



**Joana Rita Luís
Nunes**

AVALIAÇÃO DE RISCOS NA CARACTERIZAÇÃO DE TAREFAS DE MANUTENÇÃO

Estudo de Caso

Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Segurança e Higiene no Trabalho**

Júri

Presidente (Prof.^a Doutora Maria Odete Pereira)

Orientador (Prof. Doutor Filipe Didelet Pereira)

Vogal (Prof. Especialista Manuel de Sá Sousa Ganço)

Outubro de 2018

Agradecimentos

Quero, desde já, agradecer a todos os que até aqui, sempre me apoiaram nesta nova etapa académica.

Em primeiro lugar ao meu orientador, o Professor Doutor Filipe Didelet, pois sem ele este tema dificilmente teria sido realizado. Por todas as ideias, apoio, compreensão, orientação e ajuda ao longo da sua realização!

À empresa estudada, que com o seu apoio incondicional tornou possível a realização deste projeto;

Ao meu marido, Filipe, que acompanhou a realização deste projeto sempre com uma palavra de apoio, mesmo durante todas as dificuldades.

À minha família que continuou a dar-me força para seguir em frente nesta etapa.

Finalmente, aos grandes amigos que fiz no decorrer deste mestrado, os quais partilharam comigo todas as frustrações e alegrias neste percurso!

Resumo

O presente trabalho é desenvolvido no âmbito da tese final do mestrado em Higiene e Segurança no Trabalho, da Escola Superior de Tecnologia em parceria com a Escola Superior de Ciências Empresariais e surge no seguimento do projeto final realizado no ano anterior.

O projeto foi desenvolvido em ambiente real de trabalho em conjunto com a equipa operadora de uma empresa de manutenção e metalomecânica e o seu principal objetivo é a avaliação de riscos na Caracterização de algumas tarefas de manutenção mais frequentemente realizadas pela empresa.

A empresa em estudo trata-se de uma microempresa, apenas com 8 trabalhadores, no entanto insere-se no sector de atividade fundamental em todas as áreas financeira do mundo, pois todos os processos e produtos necessitam de manutenção, seja ela, preventiva ou corretiva.

Estudos neste sector são muito importantes, pois uma análise de dados do EUROSTAT sobre os acidentes de trabalho ocorridos na União Europeia entre 2003 e 2005 conclui que entre 15 a 20% de todos os acidentes, mortais e não-mortais, e entre 10 a 15% de todos os acidentes mortais estão relacionados com operações de manutenção. Esta análise situa então, as atividades de manutenção em quarto lugar numa lista dos 10 tipos de trabalho responsáveis pelo maior número de acidentes de trabalho mortais.

Sendo desta forma tão importante analisar os possíveis riscos inerentes a estas atividades. Para tal, foram seguidas e estudadas diferentes atividades de manutenção, as mais executadas, com o apoio dos trabalhadores. Para a avaliação destes riscos foi aplicado o Método William T. Fine e o método FMEA.

Finalmente foram sugeridas medidas a implementar por forma a minimizar os riscos que não podem ser eliminados.

Palavras-Chave: Empresa de manutenção e metalomecânica; Acidentes mortais e não mortais; Avaliação de Riscos; Método William T. Fine; Método FMEA.

Abstract

The project presented here is done in the context of the final thesis of the master's degree in health and safety at work that takes place at the School of Technology, in partnership with the School of Business, both in Setubal, and it emerges as a follow up of the final project conducted last year.

The project took place in a metalworking and maintenance company, along with their multidisciplinary team and the main goal was to identify and assess the different hazards of some maintenance activities executed by the company.

Although this is a micro-company, with only eight employees, is inserted in a activity sector that is applied to each and every financial areas of the world, due to the fact that everything needs maintenance, either preventive or corrective.

Additionally, a various number of studies, specifically, a EUROSTAT study about work environment accidents, complies that a great number of accidents, lethal or non-lethal are directly related with maintenance activities. Therefore, these studies place the maintenance activities in 4th at a list of 10 type of works with the higher lethal accidents rate.

Therefore, is so important to analyze all the possible risks of all these activities. For that purpose, some maintenance activities were followed and studied with the help of the employees. To evaluate this risks the methods William T. Fine and FMEA were executed.

Finally, some measures where suggested in order to reduce the risks which could not be eliminated.

Keywords: Metalworking and Maintenance Company; Lethal and non-lethal accidents; Multidisciplinary team; Risk assessment; William T. Fine Method; FMEA.

Lista de Siglas

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho;

CAE – Código de Atividade Económica;

EPI – Equipamento de Proteção Individual;

EPC – Equipamento de Proteção Coletivo;

FMEA – Método de Análise de Modos de Falhas e Efeitos;

MFP – Modo de Falha Potencial;

NPR – Número Prioritário de Risco;

OIT – Organização Internacional do Trabalho;

VAB – Valor Acrescentado Bruto;

Índice

Introdução	1
1.1. Justificação do Caso de Estudo	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo Geral.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Estrutura do Projeto	4
Capítulo 2 – Enquadramento do Tema	6
2.1. Responsabilidades do Empregador em SST	6
2.2. A gestão da manutenção	6
2.3. Conceitos Chave	8
2.4. As Profissões inseridas na indústria metalomecânica	10
2.5. Análise e Gestão de Riscos: Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos	12
2.6. Tipos de Riscos associados ao Caso de Estudo	15
Capítulo 3 – Metodologia	17
3.1. Caracterização das atividades de manutenção e riscos associados	18
3.1.1. <i>Definição de Especialidades:</i>	19
3.1.2. <i>Definição de Risco:</i>	19
3.1.3. <i>Definição de Duração (Exposição):</i>	20
3.2. Método de William T. Fine	20
3.3. Método FMEA – Análise do modo de falhas e efeitos	22
3.3.1. <i>Tipos de FMEA</i>	23
3.3.2. <i>Implementação da FMEA</i>	24
3.3.3. <i>Critérios de Avaliação</i>	27
Capítulo 4 – Caracterização e Análise das tarefas de Manutenção	31
4.1. Atividades de Manutenção Padrão Selecionadas	31
4.2. Análise das atividades de manutenção selecionadas: avaliação de riscos e resultados obtidos	39

4.2.1. Identificação e avaliação de riscos através do método William T. Fine..	40
4.2.2. Identificação e avaliação de riscos através do método FMEA	42
Capítulo 5 – Discussão dos Resultados Obtidos	46
5.1. Resultados através do método William T. Fine.....	46
5.2. Resultados através do método FMEA	50
5.3. Exemplos de ações recomendadas	54
Conclusão	55
Referências Bibliográficas	58
Apêndices	60

Índice de Apêndices

Apêndice n.º 1 – Avaliação de riscos através do método William T. Fine: atividade de retificação de furos em empilhador de 6TON:	60
Apêndice n.º 2 - Avaliação de riscos através do método William T. Fine: atividade de reparação de balde de retroescavadora:.....	61
Apêndice n.º 3 - Avaliação de riscos através do método William T. Fine: atividade de reparação de cadeiras de pré-esquadreamento da máquina de corte de chapas VIROC:	63
Apêndice n.º 4 - Avaliação de riscos através do método FMEA: atividade de retificação de furos em empilhador de 6TON:	64
Apêndice n.º 5 - Avaliação de riscos através do método FMEA: atividade de reparação de balde de retroescavadora:.....	70
Apêndice n.º 6 - Avaliação de riscos através do método FMEA: atividade de reparação de cadeiras de pré-esquadreamento de máquina de corte de chapas VIROC:	76

Índice de Figuras

Figura n.º 1 – Avaliação e controlo de riscos.	14
Figura n.º 2 – Fluxograma representativo de implementação de uma FMEA	26

Índice de Imagens

Imagem n.º 1 – Objetivos da manutenção.....	7
Imagem n.º 2 - Esquema de soldadura por oxi-gás.....	11
Imagem n.º 3 - Esquema de soldadura MIG/MAG.....	11
Imagem n.º 4 - Montagem e alinhamento da mandriladora (retificadora) para início de trabalhos.....	32
Imagem n.º 5 - Representação da irregularidade no furo antes da pré-retificação	32
Imagem n.º 6 - Furo após enchimento a soldadura, pronto para retificar usando a mandriladora.....	33
Imagem n.º 7 - Mandriladora em funcionamento a retificar furo para a medida correta (esquerda); Furo já retificado e pronto a receber casquilho (direita)	33
Imagem n.º 8 - Casquilho já colocado no furo e pronto a montar no empilhador.....	34

Imagem n.º 9 - Balde da retroescavadora com lâmina danificada já cortada;.....	35
Imagem n.º 10 - Balde de retroescavadora com esticadores soldados para desempenar o balde.	35
Imagem n.º 11 - Balde de retroescavadora já reparado, com nova lamina soldada e também dentes e capas aplicados.....	36
Imagem n.º 12 - Cadeira de esquadrejamento montada e ainda por reparar (Lado esquerdo) e Casquilhos danificados e fora do local suposto (lado direito).	37
Imagem n.º 13 - Casquilhos danificados.	37
Imagem n.º 14 - Fabrico de casquilho novo para aplicação na cadeira de esquadrejamento.	38
Imagem n.º 15 - Casquilhos novos finalizados e prontos a aplicar nas cadeiras.	38
Imagem n.º 16 - Casquilho já aplicado numa peça das cadeiras e dois prontos para aplicação.	39
Imagem n.º 17 - Exemplo de ferramenta “saca-casquilho”.	54
Imagem n.º 18 - Ferramenta de corte – pontógrafo – utilizado na empresa.	54

Índice de Tabelas

Tabela n.º 1 - Consequências dos acidentes de acordo com a realidade da empresa.....	21
Tabela n.º 2 - Probabilidade do acidente de acordo com a realidade da empresa	21
Tabela n.º 3 - Exposição aos acidentes de acordo com a realidade da empresa.	22
Tabela n.º 4 - Grau de perigosidade e a prioridade da intervenção de acordo com os valores obtidos.....	22
Tabela n.º 5 - Exemplo de formulário para execução de FMEA.....	25
Tabela n.º 6 - Tabela de Índice de severidade	28
Tabela n.º 7 - Tabela de Índice de Ocorrência de Falha.....	28
Tabela n.º 8 - Tabela de Índice de Detecção.....	29
Tabela n.º 9 – Definição de Intervalos de Valor de Número Prioritário de Risco.....	30
Tabela n.º 10 – Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – retificação de furos de empilhador industrial de 6TON – de acordo com o método William T. Fine adaptado.	61
Tabela n.º 11 - Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – Reparação de balde Retroescavadora– de acordo com o método William T. Fine adaptado.....	62

Tabela n.º 12 - Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – Reparação de cadeira de esquadrejamento de máquina de corte de chapa VIROC – de acordo com o método William T. Fine adaptado..	63
Tabela n.º 13 – Método FMEA referente à atividade de Retificação de furos em Empilhador Industrial 5TON.....	69
Tabela n.º 14 - Método FMEA referente à atividade de Reparação do Balde de Retroescavadora	75
Tabela n.º 15 – Método FMEA referente à atividade de Reparação de cadeiras de pré-esquadrejamento de corte de chapas VIROC.....	78

Introdução

O sector metalúrgico e metalomecânico é considerado um dos mais importantes sectores dentro do mundo da indústria e representa um dos grandes abastecedores da maioria das atividades económicas existentes, tais como a indústria extrativa, agrícola e de serviços (AIMMAP, 2015).

No campo económico, este é um sector que se encontra em constante crescimento e apresenta uma elevada expressividade no total da indústria transformadora, tendo atingido no ano de 2012 cerca de 32% da totalidade das empresas, 30€ do VAB e 30€ do volume de negócios do nosso país (AIMMAP, 2015).

Desta forma, é muito importante não esquecer uma das atividades fundamentais desta área e que mais influência tem quando se fala no abastecimento das restantes atividades económicas: a Manutenção. E, claro, não é possível considerar as atividades de manutenção sem considerar a sua importância para a fiabilidade dos sistemas e como tudo se encontra intrinsecamente ligado com a segurança.

Assim, a fiabilidade dos sistemas produtivos, onde se inclui a maquinaria, os equipamentos de trabalho e as próprias instalações, constitui um fator decisivo para a obtenção e preservação de níveis de segurança e saúde considerados adequados para os colaboradores de qualquer organização e de terceiros suscetíveis de serem afetados pelos riscos das atividades desenvolvidas. Por este motivo, as atividades de manutenção são essenciais para atingir estes objetivos e são realizadas em todos os sectores e atividades económicas e em todos os locais de trabalho, sendo que a sua amplitude e profundidade variam de acordo com as necessidades identificadas e as políticas de gestão aplicadas. É deveras importante salientar que a realização de atividades de manutenção incompletas ou deficientes podem originar situações perigosas, não só para os operadores dos equipamentos, mas também para todos os restantes trabalhadores que operam os sistemas de trabalho e também, tal como referido anteriormente, para terceiros que possam estar expostos aos riscos (Pinto, 2016).

As atividades de manutenção são realizadas em todos os locais de trabalho e em todos os sectores de atividade, tendo um papel fundamental na economia, e, de acordo com a Norma EN 13306:2010, consistem na combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão que são executadas durante o ciclo de vida de um local de trabalho, equipamento ou meio de transporte, e tem como objetivo manter ou repor o seu estado de aptidão para que este desempenhe de forma adequada as suas funções.

A manutenção abrange atividades de montagem, inspeção, ensaio, medição, substituição de peças ou componentes, afinações, ajustamento, reparação, lubrificação e limpeza (Pinto, 2016). E, dentro da indústria metalomecânica estas atividades de manutenção inserem-se

dentro de diferentes especialidades, tais como, por exemplo, a mecânica e óleo-hidráulica, a serralharia, a soldadura e maquinação (torno e fresa).

A manutenção divide-se em dois tipos: corretiva ou preventiva. É considerada corretiva quando as ações desenvolvidas têm o objetivo de repor a um sistema avariado o seu estado funcional, e este tipo de manutenção pode também ser chama de “manutenção reativa” porque a ação só é desencadeada como resposta a um evento não programado, como é o caso de uma avaria. O segundo tipo de manutenção – preventiva – ocorre quando as ações são executadas periodicamente e de forma programada de acordo com critérios previamente estabelecidos, e tem o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria de um equipamento ou evitar a sua degradação e conseqüente falha de funcionamento ou da sua segurança. Alguns autores vão mais além, e dividem a manutenção preventiva em duas categorias: sistemática, quando é realizada para evitar avarias e condicionada, quando as ações são efetuadas em resposta a um diagnóstico (Pinto, 2016).

A manutenção é assim, tão importante, pois a sua ausência, não só encurta a vida útil dos equipamentos como pode originar acidentes ou problemas de saúde aos utilizadores e a todos os expostos aos seus riscos.

É importante reforçar, também, que as atividades desenvolvidas nos trabalhos de manutenção são de natureza não rotineira e revestidas de uma perigosidade acrescida, sendo que se podem considerar de alto risco para a segurança e saúde dos trabalhadores que as executam. Tal, pode ser dito de forma precisa, pois, uma análise de dados do EUROSTAT sobre os acidentes de trabalho ocorridos na União Europeia entre 2003 e 2005 conclui que entre 15 a 20% de todos os acidentes, mortais e não-mortais, e entre 10 a 15% de todos os acidentes mortais estão relacionados com operações de manutenção. Esta análise situa então, as atividades de manutenção em quarto lugar numa lista dos 10 tipos de trabalho responsáveis pelo maior número de acidentes de trabalho mortais (Pinto, 2016).

Desta forma, deve ser considerada a responsabilidade, não só dos empregadores, mas também dos trabalhadores e de modo a ser possível proceder a uma prevenção, na temática da segurança devem ser aplicadas metodologias que permitam a caracterização das diferentes atividades de manutenção, em que especialidade se inserem e a sua duração e, fundamentalmente, metodologias que permitam a avaliação dos seus diferentes riscos, não só para os trabalhadores, mas para todo o sistema.

1.1. Justificação do Caso de Estudo

O presente trabalho é realizado no âmbito da Tese Final do Mestrado de Segurança e Higiene no trabalho, e surge no seguimento da unidade curricular projeto individual em contexto real de trabalho, em que se realizou a identificação de perigos e avaliação de riscos de uma empresa metalomecânica. No trabalho anterior foram apenas analisados os riscos predominantes nas diversas atividades nas profissões presentes na empresa em estudo, não se considerando as diversas atividades de manutenção que são também realizadas, quer nas instalações da empresa, quer nas instalações das empresas a que são prestados serviços. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar as atividades de manutenção mais frequentes, analisando todos os fatores que possam influenciá-las e utilizar duas metodologias que permitam avaliar os seus riscos e dessa forma verificar se há uma mais adequada ou se podem ser complementares.

Desta forma, a empresa estudada foi, tal como no trabalho anterior, a mesma empresa de manutenção e metalomecânica, que se insere em dois subsectores da atividade económica do sector metalúrgico e metalomecânico, sendo estes os CAE base 25 e 33 – produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos, e reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos, respetivamente. Esta empresa tem como atividades principais, tal como os seus CAES indicam, a manutenção de máquinas e equipamentos industriais e atividades de metalomecânica, como torno, fresa, serralharia mecânica e soldadura.

Para a realização deste estudo participaram todos os trabalhadores da empresa e foram visitadas, não só as instalações da empresa, mas também as instalações das empresas a que são prestados os serviços de manutenção, quando estes não podem ser realizados fora delas. A redação deste estudo foi possível, através de uma análise bibliográfica da literatura referente a este tema, da análise dos diferentes locais de trabalho, dos equipamentos de trabalho e equipamentos de proteção individual e coletiva disponíveis aos trabalhadores e da observação direta das atividades.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este projeto, que surge na continuidade do estudo desenvolvido no âmbito da unidade curricular Projeto Individual em Contexto Real de Trabalho do primeiro ano do mestrado de Segurança e Higiene no trabalho, e será focado agora numa pesquisa mais aprofundada sobre as diversas atividades de manutenção realizadas na empresa em estudo e desta forma na avaliação de riscos destas atividades, indo para além do realizado anteriormente que se focava apenas nas atividades gerais das diferentes profissões da área da

metalomecânica identificação e caracterização das atividades de manutenção, através da análise de todos os fatores que as possam influenciar positiva e negativamente.

1.2.2. Objetivos Específicos

No seguimento do objetivo geral deste projeto, os objetivos específicos serão:

- Avaliação dos riscos das diversas atividades de manutenção da empresa através de duas metodologias de avaliação, por forma a identificar se existe uma mais adequada para a área em questão, sendo que já foi implementada anteriormente o Método William T. Fine na empresa ou se ambas se complementam bem;
- Desenvolver procedimentos de análise e avaliação de riscos com os quais os trabalhadores possam estar mais envolvidos, quer na sua conceção e desenvolvimento quer na sua futura compreensão e consulta.

