



**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**



## **Identificação de medidas de Segurança na atividade de Manutenção**

**DANIEL FILIPE CALHAU CORREIA**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

**Orientador:**

Doutor José Augusto da Silva Sobral

**Júri:**

Presidente: Doutor Mário José Gonçalves Cavaco Mendes

Vogais:

Doutor Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes

Doutor José Augusto da Silva Sobral

**Dezembro de 2023**





**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**

# **Identificação de medidas de Segurança na atividade de Manutenção**

**DANIEL FILIPE CALHAU CORREIA**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Júri:

Presidente: Doutor Mário José Gonçalves Cavaco Mendes

Vogais:

Doutor Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes

Doutor José Augusto da Silva Sobral

**Dezembro de 2023**

*Hoje é dia da caça. Amanhã do caçador.*

“Jessé Filho”

# Agradecimentos

Começo por agradecer aos meus pais pela educação, motivação e apoio incondicional que suportaram todas as minhas conquistas.

Ao professor Doutor José Sobral pela oportunidade, orientação e dedicação. As suas diretrizes permitiram a elaboração deste trabalho, do qual me orgulho.

Aos meus colegas de curso, que me acompanharam durante este exigente percurso.

A quem, direta ou indiretamente, foi essencial para que concluísse esta etapa da minha vida.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.



# Resumo

A atividade de manutenção tornou-se uma atividade muito complexa que expõe os colaboradores a determinados riscos. No entanto, a mesma desempenha um papel crucial nas diversas indústrias, garantindo o bom funcionamento de ferramentas e equipamentos, e garante a continuidade das operações. Face à necessidade de diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes, que podem surgir devido a falha humana ou mau funcionamento de equipamentos e ferramentas, surge a ideia de criar um documento que enumere medidas de prevenção e diretrizes de segurança na atividade de manutenção.

No presente trabalho desenvolveu-se um documento abrangente para prevenção de acidentes durante a atividade de manutenção, onde são fornecidas orientações práticas sobre segurança, incluindo informações acerca de equipamentos de proteção individual, sinalização de segurança e procedimentos de segurança. Dentro deste contexto, a presente tese é uma ferramenta prática e informativa para promover a segurança durante a atividade de manutenção, baseando-se em conceitos e princípios de segurança ocupacional, análise de risco e boas práticas durante a atividade. Ao fornecer diretrizes claras e ferramentas de análise de risco, o documento pode ser amplamente adotado por profissionais da área, empresas e instituições para promover uma cultura de segurança que permita prevenir acidentes e lesões.

Palavras-chave: Risco, Manutenção, Prevenção, Segurança.



# Abstract

Maintenance activities have become increasingly complex, exposing workers to specific risks. However, these activities play a crucial role in several industries, ensuring the proper functioning of tools and equipment and the continuity of operations. To reduce the likelihood of accidents, which can arise from human error or equipment/tool malfunction, the idea of creating a document outlining preventive measures and safety guidelines in maintenance activities emerged.

In the present work, a comprehensive document was developed for accident prevention during maintenance activities. It provides practical guidance on safety, including information on personal protective equipment, safety signs, and safety procedures. Within this context, this thesis serves as a practical and informative tool to promote safety in maintenance activities, drawing upon concepts and principles of occupational safety, risk analysis, and best practices during maintenance. By offering clear guidelines and risk analysis tools, the document can be widely adopted by professionals, companies, and institutions to foster a safety culture that prevents accidents and injuries.

Keywords: Risk, Maintenance, Prevention, Safety.



# Conteúdo

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	iii
Abstract.....	v
Conteúdo.....	vii
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xiii
Glossário.....	xv
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura do documento .....	2
Capítulo 2 – Risco.....	4
2.1 Identificação de risco .....	6
2.2 Análise de risco.....	6
2.3 Técnicas de avaliação de risco.....	6
2.3.1 Avaliação de risco .....	7
2.3.2 <i>What-if</i> – WI.....	10
2.3.3 Árvore de falhas – FTA .....	12
2.3.4 Árvore de eventos – ETA .....	14
2.3.5 HAZOP.....	15
2.3.6 Análise dos modos de falha e efeitos – FMEA .....	17
2.3.7 <i>Job Safety Analysis</i> – JSA .....	20
Capítulo 3 – Atividade de Manutenção.....	22
3.1 Tipos de manutenção Preventiva .....	25
3.1.1 Manutenção preventiva sistemática.....	25

3.1.2	Manutenção preventiva condicionada .....	26
3.2	Tipologias de atividades de manutenção .....	27
3.3	Manutenção em Portugal e na Europa .....	29
3.4	Programa de prevenção de riscos.....	30
3.4.1	Planificação da prevenção .....	30
3.4.2	Envolvimento e participação dos colaboradores e Supervisão.....	31
3.4.3	Métodos de trabalho seguros com orientações claras.....	31
3.4.4	Melhoria contínua e comunicação eficaz .....	32
3.4.5	Formação e treino .....	32
3.4.6	Motivação e comunicação assertiva .....	33
3.4.7	Gestão da prevenção em trabalhos de manutenção .....	33
3.5	Riscos e energias associadas .....	34
Capítulo 4	– Recomendações de prevenção e segurança para trabalhos de manutenção	38
4.1	Objetivo do Guia.....	38
4.2	Estrutura do Guia .....	38
PARTE 1	DIRETRIZES BÁSICAS DE SEGURANÇA.....	40
P1.1	FERRAMENTAS MANUAIS .....	42
P1.2	MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS .....	44
P1.3	MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS OU CIRCUITOS ELÉTRICOS ....	45
P1.4	MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS	47
P1.5	MANUTENÇÃO NA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS.....	49
P1.6	MANUTENÇÃO EM ALTURA .....	51
P1.7	TRABALHOS DE CORTE E SOLDADURA .....	53
P1.8	TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS.....	56
PARTE 2	PERIGOS COMUNS E PROTEÇÕES .....	58
P2.1	PROTEÇÃO DA CABEÇA.....	59

P2.2	PROTEÇÃO DOS OLHOS E ROSTO.....	60
P2.3	PROTEÇÃO DAS VIAS RESPIRATÓRIAS.....	61
P2.4	PROTEÇÃO AUDITIVA .....	62
P2.5	PROTEÇÃO DO TRONCO .....	63
P2.6	PROTEÇÃO DOS MEMBROS INFERIORES E SUPERIORES .....	64
P2.7	PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS .....	66
PARTE 3	INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS.....	67
P3.1	CAPACETES E PROTEÇÃO DE OLHOS E ROSTO .....	68
P3.2	CALÇADO DE SEGURANÇA.....	69
P3.3	DISPOSITIVOS ANTI QUEDA – CINTA E CABOS .....	70
P3.4	DISPOSITIVOS ANTI QUEDA – ARNESES.....	71
P3.5	INSPEÇÃO DE FERRAMENTAS.....	72
PARTE 4	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA.....	79
P4.1	SINAIS DE PROIBIÇÃO .....	80
P4.2	SINAIS DE AVISO .....	81
P4.3	SINAIS DE OBRIGAÇÃO.....	83
P4.4	SINAIS DE SALVAMENTO OU EMERGÊNCIA.....	84
P4.5	SINAIS RELATIVOS AO MATERIAL DE COMBATE A INCÊNDIOS .....	85
P4.6	CLASSIFICAÇÃO E ROTULAGEM DE SUBSTÂNCIAS .....	86
Capítulo 5	- Conclusões .....	93
Referências	.....	95



