdução de mercadoria FE-R	Balança (Cilindro Bailarino)	Monitorizam a tração longitudinal da mercadoria e garantem a tensão regular do tecido	Cilindro descalibrado	Tração do tecido incorreto ou insuficiente	Falta de calibração	4	4	3	48	Moderado	2
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Janela de visita Acrílico	Componente que permite visualização interna do compartimento	Quebra	Diminuição da temperatura do compartimento	Utilização defeituosa	1	1	5	5	Baixo	8
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	7
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Rolo Booster	Rolo de borracha que exerce uma pressão homogênea ao longo do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	3	2	3	18	Baixo	11

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Rolo Booster	Rolo de borracha que exerce uma pressão homogênea ao longo do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	3	2	3	18	Baixo	11
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	9
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	15
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	17

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Rolo Booster	Rolo de borracha que exerce uma pressão homogênea ao longo do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	3	2	3	18	Baixo	11
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	9
Foulard Modelo Kusters Tecido, DyePad	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	9
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	15
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	17

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	13
Unidade de vaporização REACTA-DLF	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	13
Equipamentos de condicionamento de vapor	Purgador	Responsável por retirar o condensado de um sistema de vapor	Acumulação de condensados	Funcionamento incorreto	Falta de limpeza	4	5	5	100	Elevado	45
Equipamentos de condicionamento de vapor	Valvula pneumática	Válvula que controla a passagem de ar comprimido	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	4	3	2	24	Baixo	44
Equipamentos de condicionamento de vapor	Tubulações	Conduitas responsáveis pelo transporte de ar	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	2	4	2	16	Baixo	44
Extracta LK (1)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (1)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (1)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (1)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (1)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	3	45	Moderado	22
Extracta LK (1)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (1)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (1)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (1)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (1)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incomuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (1)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (1)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (1)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19
Extracta LK (1)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (1)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18
Extracta LK (2)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (2)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (2)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (2)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (2)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	3	45	Moderado	22
Extracta LK (2)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (2)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (2)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (2)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21
Extracta LK (2)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incomuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (2)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (2)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (2)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19
Extracta LK (2)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (2)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (3)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (3)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (3)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (3)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (3)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	3	45	Moderado	22
Extracta LK (3)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (3)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (3)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (3)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21
Extracta LK (3)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incomuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (3)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (3)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (3)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19
Extracta LK (3)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (3)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18
Extracta LK (4)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (4)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (4)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (4)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (4)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	3	45	Moderado	22
Extracta LK (4)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (4)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (4)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (4)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	20
Extracta LK (4)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incommuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	23
Extracta LK (4)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (4)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (4)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (4)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (4)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18
Extracta LK (5)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (5)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (5)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (5)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (5)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	3	45	Moderado	22

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (5)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (5)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (5)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (5)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21
Extracta LK (5)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incommuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (5)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (5)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (5)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (5)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (5)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18
Extracta LK (6)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (6)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (6)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (6)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20
Extracta LK (6)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação vedante da válvula	5	3	2	30	Baixo	22

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (6)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (6)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (6)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (6)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21
Extracta LK (6)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incommuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (6)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18
Extracta LK (6)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (6)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19
Extracta LK (6)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (6)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	3	18	Baixo	18
Extracta LK (7)	Janela de visita	Componente que permite visualização interna do compartimento	Vedantes	Fuga de vapor	Tempo de vida útil	2	2	3	12	Baixo	22
Extracta LK (7)	Controlador de nível	Tem como função enviar informação relativa ao nível do fluido no compartimento	Falha no controlador de nível	Medição incorreta nível de banho	Falta de Limpeza e Calibração	7	1	9	63	Moderado	24
Extracta LK (7)	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	20
Extracta LK (7)	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	20

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (7)	Válvula esgoto IMPACTA	Válvula que controla o escoamento de água para o esgoto	Falha de vedação da válvula	Aumento no consumo de água	Deformação da vedante da válvula	5	3	2	30	Baixo	22
Extracta LK (7)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	21
Extracta LK (7)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	21
Extracta LK (7)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	21
Extracta LK (7)	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	21
Extracta LK (7)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Vibração incomum	Vibrações incomuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	7	84	Moderado	20
Extracta LK (7)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	4	48	Moderado	18