De forma a ser possível obter informações relevantes e coerentes, serão definidos critérios de avaliação dos riscos e também critérios para a definição das diferentes categorias de risco onde se podem inserir as atividades estudadas. As metodologias utilizadas para esta avaliação de riscos serão, o método William T. Fine já implementado na empresa e o método FMEA (análise do modo e efeito de falha).

Sendo que este tema surge na continuidade do trabalho realizado no âmbito do projeto individual em contexto real de trabalho, a escolha do tema prendeu-se pela análise de dados estatísticos que inserem as atividades de manutenção num lugar tão elevado de acidentes de trabalho, na sua maioria mortais.

Assim, de forma concreta, o objetivo geral do trabalho apresentado será a implementação de metodologias que permitam a caracterização das diferentes atividades de manutenção e também a realização de uma avaliação dos seus respetivos riscos, considerando o meio envolvente. Pretende-se também, dar seguimento á sensibilização dos trabalhadores para os riscos, não só das atividades inerentes a cada profissão, analisados anteriormente, mas também para as atividades que fogem à sua rotina.

1.3. Estrutura do Projeto

Estruturalmente, este trabalho compreende, em primeiro lugar uma introdução ao tema em estudo, onde é feita a revisão bibliográfica acerca, da área da metalomecânica com especial foco na manutenção. No capítulo seguinte será apresentado um enquadramento teórico do tema da manutenção, alguns conceitos chave e apresentação das profissões existentes na empresa em estudo. Num terceiro capítulo, será apresentada a metodologia seguida para a caracterização das diferentes atividades de manutenção realizadas com maior frequência na empresa e para a análise dos respetivos riscos. De seguida, no quarto

capítulo serão apresentadas sumariamente as atividades de manutenção referidas e em que especialidade da empresa se inserem, tal como a sua duração e categoria de risco. E assim, analisados os dados obtidos através de metodologias de avaliação de riscos. Num quinto capítulo serão discutidos os resultados obtidos. Finalmente, terminar-se-á com as considerações finais – conclusão, referências bibliográficas e apêndices.

Capítulo 2 – Enquadramento do Tema

2.1. Responsabilidades do Empregador em SST

A prevenção é demonstrada através de um conjunto de ações adotadas ou executadas em todos os momentos e em todas as atividades da empresa, de forma a prevenir os riscos laborais e as suas consequências (Freitas, 2016).

O empregador deve assim, estabelecer sistemas de organização e comunicação que facilitem a integração da segurança no sistema global de gestão. As medidas tomadas devem permitir que todos os trabalhadores da organização sejam devidamente informados acerca de todas as questões de segurança e também previamente consultados em todas as questões (Freitas, 2016).

O primeiro passo, e fundamental, para que o empregador possa cumprir as suas obrigações legais em matéria de segurança e saúde no trabalho, é a realização de uma análise e avaliação de riscos. Sendo que a OIT aconselha que este processo contemple cinco etapas (Pinto, 2016):

- 1º Identificar os perigos;
- 2º Determinar quem pode ser afetado e como;
- 3º Avaliar os riscos e decidir sobre as precauções a tomar
- 4º Registrar os resultados e implementá-los;
- 5º Rever a avaliação e atualizá-la quando necessário.

A avaliação dos riscos é um passo fundamental para que o empregador consiga cumprir os requisitos legais em matéria de SST, principalmente, a planificação e organização da prevenção de riscos profissionais, a avaliação e controlo dos riscos profissionais, a informação, formação, consulta e participação dos trabalhadores e a promoção e vigilância dos trabalhadores.

2.2. A gestão da Manutenção

De acordo com a Norma NP EN 13306:2007, a manutenção é definida como a combinação das ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, tendo como objetivo mantê-lo ou repô-lo num estado no qual possa executar a função requerida (Pereira & Sena, 2016).

No que toca a manutenção industrial, a manutenção adequada das máquinas e equipamentos, é fundamental para a perceção real do risco que os operadores e utilizadores têm e, conseqüentemente, na sua confiança no sistema (Pinto, 2016).

A importância da manutenção deve-se a vários aspetos, como já mencionado anteriormente, tais como:

- Aumenta a fiabilidade das máquinas, equipamentos e instalações, pois diminui o número de paragens por avaria;

- Melhora a qualidade, pois as máquinas e equipamentos mal ajustados apresentam um desempenho pior e uma elevada probabilidade de causar problemas na qualidade;
- Diminui os custos, pois as máquinas, equipamentos ou instalações bem mantidas funcionam com maior eficiência e desta forma evitam-se perdas de produção e de matérias-primas.
- Aumenta a vida útil das máquinas, equipamentos e instalações pois os cuidados de manutenção diminuem o desgaste e a sua deterioração;
- Melhora a segurança dos operadores e outros, pois as máquinas, equipamentos e instalações que sejam bem mantidos têm uma probabilidade inferior de funcionar de forma irregular e com maiores riscos;

As atividades de manutenção são essenciais para o controlo dos perigos e respetivos riscos associados ao normal funcionamento das instalações, máquinas e equipamentos, que poderão ter um impacto importante na vida não só dos trabalhadores, mas também de pessoas que possam intervir no local (Pinto, 2016). Adicionalmente, os objetivos e metas da manutenção deverão ser dinâmicos (Pereira & Sena, 2016).

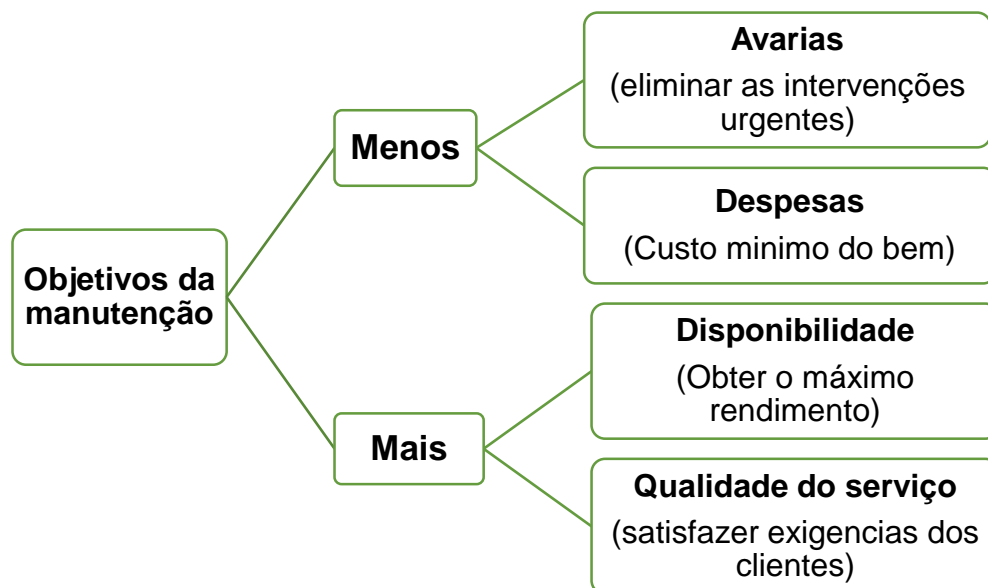


Imagem n.º 1 – Objetivos da manutenção (adaptado de Pereira e Sena, 2016).

No entanto, apesar de a manutenção ser tão importante, é ainda mais importante a identificação e avaliação de riscos das próprias atividades de manutenção em si, através de

metodologias que sejam de fácil entendimento e envolvência dos trabalhadores, por forma a evitar danos, sejam estes materiais ou humanos.

Existem várias formas de organização da manutenção, sendo que a que será estudada neste trabalho será, a organização por especialidade dentro das diferentes profissões existentes na metalomecânica. Este, é também, o sistema mais aconselhável para fábricas, instalações e organizações de média dimensão (Pereira & Sena, 2016).

2.3. Conceitos Chave

Por forma a compreender e contextualizar da melhor forma possível o presente estudo, é importante enquadrar o tema, não só no que toca à manutenção em si, mas também a conceitos chave ligados ao tema da avaliação de riscos.

Desta forma, as definições gerais da temática de Análise e Avaliação de riscos podem ser:

- Acidente de Trabalho: aquele que se verifique no local e tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte. (Lei n.º 98/2009, de 4 de setembro).
- Análise do Riscos: Utilização sistemática da informação disponível para identificar os perigos e estimar os riscos profissionais (Glossário ACT, 2018).
- Avaliação do Risco: Processo de identificar, estimar (quantitativa ou qualitativamente) e valorar os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores. Visa a obtenção da informação necessária à tomada de decisão relativa a ações preventivas a adotar (Glossário ACT, 2018).
- Incidente: Acontecimento súbito, ocasional e imprevisto com potencial para causar acidentes e que pode provocar danos na propriedade, equipamentos, produtos e perdas de produção, sem determinar lesões para a saúde (Freitas, 2016).
- Lesão: Dano corporal causado por uma ação agressiva, com alteração das funções celulares, dos tecidos ou dos órgãos. De acordo com as consequências pode originar diferentes tipos de incapacidade (Freitas, 2016).
- Local de Trabalho: Lugar em que o trabalhador se encontra ou para onde deve dirigir-se em virtude do seu trabalho, no qual esteja direta ou indiretamente sujeito ao controlo do empregador (Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro);
- Posto de trabalho: Sistema constituído por um conjunto de recursos humanos, físicos, tecnológicos e organizacionais que, no seio de uma organização de trabalho, visa a realização de uma tarefa ou atividade (Rodrigues, 1996, *cit in* ACT);
- Perigo: Fonte, situação ou ato potencial para o dano em termos de lesão ou afeção da saúde ou uma combinação destes (NP 4397/2008);

- Prevenção: O conjunto de políticas e programas públicos, bem como disposições ou medidas tomadas ou previstas no licenciamento e em todas as fases de atividade da empresa, do estabelecimento ou do serviço, que visem eliminar ou diminuir os riscos profissionais a que estão potencialmente expostos os trabalhadores (Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro);
- Risco: Combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposição perigosos e da gravidade de lesões ou afeções da saúde que possam ser causadas por acontecimentos ou pela exposição (NP 4397/2008);
- Reparação: Ações físicas executadas para restabelecer a função requerida de um bem em estado de falha (Pinto, 2016);
- Rotina: Atividades elementares de manutenção, regulares ou repetitivas, que geralmente não requerem qualificações, autorizações ou ferramentas especiais (Pinto, 2016).
- Segurança no Trabalho: Conjunto de metodologias adequadas à prevenção de acidentes de trabalho, tendo como principal campo de ação o reconhecimento e o controlo dos riscos associados aos componentes materiais do trabalho, (Glossário ACT, 2018);

Especificamente a temática da Manutenção, a NP EN 13306:2007, define os termos fundamentais, sendo que para uma melhor compreensão do tema, apresentar-se-á as consideradas mais importantes para o presente projeto:

- Adequabilidade da manutenção: Capacidade de uma organização de manutenção de disponibilizar os meios de manutenção apropriados no local necessário, para executar a atividade de manutenção requerida num dado instante ou durante um dado intervalo de tempo.
- Avaria: Cessação da aptidão de um bem para cumprir com a função requerida;
- Conformidade: Cumprimento por um produto, processo ou serviço de requisitos especificados;
- Durabilidade: Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, de acordo com condições de utilização e manutenção especificadas, até que seja atingido um estado limite;
- Estado de risco: Estado de um bem em que se prevê que pode provocar danos corporais a pessoas, perdas materiais significativas ou outras consequências inaceitáveis;
- Fiabilidade: Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo;

- Manutenção: Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida;
- Manutibilidade: Aptidão de um bem, sob as condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos;
- Modo de falha: Maneira pela qual é verificada a incapacidade de um bem para cumprir uma função requerida.
- Plano de Manutenção: Conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção;

2.4. As Profissões inseridas na Indústria Metalomecânica

Na área da Indústria metalomecânica, existem diferentes profissões que necessitam de trabalhar em conjunto de forma um bom funcionamento dos processos, sendo estas: serralheiro mecânico, torneiro mecânico, fresador mecânico, serralheiro de tubos, serralheiro civil e soldador (Portaria 228/1985 de 23 de abril). Muitas vezes um trabalho tem início com serralheiro mecânico, continua com o torneiro mecânico ou fresador mecânico caso haja necessidade de fabrico de peças e termina com o soldador, podendo como é claro ter uma ordem de trabalhos diferentes e até estarem inseridas outras profissões afins, como mandriladores mecânicos, projetistas e caldeireiros.

Desta forma, é bastante importante, saber concretamente no que consiste cada uma das profissões que integra esta tão extensa e diversa indústria, de modo a compreender a sua importância e enquadrar o tema do presente projeto.

Na empresa em estudo, apenas existem as profissões de soldador mecânico, serralheiro mecânico, torneiro e fresador mecânico. Serão estas as profissões de enfoque do projeto. De notar, que a nomenclatura para a profissão de torneiro mecânico foi alterada, no ano de 2014, para operador de máquinas ou operador de máquinas de ferramentas (Boletim do Trabalho e Emprego, 2014).

Relativamente à profissão de soldador, existem cinco atividades diferentes: soldadura por baixo ponto de fusão, soldadura MIG/MAG, soldadura TIG e soldadura a OXI-GAS. O que as distingue é a forma e os instrumentos utilizados.

De acordo com o Boletim do Trabalho e Emprego de 2014, na soldadura por baixo ponto de fusão, o trabalhador procede à ligação dos elementos metálicos, aquecendo-os e aplicando-lhe a solda apropriada em estado de fusão ou utilizando um ferro de soldar. Quanto à soldadura MIG/MAG, são soldados conjuntos, estruturas e tubagens metálicas com recurso

a um aparelho de soldadura que induz um arco elétrico através de um gás de proteção. Este gás pode ser inerte – MIG – ou ativo – MAG, e derrete um fio de arame (elétrodo não revestido) de forma contínua fazendo assim a união (DCB, 2014) (Imagem n.º1). Na soldadura TIG, o processo é fundamentalmente o mesmo que no anterior, na medida em que é utilizado um aparelho de soldar que induz um arco elétrico, mas difere o gás utilizado que será um gás inerte e o mais comum é o árgon, sendo apenas utilizado o hélio em casos bastante específicos. Aqui é aplicada em materiais mais finos, como alumínio, por exemplo (DCB, 2014).

Finalmente, na soldadura por oxi-gás, o trabalhador executa a soldadura em estruturas metálicas com recurso à técnica que dá nome ao processo, utilizando o gás acetileno ou gás propano como gás combustível e o oxigénio como comburente (Boletim do Trabalho e Emprego, 2014), onde é diretamente ligado o maçarico ou tocha de soldadura que irá libertar chama através de um bico, procedendo assim à fusão dos materiais (Imagem n.º2).

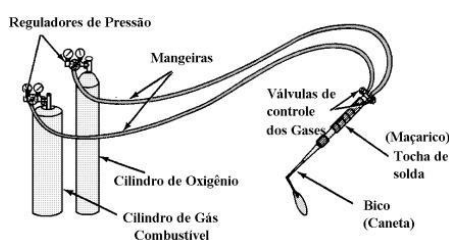


Imagem n.º 2 - Esquema de soldadura por oxi-gás.

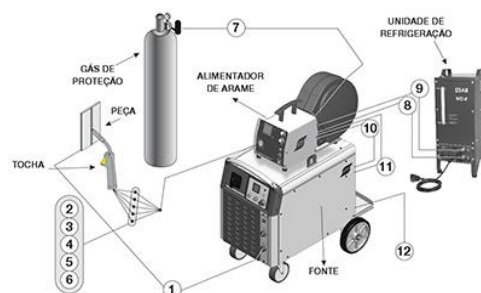


Imagem n.º 3 - Esquema de soldadura MIG/MAG.

(Boletim Trabalho e Emprego, 2014).

Relativamente à profissão de serralheiro mecânico, este trabalhador executa atividades de preparação de trabalho, ajuste, montagem e teste de funcionamento de conjuntos mecânicos de acordo com as especificações dos materiais (Boletim do Trabalho e Emprego, 2014);

Não menos importante, é a profissão de torneiro mecânico, ou como é atualmente, designada, de operador de máquinas de ferramentas. Nesta profissão o trabalhador executa manualmente ou através de ferramentas, máquinas e outros equipamentos, operações fabris pouco ou mais complexas para fabricar elementos e peças unitárias ou em série e tem a capacidade de detetar e assinalar defeitos em produtos e materiais através de especificações pré-definidas. Outra atividade nesta profissão é a afinação e manutenção das máquinas e equipamentos que utiliza respeitando sempre as normas definidas (Boletim do Trabalho e Emprego, 2014); A profissão de fresador é definida pelas mesmas atividades da profissão de torneiro mecânico, apenas com a diferença dos equipamentos e máquinas

utilizadas, pois enquanto um torneiro trabalha com recurso a torno, aqui é utilizada uma fresa para o fabrico de peças.

É através destas profissões, e concretamente, destes postos de trabalho existentes na empresa em estudo, que são realizadas diferentes tarefas de manutenção, sejam estas corretivas, em máquinas e equipamentos nas instalações da empresa ou preventiva em empresas exteriores cumprindo um plano previamente estipulado.

2.5. Análise e Gestão de Riscos: Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos

A análise e gestão de riscos integra todas as atividades da sociedade, nos mais diferentes aspetos, apesar de nem sempre se assuma essa situação de forma explícita (Soares, 2005). A vida em sociedade exige a tomada de decisões sobre os mais diversos assuntos, seja de foro pessoal ou do foro profissional (Soares, 2005).

Muitas vezes, no foro profissional, as escolhas feitas relativamente à organização do trabalho, não contemplam aspetos importantes como a variabilidade humana e os diferentes métodos de operar de cada trabalhador, as diferentes funções e até a polivalência. A inexistência de metodologias prévias da organização pode levar a consequências ao nível da segurança propriamente dita, como a falta de formação ou de ferramentas adequadas, problemas de saúde, como lombalgias, lesões músculo-esqueléticas e problemas de fiabilidade dos sistemas de trabalho, tais como avarias ou disfuncionamentos dos equipamentos. A correção destes problemas é geralmente difícil e envolve custos elevados. Sendo assim, é essencial a organização antecipada do trabalho, enumerando as diferentes tarefas de cada posto de trabalho, prevendo eventuais efeitos negativos nos trabalhadores, tais como fadiga ou dispersão (Freitas, 2016).

É de ter em conta que o empregador tem a obrigação de assegurar SST em todos os locais de trabalho e a todos os aspetos inerentes ao mesmo. A identificação e avaliação dos riscos coloca o empregador em posição de tomar medidas para proteger de forma eficaz os trabalhadores.