# Índice de Figuras

Figura 1 - Gestão de risco (adaptado de NP ISO 31000 (IPQ, 2012)).	4
Figura 2 - Hierarquia de controlo de risco (adaptado de (OSHA, 2016))	8
Figura 3 – Formulário básico de uma análise <i>What-If</i> (adaptado de (ACS, 2015))	12
Figura 4 - Relação entre ocorrências de falha (adaptado de (Crawley, 2020))	13
Figura 5 - Representação de uma árvore de eventos (adaptado de (Crawley, 2020))	14
Figura 6 - Tipos e estratégias de manutenção (adaptado de (IPQ, 2021))	24



# Índice de Tabelas

Tabela 1 - Determinação do nível de exposição (adaptado de (Freitas, 2016)) .....	9
Tabela 2 - Determinação do nível de deficiência (adaptado de (Freitas, 2016)).....	9
Tabela 3 - Descrição do nível de probabilidade (adaptada de (Freitas, 2016)).....	10
Tabela 4 - Nível de consequências de uma falha (adaptado de (Belloví & Malagón, 1993)) .....	10
Tabela 5 - Exemplos de parâmetros de operação (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015)) .....	16
Tabela 6 - Palavras-Guia e significados (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015)).....	16
Tabela 7 - Exemplo de registo numa análise HAZOP (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015)) .....	16
Tabela 8 – Tabela simplificada utilizada na FMEA (adaptado de (Hodkiewicz, Klüwer, Woods, Smoker, & Low, 2021)) .....	19
Tabela 9 - Tabela de energias (adaptado de (Pinto, 2016)).....	35
Tabela 10 – Estrutura do Guia.....	39
Tabela 11 – Inspeção de capacetes .....	68
Tabela 12 – Inspeção de calçados de segurança.....	69
Tabela 13 - Inspeção de dispositivos anti queda (cinta e cabos).....	70
Tabela 14 – Inspeção de dispositivos anti queda (arneses) .....	71
Tabela 15 – Inspeção de martelos.....	73
Tabela 16 – Inspeção de chaves e outras ferramentas de aperto .....	73
Tabela 17 – Inspeção de ferramentas para corte de metal.....	74
Tabela 18 – Inspeção de ferramentas para corte de madeira.....	74
Tabela 19 – Inspeção de ferramentas para manuseamento de materiais .....	75

Tabela 20 – Inspeção de alicates .....	75
Tabela 21 – Inspeção de chaves de fenda.....	75
Tabela 22 – Inspeção de facas e diversas ferramentas de corte.....	76
Tabela 23 – Inspeção de ferramentas elétricas .....	76
Tabela 24 – Inspeção de ferramentas pneumáticas .....	77
Tabela 25 – Inspeção de ferramentas a gasolina .....	77
Tabela 26 – Inspeção de ferramentas hidráulicas.....	78
Tabela 27 – Inspeção de ferramentas para jardinagem.....	78

# Glossário

ACS	– <i>American Chemical Society</i> (Sociedade Americana de Química)
EN	– <i>European Standard</i> (Norma Europeia)
EPI	– Equipamento de Proteção Individual
ESAW	– <i>European Statistics on Accidents at Work</i> (Estatísticas Europeias sobre Acidentes de Trabalho)
FMEA	– <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (Análise dos Modos de Falha e Efeitos)
FTA	– <i>Fault Tree Analysis</i> (Análise de Árvore de Falhas)
HAZOP	– <i>Hazard and Operability Analysis</i> (Estudo de Perigos e Operabilidade)
IPQ	– Instituto Português da Qualidade
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
JSA	– <i>Job Safety Analysis</i> (Análise de Segurança no Trabalho)
NC	– Nível de Consequências
ND	– Nível de Deficiência
NE	– Nível de Exposição
NP	– Norma Portuguesa
NPr	– Nível de Probabilidade
OSHA	– <i>Occupational Safety and Health Administration</i> (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho)
RPN	– <i>Risk Priority Number</i> (Nível de Prioridade de Risco)



# Capítulo 1– Introdução

## 1.1 Enquadramento

Devido ao considerável número de acidentes que decorrem da falha humana e do mau funcionamento dos equipamentos, a área da manutenção desenvolveu-se tornando-se uma ferramenta de extrema importância para muitas organizações. A concorrência presente em todos os sectores de negócio obriga as empresas a programas de manutenção com o objetivo de minimizar custos na substituição de equipamentos que chegam ao fim de vida útil, maximizando o tempo em que os mesmos operam.

O planeamento de manutenção passa pelo agendamento das intervenções necessárias e análise das potenciais origens de falha num determinado equipamento. Através de um estudo prévio do comportamento do equipamento é possível antever possíveis falhas e assim prevenir a sua ocorrência (Arunraj and Maiti, 2007; Pinto, 2016). Por sua vez, uma análise exaustiva dos potenciais perigos causadores de falhas em equipamentos permite que o planeamento de manutenção seja mais assertivo.

De acordo com a Norma Portuguesa (NP) NP EN 13306:2007 (versão portuguesa da Norma Europeia (EN), pelo Instituto Português da qualidade (IPQ) – Terminologia da manutenção), a manutenção define-se como: “Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida” (IPQ, 2021). A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (*Occupational Safety and Health Administration* – OSHA) reconhece que, quando bem planeada, a manutenção é uma ferramenta muito valiosa, permitindo que tanto os equipamentos como o ambiente de trabalho se encontrem fiáveis, no entanto, a mesma deverá ser executada em segurança para que se possa minimizar a probabilidade de acidente (OSHA, 2010).

A atividade de manutenção tem-se tornado cada vez mais complexa e abrangente. Consequentemente, os trabalhadores de manutenção estão expostos a mais perigos no decorrer da mesma. Há riscos físicos que podem resultar de vibrações, ruído, radiação, grandes diferenças de temperatura; riscos químicos e riscos biológicos que resultam da exposição a substâncias perigosas; e riscos sociais que resultam da direta interação dos trabalhadores no ambiente de trabalho (Pinto, 2016).

A análise dos dados do Eurostat baseados nas Estatísticas Europeias sobre Acidentes de Trabalho (ESAW) (Comissão Europeia et al., 2002) permite identificar os acidentes relacionados com a manutenção. As causas e circunstâncias dos acidentes podem ser classificadas consoante as operações de manutenção: colocação, preparação, instalação, montagem, desmontagem, desmantelamento; reparação, afinação, ajustamento; limpeza mecânica ou manual de espaços de trabalho e máquinas; controlo, inspeção dos processos de produção, espaços de trabalho, meios de transporte, equipamentos (com ou sem equipamentos de controlo).

## **1.2 Objetivos**

Face ao considerável número de acidentes no sector da manutenção, a presente dissertação tem como principal objetivo o desenvolvimento de um documento que identifique e refira indicações claras para a prevenção de acidentes na atividade de manutenção, e de certa forma contribuir para o desenvolvimento de boas práticas que possam diminuir o risco e os acidentes de trabalho nesta área.

## **1.3 Estrutura do documento**

A presente dissertação é composta por cinco capítulos. O Capítulo 1 foca-se no enquadramento do tema e nos objetivos e estrutura do presente trabalho.

O Capítulo 2 aborda a revisão bibliográfica sobre o risco respondendo a questões como: o que é o risco? de que formas está presente? como se pode avaliar o risco? Recorrendo à bibliografia analisada, será aprofundado o conceito de risco assim como o estado de arte das técnicas de Avaliação de risco, sendo apresentadas as ferramentas/técnicas mais utilizadas na apreciação e gestão do risco.