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Extracta LK (7)	Caudalímetro	Medição do volume do fluido que passa num certo período de tempo	Falha no caudalímetro	Medição incorreta do caudal	Falta de limpeza	5	2	4	40	Moderado	24
Extracta LK (7)	Sondas PH	Equipamento responsável pela leitura do PH	Falha nas sondas	Medição incorreta do PH	Falta de Limpeza e Calibração	6	4	4	96	Elevado	19
Extracta LK (7)	Rolo curvo	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	3	3	36	Moderado	20
Extracta LK (7)	Rolo 2T	Provoca separação da imersão da mercadoria e adicionalmente tem a função de transporte do tecido	Revestimento com anomalias	Marcas no tecido	Tempo de vida útil	2	3	4	24	Baixo	18
Compressor de alto desempenho	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	26
Compressor de alto desempenho	Regulador de pressão Espremedor	Regular a pressão do Compressor de alto desempenho	Falha no regulador de pressão	Pressão inadequada	Limpeza incorreta	5	2	2	20	Baixo	29
Compressor de alto desempenho	Rolo 10 T	A unidade compressora provoca a separação da imersão do tecido	Vibração incomum	Vibrações incomuns e compressão inadequada	Lubrificação defeituosa	4	3	8	96	Elevado	26

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Compressor de alto desempenho	Rolo 10 T	A unidade compressora provoca a separação da imersão do tecido	Espremedura irregular	Marcas no tecido	Falta de afinação	2	6	6	72	Moderado	25
Compressor de alto desempenho	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	27
Compressor de alto desempenho	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	27
Compressor de alto desempenho	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	27
Compressor de alto desempenho	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	27
Unidade de dosagem de produtos químicos	Bomba doseadora químicos	Bomba doseadora que bombeia uma dosagem exata de fluido	Bomba verte	Dosagem incorreta bombeada	Tempo de vida útil	3	5	5	75	Moderado	30
Unidade de dosagem de produtos químicos	Válvula	Válvula que controla a passagem dos produtos químicos	Falha de vedação da válvula	Quantidade de produtos químicos incorreta na caixa de lavagem	Deformação vedante da válvula	5	2	3	30	Baixo	30

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
WUMAG- Texroll	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	4	3	48	Moderado	35
WUMAG- Texroll	Rolo curvo secadeira	Conduzir o tecido sem dobras	Vibração incomum	Tecido com dobras	Lubrificação defeituosa	4	4	2	32	Moderado	34
WUMAG- Texroll	União Rotativa	Instalação de vaporização e condensação que permite o aquecimento dos cilindros de arrefecimento	Fuga vapor	Cilindros de arrefecimento com temperatura baixa	Desgaste	2	4	3	24	Baixo	31
WUMAG- Texroll	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	33
WUMAG- Texroll	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	33
WUMAG- Texroll	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	33
WUMAG- Texroll	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	33

Setor	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Saída de mercadoria FE-R	Cilindros pneumáticos	Responsável pela movimentação de partes móveis nos processos de automação	Fuga de ar	Cilindros não atuam com força necessária	Desgaste	3	4	2	24	Baixo	38
Saída de mercadoria FE-R	Válvula pneumática	Válvula que controla a passagem de ar comprimido	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	3	3	2	18	Baixo	38
Saída de mercadoria FE-R	Tubulações	Conduitas responsáveis pelo transporte de ar	Fuga de ar	Falta de ar comprimido nos equipamentos	Desgaste	2	4	2	16	Baixo	38
Saída de mercadoria FE-R	Guia ourelas	Alinhamento e desdobramento do tecido	Vibração incomum	Alinhamento do tecido defeituoso	Lubrificação defeituosa	3	7	3	63	Moderado	38
Saída de mercadoria FE-R	Guia ourelas	Alinhamento e desdobramento do tecido	Revestimento com anomalias	Rolo não prende o tecido corretamente	Desgaste	3	7	2	42	Moderado	38
Saída de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Correia do motor	Danificação das correias	Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	39
Saída de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Esticador da correia do motor	Correia sem tensão suficiente para funcionamento correto	Tempo de vida útil	4	3	3	36	Moderado	39

Sector	Equipamento	Função	Falha	Efeito	Causa	Deteção	Ocorrência	Severidade	NPR	Grau de risco	Preventiva
Saída de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Avaria no motor	Temperatura de funcionamento elevada	Acumulação de sujidade	1	3	2	6	Baixo	39
Saída de mercadoria FE-R	Motor	Responsável pela rotação dos rolos	Vibração incomum	Temperatura de funcionamento elevada	Lubrificação defeituosa	5	4	3	60	Moderado	39
Saída de mercadoria FE-R	Rolo guia	Condução precisa e desvio contínuo do material	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	41
Saída de mercadoria FE-R	Cilindro bascula de saída	Revestimento deste cilindro transmite características ao tecido	Revestimento com anomalias	Tecido sem características de rugosidade	Desgaste	2	8	3	48	Moderado	36
Saída de mercadoria FE-R	Redutores	Reduzir velocidade de um acionador	Vibração incomum	Funcionamento incorreto, componente perde características	Lubrificação defeituosa	4	2	3	24	Baixo	41
Saída de mercadoria FE-R	Balança (Cilindro Bailarino)	Monitorizam a tração longitudinal da mercadoria e garantem a tensão regular do tecido	Cilindro descalibrado	Tração do tecido incorreto ou insuficiente	Falta de calibração	4	4	3	48	Moderado	38
Quadro elétrico	Variador de frequência	Varia as velocidades (RPM) dos rolos que são acionados por motores através da variação da tensão e frequência	Erro no display	Não é possível variar velocidades	Desgaste, Tempo de vida útil	4	5	3	60	Moderado	43