De acordo com a Diretiva n.º 89/391/CEE, a prevenção é definida como o “conjunto das disposições ou medidas tomadas ou previstas em todas as fases da atividade da empresa, tendo em vista evitar ou diminuir os riscos profissionais”.

Neste contexto, a prevenção dos riscos profissionais, é um passo muito importante e deve sempre ser desenvolvida de acordo com princípios e normas que permitam a identificação dos riscos a que estão expostos os trabalhadores, para assim se poderem organizar meios adequados para eliminar ou reduzir o seu impacto (Freitas, 2016). É possível enumerar três formas de prevenção:

- Prevenção primária que contempla medidas de eliminação do risco;
- Prevenção secundária que contempla medidas de redução do risco;

- Prevenção terciária que integra medidas mais profundas, ao nível da saúde do trabalho e da reparação de acidentes de trabalho e doenças profissionais. Não se trata realmente de prevenção, mas sim de vigilância médica e reabilitação (Freitas, 2016).

Desta forma devem ser considerados os princípios gerais da prevenção que são (FESET, 2010):

- Evitar os riscos;
- Identificar e avaliar os riscos;
- Combater os riscos na origem;
- Adaptar o trabalho às pessoas;
- Considerar a evolução técnica e novas formas de organização de trabalho;
- Substituir o perigoso pelo isento de perigo ou com menos perigo;
- Planear a prevenção de forma coerente;
- Priorizar as medidas de prevenção coletiva em detrimento das medidas de proteção individual;
- Instruir de forma compreensiva e adequada às atividades exercidas pelos trabalhadores.

Nesta linha de pensamento, pode-se questionar o que é uma avaliação de riscos. Sendo que a resposta a essa questão será que é um processo que permite identificar os perigos, como sendo situações que podem originar danos para a saúde, avaliar a probabilidade de ocorrência de acidentes devido a esse perigo e dessa forma aferir quais as suas consequências (Pinto, 2004).

Genericamente, na temática da prevenção, e no foro profissional, a avaliação de riscos consiste numa análise estruturada de todos os aspetos inerentes aos trabalhos e é realizada através da identificação de todos os perigos, da estimação e valorização dos riscos e das indicações dos trabalhadores expostos aos mesmos. Devem definir-se, em todos os casos individualmente, medidas de prevenção ou proteção adequadas, sempre com o objetivo de eliminar o risco ou se tal não for possível, a redução das suas consequências (Freitas, 2016).

No entanto, antes de ser possível falar da prevenção, os riscos devem ser identificados através da análise dos riscos propriamente ditos. Dessa forma, a análise de riscos apresenta um conjunto de fases que se encontram definidas e tomam forma através da formulação do problema, da delimitação do âmbito da análise e do nível de detalhe que vai envolver. Desta forma, a primeira fase é a identificação dos perigos que representam as situações que poderão levar a acidentes. Nesta fase devem ser consultadas pessoas com um profundo conhecimento do funcionamento do sistema em causa. Finalizada a identificação dos

perigos, é então realizada a fase mais analítica que consiste na identificação de sequências de acontecimentos que esses perigos podem originar. O passo seguinte é então a avaliação dos riscos propriamente dita, isto é, na comparação do nível de risco calculado com os níveis de risco aceitáveis de forma a concluir se o nível de risco é aceitável ou se será necessário tomar medidas de redução do risco. Estas medidas podem atuar em várias componentes do risco: reduzindo a probabilidade da sua ocorrência ou através da diminuição das suas consequências. (Soares, 2015).

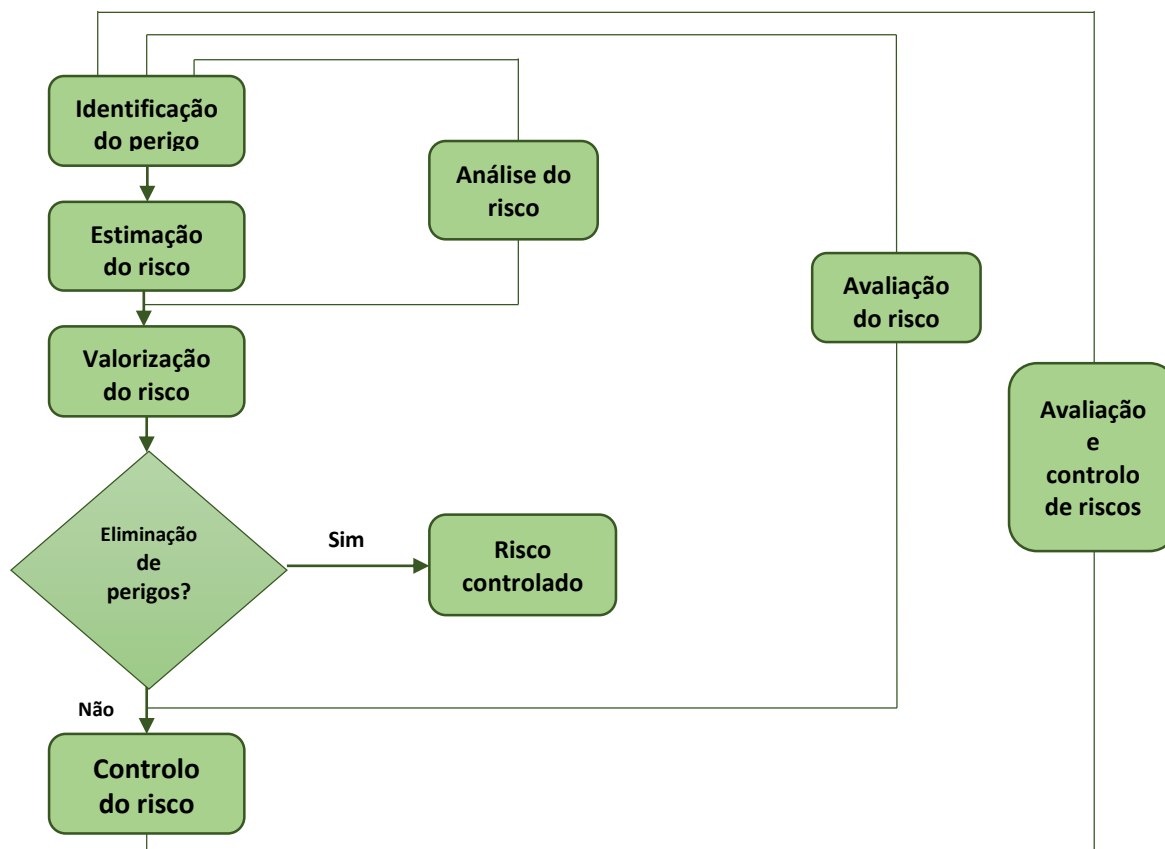


Figura n.º 1 – Avaliação e controlo de riscos (Fonte: Freitas, 2016).

A análise de riscos é o método de analisar um determinado processo ou um sistema de forma a determinar os riscos a que se está exposto (Soares, 2005).

A análise dos fatores de riscos, ou perigos, devem incluir uma avaliação crítica das atividades e requer um conhecimento profundo de cada situação de trabalho. Nas situações mais simples, os perigos podem ser identificados apenas através de observação, comparando a situação e informação obtida previamente sobre ela. Nos casos mais complexos, como é o caso do uso de ferramentas, poderão ter que ser realizadas avaliações tendo em conta a duração da exposição e da exposição a vibrações ou ruído.

É possível concluir que a avaliação de riscos é um processo fundamental para o planeamento da prevenção e que permite ao empregador:

- Identificar fatores de riscos que ocorrem nos locais de trabalho e no processo de produção e assim conhecer as medidas de prevenção adequadas de acordo com a legislação;

- Avaliar os riscos na fase de organização do trabalho;

- Apreciar a fiabilidade e adequação das medidas;

- Saber de forma ordenada as medidas de controlo a implementar (Freitas, 2016).

A avaliação deve incluir o local de trabalho, os postos de trabalho e as diferentes tarefas de cada posto.

Deve ter-se em conta também, a presença de outras pessoas externas à empresa, pois estes correm riscos de acidente devido à exposição aos perigos existentes.

E é possível utilizar uma metodologia simples de avaliar os riscos seguindo algumas fases: identificação dos perigos; identificação das pessoas expostas; avaliação de riscos e verificação da adequabilidade das medidas preventivas existentes; Registo de documentação pertinente e finalmente, revisão da avaliação no futuro, pois as situações de trabalho não são estanques e encontram-se em constante evolução e mudança (Freitas, 2016).

Existem vários métodos para identificação, avaliação e controlo dos riscos:

- Métodos Qualitativos: Análise preliminar de riscos; Hazop, FMEA, Observação de atividades, entre outros.
- Métodos Quantitativos: métodos estatísticos, arvores logicas de eventos ou de causas, entre outros;
- Métodos Semi-Quantitativos: Método de avaliação simplificado; método de William T. Fine, entre outros.

2.6. Tipos de Riscos associados ao Caso de Estudo

No setor metalomecânico, os processos de produção são realizados com recurso a máquinas pequenas ou de grandes dimensões e ferramentas diversas, o que torna o cumprimento dos requisitos de segurança muito importante. Pois, só dessa forma é possível minimizar a projeção de materiais ou impedir que os trabalhadores interajam com os elementos de risco das máquinas e materiais. Associados a estas máquinas e materiais estão diversos movimentos passíveis de causar danos, tais como: movimentos de rotação, movimentos alternados, translação e oscilação (Alves, 2012).

Alguns exemplos de máquinas e ferramentas com movimentos de oscilação são veios, brocas, mandris, transmissões, motores e sistemas hidráulicos, entre outros e é a existência de saliências e aberturas em todos estes materiais que lhes confere a perigosidade.

Como exemplo de ferramentas que combinam os movimentos de rotação, translação e oscilação, estando fixas são, por exemplo, os engenhos de furar, prensas e serrotes. O que confere a perigosidade destes equipamentos é o movimento alternado dos seus componentes, sendo que é muito comum que os acidentes industriais sejam cortes e escoriações aquando da utilização destes equipamentos (Alves, 2012).

Capítulo 3 – Metodologia

Para a realização deste projeto será efetuado um levantamento de informação e fotografias dos trabalhos realizados e dos equipamentos de trabalho utilizados, de alguns trabalhos e equipamentos onde foram realizados trabalhos de manutenção e questionados os trabalhadores sobre os trabalhos de manutenção mais frequentes e de quais pensam ser os riscos mais predominantes.

A amostra estudada, tal como já referido anteriormente, serão todos os trabalhadores da empresa, pois só estudando a população envolvida é possível desenvolver o projeto proposto. Adicionalmente, serão entrevistadas outras pessoas de outras empresas onde são realizadas atividades de manutenção e também a pessoas que se dirigem à empresa com máquinas e equipamentos para que sejam realizadas atividades de manutenção, sejam preventivas sejam corretivas.

Desta forma, a organização do trabalho, para a caracterização das diversas atividades e posteriormente a identificação e avaliação dos seus riscos, será realizada através de toda a pesquisa mencionada acima e pela seguinte ordem:

- ✓ Formulação do objetivo geral e dos objetivos específicos por forma a responder à questão inicial que surgiu;
- ✓ Contacto com a Empresa em estudo e contacto com clientes e as empresas externas onde são realizadas atividades de manutenção;
- ✓ Consulta de toda a documentação sobre os trabalhos de manutenção preventiva já contratada e que irá ser realizada pela empresa durante este estudo;
- ✓ “Entrevistas” frequentes aos trabalhadores durante os trabalhos de manutenção; *
- ✓ Definição das diferentes categorias de risco para posterior análise;
- ✓ Definição das tarefas padrão realizadas;
- ✓ Caracterização das atividades de manutenção quanto à especialidade em que se inserem, à categoria de risco e à sua duração.
- ✓ Definição de fatores que podem influenciar o risco inerente ao trabalho desenvolvido (altura, peso, dimensões das peças, movimentações, processos de trabalho, medidas de proteção individual e coletivas existentes e o meio ambiente);
- ✓ Seleção de dois métodos de análise e avaliação de riscos a desenvolver;
- ✓ Proposta de medidas preventivas para os riscos analisados;
- ✓ Definição de um plano de implementação realista com o auxílio dos trabalhadores.

* As entrevistas serão feitas em ambiente informal, de forma a não ser intimidatória, com perguntas de resposta aberta para melhor compreensão das diferentes atividades de manutenção.

A primeira metodologia a ser utilizada para a avaliação de riscos na empresa será o Método William T. Fine. Adicionalmente, será também feita a avaliação de riscos através do método FMEA, que estuda as falhas potenciais que podem ocorrer e o efeito provável de ocorrer.

A utilização de dois métodos de avaliação de riscos pretende que a análise seja mais completa e desta forma seja possível determinar qual o método que mais se adequa a esta área de trabalho específica.

Foi escolhido o método William T. Fine por ser o método já implementado na empresa, por forma a verificar a sua adequabilidade para a avaliação de riscos agora no estudo das atividades de manutenção.

O método FMEA foi escolhido por ser um método aplicado a máquinas e processos e pretende-se analisar as possíveis consequências de determinadas falhas que possam ocorrer durante os elaborados processos de manutenção de máquinas/equipamentos. Desta forma pretendemos complementar o método William T. Fine, que avalia riscos para os trabalhadores com um método que inclui os aparelhos e máquinas.

Deve ser tido em consideração que a informação fornecida por estes métodos é apenas orientadora, pois seria necessário comparar o nível de probabilidade destes métodos com fontes mais precisas, tais como dados estatísticos de sinistralidade ou de fiabilidade de componentes.

3.1. Caracterização das atividades de manutenção e riscos associados

Tal como já referido anteriormente, de forma a serem identificadas e caracterizadas as tarefas de manutenção realizadas na empresa para que sejam, posteriormente avaliados os respetivos riscos, serão feitas diversas entrevistas informais aos trabalhadores e a clientes, serão feitas visitas a empresas onde sejam efetuadas tarefas de manutenção e feita recolha fotográfica de todos os trabalhos realizados na instalações da empresa e a quaisquer trabalhos realizados fora, onde haja autorização para tal.

Após toda esta análise, a caracterização das diversas atividades será classificada através de três parâmetros:

- 1) Especialidade (mecânica, serralharia, soldadura, maquinação);
- 2) Risco (baixo, médio e elevado)
- 3) Duração (até 2h, 2 a 4h, 4 a 6h);

Serão apresentados os dados em forma de tabela para uma melhor análise e compreensão em futuras consultas.

Relativamente às metodologias utilizadas para a avaliação de riscos, os seus critérios de avaliação serão também apresentados através de tabelas, e serão adaptados à realidade e dimensão da empresa em estudo.

3.1.1. Definição de Especialidades:

As especialidades foram definidas de acordo com as atividades inerentes a cada profissão, inseridas e especificadas no Boletim do trabalho e emprego n.º19 de 22 de maio de 2014:

- Mecânica e óleo-hidráulica: Todas as atividades de manutenção relacionadas com troca de materiais como a substituição de filtros, vedantes, carretos ou outros componentes hidráulicos, como por exemplo, tubagens, que estejam diretamente envolvidos com o funcionamento mecânico do bem.
- Serralharia: Todas as atividades de manutenção relacionadas com preparação de material, ajustes, montagem de componentes (muitas vezes realizadas pelas outras especialidades) e testes de funcionamento de acordo com as especificações dos materiais;
- Soldadura: Todas as atividades de manutenção em que haja a junção de materiais através do processo de soldadura, isto é, de fusão e ligação através de diferentes mecanismos (como explicado anteriormente na profissão de soldador);
- Maquinação (torno e fresa): Todas as atividades de manutenção onde haja a execução de peças unitárias ou elementos fundamentais para o funcionamento de um bem em reparação. A maquinação no torno refere-se a todas as peças de formato cilíndrico (como abertura de roscas, fabrico de parafusos ou cavilhas e casquilhos que tem a função fundamental de proteger outros componentes nos bens em reparação) e a maquinação na fresa refere-se a todas as peças com faces retas ou por exemplo com aberturas de exteriores com divisões precisas).

3.1.2. Definição de Risco:

Sendo que o risco é a combinação de probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposição perigosos, é importante definir diferentes níveis, por forma a determinar o que pode ou não ser aceitável consoante as situações de exposição. Desta forma foram definidas três categorias que se pudessem utilizar, principalmente no método FMEA, pois o método William T. Fine, já apresenta estes critérios definidos:

- Risco baixo: Situações que apresentem uma probabilidade muito baixa de ocorrência e caso aconteçam não provocam danos físicos graves quer para o trabalhador ou para o bem;
- Risco médio: Situações que apresentem alguma probabilidade e que caso ocorram podem provocar danos físicos que impeçam o trabalhador de exercer a sua atividade até ser tratado ou que impeçam a manutenção do bem por um curto período de tempo;
- Risco elevado: Situações que apresentem uma probabilidade de ocorrência elevada e que caso ocorram levem a danos físicos graves ao trabalhador impedindo-o a exercer as suas funções por um período de tempo ou que afetem aquando da manutenção de um bem, o

seu restante funcionamento levando ao aparecimento de outros danos (adaptado de Freitas, 2016).

3.1.3. Definição de Duração (Exposição):

Os tempos de exposição foram definidos com o apoio dos trabalhadores que executam as diferentes atividades, tendo em conta a duração normal de cada passo nas diferentes atividades:

- Tempo de duração muito curto: Um período de tempo inferior a 1 hora;
- Tempo de duração curto: Um período de tempo compreendido entre 1 a 2 horas;
- Tempo de duração médio: Um período de tempo compreendido entre 2 a 4 horas;
- Tempo de duração alto: Um período de tempo compreendido entre 4 e 6 horas;
- Tempo de duração muito alto: Um período de tempo superior a 6 horas diárias.

3.2. **Método de William T. Fine**

Este método foi selecionado para este estudo, não só pelo facto de ter sido já implementado na empresa em estudo e ser de fácil compreensão e integração de todos os elementos da empresa, mas também pelo facto de permitir identificar e analisar os riscos existentes para os trabalhadores e não para os materiais e tarefas em si.

Este método calcula o grau de perigo de cada risco identificado através de três fatores:

- 1- As consequências do acidente;
- 2- O grau de exposição ao risco;
- 3- A probabilidade de o acidente ocorrer.

3.2.1. Critérios de Avaliação

De forma a ser possível a avaliação dos riscos respetivos aos diferentes perigos identificados, é necessário a criação de critérios de avaliação que possibilitem estimar o grau de risco ou perigosidade, de forma quantitativa.

Assim, definiram-se critérios quantitativos para os três fatores considerados neste método: as consequências, a exposição e a probabilidade de acidente.

Relativamente às consequências (tabela n.º1), este método usa uma escala de 1 – lesões ligeiras - a 100 - morte de vários trabalhadores - seja para lesões ou para danos materiais (Freitas, 2016).