O Capítulo 3 debruça-se sobre a atividade de manutenção e sobre como esta atividade complexa se foi transformando desde a crescente mecanização da indústria no final do séc. XIX. É dada uma referência à Manutenção Corretiva e Preventiva e analisado o impacto da aplicação das mesmas na indústria.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento de um documento com recomendações para prevenção de acidentes na manutenção, que é o principal foco da presente dissertação. Pretende-se criar um guia que permita uma aplicação direta na maior parte das atividades de

manutenção. Esta ferramenta foi desenvolvida através da análise e avaliação de vários tipos de riscos presentes nos trabalhos mais comuns em manutenção, potenciais causadores de risco.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas com o desenvolvimento do presente trabalho, as dificuldades que mais se fizeram sentir e o resultado esperado da potencial implementação de boas práticas, como as indicadas no Capítulo anterior. É neste capítulo que se apresenta o cumprimento ou incumprimento dos objetivos propostos no início da dissertação, assim como possíveis desenvolvimentos futuros.

## Capítulo 2 – Risco

De acordo com a NP ISO 31000:2012 (Gestão do Risco), o sucesso da gestão dos vários riscos depende do quão eficaz a estrutura de gestão é (IPQ, 2012). A norma fornece orientações sobre como as organizações podem incorporar a consideração do risco nas suas decisões, no que diz respeito à governação, planeamento, gestão, políticas, valores e cultura. Na área da manutenção, esta questão é bastante pertinente, pois é onde a maioria das decisões requer uma ponderação rigorosa dos riscos presentes nas diversas atividades. A referida norma serve como diretriz para a implementação de gestão de riscos numa empresa, e é por esse motivo importante na criação de um guia para prevenção de acidentes na manutenção. A análise e avaliação de risco proporciona aos tomadores de decisão uma melhor compreensão dos riscos que podem afetar os objetivos de uma organização. O que se retira desta análise traduz-se nos processos de prevenção decididos pela gestão. A gestão de risco é o processo geral de identificação de risco, análise de risco e avaliação de risco, conforme se ilustra na Figura 1. A forma como o processo é aplicado depende do contexto e das técnicas utilizadas na realização da avaliação de risco.

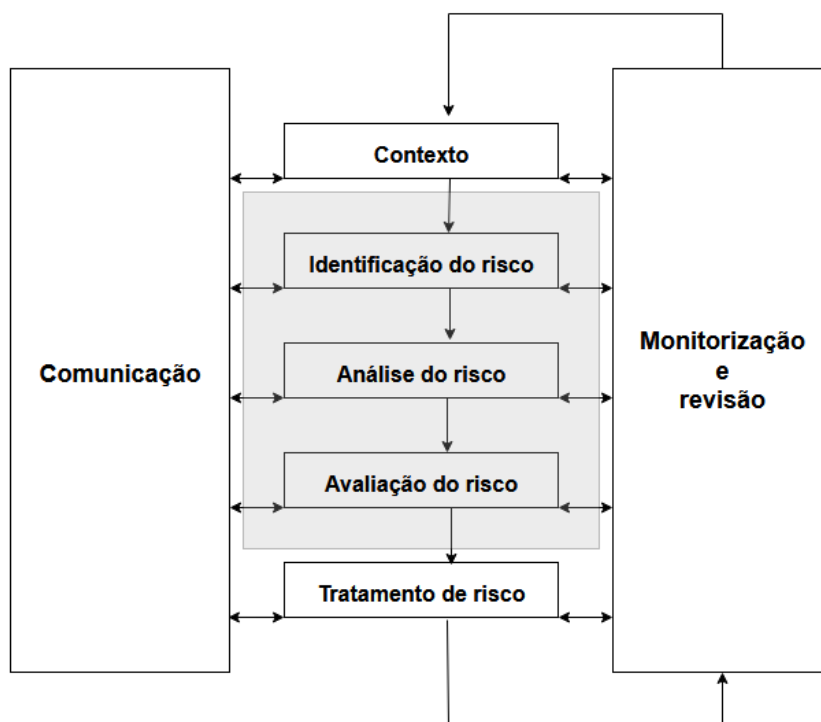


Figura 1 - Gestão de risco (adaptado de NP ISO 31000 (IPQ, 2012)).

O risco é normalmente apresentado como o produto da severidade da consequência de uma falha pela probabilidade de ocorrência. O grau de probabilidade traduz a possibilidade ou verosimilhança de um determinado evento indesejado acontecer. Quanto à severidade, esta reflete a magnitude das consequências quando um evento ocorre. Esta pode assumir a forma de um dano material, ambiental ou dano físico (Rolim, 2008).

Os riscos relacionados com um sistema podem ser expressos através de figuras ou de texto (quantitativo/qualitativo). O processo de gestão do risco fornece um suporte importante na tomada de decisão, pois de forma sistemática identifica, analisa, avalia e tenta minimizar os riscos (Chemweno et al., 2015).

Apesar da gestão de risco ter maior importância nas atividades de manutenção nos dias de hoje, a mesma nem sempre esteve presente no ambiente industrial. Antes da segunda guerra mundial, a indústria não era ainda altamente mecanizada e todos os equipamentos eram simples, o que tornava a sua reparação pouco complexa. Na altura não havia forma de prever falhas e, por isso, normalmente a maquinaria iria operar até à sua ocorrência. Após a segunda grande guerra e até o fim dos anos 70, a indústria já dependia em grande escala de máquinas, e assim o custo da manutenção tornou-se mais elevado, tendo então sido estabelecidos planos de manutenção preventiva planeada. Estes planos de manutenção foram duramente criticados pelo facto de as intervenções de manutenção serem muitas vezes desnecessárias e interromperem o fluxo de trabalho. Entre 1980 e 2000 a indústria caracterizou-se pelo aumento da complexidade de maquinaria, introdução em massa da automação e pelo sistema de produção *just in time* (Arunraj and Maiti, 2007). O plano de manutenção mais utilizado então era a manutenção por controlo de condição.

No início dos anos 90, a manutenção baseada em análise de risco começou a ser bastante utilizada e, a partir de 2000, tornou-se a metodologia mais utilizada. Esta geração diferenciou-se, pois até à data a manutenção e a segurança eram consideradas duas atividades independentes. Muitos autores defendiam que a junção da manutenção com a segurança era um dos meios para atingir a otimização de um processo industrial. O objetivo geral do processo de manutenção é aumentar a rentabilidade da operação de um equipamento sem comprometer a segurança (Arunraj and Maiti, 2007).

Os acidentes podem ser classificados de acordo com a forma do acidente (quedas de operadores ou objetos, choque ou pancada de objetos, exposição a temperaturas extremas, exposição a substâncias nocivas, entre outros), de acordo com as respetivas consequências

(morte, incapacidades temporárias ou permanentes, entre outros), segundo a natureza da lesão ou o agente material que provoca o acidente (Miguel, 2005).

O estudo do risco, origens e possíveis consequências, é fundamental na gestão da segurança, quer das operações quer da manutenção numa indústria.

## **2.1 Identificação de risco**

Para se identificar um risco é necessário que se procurem primeiro as fontes do perigo, áreas de impacto, eventos, causas e potenciais consequências. Esta identificação inclui também uma análise a reações em cadeia, incluindo efeitos em cascata e/ou cumulativos de uma consequência particular. Diversas técnicas quantitativas e qualitativas promovem a identificação destes eventos que poderão levar a um acidente não desejado.

## **2.2 Análise de risco**

Este tópico implica a compreensão do risco pois a análise do mesmo fornece informação para a avaliação do risco e para as decisões a tomar quanto à necessidade de este ser tratado e, as estratégias e métodos a aplicar são moldadas consoante a mesma. Esta análise considera as causas e fontes de risco, suas consequências e a probabilidade de ocorrência. A análise de risco é feita para que se identifique o cenário da falha e se procure responder a variadas perguntas, como por exemplo: Quais os riscos associados? Qual a probabilidade de falha? Quais os efeitos e consequências da falha? Como se podem reduzir ou mesmo eliminar os riscos?

Estes cenários são normalmente desenvolvidos com base em características operacionais de um sistema e as condições/estado em que operam, ou então nos processos operacionais desenvolvidos sobre os mesmos.