8.3 Plano preventivo Pad-Steam

8.3.1 Entrada de Mercadoria

Manutenção 3M (1)

- Inspeção visual do estado do revestimento dos rolos;
- Inspeção visual dos mancais dos rolos bem como a existência de ruídos incomuns;
- Verificação do bom funcionamento dos freios pneumáticos e verificar desgaste da lona do freio;
- Verificar bom funcionamento da balança (cilindro bailarino);

Manutenção 6M (2)

- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;
- Verificar desgaste da lona do freio;
- Proceder à calibração da balança (cilindro bailarino);
- Substituição das guias ourelas (Todo Equipamento);

Manutenção 10.000h (3)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 3A (4)

- Trocar óleo de transmissão dos motores;

Lubrificação 1.000 h (5)

- Lubrificação do cilindro N° 8;
- Lubrificação do cilindro N° 3 e 5, em caso de necessidade;

Manutenção 25.000 h (6)

- Substituição dos cilindros N° 1,2,3,4,5,6,7,9,10,11

8.3.2 Foulard Modelo Kusters

Lubrificação 2.000 h (7)

- Lubrificação dos 4 gracers do Foulard Kusters;
- Lubrificação dos cilindros N°22 e 23;

Manutenção 12M (8)

- Completar óleo hidráulico até ao nível adequado para o funcionamento correto;
- Limpeza da janela de visita;

Manutenção 10.000h (9)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 25000 h (10)

- Substituição do Rolo Booster de borracha;

Manutenção 1M (11)

- Obtenção de tiras de talco (verificar homogeneidade de pressão);

8.3.3 Vaporizador - REACTA

Manutenção 6M (12)

- Verificar suportes dos cilindros quanto a vibrações incomuns;
- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;

Manutenção 10.000h (13)

- Substituição das correias do motor;

- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 12M (15)

- Controlo de tubos de vaporização e dos tubos injetores;
- Limpeza do separador de condensação seguindo-se de um teste de funcionamento;
- Substituição de óleo das bombas, se necessário;
- Limpeza das janelas de visita e verificação do estado dos vedantes das janelas, caso esteja danificado, substituir.
- Limpeza e teste de funcionamento da válvula de esgoto. Se vedante se encontrar deformado substituir;
- Teste funcionamento da válvula de vapor no arranque da máquina;
- Verificar membrana das bombas;
- Verificar válvulas de pressão e de sucção se estão fixas firmemente;
- Limpeza e posteriormente teste de funcionamento do regulador de pressão;

Lubrificação 1.000 h (16)

- Lubrificar cilindros desde o nº 24 até ao 62;

Manutenção 30000 h (17)

- .Limpeza e calibração dos caudalímetros;
- Verificar através de teste de funcionamento o controlador de nível;

8.3.4 Caixas de lavagem - EXTRACTA

Manuntenção 1M (18)

- Verificar revestimento dos rolos;
- Inspeção visual dos mancais dos rolos;
- Verificar existência de ruídos incomuns ou vibrações;
- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;

- Obtenção de tiras de talco (verificar homogeneidade de pressão);

Manutenção 3M (19)

- Verificar fugas (juntas, saída de imersão, juntas dos rolos de mergulho);
- Inspeção visual do revestimento de borracha dos rolos;
- Verificar mancais dos cilindros se encontram danificados ou com existência de ruídos incomuns;
- Verificar estanqueidade, escoamento e transbordamento;
- Verificar estanqueidade das tubulações de vapor;
- Verificar mangueiras pneumáticas quanto ao vazamento
- Limpeza e calibração das sondas de PH;

Lubrificação 1000 h (20)

- Lubrificar rolos N° 63 ao 228;
- Efetuar lubrificação dos rolos curvos, necessário entrar na caixa de lavagem;
- Lubrificação dos redutores;

Manutenção 10.000h (21)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 12M (22)

- Limpeza das janelas de visita e verificação do estado dos vedantes das janelas, caso esteja danificado substituir;
- Limpeza e teste de funcionamento da válvula de esgoto. Se vedante se encontrar deformado substituir;