Lesões	Danos Materiais	Fator F_c
1. Acidente mortal	> 5000 €	100
2. Incapacidade permanente	> 2500 <5000	50
3. Doença	>1500 <750	25
4. Incapacidade temporária	>750<500	15
5. Lesões graves	<500	5
6. Lesões ligeiras	-	1

Tabela n.º 1 - Consequências dos acidentes de acordo com a realidade da empresa (adaptado de Freitas, 2016).

A probabilidade diz respeito à possibilidade de ocorrência do acidente quando exposto ao risco e varia entre o valor 10 de muito provável e 0.1 de praticamente impossível (Tabela n.º2).

Descrição	Fator F_p
Muito provável	10
Possível	6
Raro	3
Pouco provável	1
Nunca aconteceu	0.5
Quase impossível	0.1

Tabela n.º 2 - Probabilidade do acidente de acordo com a realidade da empresa (adaptado de Freitas, 2016).

O grau de exposição diz respeito, de forma generalizada, à exposição ao risco. Neste caso, tratando-se de atividades de manutenção, com um início e fim estipulado (havendo sempre margem de erro), ir-se-á referir à duração da atividade em si, como uma forma de exposição ao risco durante o período em que se sabe que decorreu cada passo da atividade de manutenção. Dessa forma os valores serão adaptados a essa realidade pontual. Assim sendo, varia entre contínua a pouco provável e é expresso pelo fator F_e variando entre os valores 10 e 0.5 (Tabela n.º 3):

Tipo	Fator F_e	Descrição
Continua	10	Superior a 6 horas diárias.
Frequente	6	Entre 4 a 6 horas diárias;
Ocasional	3	Entre 2 a 4 horas diárias
Irregular	2	Entre 1 a 2 horas diárias.
Raramente	1	Inferior a 1 hora diária.
Pouco provável	0.5	Não se sabe se ocorre, mas é possível.

Tabela n.º 3 - Exposição aos acidentes de acordo com a realidade da empresa (adaptado de Freitas, 2016).

Obtendo os indicadores referidos (probabilidade, exposição e consequências), o grau de perigo pode ser calculado através da fórmula:

$$Gp = Fc \times Fe \times Fp$$

De forma a saber quais as medidas que devem ser implementadas com maior urgência, pode ser utilizada uma tabela relativa aos valores calculados do grau de perigosidade (tabela n.º 4):

Grau de Perigosidade (GP)		
$GP = F_c \times F_e \times F_p$	Classificação	Medidas a tomar
≥ 400	Grave iminente	Suspensão imediata da atividade perigosa.
200 a 400	Alta	Correção imediata
70 a 200	Notável	Correção logo que possível.
20 a 70	Moderado	Deve ser eliminado mas não é emergência.
< 20	Aceitável	Situação a manter.

Tabela n.º 4 - Grau de perigosidade e a prioridade da intervenção de acordo com os valores obtidos (adaptado de Freitas, 2016).

3.3. Método FMEA – Análise do modo de falhas e efeitos

A FMEA (“*Failure Mode and Effect Analysis*”) é um método indutivo que permite analisar, para cada componente de um sistema de forma sistemática os vários modos de falha que poderão ocorrer, as suas causas e os efeitos de funcionamento e segurança do sistema (Sobral & Abreu, 2003 *cit in* Pedrosa, 2014).

Adicionalmente, pode também ser definido como uma técnica de engenharia usada para definir, identificar e eliminar falhas conhecidas ou potenciais, problemas e erros de um sistema, projeto ou processo, antes que o produto chegue ao consumidor (Stamatis, 2003).

Desta forma, de forma mais simples, este método de avaliação de riscos determina o estudo das falhas dos componentes de um equipamento ou qualquer sistema através de uma análise específica (Freitas, 2016).

A aplicação deste método engloba diversas áreas, tais como o desenvolvimento de produtos, processos de fabrico, de serviços e ações de manutenção (Sardinha, Claro & Pereira, 2009).

3.3.1. Tipos de FMEA

Este método pode ser classificado em diversos tipos, de acordo com o objeto de estudo, no entanto, esta classificação não é unânime em toda a literatura. De acordo com Stamatis (2003) este método pode ser classificado em quatro tipos: Sistema, Produto/Projeto, Processo e Serviço. Outros autores classificam em três tipos: Sistema, Produto/Projeto e Processo. No entanto a classificação com maior concordância, existente na literatura, divide-a em apenas dois tipos: Produto/Projeto e Processo (Pedrosa, 2014).

Para um melhor enquadramento deste método, ir-se-á considerar três diferentes tipos de FMEA:

- *FMEA de Sistema*: análise de sistemas e subsistemas durante a fase de conceção e de projeto. Esta análise consiste na identificação dos potenciais modos de falha de um sistema em relação às suas funcionalidades e no atendimento das expectativas dos clientes. Nesta análise está também incluída a identificação dos potenciais modos de falha na interação de múltiplos sistemas e interação entre os elementos de um sistema em fase de conceção;
- *FMEA de Produto/Projeto*: análise a um projeto de um produto, tal como, máquinas ou ferramentas, antes de ser enviado para ser produzido. Esta análise centra-se em potenciais modos de falha de projeto, causados pela escolha de material incorreta, especificações inadequadas ou outras deficiências de projeto, que podem resultar num mau desempenho do produto ou num ciclo de vida útil curto;
- *FMEA de Processo*: análise a um processo de fabrico e montagem ao nível de um sistema, subsistema ou um componente. Esta análise centra-se em potenciais modos de falha que tenham como origem deficiências do processo de montagem e excessivas variações no processo de fabrico. Este tipo de FMEA define as necessidades de alteração no processo e estabelece prioridades para implementar ações de melhoria, ajuda na execução de um plano de controlo do processo e de análise dos processos de fabrico e montagem. É muito útil para estudar como as etapas de um processo podem influenciar o projeto de uma máquina, incluindo a seleção dos seus componentes.

Mas, o mais importante deste método é que independentemente da sua classificação, o seu objetivo é minimizar o impacto de falhas em qualquer se seja o campo de atuação, levando a uma contínua melhoria (Pedrosa, 2014).

3.3.2. Implementação da FMEA

Para o projeto em desenvolvimento, e na impossibilidade de realizar uma avaliação anterior ao desenvolvimento dos equipamentos, o mais apropriado para a manutenção, será então a FMEA de processo.

Na FMEA de processo, a sua implementação começa com uma primeira fase, que é, a realização de um diagrama de processo, onde se incluem todos os componentes que podem, eventualmente, falhar e afetar a segurança do processo em estudo. Tudo isto irá proporcionar uma melhor visualização de potenciais riscos e deverá identificar as características do produto ou processo associadas a cada operação.

Como exemplos temos os componentes específicos de equipamentos utilizados: mecanismos de transmissão, válvulas, rolamentos, bombas, entre outros. Todos estes componentes devem ser listados numa ficha de dados e analisados de forma individual, que devem incluir dados importantes tais como:

- ➔ Modo potencial ou mais provável da falha (aberto, fechado, ligado ou desligado, falha durante a operação, entre outros.) e Consequências da potencial falha;
- ➔ Classe de riscos: baixa, moderada ou elevada;
- ➔ Probabilidade de falha e possibilidade de compensação dos efeitos;
- ➔ Métodos de deteção;

É possível desenvolver uma FMEA sem o apoio de diagramas de processo, no entanto, sem esse apoio, pode tornar-se mais difícil a sua análise e dessa forma aumentar a probabilidade de ocorrer um erro por esquecimento de algum detalhe importante no processo.

Pode seguir-se como exemplo, um fluxograma para todas as fases de implementação do FMEA, apto para todas as pessoas da equipa e que poderá servir como apoio por forma a diminuir eventuais lapsos (Figura n.º 2). Adicionalmente ao fluxograma deve ser seguido um conjunto de questões que devem ser feitas a cada etapa dos diferentes processos.

Após a análise de todos os componentes descritos, deve ser feita toda a análise dos dados para cada falha de componente e assim desenvolver recomendações para o controlo dos riscos (Freitas, 2016).

Com base no Manual de Referência FMEA (Moura, 2000), existem 22 pontos necessários para a correta análise e elaboração de uma FMEA, e podem ser preenchidos em forma de tabela por cada processo (Tabela n.º5).

FMEA N.º: _____ Componente/Sistema/Processo n.º: _____
 Responsável: _____
 Elaborado por: _____
 Produto: _____
 Data chave (previsão termino): _____
 Data inicio: _____ Data fim: _____
 Equipa: _____

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Classificação	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Ações de controlo	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Responsável e prazo	Resultado ações			
												Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade

Tabela n.º 5 - Exemplo de formulário para execução de FMEA (Adaptado de Moura, 2000)

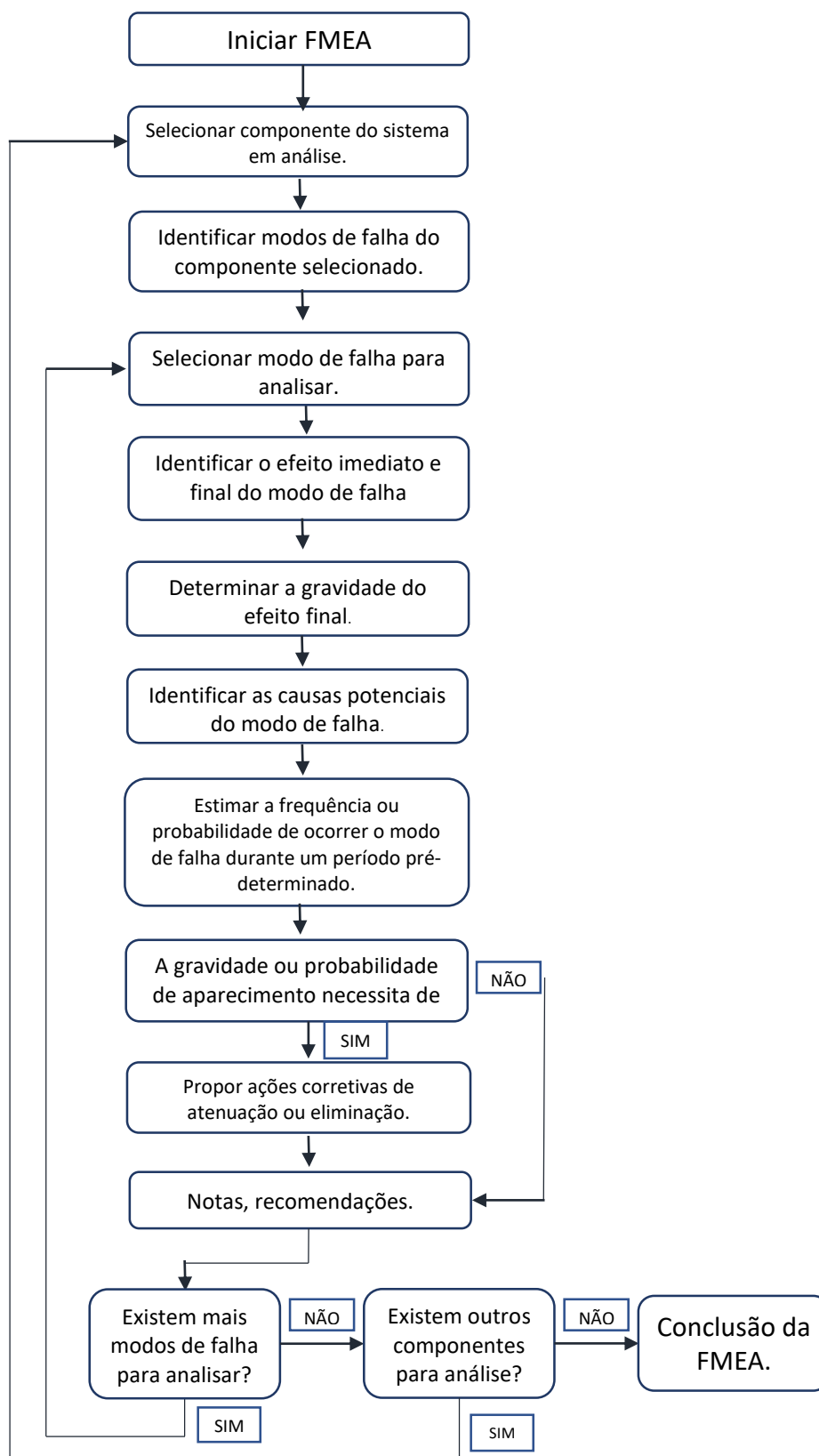


Figura n.º 2 – Fluxograma representativo de implementação de uma FMEA (Adaptado de Santos C.D., 2008 cit in Pedrosa, 2014)

3.3.3. Critérios de Avaliação

Os critérios de avaliação do método FMEA são a Severidade (S), a Ocorrência (O) e a Detecção (D) que conduzem a um resultado, denominado NPR (Número prioritário de risco).

A Severidade traduz-se no impacto negativo provocado pelo efeito do modo de falha. Os valores para a medição deste parâmetro podem variar entre 1 (nenhum impacto) e 10 (perigo sem aviso prévio), de acordo com a tabela n.º6 (Pedrosa, 2014).

A Ocorrência baseia-se na probabilidade de uma causa potencial específica acontecer. Também este parâmetro pode ser medido numa escala de 1 a 10 (Tabela n.º7). Este parâmetro está relacionado com a probabilidade de ocorrência e não com a ocorrência em si. De acordo com a probabilidade de falhas acontecerem, é também calculado o índice de capacidade do processo – CpK. É possível aprofundar toda esta informação consultando o manual “Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution” do autor Stamatis (2003).

Finalmente o índice de Detecção, consiste na avaliação da eficácia dos controlos definidos (prevenção de ocorrência da falha, identificar as causas e deteção do modo de falhas). Este parâmetro é também mensurável numa escala de 1 a 10, sendo no entanto inverso à escala da Severidade e Ocorrência (Tabela n.º8).

SEVERIDADE		
Efeito	Critério (Severidade do efeito)	Índice Severidade
Perigo sem aviso prévio	Índice de severidade muito alto: o modo de falha potencial afeta a segurança na operação com o produto e/ou envolve uma não conformidade legal sem aviso prévio.	10
Perigo com aviso prévio	Índice de severidade muito alto: o modo de falha potencial afeta a segurança na operação com o produto e/ou envolve não conformidade legal com aviso prévio.	9
Muito alto	Produto inoperável, com perda das funções primárias.	8
Alto	Produto inoperável, mas com nível de desempenho reduzido. Cliente insatisfeito.	7
Moderado	Produto operável, mas com nível de conforto/ conveniência baixo. Cliente não está totalmente satisfeito.	6

Baixo	Produto operável, mas com nível de conveniência baixo. Cliente sente alguma insatisfação.	5
Muito baixo	Itens: Forma e acabamento não conforme. Defeito notado pela maioria dos clientes	4
Menor	Itens: Forma e acabamento não conforme. Deito notado por alguns clientes.	3
Muito menor	Itens: Forma e acabamento não conforme. Defeito notado por clientes acurados.	2
Nenhum	Sem efeito	1

Tabela n.º 6 - Tabela de Índice de severidade. (Adaptada de Moura, 2000).

OCORRÊNCIA			
Efeito	Taxa de falhas possíveis (número de horas)	Cpk	Índice Ocorrência
Muito alta: a falha é quase inevitável.	> 1 em 2	> 0.33	10
	> 1 em 3		9
Alta: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas frequentes.	1 em 8	> 0.51	8
	1 em 20	> 0.67	7
Moderada: Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas ocasionais, mas não em maiores proporções.	1 em 80	> 0.83	6
	1 em 400	> 1.00	5
	1 em 2000	> 1.17	4
Baixa: Associada a processos similares que apresentaram poucas falhas.	1 em 15000	> 1.33	3
Muito baixa: Associada a processos quase idênticos que apresentaram apenas falhas isoladas.	1 em 150000	> 1.50	2
Improvável: Falha é improvável. Processos quase idênticos nunca apresentaram falhas.	< 1 em 1500000	> 1.67	1

Tabela n.º 7 - Tabela de Índice de Ocorrência de Falha. (Adaptada de Moura, 2000).

Deteção de Potencial Falha		
Deteção	Critério (Probabilidade de Deteção pelo controlo do processo)	Índice Deteção
Quase impossível	Não é conhecido controlo disponível para detetar o 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 atual controlo irá detetar o modo de falha.	7
Baixa	Probabilidade baixa de que o controlo atual irá detetar o modo de falha.	6
Moderada	Probabilidade moderada de que o controlo de projeto irá detetar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.	5
Moderadamente alta	Probabilidade moderadamente elevada de que o controlo atual irá detetar o modo de falha.	4
Alta	Probabilidade alta de que o controlo atual irá detetar o modo de falha.	3
Muito alta	Probabilidade muito alta de que o controlo atual irá detetar o modo de falha.	2
Quase certamente	Controlo atual quase certamente irá detetar o modo de falha. A confiança nos controlos de deteção é conhecida em processos idênticos.	1

Tabela n.º 8 - Tabela de Índice de Deteção (Adaptada de Moura, 2000).

Após avaliadas as situações e identificados os níveis para cada um dos critérios no processo estudado, é necessário proceder à identificação do Número prioritário de risco (NPR). Este resulta do produto dos três índices referidos ($NPR = S \times O \times D$).

O objetivo deste cálculo é determinar quais os modos de falha prioritários na sua eliminação. Este valor varia entre 1 e 1000, sendo que quanto mais elevado for o seu valor maior risco apresenta. Em casos de NPR elevados, a equipa deve unir esforços de modo a reduzir o

risco calculado pondo em prática medidas corretivas. No entanto de um modo geral, sempre que o índice de severidade é elevado todos os processos devem ter um cuidado especial.

Para uma tomada de decisão, na escolha de quais as medidas mais urgentes a serem implementadas, foram estipulados intervalos de valor (NPR), de acordo com a realidade da empresa, tendo em conta os parâmetros já definidos de risco. A escolha dos intervalos de valor, deveram-se ao facto de não fazer sentido realçar os valores muito elevados (dado o intervalo do método ser de 1 até 1000) pois correr-se-ia o risco de não ser necessário implementar medidas, quando na verdade, para as atividades em si, ser necessário e importante.

NPR (Número Prioritário de Risco)		
NPR = SxOxD	Classificação	Medidas a tomar
> 200	Risco elevado	Correção imediata.
40 a 200	Risco Médio	Correção logo que possível.
< 40	Risco Baixo	Situação que se pode manter.

Tabela n.º 9 – Definição de Intervalos de Valor de Número Prioritário de Risco (Método FMEA).

Capítulo 4 – Caracterização e análise das tarefas de manutenção

4.1. Atividades de manutenção padrão selecionadas

As atividades analisadas e avaliadas foram selecionadas pois são das atividades de manutenção mais vezes executadas na empresa em estudo e também pelo facto de serem mais fáceis de acompanhar e compreender, independentemente do grau de conhecimento de cada pessoa nesta temática.