## **2.3 Técnicas de avaliação de risco**

As técnicas de avaliação de risco possibilitam a implementação de medidas de prevenção com base em identificação, análise e avaliação de riscos. Estas medidas de prevenção permitem a redução dos riscos até um nível considerado aceitável, garantindo a segurança

dos colaboradores na atividade de manutenção. A partir deste ponto são apresentadas metodologias e ferramentas que as empresas dispõem caso pretendam fazer avaliação de risco, com o objetivo de mitigar a possibilidade de acidentes. Estas metodologias e ferramentas são normalmente utilizadas sobre os ativos físicos no sentido de perceber o risco inerente às suas falhas, sendo apenas apresentadas no presente trabalho para descrever como as mesmas se desenvolvem, e mostrar que podem também ser adaptadas a um contexto de risco operacional, e nomeadamente na área das atividades de manutenção que as organizações realizam. O presente capítulo é importante na medida em que poderá servir como complemento à implementação descrita no Capítulo 4, por parte das empresas.

### **2.3.1 Avaliação de risco**

As atividades de inspeção e manutenção são priorizadas com base na quantificação de risco devido a falha de componentes. Os componentes que apresentam maior risco são inspecionados com maior frequência e a manutenção dos mesmos é feita com maior objetividade.

A metodologia de manutenção baseada em risco consiste nos seguintes procedimentos: análise de risco; avaliação da probabilidade de ocorrência; avaliação das consequências; estimativa de risco; aceitação (ou não) do risco e planeamento de tarefas de manutenção (Arunraj and Maiti, 2007).

Um dos objetivos das organizações é controlar e prevenir os riscos de forma eficaz na sua atividade eliminando os perigos ou fazendo correções nos procedimentos. Segundo a Hierarquia de Controlos e Sistemas de Segurança da OSHA, é possível tentar eliminar o risco ao corrigir procedimentos na fonte do mesmo risco. Se o mesmo não for totalmente eliminado, pode envolver-se outro tipo de métodos para diminuir a probabilidade da ocorrência de acidentes (Work Environment Council of NJ, 2019). A Figura 2 mostra como pode ser definida a Hierarquia de Controlos e Sistemas de Segurança da OSHA.

A avaliação da probabilidade de ocorrência tem como objetivo prever com que frequência uma falha pode ocorrer num determinado intervalo de tempo. A avaliação das consequências quantifica o potencial das consequências de um cenário de falha. As mesmas podem ser perdas de produção, destruição parcial ou total de equipamentos, comprometimento da

segurança de trabalhadores e consequências a nível ambiental. Segundo alguns autores, a perda de produção equivale diretamente à diminuição do desempenho de uma instalação.

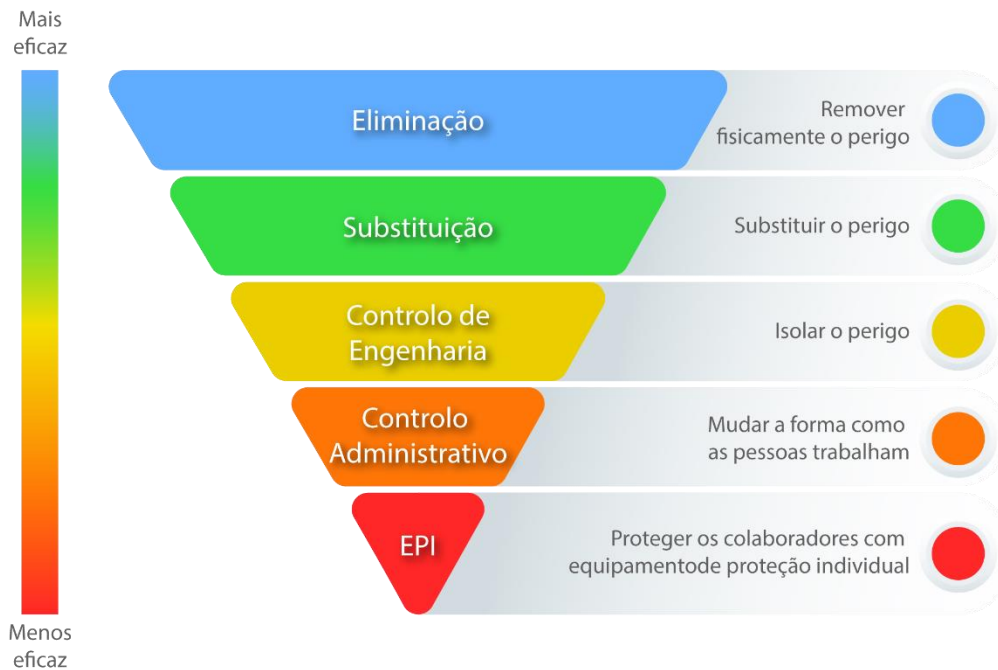


Figura 2 - Hierarquia de controlo de risco (adaptado de (OSHA, 2016))

O risco calculado é comparado com um nível de risco que seja considerado aceite num determinado elemento e, caso o mesmo seja mais elevado, procede-se a um plano para minimizar a probabilidade de o mesmo acontecer ou, se se justificar, à implementação de medidas com o objetivo de mitigar a severidade das consequências (Freitas, 2016). Através da expressão (1) é possível calcular o nível de risco, por forma a priorizar intervenções de manutenção. O nível de risco (NR) pode então ser estimado como o produto do nível de probabilidade (NPr) e nível de consequências (NC) (Kinney and Wiruth, 1976):

$$\mathbf{NR = NPr \times NC} \quad (1)$$

Este método, denominado método de avaliação simplificado, permite uma primeira análise e avaliação ao possível nível de risco presente (Kinney and Wiruth, 1976; Stamatis, 2003). O nível de probabilidade pode ser calculado através do produto do nível de exposição, que representa a frequência com que existe exposição a risco, e do nível de deficiência, que representa a relação entre os fatores de riscos considerados, como anomalias num equipamento ou mesmo funcionamento não conforme de um sistema, e a sua causa direta

com um possível acidente (Freitas, 2016). O nível de probabilidade, NPr, pode desta forma ser calculado como o produto do Nível de deficiência (ND) e o Nível de exposição (NE), como apresentado na expressão (2):

$$\mathbf{NPr = NE \times ND} \quad (2)$$

Todos estes níveis mencionados são classificados para que se possa avaliar se o valor de nível de risco se encontra dentro do que é aceitável. A Tabela 1 mostra um exemplo de como se pode classificar o nível de exposição a um risco consoante a sua ocorrência. O nível de deficiência estima os fatores de risco considerados e a sua relação direta com uma possível falha, ponto importante na avaliação de risco. A Tabela 2 também apresenta um exemplo de classificação do nível de deficiência num equipamento consoante as ocorrências que dela surjam.

**Tabela 1 - Determinação do nível de exposição (adaptado de (Freitas, 2016))**

Nível de exposição	NE	Descrição da ocorrência
<b>Continuada</b>	4	Contínua no seu período laboral. Exposição prolongada
<b>Frequente</b>	3	Várias vezes no período laboral por curtos períodos
<b>Ocasional</b>	2	Ocasionalmente, por curtos períodos
<b>Esporádica</b>	1	Irregularmente

**Tabela 2 - Determinação do nível de deficiência (adaptado de (Freitas, 2016))**

Nível de deficiência	ND	Descrição da ocorrência
<b>Muito deficiente</b>	10	Detetados fatores de risco significativos que determinam elevada probabilidade de ocorrência de falha
<b>Deficiente</b>	6	Fator de risco significativo. Eficácia das medidas de prevenção reduzida
<b>Melhorável</b>	2	Fatores de risco de importância reduzida. Eficácia das medidas de prevenção globalmente não afetada
<b>Aceitável</b>	-	Não se deteta qualquer anomalia. Risco controlado

Neste exemplo, o nível de probabilidade, após calculado, é qualificado conforme a Tabela 3. Esta metodologia, por ser uma abordagem generalista, deve ser tida em conta apenas como

uma diretriz geral, e não como uma técnica assertiva de avaliação de risco. Outros cálculos mais precisos deverão ser tidos em conta. O nível de consequências (NC), pode ser categorizado segundo a Tabela 4.