Manutenção 25.000 h (23)

- Substituição dos rolos de 2T e dos rolos que não se efetua lubrificação;

Manutenção 30.000 h (24)

- Limpeza e calibração dos caudalímetros;
- Verificar através de teste de funcionamento o controlador de nível;

8.3.5 Espremedor (Compressor de alto rendimento)

Manutenção 1M (25)

- Verificar estados do espremedor e sua mobilidade;
- Verificar revestimento de borracha do espremedor;
- Inspeção visual dos mancais dos rolos;
- Verificar existência de ruídos incomuns ou vibrações;
- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;
- Obtenção de tiras de talco (verificar homogeneidade de pressão);

Lubrificação 1.000 h (26)

- Lubrificar rolos N° 229 e 232;

Manutenção 10.000h (27)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 25000 h (28)

- Substituição dos rolos de 10T;

Manutenção 12 M (29)

- Limpeza e posteriormente teste de funcionamento do regulador de pressão;

8.3.6 Unidade de dosagem de químicos

Manutenção 3M (30)

- Verificar a membrana doseadora em relação a danos;

- Controlar se as tubulações doseadoras, a válvula de pressão e de sucção se estão fixas firmemente;
- Verificar estanqueidade de todo o módulo de dosagem;
- Verificar quanto à dosagem correta;
- Verificar se parafusos com cabeça de dosagem e das bombas estão apertados com o torque de aperto correto;

8.3.7 WUMAG – TEXROLL (Secadeira)

Manutenção 500 h (31)

- Inspeção visual das condutas de vapor e condensação;
- Inspeção e limpeza das unidades de vaporização e condensação;
- Inspeção visual do estado dos cilindros de secagem;
- Inspeção visual do estado do rolo curvo;
- Inspeção visual da cobertura de aspiração de vapor (motor e calha de recolha);
- Verificar existência de fugas nas uniões rotativas dos cilindros de secagem;

Manutenção 2.000 h (32)

- Inspeção visual dos cilindros de secagem;
- Inspeção visual, limpeza e verificação de bom funcionamento dos rolos guia;
- Inspeção visual, limpeza e verificação de bom funcionamento do rolo curvo;
- Inspeção visual e limpeza do motor da cobertura de aspiração;
- Verificar boa mobilidade do apoio do ventilador;
- Inspeção visual e controlo de ruídos no funcionamento do ventilador;

Manutenção 10.000h (33)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Lubrificação 1.000 h (34)

- Lubrificação do rolo curvo;

Lubrificação 2.000 h (35)

- Lubrificação dos mancais dos cilindros de secagem;
- Inspeção do volume de graxa nos depósitos;
- Lubrificação dos rolos guia;

8.3.8 Saída de mercadoria

Manutenção 500h (36)

- Substituição da tela do rolo de báscula de saída;

Manutenção 3M (37)

- Inspeção visual do revestimento rolos
- Inspeção visual dos mancais dos cilindros bem como a existência de ruídos incomuns
- Verificar bom funcionamento dos freios pneumáticos e verificar desgaste da lona do freio
- Verificar bom funcionamento da balança (cilindro bailarino)

Manutenção 6M (38)

- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;
- Verificar desgaste da lona do freio;
- Proceder à calibração da balança (cilindro bailarino);
- Substituição das guias ourelas (Todo Equipamento);

Manutenção 10.000h (39)

- Substituição das correias do motor;
- Verificar estado do esticador da correia do motor, se apresentar algum desgaste substituir;
- Lubrificar rolamentos do motor;
- Limpeza geral do motor;

Manutenção 3 A (40)

- Trocar óleo de transmissão do motor;

Manutenção 1.000h (41)

- Lubrificação da balança N°273;
- Lubrificar todos os rolos guia existentes neste setor;
- Lubrificar redutores;

Manutenção 25.000 h (42)

- Substituição dos rolos não lubrificados;

8.3.9 Quadro elétrico

Manutenção 3M (43)

- Variador de frequência - Limpeza, medição e ensaio de componentes eletrônicos e mecânicos de modo a verificar desgaste;

8.3.10 Equipamento condicionamento de vapor

Manutenção 6M (44)

- Verificar existência de fugas nas mangueiras pneumáticas, válvulas pneumáticas e cilindros pneumáticos;
- Verificar inexistência de qualquer condensado ou vazamento excessivo de vapor no purgador. Necessário reparação caso alguma destas condições se confirme;

Manutenção 12M (45)

- Limpeza anual do purgador;
- Executar teste de funcionamento ao purgador, verificação do funcionamento correto do componente;