A acrescentar, é o facto de terem já sido implementadas medidas, quer de proteção individual quer coletiva, na empresa em estudo. Assim, na análise dos riscos através dos métodos selecionados, esta situação será tida em conta, o que poderá influenciar os resultados, espera-se, de forma positiva, no que toca à segurança.

4.1.1. Retificação de furos em empilhador industrial de 6TON

Esta atividade foi escolhida pois é uma das atividades mais sensíveis na sua realização e é efetuada anualmente, pelo menos três vezes, para a mesma empresa e trata-se de uma atividade de manutenção preventiva. Adicionalmente, esta é uma atividade que necessita de várias secções da manutenção na sua execução: serralharia, torneamento, soldadura e uma área especializada que é a mandrilagem, sendo desta forma uma das mais completas quando falamos de atividades de manutenção.

Desta forma, por forma a ser mais fácil o seguimento de todas os passos, ir-se-ão mostrar fotos dos diferentes passos.

Esta atividade de manutenção é realizada pois devido ao esforço e pesos carregados diariamente pelos empilhadores, ocorre desgaste nos casquilhos (responsáveis por proteger a estrutura para que a cavilha possa executar os movimentos de rotação) e na estrutura do empilhador, criando folgas que mais tarde podem resultar em danos permanentes e irreversíveis.

Para a realização desta manutenção preventiva, podemos enumerar os passos realizados, por forma a ser mais fácil a sua compreensão:

1º Passo: Desmontar o mastro do empilhador;

2º Passo: Verificar se casquilho ainda se encontra na estrutura e se sim, retirar o casquilho danificado;

3º Passo: Montagem e alinhamento da Mandriladora (máquina de retificar);

4º Passo: Retificação para preparar material para receber soldadura;

5º Passo: Encher através de soldadura (com elétrodos adequados ao material) o furo desgastado onde se encontrava o casquilho;

6º Passo: Retificar o furo para a medida do casquilho novo a colocar (através de um aparelho específico – mandriladora);

7º Passo: Fabrico de um casquilho igual ao retirado do empilhador;

8º Passo: Montar o novo casquilho, o mastro e toda a estrutura do empilhador.



Imagem n.º 4 – Montagem e alinhamento da mandriladora (retificadora) para início de trabalhos;



Imagem n.º 5 – Representação da irregularidade no furo antes da pré-retificação;



Imagem n.º 6 – Furo após enchimento a soldadura, pronto para retificar usando a mandriladora;



Imagem n.º 7 – Mandriladora em funcionamento a retificar furo para a medida correta (Lado esquerdo); Furo já retificado e pronto a receber casquilho (Lado direito);



Imagem n.º 8 – Casquilho já colocado no furo e pronto a montar no empilhador.

4.1.2. Reparação de balde de retroescavadora

Esta atividade, ao contrário da retificação de furos de empilhador industrial, é uma atividade de manutenção reativa, ou seja, apenas é executada quando já existe um problema que impede que o aparelho exerça a função a que se destina, neste caso por desgaste do balde.

O motivo da sua escolha deve-se ao facto de esta ser uma atividade realizada com grande frequência pela empresa, sendo assim muito importante conhecer todos os riscos que podem estar associados e também aprofundar o que pode correr mal durante cada passo da sua reparação.

Desta forma, para uma melhor perceção da atividade, os passos seguidos inserem-se nas especialidades de serralharia, mecânica e soldadura e são:

1º Passo: Desmontar balde da retroescavadora;

2º Passo: Transporte do balde através de empilhador;

3º Passo: Colocação do balde em bancada de trabalho;

4º Passo: Descarnar a carvão lamina desgastada (parte da estrutura do balde);

5º Passo: Passar com a retificadora nas margens cortadas para que fiquem niveladas;

6º Passo: Preparar nova lâmina na medida necessária através de oxi-corte e retificar por forma a nivelar e limpar as margens (para que a fusão dos materiais ocorra sem falhas aquando da soldadura);

7º Passo: Desempenar o fundo do balde, para que a lamina se possa posicionar na perfeição;

8º Passo: Colocar com auxílio do empilhador a lamina no local correto para soldar ao balde;

9º Passo: Soldar lâmina nova ao balde;

10º Passo: Soldar as capas dos dentes do balde à nova lamina e montar novos dentes;

11º Passo: Montar o balde na retroescavadora (nos “braços” da máquina e nos oscilantes hidráulicos que permitem os movimentos).



Imagem n.º 9 – Balde da retroescavadora com lâmina danificada já cortada;



Imagem n.º 10 – Balde de retroescavadora com esticadores soldados para desempenar o balde.



Imagem n.º 11 – Balde de retroescavadora já reparado, com nova lamina soldada e também dentes e capas aplicados.

4.1.3. Reparação de cadeiras de apoio de serras de pré-esquadreamento de máquina de corte de chapas VIROC

Esta atividade trata-se de uma atividade de manutenção preventiva e de grande importância, pois se não se o material não se encontrar nas perfeitas condições para executar a sua função, as chapas não serão cortadas de forma correta levando a grande prejuízo para a empresa em questão.

Foi escolhida pois é uma atividade realizada todos os anos, na paragem de manutenção de uma empresa cliente, da empresa em estudo e de grande importância, tal como referido. Adicionalmente contempla também a maioria das especialidades exercidas na empresa e é um pouco mais complexa na sua perceção e acompanhamento.

Esta atividade, se iniciada pela nossa equipa incluiria as especialidades de mecânica, serralharia e torno. No entanto, o trabalho em questão sendo de uma empresa com uma grande equipa de manutenção, alguns passos foram realizados por eles nas suas instalações. Desta forma a empresa em estudo realizou apenas algum trabalho de serralharia (desmontagem das cadeiras) e o trabalho de torno. Ir-se-ão enumerar todos os passos, de qualquer forma, para uma melhor compreensão:

1º Passo: Desmontar as cadeiras da linha de produção;

2º Passo: Desmontar as cadeiras em si;

3º Passo: Retirar casquilhos danificados;

4º Passo: Fabrico de novos casquilhos;

5º Passo: Montagem de casquilhos;

6º Passo: Montagem das cadeiras;

7º Passo: Montagem das cadeiras na linha de produção;



Imagem n.º 12 – Cadeira de esquadrejamento montada e ainda por reparar (esquerda) e casquilhos danificados e fora do local suposto (direita).



Imagem n.º 13 – Casquilhos danificados.

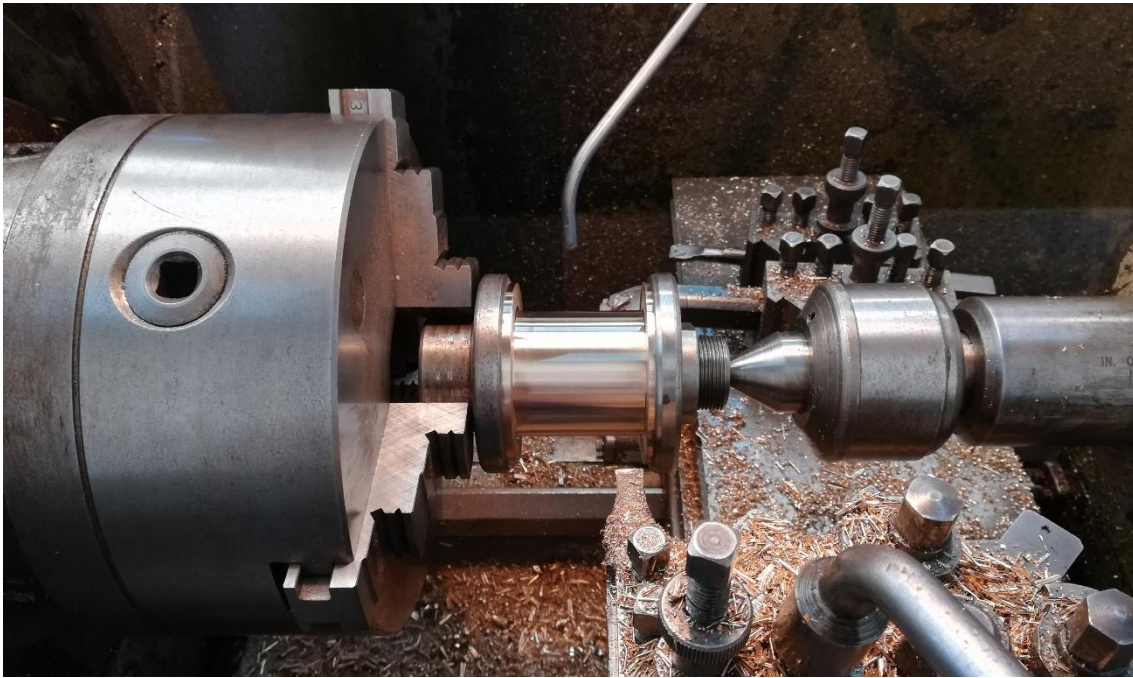


Imagem n.º 14 – Fabrico de casquilho novo para aplicação na cadeira de esquadramento.



Imagem n.º 15 – Casquilhos novos finalizados e prontos a aplicar nas cadeiras.



Imagem n.º 16 – Casquilho já aplicado numa peça das cadeiras e dois prontos para aplicação.

4.2. Análise das atividades de manutenção selecionadas: avaliação de riscos e resultados obtidos

Como referido anteriormente, as atividades de manutenção selecionadas vão ser analisadas através da utilização de dois métodos distintos. Não apenas para os comparar entre si, pois são métodos bastante distintos, mas por forma a obtermos uma análise mais completa, que contemple não só os riscos para os trabalhadores, mas também os riscos, ou modos de falha potenciais, para os equipamentos reparados e pessoas.

Desta forma, ir-se-á, em primeiro lugar identificar os riscos para os trabalhadores através do método William T. Fine e posteriormente, analisar os modos potenciais de falha através do método FMEA. Ambos os métodos foram adaptados para a realidade da empresa em estudo.

O cálculo do grau de perigosidade e os valores dos critérios tiveram em conta os parâmetros caracterizados inicialmente, isto é, foi considerada a duração de cada passo das atividades e também o que é considerada risco baixo, médio e elevado, de acordo com os trabalhadores que executam as atividades. Foram consideradas também medidas de proteção individuais e coletivas já adotadas e implementadas previamente à realização das atividades.

4.2.1. Identificação e Avaliação de Riscos através do método William T. Fine

❖ *Atividade de retificação de furos em empilhador industrial de 6TON:*

Na avaliação dos diferentes riscos a que se encontram expostos os trabalhadores, foram considerados os diferentes passos da atividade de retificação de furos, e identificados os diferentes riscos de cada um desses passos (Apêndice n. °1).

Como já referido, para esta atividade existem nove passos fundamentais. No primeiro passo – desmontar mastro de empilhador – foram considerados os riscos de postura inadequada, queda de mastro, entalamento e projeção de vidros; No segundo passo – retirar casquilho estragado – tem-se os riscos de entalamento, projeção de material e queda de material; No terceiro passo – montagem e alinhamento da mandriladora – foram considerados os riscos de queda de material e entalamento; No passo de retificar (mandrilar) para preparar para soldar tem-se os riscos de exposição ao ruído e projeção de materiais; No quarto passo – encher de soldadura o furo (soldadura) – tem-se os riscos de exposição ao ruído, exposição a contaminantes químicos, projeção de partículas incandescentes, exposição a radiações não ionizantes e contacto com temperaturas elevadas; No sexto passo da atividade – retificar furo (mandrilar) – os riscos considerados foram: lesões musculares, projeção de materiais, entalamento e contacto com material a temperaturas elevadas. No sétimo passo – fabrico de casquilho – considerou-se o maior número de riscos, sendo eles: risco de queda de material, entalamento, cortes no material, exposição ao ruído, projeção de materiais, agarramento e arrastamento e esquecimento de remoção de chave de fixação de grampos; No passo de montagem de novo casquilho têm-se os riscos de entalamento e queda de material. Finalmente no último passo consideraram-se três riscos: posturas inadequadas, queda de estrutura e entalamento (Apêndice n. °1).

❖ *Reparação de balde de retroescavadora:*

Na atividade de reparação de balde de retroescavadora têm-se dez passos fundamentais para a sua execução. Para cada um deles, tal como na primeira atividade analisada, foram identificados diferentes riscos para cada um deles (Apêndice n. °2).

Desta forma, na primeiro passo – desmontar balde (serralharia) – consideraram-se os riscos de posturas inadequadas, queda de material e entalamento; no passo de colocação de balde em bancada de trabalho tem-se também três riscos: queda de material, entalamento e atropelamento; No terceiro passo – descarnar/cortar lamina a carvão (soldadura) foram identificados seis riscos: exposição ao ruído, exposição a contaminantes químicos, projeção de materiais, queda de materiais, contacto com temperaturas muito elevadas e risco de incêndio; No quarto passo – retificar margens de balde – tem-se os riscos

de exposição ao ruído, projeção de materiais, cortes e quebra do disco da retificadora; No passo de preparação de nova lâmina a oxi-corte e retificação foram considerados os riscos de exposição ao ruído, exposição a temperaturas elevadas, projeção de materiais a altas temperaturas e queda de materiais; No sexto passo – desempenar fundo do balde – considerou-se apenas um risco: queda de material. No sétimo passo – posicionar lâmina com empilhador – identificaram-se quatro riscos: exposição a vibrações, queda de materiais, entalamento e atropelamento; No oitavo passo – soldar lâmina no balde – tem-se os riscos de posturas inadequadas, exposição a radiações ionizantes, contacto com materiais a temperatura elevadas e risco de incêndio; No nono passo – soldar capas dos dentes do balde e montar novos – consideraram-se os riscos de queda de materiais, exposição a radiações e contacto com temperaturas elevadas. No último passo – montar balde na retroescavadora – identificaram-se três riscos: queda de materiais, entalamento e posturas inadequadas (Apêndice n.º 2).

❖ *Reparação de cadeiras de pré-esquadrejamento de máquina de corte de chapas VIROC:*

Esta é a última atividade analisada e para a sua execução, os trabalhadores dividiram-na em cinco passos fundamentais. Para esses passos, foram identificados e analisados diferentes riscos (Apêndice n.º 3).

No primeiro passo – desmontagem das cadeiras (serralharia) – foram identificados três riscos: posturas inadequadas, cortes diversos e entalamento; No segundo passo – retirar casquilhos danificados – consideraram-se os riscos de cortes diversos, entalamento, queda de materiais e posturas inadequadas; No terceiro passo – fabrico de novos casquilhos (torno) – tem-se quatro riscos: exposição ao ruído, queda de material, entalamento e projeção de materiais; No penúltimo passo da atividade – montagem de casquilhos – consideraram-se os riscos de cortes diversos, entalamento, queda de materiais e possibilidade de posturas inadequadas; Finalmente, no quinto e último passo – montagem das cadeiras – os riscos considerados são os mesmos do primeiro passo (desmontagem das cadeiras) (Apêndice n.º 3).

4.2.2. Identificação e Avaliação de Riscos através do método FMEA

❖ *Atividade de retificação de furos em empilhador industrial de 6TON:*

Tal como na análise através do método William T. Fine, foram identificados os riscos - neste caso modos potenciais de falha (MFP) - para cada passo fundamental para a execução desta atividade, mas ao contrário do método anterior, foram identificados e analisados para os equipamentos e não para os trabalhadores (Apêndice n. º4).

Neste método, como já explicado anteriormente, são identificados os métodos de falha potenciais, os seus potenciais efeitos para o equipamento em análise e as possíveis causas e são recomendadas ações de acordo com os valores atribuídos de acordo com os diferentes parâmetros do método.

No primeiro e último passo têm-se o MFP de queda de mastro que pode resultar em destruição da cabine, da estrutura e projeção de vidros e tal pode ter como causas potenciais deficiência na ferramenta de apoio ou rebentamento de correntes do mecanismo de elevação do empilhador de apoio. No segundo passo – retirar casquilho danificado – o MFP é riscos e mossas na estrutura, tendo esse mesmo efeito e a possível causa é a utilização de ferramenta inadequada; No terceiro passo – montagem e alinhamento de mandriladora consideraram-se dois MFP: queda da máquina que pode causar danos irreversíveis na máquina ou na sua centralina causado por deslocação inadequada e alinhamento errado que pode provocar retificação desalinhada causada por um mecanismo de fixação deficiente. No quarto passo – retificação para receber soldadura o MFP considerado foi a não realização deste passo que pode ter o efeito potencial de trazer futuras irregularidades na soldadura, causado fundamentalmente por esquecimento. No quinto passo – soldadura – o primeiro MFP é a soldadura com falhas que pode provocar poros na soldadura e um aspeto insatisfatório e pode ser causado por sujidades no material e o facto de não ser retirada a escória da soldadura; o segundo MFP é o material de soldadura ser inadequado levando a que o material não funda (efeitos) e a causa pode ser uma má avaliação do material. No sexto passo – retificação de furo (mandrilar) - consideraram-se três MFP, sendo que o primeiro é medição errada, levando a erros na tolerância possivelmente causados por deficiência no material de medição; O segundo são danos na ferramenta de desgaste que pode ter o efeito de irregularidades na retificação sendo que o mecanismo potencial da falha pode ser o manuseamento inadequado da mandriladora; O terceiro é o posicionamento errado da mandriladora que poderá causar o desalinhamento dos furos e pode dever-se ao desgaste do material de alinhamento. No sétimo passo – fabrico de novo casquilho – identificaram-se dois MFP: medição errada que pode ter como efeito folgas entre materiais e erro nas tolerâncias; e material não indicado ou pouco resistente que pode

provocar destruição do casquilho na montagem ou um desgaste mais rápido e pode dever-se a escolha incorreta do material.

No oitavo e penúltimo passo – montagem do novo casquilho - consideraram-se dois MFP: primeiro a quebra de casquilho com efeito potencial de danos a curto prazo na estrutura se usado com quebra e pode ser causado se a entrada for forçada caso não se encontre alinhado de forma correta, e o segundo são danos na retificação realizada anteriormente que pode provocar fissuras no material retificado, sendo que o mecanismo potencial de falha pode ser um mau acabamento do casquilho ou demasiado “esperto” (Apêndice n. 04).

❖ *Atividade de reparação de balde de retroescavadora:*

Para análise desta atividade os passos seguidos para realização da metodologia foram exatamente os mesmos da atividade de retificação de furos do mastro. Esta atividade, apresentou para esta metodologia onze passos fundamentais para a sua execução (Apêndice n. 05).