**Tabela 3 - Descrição do nível de probabilidade (adaptada de (Freitas, 2016))**

<b>Nível de probabilidade</b>	<b>NPr</b>	<b>Descrição</b>
<b>Muito alta</b>	Entre 40~24	Situação deficiente com exposição frequente e continuada. Risco ocorre com frequência
<b>Alta</b>	Entre 20~10	Situação deficiente com exposição frequente ou situação muito deficiente com exposição ocasional. Risco possível em vários momentos do processo
<b>Média</b>	Entre 8~6	Situação deficiente com exposição ocasional. Possibilidade de dano
<b>Baixa</b>	Entre 4~2	Situação melhorável, com exposição ocasional. Ocorrência de risco não expectável

**Tabela 4 - Nível de consequências de uma falha (adaptado de (Belloví & Malagón, 1993))**

<b>Nível de consequências</b>	<b>NC</b>	<b>Lesões</b>	<b>Danos materiais</b>
<b>Mortal ou catastrófico</b>	100	1 ou mais mortos	Destruição total do sistema
<b>Muito grave</b>	60	Lesões graves ou irreparáveis	Destruição parcial do sistema
<b>Grave</b>	25	Lesões de incapacidade temporária	Necessária paragem no processo operativo para reparação
<b>Leve</b>	10	Pequenas lesões	Reparação possível sem paragem do processo operativo

### **2.3.2 What-if – WI**

O procedimento *What-If* é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil na deteção exaustiva de riscos. Esta técnica pode ser utilizada na fase de processo, projeto ou pré-operacional (Reniers et al., 2005).

Através da observação de um local em estudo e colocando questões com a expressão “O que aconteceria se”, esta técnica tem uma abordagem abrangente na medida em que as ações a implementar e as recomendações de segurança dependem da resposta a essas mesmas

questões. As medidas de controlo implementadas dependem da categoria do risco. Nesta técnica as respostas espelham o perigo e/ou as consequências da eventualidade de uma falha num determinado sistema, pelo que as ações de manutenção e/ou controlo dependem das mesmas.

Esta técnica, uma das mais antigas na identificação de riscos, define-se por sessões de *brainstorming* nas quais um grupo de profissionais experientes, familiarizados com os processos em foco de estudo, questionam possíveis perigos. O *What-If* determina o que poderá correr mal numa operação ou processo e consequências de cada cenário.

Este tipo de análise é boa opção para aplicações simples. O uso do mesmo para aplicações mais complexas necessita de uma abordagem organizada que leva em consideração as necessidades da análise, como o âmbito ou enquadramento da mesma, complexidade, quantos indivíduos estão envolvidos no processo em estudo, etc.

Segundo a Sociedade Americana de Química (*American Chemical Society – ACS*), uma vez que a análise *What-If* se baseia numa linha de pensamento que se usa regularmente, não pressupõe um treino extenso e pode ser utilizada em participação de um grupo que inclua pessoas mais e menos experientes (ACS, 2015).

Apesar desta técnica ter uma abordagem um tanto aleatória, a mesma tem muito da ferramenta HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*). Na pergunta “E se não houver caudal?”, *não* é a palavra-guia e *caudal* é o parâmetro a considerar.

Este estudo poderá ter perguntas do tipo:

- E se não houver cadência de produção num determinado processo? O que poderá ter causado essa paragem e qual será o efeito?
- E se o acesso for necessário para a manutenção de um determinado equipamento? O acesso está disponível?
- E se ocorrer um incêndio? Os serviços de emergência terão acesso?
- E se um operador sofrer uma lesão? O auxílio é possível?

Em cada caso a equipa irá estabelecer uma forma simples, recorrendo a uma tabela com colunas para as questões “*E se*”, as suas consequências, as salvaguardas, criticidade e as suas recomendações (Crawley, 2020).

Devido à sua flexibilidade, a *What-If* é uma técnica que pode ser utilizada em qualquer fase de um processo. Além disso, a técnica é muito simples e permite o uso da imaginação e conhecimento do grupo que faz análise.

Por outro lado, a sua qualidade e eficiência, dependem muito das aptidões do líder do processo de análise. Os resultados retirados utilizando a *What-If* são qualitativos e menos detalhados do que os das outras técnicas pelo que, quando utilizada sem suporte de outra, pode passar uma falsa sensação de segurança. Como referido anteriormente, devido ao fator aleatório presente nesta ferramenta, nem todos os problemas poderão ser identificados.

Um exemplo de um formulário para execução de uma análise *What-If* é apresentado na Figura 3.

DEPARTAMENTO:		DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:		POR: DATA:	
E SE?	RESPOSTA	PROBABILIDADE	CONSEQUÊNCIA	RECOMENDAÇÕES	

**Figura 3 – Formulário básico de uma análise *What-If* (adaptado de (ACS, 2015))**

### 2.3.3 Árvore de falhas – FTA

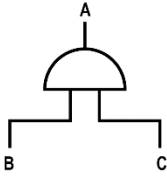
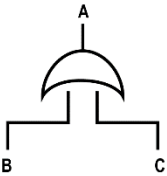
A Análise de Árvore de Falhas (FTA) foi concebida por H.A. Watson em 1961 para avaliação do sistema de controlo do Míssil Balístico *Minuteman* (Nunes, 2010).

O método tem como referência uma falha particular de um elemento ou sistema. Essa falha é referenciada como efeito ou evento de topo, que se desdobra numa árvore até às falhas mais básicas, que são referenciadas como causas ou eventos primários (Crawley, 2020).

A falha particular é estudada estabelecendo combinações de condições e/ou falhas que poderão causar a ocorrência da mesma. Esta abordagem qualitativa representa graficamente, utilizando simbologia lógica, que acontecimentos podem originar uma falha e respetivo acidente. No diagrama utilizado nesta técnica, apesar de existir mais simbologia e portas lógicas, é apenas utilizada a simbologia “OU” e “E”. No caso da porta lógica “E”, o evento que se segue irá ocorrer caso os eventos anteriores se verifiquem; isto descreve a intersecção

de todos os eventos de input. Já para a porta lógica “OU”, o evento seguinte acontece se um dos eventos anteriores ocorrer, descrevendo a união de ocorrência de eventos que podem propagar-se e originar falhas não desejadas (Nouri.Gharahasanlou et al., 2014).

O método evidencia as causas dos modos de falha do elemento ou sistema e quais as ações a implementar para prevenção da falha (Cabral, 1999). A Figura 4 mostra a relação entre as ocorrências de falha e a ocorrência do acidente, utilizando apenas portas lógicas “OU” e “E”.

PORTA DE LÓGICA	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	RELAÇÃO BOOLEANA
E		Saida apenas existe quando todas as entradas existem	$A=BC$
OU		Saida existe se um ou mais entradas existirem	$A=B+C$

**Figura 4 - Relação entre ocorrências de falha (adaptado de (Crawley, 2020))**

Este método é uma técnica de dedução que se foca na identificação de combinações de falhas, equipamentos e da própria intervenção humana que pode levar a um perigo. É um processo metódico que segue uma clara e lógica descrição gráfica das causas raiz do possível perigo e é importante na identificação dos elementos críticos. Por outro lado, esta técnica requer muito tempo para ser aplicada e apenas se refere a um problema específico que foi anteriormente identificado por outro método de análise de risco. A validade de um estudo baseado neste método poderá ser limitada se a informação ao dispor for insuficiente ou irrelevante. Uma informação incorreta poderá levar a uma má avaliação dos riscos (Crawley, 2020). A Análise de Árvore de Falhas pode assim também ser aplicada na área de manutenção com o propósito de identificar possíveis causas de acidentes durante a realização das tarefas de manutenção. Esta análise pode desempenhar um papel na promoção da segurança no contexto da manutenção.

### 2.3.4 Árvore de eventos – ETA

A Análise de Árvore de Eventos (ETA) é uma representação gráfica de possíveis consequências de um acidente que resulta de um determinado evento inicial. A análise considera os *inputs* dos sistemas de segurança referentes ao evento inicial e aos efeitos de natureza aleatória (Ex: probabilidade de ignição). Qualitativamente é possível determinar o alcance de consequências e, quantitativamente, é possível determinar a probabilidade e frequência dos vários cenários.

A análise começa com um evento ou falha inicial. Os fatores que determinam os resultados são considerados separadamente, que poderão ser funções de segurança incorporadas ao sistema, condições externas que afetam ou respostas diferentes dos operadores. Cada um pode ser expresso por “sim/sucesso” (A) ou “não/falha” ( $\bar{A}$ ). A árvore de eventos é então construída da esquerda para a direita, começando no evento inicial, e vai evoluindo consoante cada fator é considerado, conforme mostra a Figura 5, onde se pode verificar os vários cenários resultantes de um evento inicial e da forma de atuação de três elementos (A, B e C) (Crawley, 2020).

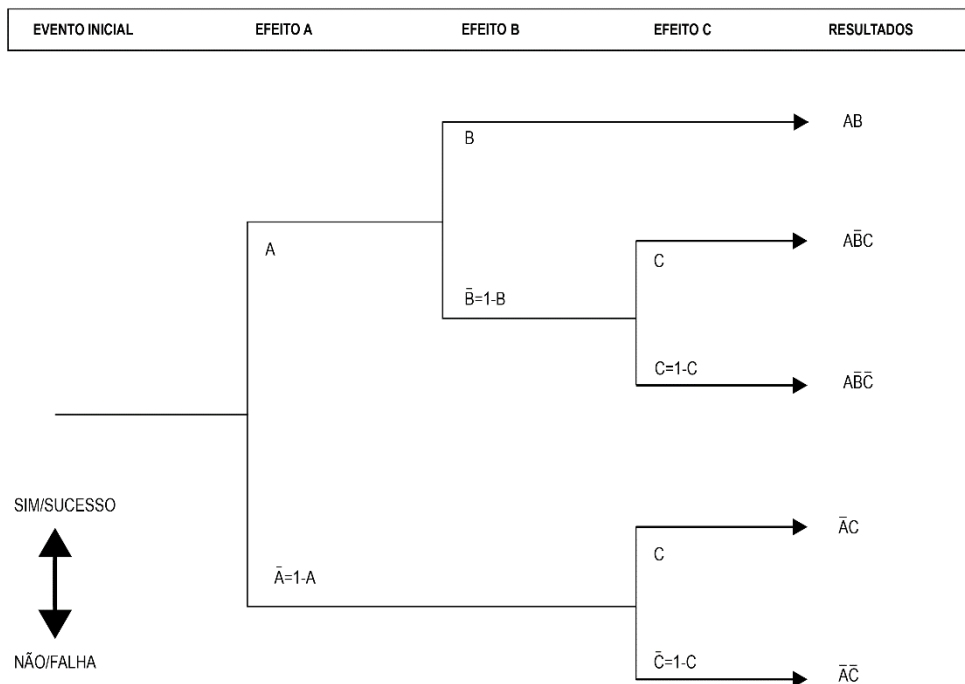


Figura 5 - Representação de uma árvore de eventos (adaptado de (Crawley, 2020))

A árvore de eventos fornece resultados rápidos na quantificação do risco. Este método tem sido utilizado para deduzir uma relação lógica entre a probabilidade de falha de eventos básicos e a probabilidade de um acidente consequente desse evento. As possíveis consequências do acidente podem ser determinadas (Hosseini et al., 2020). A Análise de Árvore de Eventos também pode desempenhar um papel importante nas atividades de manutenção, podendo ser aplicada para entender os cenários que surgem ao ocorrerem erros durante a atividade de manutenção, contribuindo desta forma para a prevenção de acidentes.

### **2.3.5 HAZOP**

O estudo HAZOP, desenvolvido nos anos 60, é uma das técnicas de identificação de perigos mais utilizadas na indústria química. Um estudo HAZOP é uma análise estruturada de um sistema, processo ou operação. A equipa que utiliza este método efetua um aprofundado estudo linha-a-linha ou estágio-a-estágio de um processo ou operação. Isto é feito utilizando os parâmetros de um sistema para procurar desvios ao normal funcionamento do sistema em questão. Quando um potencial perigo ou dificuldade operacional é encontrada a equipa de análise, baseada na sua experiência, decide se algumas alterações ou investigações adicionais são necessárias. Após este estudo, um relatório terá de ser elaborado (Tyler and Crawley, 2015).

Os limites, ou fronteiras, do estudo têm de ser definidos cobrindo os componentes de um equipamento que serão examinados, assim como os seus modos de operação. O estudo tipicamente é elaborado por uma equipa experiente e qualificada, normalmente da própria unidade fabril, escolhidos pelo seu conhecimento acerca da fábrica, processos e modos de operação, sistemas de controlo e potenciais perigos. O processo ou operação é dividido em secções ou estágios e os mesmos são examinados separadamente. Inicialmente desenvolve-se uma intenção de projeto para a secção a examinar e, posteriormente, são considerados possíveis desvios, como por exemplo o aumento de caudal ou aumento de temperatura. Para facilitar a identificação de possíveis desvios podem ser utilizados parâmetros de operação de um equipamento ou sistema, conforme Tabela 5, e palavras-guia, Tabela 6.

**Tabela 5 - Exemplos de parâmetros de operação (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015))**

<b>Caudal</b>	<b>Pressão</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Mistura</b>	<b>Movimento</b>
<b>Transferência</b>	<b>Nível</b>	<b>Viscosidade</b>	<b>Reação</b>	<b>Composição</b>
<b>Aditivo</b>	<b>Separação</b>	<b>Tempo</b>	<b>Fase</b>	<b>Velocidade</b>
<b>Tamanho de Partícula</b>	<b>Medida</b>	<b>Controlo</b>	<b>pH</b>	<b>Sequência</b>
<b>Comunicação</b>	<b>Start/stop</b>	<b>Operação</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Serviços</b>

**Tabela 6 - Palavras-Guia e significados (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015))**

<b>Palavra Guia</b>	<b>Significado</b>
<b>Não</b> (nenhuma)	Nenhuma das intenções do projeto é alcançada
<b>Mais</b> (maior)	Incremento quantitativo num parâmetro
<b>Menos</b> (ou menor)	Diminuição quantitativa num parâmetro
<b>Como</b>	Uma atividade adicional ocorre
<b>Parte de</b>	Apenas parte das intenções de projeto é alcançada
<b>Reverso de</b>	O oposto lógico da intenção de projeto ocorre

A análise HAZOP identifica sistematicamente todas as possíveis causas e consequências dentro do sistema para cada desvio hipotético de uma ou mais variáveis do processo.