No primeiro passo consideraram-se dois MFP: primeiro a queda de balde que pode provocar empenos e mossas e o segundo empenar o cilindro hidráulico que terá como efeito potencial a reparação ou fabrico de novo cilindro; ambos podem dever-se ao posicionamento incorreto do empilhador de suporte ou por quebra de cintas de apoio. No segundo passo – transporte do balde até ao local de trabalho – tem-se o MFP queda de balde que pode resultar em empenos e mossas tal como o aumento de danos no balde e pode dever-se a rutura de corrente ao movimentar a carga, por rutura da corrente do mecanismo de elevação ou componentes hidráulicos e por falhos dos rolamentos. No terceiro passo – colocação do balde na bancada de trabalho – pode ocorrer a queda do balde que terá como efeito o seu empeno e pode dever-se ao facto da bancada ser inadequada para o peso do balde. No quarto passo – descarnar a carvão lamina – identificaram-se dois MFP: incendio e cortes errados; no primeiro caso pode levar a danos nas áreas envolventes sendo que o mecanismo potencial de falha pode ser falta de limpeza da área envolvente e não utilização de resguardos; no segundo caso pode levar ao aumento dos danos à estrutura e pode dever-se a defeito no carril do pontógrafo. No quinto passo, que é a retificação das margens cortadas, o MFP detetado é a não realização deste passo que pode originar futuras irregularidades na soldadura futura. No passo de preparação de nova lamina o MFP é lâmina com medida errada que pode levar a destruição do material ou à necessidade de corte de uma nova lâmina e pode ser causado por erro nas medições. Já no sétimo passo – desempenar o fundo do balde – identificou-se a possibilidade de ocorrer excesso de força como MFP que pode causar um empeno oposto ao inicial e o mecanismo potencial da falha pode ser a

colocação errada dos esticadores. No oitavo passo – posicionar a nova lâmina com o empilhador o MFP identificado foi a colocação da lâmina numa posição incorreta, que pode levar a erros na soldadura, levando à sua repetição e pode ser causada por engano na esquadria da lâmina. No nono passo – soldar lâmina nova – identificaram-se dois MFP: soldadura com falhas e material de soldadura desadequado, que pode levar a poros na soldadura, quebra e aspeto insatisfatório ou à não fusão do material, podendo ser causados por sujidades no material ou circulação do ar excessiva e má avaliação do material, respetivamente. No penúltimo passo – soldar capas e dentes novos – identificaram-se três MFP: em primeiro, soldadura com falhas que pode ter como efeito o saltar dos dentes e um aspeto insatisfatório para o cliente causado mais uma vez por sujidades no material e circulação de ar excessiva; em segundo material de soldadura inadequado que pode ter como efeito a quebra da soldadura e a não fusão de materiais causado por má avaliação do material e em terceiro a posição errada dos dentes que pode ter como efeito um maior desgaste do balde e a que o cliente fique insatisfeito causado, possivelmente, por medições erradas. Finalmente, na montagem do balde, os MFP considerados foram a queda de materiais que pode levar a empenos e mossas no balde causado por mau posicionamento do empilhador de apoio e erros mecânicos na montagem que pode ter como efeito folgas excessivas nos olhais das pontas dos cilindros e pode ser causado por erros nas medições das folgas das anilhas (Apêndice n. °5).

❖ *Reparação de cadeiras de pré-esquadrejamento de máquina de corte de chapas VIROC:*

Tal como já referido, esta é a atividade analisada menos complexa, demonstrado pelo número de passos para a sua execução, quando comparada com as outras atividades analisadas – cinco (Apêndice n. °6).

Assim, o primeiro passo – desmontar as cadeiras – apresenta como MFP a criação de empeno e mossas tendo como efeito potencial o aumento da reparação suposta causado por excesso de força ou batida na desmontagem dos componentes. No segundo passo – retirar casquilhos danificados – considerou-se a criação de mossas como MFP com efeito potencial de retificação dos furos onde trabalham os casquilhos e conseqüentemente alteração das medidas originais dos casquilhos causando, tal como no primeiro passo, por excesso de força ou batida na desmontagem dos componentes. O terceiro passo é o fabrico de novos casquilhos e considerou-se a possibilidade de ocorrência de dois MFP: primeiro – medição errada que pode levar ao fabrico de novos casquilhos ou a folgas entre materiais e erro nas tolerâncias por

deficiência no material de medição e segundo a material não indicado ou pouco resistente que pode resultar na destruição do casquilho aquando da sua montagem e pode ser originado por escolha incorreta do material ou até por pedido de outro material menos dispendioso por parte do cliente. No quarto passo – montagem de casquilhos - identificou-se o MFP de dano no casquilho que pode ter como efeito potencial o fabrico de novos casquilhos e pode, tal como na desmontagem, dever-se ao uso de força excessiva ou à colocação do casquilho numa posição erradas por ausência de guia na extremidade do casquilho; finalmente, no quinto e último passo – montagem das cadeiras – identificou-se como MFP a criação de empenos e o mau funcionamento das cadeiras que pode levar a que tenha que se desmontar todas a estrutura e pode dever-se a um erro no fabrico dos materiais a substituir ou por montagem errada das peças (Apêndice n. °6).

Capítulo 5 – Discussão dos resultados obtidos

5.1. Resultados através do método William T. Fine

Após selecionadas as atividades de manutenção a analisar e de identificados os diferentes riscos a que se encontram expostos os trabalhadores durante cada passo dessas atividades, estes foram analisados através do método William T. Fine.

Este método, foi anteriormente implementado na empresa, no decorrer do projeto em contexto real de trabalho, realizado no ano anterior. Foram implementadas todas as medidas de proteção individual recomendadas (que ainda não tinham sido até à data), sensibilizados os trabalhadores a serem cuidadosos com a sua segurança, através de formações e, fundamentalmente através da sua participação na matéria aquando de aquisição de EPI's, o que se revelou bastante mais eficiente no seu uso, quase não sendo necessário o cariz “obrigatório”, apesar de algumas vezes ainda ser necessária a chamada de atenção.

Após o estudo realizado no ano anterior, e até à data, medidas de proteção coletiva foram também implementadas: colocação de sinalética em falta, delimitação de vias de circulação, realização de medição de ruído ocupacional em cada posto de trabalho e equipamento e, por fim, foi já contratada uma empresa para realização de medidas de autoproteção, sendo que se encontra em fase de realização.

A referência de todas estas medidas implementadas até ao momento, é bastante importante, pois a análise qualitativa através deste método, no que diz respeito às consequências e probabilidade teve em consideração todas as medidas individuais e coletivas tomadas. Desta forma, alguns dos riscos apresentaram um grau de perigosidade muito inferior ao que poderiam ter apresentado caso nenhuma medida tivesse sido implementada.

Pelo contrário, a alteração do parâmetro “exposição”, adaptando-o para a duração real de cada passo das atividades de manutenção e não considerando a possibilidade de ocorrência anual, teve um papel fundamental para a perceção real da exposição ao risco durante esse período e traduziu-se, na maioria das vezes, numa modificação dos valores de grau de perigosidade das mesmas, levando a que fosse mais elevado.

Considerando todos estes parâmetros, foram determinados os riscos com maior grau de perigosidade para cada atividade de manutenção estudada (Apêndices n.º 1, n.º2 e n.º 3). Com esta análise, o que se pretendeu, foi determinar quais os riscos com maior grau de perigosidade e com necessidade de intervenção elevada, e que medidas de segurança adicionais podem ser implementadas, para além das já implementadas anteriormente para as mesmas atividades ou semelhantes.

❖ Atividade de retificação de furos em empilhador industrial de 6TON:

Nesta primeira atividade de manutenção selecionada (Apêndice n.º1 - tabela n.º 10), e tendo em conta os valores de grau de perigosidade definidos, mesmo após todas as medidas aplicadas ao longo do último ano até ao momento, verificou-se a existência de quatro riscos inseridos na mais alta categoria de perigosidade – grave eminente e dois na categoria imediatamente a seguir – alta. Sendo que inseridas na primeira categoria temos as atividades de desmontagem e montagem do mastro do empilhador de 6TON, com os riscos de queda do mastro e entalamento. Na segunda categoria têm-se as atividades de soldadura e mandrilagem com os riscos de exposição a contaminantes químicos e entalamento, respetivamente. Na terceira categoria de perigosidade – notável – verificaram-se dez riscos, divididos pelos diferentes passos da atividade.

Relativamente aos riscos inseridos na primeira categoria de perigosidade, verifica-se que apesar do valor ser tão elevado, por exemplo na atividade de desmontagem e montagem do mastro, esses valores se devem ao facto das consequências do risco serem tão graves, pois apresentam uma probabilidade bastante pequena de ocorrência, tal como a duração do passo em si. Não havendo a possibilidade de alteração da duração da atividade, pois a rapidez poderia tornar a tarefa ainda mais perigosa e levar a erros desnecessários, a situação com possibilidade de alteração seria a probabilidade de ocorrência.

Já nos riscos inseridos na segunda categoria de grau de perigosidade, no passo de soldadura tem-se o risco de exposição a contaminantes químicos, e no passo de mandrilagem o risco de entalamento. Relativamente ao passo de soldadura, e após a realização do projeto no ano anterior, verifica-se que o valor é bastante mais baixo, pois foram introduzidas medidas de proteção coletiva na zona de trabalho, tal como um extrator de fumos, no entanto, apresenta-se o mesmo problema do passo anterior pois a consequência e o tempo de duração da atividade não pode ser alterado, apenas a probabilidade de ocorrência, situação essa que talvez possa ser alterada com a realização do investimento de mascaras de soldar dotadas de filtro próprio. No passo de mandrilagem, o risco de entalamento apresenta um valor tão elevado pois a duração da atividade é bastante longa. Como tentativa de diminuir também a probabilidade de ocorrência, pode instituir-se algumas pausas adicionais de trabalho, para que o trabalhador não perca a concentração.

Finalmente inseridos na terceira categoria de grau de perigosidade tem-se, divididos pelos diferentes passos os riscos de lesões musculares, entalamento, projeção de materiais, exposição ao ruído, agarramento e arrastamento.

Destes riscos, o risco de entalamento nos passos de retirar casquilho danificado e montagem do novo casquilho, pode apresentar uma probabilidade de ocorrência bastante mais reduzida com a utilização de uma ferramenta própria para o efeito, diminuindo assim o grau de perigosidade da tarefa. Os riscos de exposição ao ruído, projeção de materiais e contacto com temperaturas elevadas no passo de mandrilagem, são o exemplo perfeito da grande influência que a alteração do critério exposição para a duração real das tarefas têm na perigosidade dos mesmos, pois analisando a probabilidade de ocorrência, com o nível de segurança atual, este é diminuto. Já, no que diz respeito aos riscos de entalamento, exposição ao ruído, agarramento e arrastamento no passo de torno, a sua probabilidade de ocorrência é também quase insignificante, no entanto, as consequências da sua ocorrência encontram-se nos patamares mais elevados dos valores definidos (tabela n.º 1).

❖ Atividade de reparação de balde de retroescavadora

Analisando os diferentes passos desta atividade de manutenção é possível verificar também, comparativamente aos resultados obtidos no ano anterior (projeto individual em contexto individual de trabalho), que o valor de grau de perigosidade diminuiu bastante na maioria dos riscos, após implementação de medidas de segurança que não existiam até ao momento.

Através da análise dos resultados obtidos (Apêndice n.º 2 - tabela n.º11), verifica-se na categoria de grau de perigosidade mais elevado tem-se dois riscos distintos. Na segunda categoria tem-se apenas um risco e finalmente na terceira categoria – a última com necessidade de intervenção – estão inseridos cinco riscos.

Desta forma, na primeira categoria do grau de perigosidade, tem-se o risco de queda de material, nos passos de desmontagem e montagem do balde e este resultado deve-se principalmente ao fator consequência, que não tem forma de ser diminuído apesar de todos EPI's que os trabalhadores possam utilizar; no entanto apesar do grau de probabilidade ser bastante reduzido, é possível a sua diminuição com a instituição de medidas de segurança adicionais aquando desta atividade, tais como a utilização de ferramentas de amarração e suporte extra dos materiais.

Na segunda categoria mais alta, insere-se apenas o risco de exposição de contaminantes químicos, tal como na atividade de manutenção do empilhador de 6TON, deve-se principalmente à duração da atividade e às suas consequências. O fator de probabilidade pode também diminuir, tal como dito anteriormente com o investimento na aquisição de máscaras de soldar dotadas de filtro próprio.

Finalmente, na terceira categoria do grau de perigosidade encontram-se os riscos de exposição ao ruído no passo de descarnar a carvão e retificação das margens do

balde, devido à duração das tarefas, sendo que com a implementação do uso de EPI's a probabilidade encontra-se num valor bastante reduzido. Os riscos de projeção de materiais a altas temperaturas no passo de oxi-corte e retificação apresentam um valor de perigosidade elevado devido principalmente ao factor probabilidade, pois trata-se de uma tarefa em que é impossível evitar a projeção de materiais, no entanto as consequências podem ser bastante reduzidas com a utilização de equipamento de proteção individual adequado, para que o trabalhador não sofra quaisquer lesões, algo que já é feito com o uso de mascara, calças 100% algodão, casaco e luvas de soldador. Relativamente aos últimos dois riscos inseridos nesta categoria – contacto com materiais a temperaturas elevadas e risco de incêndio – ambos inseridos no passo de soldar a lâmina ao balde, os valores elevados de grau de perigosidade são mais um caso da influência que a duração real da atividade (fator exposição) tem na segurança dos trabalhadores, no seu dia-a-dia.

❖ Atividade de reparação de cadeiras de pré-esquadreamento de máquina de corte de chapas VIROC

Esta atividade é a atividade, “mais simples” das três atividades selecionadas, no sentido em que apresenta apenas cinco passos, os quais se dividem apenas pelas especialidades de torno e serralharia.

É a atividade que apresenta menos riscos inseridos numa categoria de grau de perigosidade que necessite de intervenção, sendo assim visível que nestas especialidades, apesar de em algumas tarefas os riscos apresentarem alguma probabilidade de ocorrerem, as medidas de segurança implementadas e realmente utilizadas aquando das tarefas, diminuiu dentro das possibilidades, as consequências de alguns deles.

Assim, através da análise dos resultados obtidos (Apêndice n.º 3 - tabela n.º 12), verifica-se que apenas existem riscos inseridos na terceira categoria de grau de perigosidade – notável – que exige uma intervenção assim que possível para a empresa, sem necessidade de cessar a atividade/tarefa.

Esses riscos são: exposição ao ruído e entalamento, todos inseridos no passo de fabrico de casquilhos novos (torno). O risco de exposição ao ruído apresenta uma probabilidade de ocorrência quase inexistente devido à implementação de proteção auditiva para os trabalhadores, no entanto como as consequências desta exposição podem levar a doença e a duração da atividade, sendo mediana, aumentam o grau de perigosidade da mesma. A mesma situação acontece para o risco de entalamento, que apresenta consequências bastante graves, levando a um valor elevado apesar de a probabilidade ser um valor diminuto dado o facto de tal nunca ter ocorrido.

5.2. Resultados através do método FMEA

Este método foi selecionado e utilizado por forma a complementar o método já existente na empresa em estudo – apresentado anteriormente. O método William T. Fine, foi anteriormente implementado na empresa por forma a determinar e avaliar os riscos apenas para os trabalhadores no seu dia-á-dia de trabalho, o que levou a que este método se focasse nos riscos potenciais para os equipamentos em manutenção, de acordo com as diferentes atividades e respetivos passos, de manutenção.

Assim a seleção deste método teve como intuito ser um método de simples implementação que pudesse envolver todos os trabalhadores durante os processos de manutenção e que se tornasse de fácil compreensão para eles para que futuramente pensassem nele como fonte importante para melhorar a qualidade dos seus trabalhos, tornando-os cada vez melhores profissionais, dando assim mais um passo positivo no crescimento da segurança, quer para as pessoas, quer para os bens materiais nesta pequena empresa. Adicionalmente, esta escolha deveu-se ao facto de haver a possibilidade e disponibilidade para seguir de perto as atividades de manutenção selecionadas com a colaboração dos trabalhadores.

Relativamente ao método em si, foram definidos valores para os parâmetros analisados (tabelas n.º 6, 7 e 8), de acordo com a realidade da empresa em estudo e também definidos valores para o NPR (Número de prioridade de risco) por forma a ser possível definir quais os passos das atividades em que seria necessário implementar medidas (tabela n.º 9).

❖ Atividade de retificação de furos em empilhador industrial de 6TON:

Esta atividade de manutenção é realizada anualmente pela empresa, pelo menos três vezes, tal como referido anteriormente e é desta forma uma atividade bastante conhecida e “bem oleada” para os trabalhadores por ela responsável. No entanto, não se encontra isenta de riscos e possíveis modos de falha que a afetem.

Através do seu acompanhamento e colaboração dos trabalhadores responsáveis pela sua execução foi assim possível determinar algumas situações prováveis de ocorrerem por falta de implementação de algumas medidas relativamente acessíveis na realidade da empresa. Tendo sido definidos os parâmetros de NPR, os mecanismos potenciais de falha (MFP) referidos serão os que apresentaram necessidade de intervenção (Apêndice n.º 4 - tabela n.º 13).

Inseridos no nível mais elevado de NPR - elevado – identificaram-se então quatro mecanismos potenciais de falha e no nível seguinte – médio – identificaram-se sete. Os quatro MFP com necessidade de correção imediata são mecanismo de fixação

deficiente que origine a queda da mandriladora; material de medição que origine medição errada na mandrilagem e escolha incorreta do material no fabrico de um novo casquilho. Os sete MFP com necessidade de correção assim que possível são: deficiência na ferramenta de apoio e rebentamento de correntes do mecanismo de elevação do empilhador de apoio que pode originar a queda do mastro, nos passos de desmontagem e montagem do mastro do empilhador; Deslocação inadequada da mandriladora que pode levar à sua queda; Verificação de alinhamento errada que pode levar a um alinhamento errado aquando da mandrilagem; Manuseamento inadequado da mandriladora que origina danos na ferramenta de desbaste; Desgaste do material de alinhamento levando a um posicionamento errado da mandriladora e por último Deficiência no material de medição que poderá originar medição errada no fabrico de novo casquilho.

Para todos os mecanismos potenciais de falha referidos foram recomendadas ações por forma a reduzir os valores de NPR elevados para valores aceitáveis e que diminuem os riscos para os equipamentos, não necessitando de medidas de intervenção (Apêndice n.º 4 - tabela n.º 13, coluna de ações recomendadas).