Se uma causa estiver ligada a um desvio, então os efeitos ou consequências são analisadas e a equipa deverá decidir se os sistemas de segurança reduzem o risco até um nível aceitável. Se isso não se constatar ou se residir alguma dúvida em alguma das partes da análise, uma ação recomendada é assinalada com um número de referência, parâmetro, palavra-guia, causa e sistema de segurança, conforme o exemplo apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7 - Exemplo de registo numa análise HAZOP (adaptado de (Tyler and Crawley, 2015))**

<b>Referência nº</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Palavra-guia</b>	<b>Causa</b>	<b>Efeito</b>	<b>Sistemas de segurança</b>	<b>Ações</b>

Alguns dos elementos importantes num estudo HAZOP são a sua especificação, a preparação do estudo, a análise detalhada, a preparação do relatório e, antes de tudo, a constituição da equipa. A composição da equipa que efetua o estudo é um dos fatores mais importantes no sucesso do mesmo. O tamanho das equipas varia consoante o tipo de estudo. A equipa multidisciplinar deve incluir especialistas em projeto de processo, operação e manutenção, sob liderança adequada para que se identifiquem as causas e consequências de cada desvio anormal das variáveis. Deste modo, as interações entre componentes e subsistemas podem ser bem estudadas (Hu et al., 2012). A análise HAZOP permite a identificação de perigos decorrentes de desvios de processos industriais. Desta forma, este tipo de análise pode ser também utilizado para identificar os desvios por forma a alertar os profissionais de manutenção para potenciais riscos durante as intervenções de manutenção.

### **2.3.6 Análise dos modos de falha e efeitos – FMEA**

A Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA) é um estudo dos vários modos de falha passíveis de ocorrer num sistema ou processo, sendo também utilizada para identificar as potenciais causas e efeitos de cada modo de falha identificado. A ferramenta é utilizada para a melhoria de um projeto, no desenvolvimento de um processo ou produto final (Pinna et al., 2008).

A FMEA baseia-se num raciocínio lógico que visa melhorar um processo ou projeto e, quando bem aplicada, identifica quais os modos de falha recorrendo-se da experiência adquirida nos processos e falhas que já ocorreram no passado, ou que se preveja virem a ocorrer no futuro. A análise permite o estudo de falhas em sistemas simples e complexos, pelo que é muito utilizado no universo industrial, como por exemplo, com o foco de melhorar processos nas diversas fases de produção de um produto (Filz et al., 2021).

A FMEA pode ser classificada em dois grandes grupos, FMEA de projeto e FMEA de processo. A primeira lida com atividades de projeto, como por exemplo *design* de produto, maquinaria ou ferramentas, envolvendo a decomposição em subsistemas e componentes e a identificação de potenciais modos de falha de cada um desses itens. Os potenciais modos de falha e potenciais causas são identificados, assim como os efeitos de falha, e posteriormente os riscos desses efeitos são determinados (Teoh and Case, 2004).

Para cada modo de falha, as consequências devem ser determinadas de forma a adequar-se uma resposta ao mesmo. O padrão de análise consiste em definir o limite do estudo e a profundidade da análise. É necessária a descrição completa de um sistema, como o seu modo de operação, assim como num estudo HAZOP. Alguma documentação como desenhos, manuais do equipamento e informação acerca dos sistemas de proteção são importantes para avaliação ao pormenor de um sistema. Na análise FMEA também são tidas em consideração as falhas dos serviços como por exemplo: eletricidade, água, refrigeração, etc. Para que todos estes fatores sejam tidos em conta, a equipa de análise terá que ter um bom conhecimento dos equipamentos ou processos em estudo. Por ser um método muito completo, a FMEA é uma ferramenta que consome muito tempo (Crawley, 2020).

A FMEA de processo desenvolve-se de forma semelhante, mas neste caso focada na sequência e realização das atividades inerentes a um dado processo. Neste caso, a FMEA de processo pode ser adequada e ajustada aos procedimentos relacionados à atividade de manutenção, analisando de que forma se pode falhar num determinado processo, as causas dessas falhas e as consequências dos efeitos das referidas falhas, podendo-se determinar um número de risco para cada modo de falha identificado.

A ferramenta pode também ser utilizada no desenvolvimento de planos de manutenção, como se verifica no processo RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade) (Stamatis, 2003). Ao aplicar esta ferramenta, o líder de equipa deve contribuir com uma análise técnica do sistema, produto ou processo, e para identificar a sua função e todos os modos de falhas possíveis. Após este passo, são consideradas as consequências, tanto para o subsistema como para o sistema global.

A FMEA é uma técnica eficaz fácil de aplicar e cuja análise pode destacar as falhas específicas ou gerais de um sistema. No entanto, a técnica não permite identificar combinações de falhas e a mesma foca-se no produto ou processo, e não em erros operacionais (Crawley, 2020).

Segundo (Liu et al., 2016), os principais passos para a aplicação da FMEA são: determinar o âmbito da FMEA; determinar a equipa responsável pela aplicação da FMEA, definir potenciais modos de falha; determinar ocorrência, severidade e deteção; calcular o nível de prioridade de risco (RPN); definir ações recomendadas para cada caso.

A Tabela 8 mostra um exemplo de como a FMEA pode ser aplicada na análise de uma falha de um componente.

**Tabela 8 – Tabela simplificada utilizada na FMEA (adaptado de (Hodkiewicz, Klüwer, Woods, Smoker, & Low, 2021))**

<b>Referência</b>	<b>Componente</b>	<b>Função</b>	<b>Modo de falha</b>	<b>Efeito da falha</b>
10.1.1.	Filtro Eletrostático	Filtrar o ar	Curto Circuito	Perda de capacidade de filtragem

A análise dos modos de falha é realizada e, com base nos resultados, o risco de cada modo de falha é quantificado avaliando a probabilidade de ocorrência (O), a probabilidade de detecção (D) e a severidade (S), sendo cada entrada classificada, por exemplo, numa escala de 1 a 10. O número de prioridade de risco (RPN) é calculado para cada modo de falha, recorrendo à expressão (3) (Filz et al., 2021).

$$\mathbf{RPN = O \times S \times D} \quad (3)$$

No cálculo do número de prioridade de risco (RPN), um valor alto de S indica um efeito significativo de uma falha ou erro, um valor alto de D indica uma baixa probabilidade de detecção de uma falha ou erro, e um valor alto de O indica alta probabilidade de ocorrer uma falha ou erro (Wälder and Wälder, 2017). Com base nesta avaliação, são definidas as medidas a aplicar para que se evitem falhas nos equipamentos, sistemas ou em processos ou procedimentos.

É assim importante também destacar a utilidade da Análise dos Modos de Falha e Efeitos no contexto da manutenção. Os modos de falha que podem surgir num determinado processo ligado a uma intervenção de manutenção podem ser identificados com esta abordagem. É possível obter um maior entendimento dos modos de falha que podem representar um risco para os profissionais de manutenção aplicando a FMEA a um procedimento específico de manutenção.

### 2.3.7 *Job Safety Analysis – JSA*

O objetivo da *Job Safety Analysis* (JSA) é identificar e avaliar todos os elementos de risco associados a uma tarefa para que se possam aplicar medidas para eliminar e/ou controlar os perigos (Albrechtsen et al., 2019).

O processo da JSA inclui três principais etapas (Rozenfeld et al., 2010):

1. **Identificação:** Escolher uma atividade específica e dividir numa sequência de estágios, identificando todos os possíveis incidentes de perda de controle que podem ocorrer;
2. **Avaliação:** Avaliar o nível de risco para todos os incidentes identificados;
3. **Ação:** Controlar o risco tomando medidas suficientes com o objetivo de reduzi-lo ou eliminá-lo.

Para se determinar uma ordem de prioridade, o nível de cada risco de acidente é avaliado a partir da probabilidade e do resultado esperado do incidente. A probabilidade de ocorrência de acidentes pode ser reduzida se os trabalhadores tiverem procedimentos de trabalho e conseguirem avaliar o próprio ambiente de trabalho. A gestão de um ambiente de trabalho seguro com uma supervisão das tarefas é crucial para uma atividade com reduzida probabilidade de acidente (Morrish, 2017).