A maioria delas foi realizada em conjunto com a elaboração deste método e colocada em prática facilmente pois não carecia de investimento financeiro elevado, tal como a realização de um caderno de manutenção para esta atividade. A aquisição de uma mini grua para deslocação da mandriladora e também adicionalmente de outros equipamentos e materiais foi também realizada. Quanto à ação recomendada de calibração de ferramentas de medição e aquisição de ferramentas diversificadas, verificou-se que a maioria das ferramentas se encontra calibrada e existem na empresa dois tipos de ferramenta para o efeito. O que foi posto em prática de imediato foi a cessação do uso das ferramentas em que a calibração já se encontrava fora da validade recomendada e ir-se-á proceder à sua calibração de forma gradual nos próximos meses devido ao custo. Relativamente ao plano de manutenção do empilhador, verificou-se que existem os documentos de revisão/manutenção, mas não se encontravam compilados, não havendo assim a revisão preventiva, mas sim corretiva. Foram compilados os documentos e criado um sistema de revisão correto. Importante referir que o MFP escolha material incorreta aquando do fabrico do novo casquilho, mesmo após tomadas medidas corretivas, baixou consideravelmente, mas não o suficiente para o colocar no valor NPR que não necessite de intervenção. Esta situação ocorre, pois, apesar da criação de um livro de manutenção em que tudo seja enumerado e explicado, caso o material não seja o adequado, por lapso ou alguma alteração não comunicada por parte do cliente, o índice de detetabilidade mantém-se sempre no máximo pois só é possível detetar a falha após, neste caso, do fabrico do casquilho e sua montagem.

A Gerência aprovou todas estas medidas, dando prioridade às que não necessitam de grande investimento. Os trabalhadores sentem que a criação de documentação que possa ser consultada antes de cada trabalho, mesmo que este seja realizado com frequência pode levar a diminuição de erros sejam eles de cariz mecânico ou humano e pode até beneficiar a todos pelo facto de o tempo despendido no início da atividade ser um pequeno investimento que pode poupar tempo durante a atividade em si e também evitar gastos desnecessários caso alguma falha ocorra.

❖ Atividade de reparação do balde da retroescavadora:

A atividade de manutenção do balde da retroescavadora é uma atividade realizada pela empresa diversas vezes, para vários clientes distintos. Há que considerar que por vezes a repetição de certas atividades começam a tornar-se rotina e os trabalhadores começam a desvalorizar os riscos quer para eles quer para os equipamentos.

Aqui através da avaliação dos diferentes passos desta atividade verificou-se que nenhum dos mecanismos potenciais de causa se inserem no nível de NPR mais elevado (Apêndice n.º 5 - tabela n.º 14). Esse facto verifica-se por já estarem em uso algumas medidas para este tipo de trabalho.

Desta forma, foram identificados cinco mecanismos potenciais com NPR de valor médio e que devem ser corrigidas logo que possível, sendo estes: Rutura da corrente ao movimentar a carga ou rutura da corrente do mecanismo de elevação do empilhador ou falha do sistema hidráulico que podem causar a queda do balde aquando do seu transporte até à bancada de trabalho; Defeito no carril ou pontógrafo que pode originar cortes errados; Erro nas medições realizadas na preparação da nova lamina, o que pode levar à destruição total do material; Engano na esquadria da lâmina que leva a que seja colocada de forma incorreta e finalmente Erro na medição das anilhas de folga que terá efeitos na montagem do balde.

De salientar que no passo “desempenar fundo de balde”, o grau de severidade do MFP foi considerado 1 (colocado um *) mas que este pode mudar se considerarmos o carácter financeiro para a empresa, isto é, se o trabalho estiver a ser executado com tempo estipulado por ter sido dado um orçamento ao cliente, cada minuto ou material adicional ao previamente considerado pode levar a que a severidade aumente pois prejudicará a empresa.

Todas as ações recomendadas são medidas que não exigem um grande esforço financeiro, mas tal não significa que sejam de rápida implementação, pois exigem alguma mudança no pensamento da gestão de topo e na mentalidade de quem já trabalha neste ramo há muito tempo e realiza estas atividades de forma repetida.

Esta dificuldade verificou-se em algumas recomendações, por exemplo, no passo de descarnar a carvão o facto de se recomendar a verificação do corte a intervalos regulares. O motivo deve-se ao facto da equipa que executa esta atividade ter uma grande diferença de idades

e conseqüentemente no tempo de trabalho, e enquanto o elemento mais novo aceitou a recomendação, o mais velho referiu de imediato que até ao momento nunca tinha ocorrido um erro neste passo por isso não haveria necessidade de se perder tempo com essa verificação.

Assim, mesmo com a realização deste método para esta e outras atividades é fundamental que todos percebam e acreditem na sua importância para que possa continuar a crescer e a ser utilizado no futuro para outros aspetos da manutenção.

❖ Atividade de reparação de cadeiras de pré-esquadreamento de corte de chapas VIROC:

Como referido anteriormente, esta atividade de manutenção, de todas as selecionadas, é uma das mais simples de analisar devido aos passos que possui e também por se inserir apenas em duas especialidades de manutenção da empresa – o torno e a serralharia. Tal como a primeira atividade selecionada e apresentada, esta é realizada anualmente na paragem para manutenção da fábrica em questão e ocasionalmente realizada de forma corretiva por algum problema ocorrido na máquina onde operam que lhes cause danos.

Verificou-se na análise dos diferentes passos desta atividade de manutenção que existe um mecanismo potencial de falha que se apresenta um valor de NPR tão elevado que necessita de correção imediata e um que necessita de correção assim que possível (Apêndice n.º 6 - tabela n.º 15).

O primeiro caso trata-se da possibilidade de escolha incorreta do material ou do pedido errado por parte do cliente por forma a poupar que poderá resultar em pouca resistência do material de que é feito o novo casquilho. No entanto, tal como uma situação verificada na atividade de retificação de furos no empilhador de 6TON, mesmo com implementação das ações recomendadas o valor baixa consideravelmente (do valor de NPR de 400 para 80), mas ainda se mantém num nível médio de risco. Porém, após “brainstorming” com os trabalhadores que executaram esta atividade e com os outros por forma a se tentar conseguir diferentes soluções, tal não aconteceu, pois apesar de se conseguir baixar o valor de ocorrência para o mínimo possível, o grau de severidade caso ocorra e a sua detetabilidade não são possíveis de baixar dada a natureza da tarefa e do trabalho.

O MFP que apresenta um NPR que necessita de intervenção assim que possível é a Deficiência no material de medição que pode levar a medição errada e conseqüentemente levar a fabrico de novos casquilhos ou levar a folgas entre os materiais. Esta situação foi identificada na primeira atividade de manutenção estudada através deste método e as ações aqui recomendadas foram implementadas

previamente nesta atividade, porém, foi sentido que sendo uma causa de falha, deveria ser referido e tido em conta.

Também, é de salientar que no passo “retirar casquilhos danificados” o grau de severidade do MFP foi considerado 1 (colocado um *) mas que este pode mudar se, tal como referido na atividade de reparação de balde de retroescavadora, este trabalho tiver sido orçamentado.

5.3. Exemplos de Ações Recomendadas

Ao longo da análise dos diferentes riscos, quer para os trabalhadores (Método de William T. Fine) quer para os equipamentos de trabalho e em reparação/manutenção (Método FMEA), foram recomendadas algumas medidas de fabrico ou uso de ferramentas. De forma a ser perceptível para todos, independentemente da sua formação ou área, sentiu-se ser necessário mostrar que equipamentos são esses.

Assim, tem-se um exemplo de “saca-casquilhos” e de um pontógrafo utilizados na empresa em estudo e que são utilizados nas três atividades de manutenção apresentadas neste trabalho.



Imagem n.º 17 - Exemplo de ferramenta “saca-casquilho”.

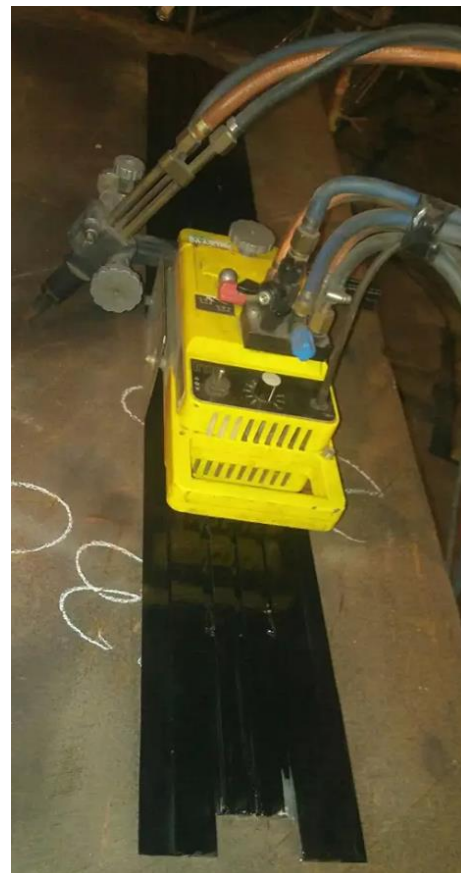


Imagem n.º 18 - Ferramenta de corte – pontógrafo – utilizado na empresa.

Conclusão

Como é do conhecimento geral, o sector metalúrgico e metalomecânico é considerado um dos mais importantes sectores dentro do mundo da indústria e representa um dos grandes abastecedores da maioria das atividades económicas existentes (AIMMAP, 2015).

Desta forma, é muito importante não esquecer uma das atividades fundamentais desta área e que mais influência tem quando se fala no abastecimento das restantes atividades económicas: a manutenção. E, claro, não é possível considerar as atividades de manutenção sem considerar a sua importância para a fiabilidade dos sistemas e como tudo se encontra intrinsecamente ligado com a segurança.

Este projeto – estudo de caso - realizado como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Segurança e Higiene no Trabalho, é realizado no Instituto Politécnico de Setúbal e o tema estudado é “Avaliação de riscos na caracterização de tarefas de manutenção” e foi realizado numa microempresa de manutenção e metalomecânica.

Este projeto teve como base de partida o projeto realizado no ano anterior no âmbito do projeto em contexto real de trabalho, sendo que muitas mudanças ocorreram na empresa desde então. Assim o pretendido com este novo projeto foi a complementação do estudo anterior e verificar até onde seria possível ir relativamente à segurança, pois trata-se de uma empresa que até relativamente pouco tempo apresentava pouca preocupação com a vertente segurança. Sendo que o trabalho realizado anteriormente levou à implementação de uma metodologia de avaliação de riscos que resultou de forma tão positiva com a implementação de diversas medidas por parte da gestão de topo e também por parte dos trabalhadores, pretendeu-se agora implementar uma nova metodologia que pudesse estender esta atitude de “fazer segurança” aos equipamentos de trabalho, equipamentos e máquinas em que sejam realizadas atividades de manutenção.

Assim, objetivo geral deste estudo foi a implementação de metodologias que permitissem a caracterização das diferentes atividades de manutenção e também a realização de uma avaliação dos seus respetivos riscos, não só para os trabalhadores, mas também para os equipamentos de trabalho e em manutenção, considerando o meio envolvente. Pretendeu-se também, dar seguimento à sensibilização dos trabalhadores para os riscos, não só das atividades inerentes a cada profissão, analisados anteriormente, mas também para atividades mais específicas. Para tal foram selecionadas três atividades de manutenção e avaliadas através do método o método William T. Fine para análise dos riscos para os trabalhadores e o método FMEA para análise dos riscos para os equipamentos.

Para a realização deste estudo houve a necessidade de definir parâmetros de risco adequados à realidade da empresa, de definir as diferentes especialidades de manutenção e duração de atividades e principalmente de observar e acompanhar as três atividades selecionadas e também da participação dos trabalhadores durante toda a identificação e análise dos diferentes perigos e riscos.

Para a realização do método William T. Fine, já implementado na empresa, foi alterado o parâmetro de exposição para o tempo de realização das tarefas e verificou-se que esta alteração influenciou bastante os valores obtidos, tendo possivelmente dado a uma noção mais realista do grau de perigosidade das diferentes atividades para o trabalhador. Quanto ao método FMEA, foi adaptado um modelo e preenchido com a colaboração dos trabalhadores responsáveis pelas atividades e realizadas algumas medidas de mitigação dos modos de falha encontrados no processo.

Foram analisados e debatidos os resultados obtidos em ambos os métodos e sugeridas ações corretivas, para que possa haver uma melhoria contínua não só na segurança dos trabalhadores e equipamentos, mas para que haja uma melhoria na qualidade e satisfação dos clientes.

Através das evidências apresentadas – colaboração dos trabalhadores, resultados obtidos e ações tomadas – é possível dizer que os métodos utilizados se complementam bastante bem pois permitem a identificação de riscos e modos de falha para diferentes aspetos, para os trabalhadores e equipamentos utilizados e em manutenção e são ambos simples e uma vez bem compreendidos, de fácil entendimento, elaboração e consulta.

Relativamente ao método William T. Fine, realizado no ano anterior na empresa, verificou-se que com a implementação das medidas recomendadas, o grau de perigosidade de alguns riscos diminuiu de forma radical, pois foi possível diminuir a probabilidade de ocorrência da maioria deles e também a sua severidade.

Adicionalmente, sendo que um dos objetivos era a integração cada vez mais ativa dos trabalhadores na temática da segurança, pode dizer-se que tal foi alcançado pois com a elaboração e participação tão ativa na elaboração dos métodos, principalmente a FMEA, os trabalhadores conseguiram ter uma visão mais realista dos riscos, quer para eles quer para os equipamentos, e adquirir uma maior preocupação não só com a realização dos trabalhos e a sua segurança mas também com a sua qualidade. Conclui-se que a realização deste estudo trouxe benefícios para a empresa pois alguns modos de falha poderiam ocorrer facilmente sem a implementação de ações corretivas, algumas bastante fáceis de implementar, pois com a realização de certas atividades de forma tão rotineira leva a que algumas medidas sejam esquecidas e desvalorizadas.

Foi também possível implementar de imediato algumas das ações corretivas recomendadas e espera-se que num futuro próximo as medidas que exigem um maior esforço financeiro o sejam também e que não só os trabalhadores, mas também a gestão de topo reveja a sua forma de pensar “segurança” e pense sempre numa melhoria contínua em matéria de segurança e não só.

Considera-se que este projeto foi importante para a empresa pois inseriu uma outra perspetiva não só aos trabalhadores, mas principalmente à gestão de topo pois sem esta estar disponível para a mudança, não há nada que possa ser feito e espera-se que futuramente ambos os métodos sejam realizados para as restantes atividades de manutenção que são realizadas de forma recorrente contando sempre com o apoio da gestão de topo e colaboração dos trabalhadores para que o seu animo nesta temática se mantenha e que sintam cada vez mais que tem um papel fundamental para o crescimento da empresa em matéria de segurança.

Sugere-se também que futuramente e após a implementação de todas as ações recomendadas, seja realizada uma reanálise da FMEA realizada para estas atividades estudadas de forma a analisar os novos índices de risco por forma a verificar se, tal como com o método William T. Fine, este teve um impacto tão grande e positivo para a segurança.

Referências Bibliográficas

- Alves, A. (2012), *Análise de Acidentes de Trabalho numa Indústria Metalomecânica*, Dissertação de Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho, ESCE;
- AIMMAP - *Metalurgia e metalomecânica: Manual de prevenção/Associação das Indústrias Metalúrgicas, Metalomecânicas e Afins de Portugal (et al)* – Lisboa, ACT 2015;
- Boletim do Trabalho e Emprego, n.º19, de 22/05/2014;
- Freitas, L. (2016), *Segurança e Saúde do Trabalho*, 3ª Edição, Edições Silabo;
- Miguel, A. (2014), *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, 13ª Edição, Porto Editora;
- Moura, C. (2000), *Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) - Manual de Referência*, SAE J-1739. ASQC.
- Nunes, J. (2017), *Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos numa empresa de metalomecânica*, Projeto Final em Contexto Real de Trabalho, ESCE e EST.
- Pedrosa, B. (2014), *Análise dos Modos de Falha e seus efeitos (FMEA) aplicada a um Secador Industrial*, Trabalho final de Mestrado para obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica, ISEL;
- Pereira, F. & Sena, F. (2016), *Manutenção de Instalações Técnicas*, 1ª Edição, Plurindustria Edições Técnicas, Porto;
- Pinto, A. (2016), *Manual de Segurança na Manutenção*, 1ª Edição, Edições Silabo.
- Sardinha, G. P., Claro, F. A., & Pereira, R. L. (2009). Uso combinado do AHP e do FMEA para análise de riscos em gerenciamento de projetos. SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, (pp. 1-13).
- Saxer, P. (2015), *Aplicação da FMEA para análise de riscos na qualidade do processo de embalagens em multinacional da Agroquímicos*; Monografia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Químico; Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia; Lorena;
- Sousa, C. (2012), *Empilhadores – Avaliação de riscos e da fiabilidade humana na sua utilização*, Provas destinadas à obtenção do grau de mestre em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança; ISEC;
- Stamatis, D.H. (2003), *Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*; Milwaukee: American Society for Quality; Quality Press;

Referências eletrônicas:

- Autoridade para as condições do Trabalho - Glossário, acessido a 12/02/2018. Disponível em: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/Glossario/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/Glossario/Paginas/default.aspx);
- DBC - Guias e Tutoriais de Soldadura (2014), acessido a 15/02/2018. Disponível em: <http://guias.oxigenio.com/como-soldar-migmag>;
- Glossário disponibilizado pela Autoridade para as condições de trabalho, acessido a 12/02/2018. Disponível em: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/Glossario/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/Glossario/Paginas/default.aspx).

Legislação e Normas:

- Decreto-Lei n.º 98/2009, de 04 de Setembro – *Regime de Reparação de acidentes de trabalho e doenças profissionais*;
- Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro – *Revisão do Código do Trabalho*;
- Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro - *Regime Jurídico da Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho*;
- Norma NP: EN13306/2007: *Terminologia de Manutenção*;
- Norma NP: 4397/2008: *Sistemas de gestão da Segurança e Saúde do trabalho – Requisitos*;
- Norma NP: 4492/2010: *Requisitos para a prestação de serviços de manutenção*.

Apêndices

- Apêndice n.º 1 – Avaliação de riscos através do método William T. Fine: Atividade de retificação de furos em empilhador de 6TON:

Passos da atividade	Riscos	Avaliação Significância do Risco			
		Critérios			Avaliação
		C	E	P	G. P.
Desmontar mastro empilhador (serralharia);	Postura inadequada;	5	3	3	45
	Queda do mastro;	100	3	3	900
	Entalamento;	50	3	3	450
	Projeção vidros;	5	3	1	15
Retirar casquilho estragado (serralharia);	Entalamento;	15	2	6	180
	Projeção de material;	15	2	3	90
	Queda de material;	5	2	6	60
Montagem e alinhamento da Mandriladora;	Queda de material;	15	1	3	45
	Entalamento;	25	1	1	25
Retificar (mandrilar) para preparar para soldar;	Exposição ao ruído;	25	6	1	150
	Projeção de materiais;	1	6	10	60
Encher de soldadura o furo (soldadura);	Exposição ao ruído;	25	3	1	75
	Exposição a contaminantes químicos (poeiras e fumos);	25	3	3	225
	Projeção de partículas incandescentes;	1	3	10	30
	Exposição a radiações não ionizantes (radiação uv);	5	3	1	15
	Contacto com temperaturas elevadas;	1	3	3	9
Retificar furo (mandrilar);	Lesões musculares;	5	6	3	90
	Projeção de materiais;	5	6	6	180
	Entalamento;	15	6	3	270
	Contacto com material a temperaturas elevadas;	5	6	3	90
Fabrico de casquilho (Torno);	Queda de material;	1	3	3	9
	Entalamento;	50	3	0.5	75
	Cortes no material;	5	3	0.5	7.5
	Exposição ao ruído;	25	3	1	75

Passos da atividade	Riscos	Avaliação Significância do Risco			
		Critérios			Avaliação
		C	E	P	G. P.
	Projeção de materiais;	1	3	6	18
	Agarramento e arrastamento;	100	3	0.5	150
	Esquecimento de remoção de chave de fixação de grampos.	5	3	0.5	7.5
Montar novo casquilho (serralharia);	Entalamento;	15	2	3	90
	Queda de material;	5	2	6	60
Montar estrutura (serralharia).	Posturas inadequadas;	5	3	3	45
	Queda da estrutura;	100	3	3	900
	Entalamento;	50	3	3	450

Tabela n.º 10 – Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – Retificação de furos de empilhador industrial de 6TON – de acordo com o método William T. Fine adaptado. (Legenda: C – Consequências; E – Exposição; P – Probabilidade).

- Apêndice n.º 2 - Avaliação de riscos através do método William T. Fine: Atividade de reparação de balde de retroescavadora:

Passos da atividade	Riscos	Avaliação Significância do Risco			
		Critérios			Avaliação
		C	E	P	G. P.
Desmontar balde (serralharia);	Posturas inadequadas;	5	3	3	45
	Queda de material;	50	3	3	450
	Entalamento;	50	3	3	450
Transporte e Colocação balde em bancada de trabalho (serralharia);	Queda de material;	25	1	1	25
	Entalamento;	25	1	0.5	12.5
	Atropelamento;	50	1	0.5	25
Descarnar/cortar lamina a carvão (soldadura);	Exposição ao ruído;	25	3	1	75
	Exposição a contaminantes químicos (poeiras e fumos);	25	3	3	225
	Projeção de materiais (incandescentes);	1	3	1	3
	Queda de materiais (materiais a trabalhar);	1	3	10	30

Passos da atividade	Riscos	Avaliação Significância do Risco			
		Critérios			Avaliação
		C	E	P	G. P.
	Contacto com temperaturas muito elevadas;	5	3	3	45
	Risco de incendio;	15	3	0.5	22.5
Retificar margens balde (serralharia);	Exposição ao ruído;	25	2	1	75
	Projeção de materiais (partículas incandescentes e fragmentos);	1	2	10	20
	Cortes;	15	2	3	60
	Quebra do disco de retificadora;	5	2	6	60
Preparar nova lamina a oxi-corte e retificação (serralharia);	Exposição ao ruído;	1	3	3	9
	Exposição a Tº elevadas;	5	3	3	45
	Projeção materiais a altas Tº.	5	3	10	150
	Queda de materiais;	1	3	6	18
Desempenar fundo do balde;	Queda de materiais;	1	3	6	18
Posicionar lâmina com empilhador (serralharia);	Exposição a vibrações;	1	1	10	10
	Queda de materiais;	15	1	3	45
	Entalamento;	100	1	0.5	50
	Atropelamento;	50	1	0.5	25
Soldar lâmina no balde (soldadura);	Posturas inadequadas;	1	6	6	36
	Exposição a radiações ionizantes;	5	6	1	30
	Contacto com materiais a Tº elevadas;	5	6	3	90
	Risco de incêndio.	15	6	1	90
Soldar capas dos dentes do balde e montar novos (soldadura);	Queda de materiais;	5	3	3	45
	Exposição a radiações;	5	3	1	15
	Contacto com Tº elevadas;	5	3	3	45
Montar balde na retroescavadora (serralharia).	Queda de materiais;	50	3	3	450
	Entalamento;	50	3	3	450
	Posturas inadequadas;	5	3	3	45

Tabela n.º 11 - Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – Reparação de balde Retroescavadora– de acordo com o método William T. Fine adaptado. (Legenda: C – Consequências; E – Exposição; P – Probabilidade).

- Apêndice n.º 3 - Avaliação de riscos através do método William T. Fine: Atividade de reparação de cadeiras de pré-esquadreamento da máquina de corte de chapas VIROC:

Passos da atividade	Riscos	Avaliação Significância do Risco			
		Critérios			Avaliação
		C	E	P	G. P.
Desmontar as cadeiras (serralharia);	Posturas inadequadas;	1	2	6	12
	Cortes diversos;	5	2	6	60
	Entalamento;	5	2	6	60
Retirar casquilhos danificados (Serralharia).	Cortes diversos;	5	2	6	60
	Entalamento;	5	2	6	60
	Queda de materiais;	1	2	6	12
	Posturas inadequadas;	1	2	3	6
Fabrico de novos casquilhos.	Exposição ao ruído;	25	3	1	75
	Queda de material.	5	3	3	45
	Entalamento.	50	3	0.5	75
	Projeção de materiais (fragmentos ou partículas);	1	3	6	18
Montagem de casquilhos.	Cortes diversos;	5	2	6	60
	Entalamento;	5	2	6	60
	Queda de materiais;	1	2	6	12
	Posturas inadequadas;	1	2	3	6
Montagem das cadeiras.	Posturas inadequadas;	1	2	6	12
	Cortes diversos;	5	2	1	10
	Entalamento;	5	2	1	10

Tabela n.º 12 - Cálculo do grau de perigosidade (GP) da atividade de manutenção – Reparação de cadeira de esquadreamento de máquina de corte de chapa VIROC – de acordo com o método William T. Fine adaptado. (Legenda: C – Consequências; E – Exposição; P – Probabilidade).

• *Apêndice n.º 4 - Avaliação de riscos através do método FMEA: Atividade de retificação de furos em empilhador de 6TON:*

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1 Responsável: Filipe Benzinha Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo Produto: EMPILHADOR 6TON; Data chave (previsão termino): Setembro de 2018 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018														
Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Deteção	Detetabilidade	NPR (SxOXD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOXD)
Desmontar mastros;	Queda de mastros;	Destruição cabine; Projeção vidros; Destruição estrutura;	8	Deficiência na ferramenta de apoio – cintas e correntes;	5	Controlo Visual	1	40	Revisão material; Stock ferramenta; Trocas regulares;	Reforçado stock e troca de material mais antigo;	8	2	1	16
				Rebentamento de correntes do mecanismo de elevação do empilhador de apoio.	3	Controlo Visual	2	48	Implementação de sistema de revisões regulares;	Revisto plano de manutenções;	8	2	1	16
Retirar casquilho danificado;	Riscos e mossas na estrutura;	Riscos e mossas na estrutura;	1	Ferramenta inadequada;	10	Controlo Visual	1	10	Alteração de ferramenta ou método de extração.	Fabrico e uso de “saca” – casquilhos.	1	1	1	1
Montagem, alinhamento de	Queda da máquina;	Danos irreversíveis na máquina ou	8	Mecanismo de fixação deficiente;	8	Controlo Visual	5	320	Verificação do estado de apoios antes de soldar à estrutura do empilhador para fixar a máquina.	Controlo do estado físico dos apoios.	8	1	1	8

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1
 Responsável: Filipe Benzinha
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **EMPILHADOR 6TON**;
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Detecção	Detetabilidade	NPR (SxOXD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOXD)
Mandriladora;		Centralina da mesma;		Deslocação inadequada da máquina;	2	Inexistente	10	160	Uso de mini grua manual para transporte.	Aquisição e implementação de uso de mini grua.	9	1	1	9
	Alinhamento errado;	Retificação desalinhada;	7	Verificação de alinhamento errada;	1	Controlo Visual e Manual	9	63	Realização de teste de alinhamento utilizando ferramenta adequada	Implementação de livro de procedimentos;	7	1	5	35
Retificação para receber soldadura;	Não realização deste passo;	Futuras irregularidades no enchimento a soldadura;	8	Esquecimento;	1	Controlo Visual	1	8	Implementação de livro de procedimentos;					
Encher a soldadura;	Soldadura com falhas;	Poros na soldadura; Aspeto insatisfatório;	6	Sujidades do material; Não retirar escoria (carepa);	5	Controlo Visual	1	30	Limpeza do material antes e após a soldadura.					

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1
 Responsável: Filipe Benzinha
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **EMPILHADOR 6TON**;
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Detecção	Detetabilidade	NPR (SxOXD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOXD)
	Material soldadura inadequado;	Material não funde – pode levar a danos no material (partir)	8	Má avaliação material;	2	Controlo Visual	1	16	Testes ao material.					
Retificar furo (mandrilar);	Medição errada;	Erro na tolerância de medida (+- 0.04);	9	Deficiência no material de medição;	3	Controlo mecânico (Ferramenta)	8	216	Calibragem regular de ferramenta; Utilização de duas ferramentas de medição distintas;	Verificação se datas de calibração se encontram na validade; Calibragem de ferramenta fora de validade.	9	2	2	36
	Danos na ferramenta de desgaste;	Retificação irregular;	6	Manuseamento inadequado da mandriladora;	5	Controlo Visual	2	60	Verificação regular de ferramenta durante execução de trabalho.	Implementação de intervalos regulares de acordo com tempo previsto de trabalho; Stock de Ferramenta de desgaste.	6	1	1	6

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1
 Responsável: Filipe Benzinha
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **EMPILHADOR 6TON**;
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Detecção	Detetabilidade	NPR (SxOXD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOXD)
	Posicionamento errado da Mandriladora;	Desalinhamento dos furos;	8	Desgaste do material de alinhamento	1	Controlo Visual	10	80	Revisão do equipamento de forma regular; Stock de material;	Implementação de plano de revisões regulares.	8	1	3	24
Fabrico de novo casquilho;	Medição errada;	Folgas entre materiais; Erro nas tolerâncias (+-0.04);	8	Deficiência no material de medição;	3	Controlo mecânico (ferramenta)	8	192	Calibragem regular de ferramenta; Ferramenta suplente; Utilização de duas ferramentas de medição distintas;	Verificação se datas de calibração se encontram na validade; Calibragem de ferramenta fora de validade.	8	2	2	32
	Material não indicado/pouco resistente;	Destruição do casquilho na montagem; Desgaste mais rápido;	8 7	Escolha incorreta do material;	5	Controlo Visual	10	400	Atividade de manutenção regular; Implementação livro de manutenção com todos componentes; Estudo material em casquilho anterior antes de iniciar trabalho.	Criação de livro de manutenção para futuras consultas.	8	1	10	80

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1
 Responsável: Filipe Benzinha
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **EMPILHADOR 6TON**;
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Detecção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Montagem do novo casquilho;	Quebra de casquilho;	Se usado com quebra, danos a curto prazo na estrutura (pode saltar);	7	Forçar entrada do casquilho não estando alinhado;	2	Controlo Visual	1	14	Utilização de ferramenta para o efeito.					
		Fabrico de novo casquilho originando atrasos e custos;	1	Usar ferramenta incorreta;	2	Controlo Visual	1	2						
	Danos na retificação realizada anteriormente	Provocar fissuras (arrancões) no material retificado;	4	Mau acabamento do casquilho; Demasiado “esperto”;	4	Controlo Visual	1	16	Verificação de medidas quer do casquilho quer do furo; Controlo dos acabamentos.					

FMEA N.º: 1 Componente/Sistema/Processo n.º: 1
 Responsável: Filipe Benzinha
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **EMPILHADOR 6TON**;
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 23-07-2018 Data fim: 27-07-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Deteção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Montar estrutura;	Queda de mastro;	Destruição cabine;	8	Deficiência na ferramenta de apoio – cintas e correntes;	1	Controlo Visual	1	40	Revisão material; Stock ferramenta; Trocas regulares;	Reforçado stock e troca de material mais antigo;	8	2	1	16
		Destruição estrutura;		Rebentamento das correntes do mecanismo de elevação do empilhador de apoio.	3	Controlo Visual	2	48	Implementação de sistema de revisões regulares.	Revisto plano de manutenções;	8	2	1	16

Tabela n.º 13 – Método FMEA referente à atividade de Retificação de furos em Empilhador Industrial 5TON (Adaptado de Jorge, A. 2014) Legenda: CV – Controlo Visual; S - Severidade; O – Ocorrência; D – Detetabilidade; NPR – Número prioritário de risco.

FMEA N.º: 2 Componente/Sistema/Processo n.º: 2 Responsável: Américo Pedro e Luís Mendes Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo Produto: BALDE DE RETROESCAVADORA; Data chave (previsão termino): Setembro de 2018 Data início: 13-08-2018 Data fim: 23-08-2018														
Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Deteção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Colocação do balde em bancada de trabalho;	Queda do balde;	Empeno do balde;	1	Bancada inadequada para peso do balde;	2	Controlo visual	1	2	Verificação de estado físico da bancada previamente.					
Descarnar a carvão lamina;	Incendio;	Danos nas áreas envolventes;	6	Falta de limpeza da área envolvente; Não utilização de resguardos;	2	Controlo visual	1	12	Limpeza das áreas envolventes; Uso resguardos;					
	Cortes errados;	Aumentar danos à estrutura do balde;	1	Defeito no carril do pontógrafo (material de corte)	8	Controlo visual	5	40	Verificar corte em intervalos regulares durante o trabalho. Inspeção periódica do material;	Revisão do pontógrafo;	1	2	5	10
Retificar margens cortadas;	Não realização deste passo;	Futuras irregularidades no enchimento a soldadura;	8	Esquecimento;	1	Controlo visual	1	8	Criação de livro de manutenção;					

FMEA N.º: 2 Componente/Sistema/Processo n.º: 2
 Responsável: Américo Pedro e Luís Mendes
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **BALDE DE RETROESCAVADORA;**
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 13-08-2018 Data fim: 23-08-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Deteção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Soldar lâmina nova (semi- automática);	Soldadura com falhas;	Poros na soldadura; Quebra de soldadura; Aspeto insatisfatório para o cliente;	6	Sujidades do material; Circulação de ar excessiva;	5	Controlo visual	1	30	Efetuar a soldadura em local resguardado;					
	Material soldadura desadequado;	Não fusão do material; Quebra de soldadura;	7	Má avaliação material;	2	Controlo visual	1	14	Realização de testes prévios ao material;					
Soldar capas e dentes novos;	Soldadura com falhas;	Saltar os dentes; Aspeto insatisfatório para cliente;	7	Sujidades do material; Circulação de ar excessiva;	2	Controlo visual	1	14	Realização de soldadura em local resguardado;					

FMEA N.º: 2 Componente/Sistema/Processo n.º: 2
 Responsável: Américo Pedro e Luís Mendes
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Manutenção integrante no processo
 Produto: **BALDE DE RETROESCAVADORA;**
 Data chave (previsão termino): Setembro de 2018
 Data início: 13-08-2018 Data fim: 23-08-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de Deteção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
	Material soldadura inadequado;	Quebra de soldadura; Não fusão de materiais;	7	Má avaliação material;	2	Controlo visual	1	14	Realização de testes prévios ao material;					
	Posição dentes errada;	Maior desgaste do balde; Cliente insatisfeito;	6	Medições erradas;	3	Controlo visual	1	18	Retificação de medidas e marcação de posição correta.					
Montar balde;	Queda de materiais;	Empeno e mossas no balde;	5	Mau posicionamento no empilhador de apoio;	2	Controlo visual;	2	20	Utilização de cintas/correntes para prender balde					

FMEA N.º: 3 Componente/Sistema/Processo n.º: 3
 Responsável: Filipe Benzinha e Alexandre Rosa
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Torno
 Produto: CADEIRA DE PRÉ-ESQUADREJAMENTO DE CORTE DE CHAPAS VIROC;
 Data chave (previsão termino): Outubro de 2018
 Data início: 27-08-2018 Data fim: 07-09-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de detecção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Fabrico de novos casquilhos.	Medição errada	Fabrico de novos casquilhos; Folgas entre materiais; Erro nas tolerâncias (+/- 0.04);	8	Deficiência no material de medição;	3	Controlo mecânico (ferramenta)	8	192	Calibragem regular de ferramenta; Ferramenta suplente; Utilização de duas ferramentas de medição distintas;	Verificação se datas de calibração se encontram na validade; Calibragem de ferramenta fora de validade.	8	2	2	32
	Material não indicado/ pouco resistente;	Destruição do casquilho na montagem;	8	Escolha incorreta do material; Pedido de outro material por parte do cliente para poupar;	5	Controlo Visual	10	400	Atividade de manutenção regular; Implementação livro de manutenção com todos componentes; Estudo material em casquilho anterior antes de iniciar trabalho.	Criação de livro de manutenção para futuras consultas.	8	1	10	80

FMEA N.º 3 Componente/Sistema/Processo n.º: 3
 Responsável: Filipe Benzinha e Alexandre Rosa
 Elaborado por: Joana Nunes e Equipa de Torno
 Produto: **CADEIRA DE PRÉ-ESQUADREJAMENTO DE CORTE DE CHAPAS VIROC;**
 Data chave (previsão termino): Outubro de 2018
 Data início: 27-08-2018 Data fim: 07-09-2018

Item/ Função	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Severidade	Causa/ Mecanismo Potencial da falha	Ocorrência	Método de detecção	Detetabilidade	NPR (SxOxD)	Ações recomendadas	Resultado ações				
										Ações tomadas	Severidade	Ocorrência	Detetabilidade	NPR (SxOxD)
Montagem de casquilhos.	Dano no novo casquilho;	Fabrico de novos casquilhos;	1	Força excessiva na montagem; Colocação de casquilho em posição errada por ausência de guia na extremidade do casquilho;	2	Controlo visual	1	2	Utilização de ferramenta para montagem; Verificação de tolerâncias aquando do fabrico;					
Montagem das cadeiras.	Criação de empenos; Mau funcionamento das cadeiras;	Desmontagem de toda a estrutura;	7	Erro no fabrico dos materiais a substituir; Montagem errada das peças.	2	Controlo visual	2	28	Verificação dos materiais antes da desmontagem; Criação de tabela de posicionamento com recurso a fotografias de apoio;					

Tabela n.º 15 – Método FMEA referente à atividade de Reparação de cadeiras de pré-esquadrejamento de corte de chapas VIROC (Adaptado de Jorge, A. 2014) Legenda: CV – Controlo Visual; S -Severidade; O – Ocorrência; D – Detetabilidade; NPR – Número prioritário de risco.