Após a avaliação dos possíveis riscos, são determinadas as medidas para a redução e controle dos mesmos. Entre as medidas, estas poderão ser:

- **Eliminar o risco:** Modificar profundamente um processo, substituir substâncias potencialmente perigosas, melhorar a segurança e condições de trabalho ou substituir ferramentas de trabalho;
- **Controlar o risco:** Quando o risco não é totalmente eliminado, sistemas de restrição são utilizados para controle do mesmo;
- **Rever processos:** Poderá ser necessário alterar algumas fases de processo que possam ter grau de risco elevado;
- **Reduzir exposição:** A medida pressupõe que se reduza o tempo ou número de vezes que um trabalhador está exposto a uma determinada atividade de risco.

A JSA é uma ferramenta essencial pois, quando usada constantemente, traduz-se num portfólio rico em informação que fornece compreensão de como é possível reduzir o potencial para eventos indesejados (Zheng et al., 2017).

É assim evidente a aplicabilidade da JSA à função de manutenção, uma vez que se foca em identificar formas de eliminar, controlar e reduzir o risco associado a uma atividade. No contexto de manutenção, quando bem aplicada, a JSA é uma ferramenta valiosa para a revisão de processos, redução da exposição ao risco e promoção de segurança para os profissionais de manutenção.

## Capítulo 3 – Atividade de Manutenção

Com o aumento da consciência de que a manutenção não apenas garante elevados níveis de segurança e alta fiabilidade nos locais de trabalho, mas também cria valor nos processos, a manutenção tornou-se um dos focos de estratégia para qualquer sector. Com esta mudança de mentalidade, a manutenção foi desenvolvida e é hoje uma atividade complexa de grande investimento com o foco de que uma manutenção eficiente aumenta o lucro de uma empresa (Holmgren, 2006). Segundo a terminologia de manutenção, regida pela NP EN 13306 (IPQ, 2021), a manutenção é definida como a combinação de técnicas e ações destinadas a manter ou restaurar um determinado equipamento para que este se encontre apto a desempenhar a sua função.

Na execução da manutenção deve entender-se o conceito de falha e avaria. A falha é definida como o fim da capacidade de um componente ou equipamento executar a função requerida. O componente ou equipamento encontra-se avariado após a falha, pelo que a falha é considerada a ocorrência que leva ao estado de avaria (Pereira and Sena, 2012). Determinados acidentes industriais com elevado grau de severidade registados na história foram provocados por falhas na manutenção. A manutenção é fundamental pois permite:

- Aumentar a fiabilidade das máquinas e equipamentos diminuindo o número de paragens por avaria;
- Melhorar a qualidade pelo aumento do desempenho de máquinas e equipamentos;
- Diminuir custos, pois máquinas melhor ajustadas apresentam maior eficiência e, por esse motivo, evitam-se perdas de produção e matérias-primas;
- Aumentar a vida útil das máquinas, equipamentos e instalações por diminuição do desgaste dos mesmos;
- Melhorar a segurança na operação devido ao facto de as máquinas terem menor probabilidade de funcionar de forma irregular;
- Contribuir para a preservação do meio ambiente precavendo qualquer poluição causada por fugas de substâncias ou emissões de agentes nocivos;
- Melhorar especificação de projeto de futuras instalações com base nas anteriores inspeções.

A manutenção é realizada em todos os setores de atividade e, por esse motivo, abrange uma vasta diversidade de tarefas que podem ser executadas em variados tipos de ambiente de trabalho (Pinto, 2016).

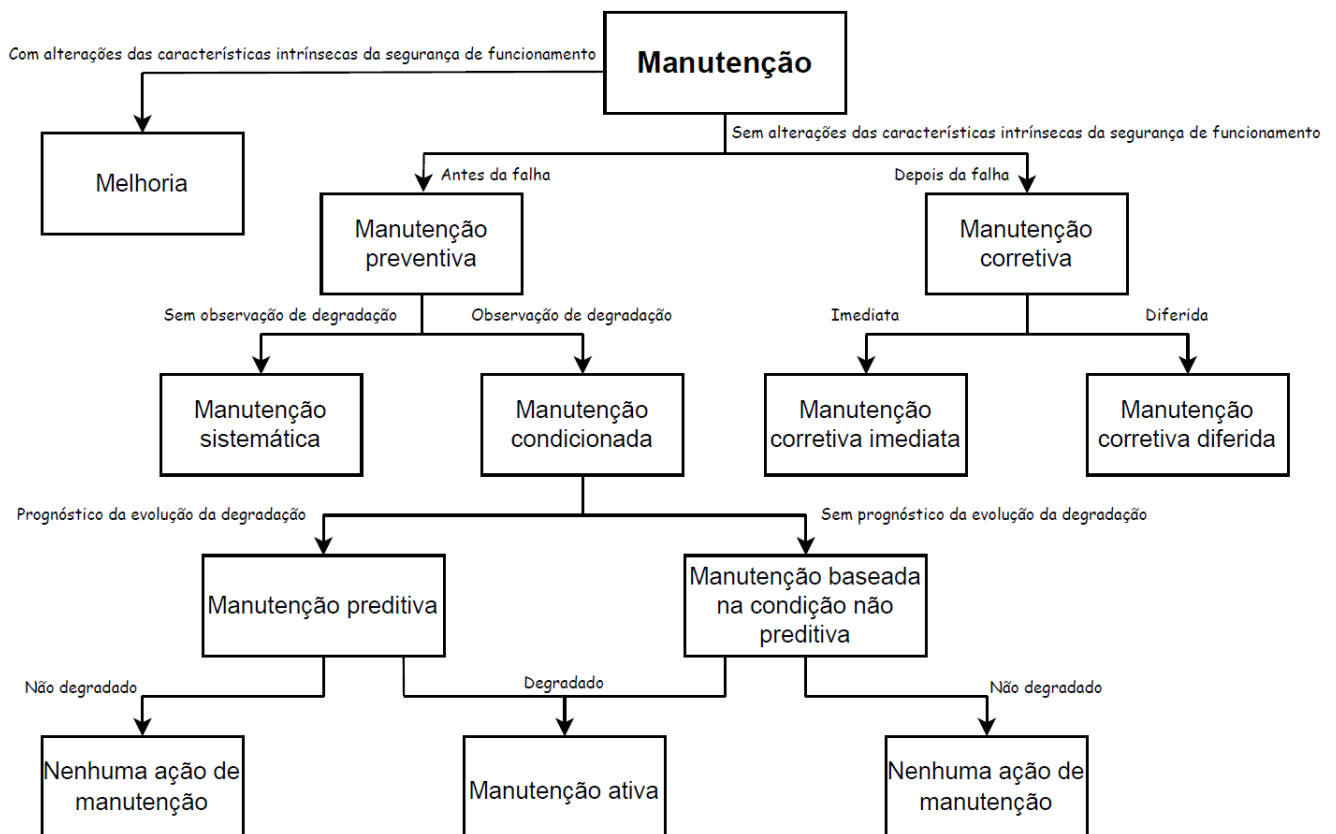
É possível agrupar as atividades de manutenção em duas áreas funcionais: as Funções primárias, que estão relacionadas com o trabalho efetuado por um serviço de manutenção numa base diária, como manutenção de instalações e equipamentos, programação e controlo de trabalhos, inspeção, lubrificação e limpeza de equipamentos, correção de defeitos; e as Funções secundárias, que surgem por experiências precedentes, como higiene e segurança no trabalho, controlo de fontes de poluição e gestão de energia.

Para que se atinja o objetivo de manutenção, é necessário implementar a estratégia da manutenção, que será o método utilizado, e definir um plano de manutenção, que será de forma estruturada o leque de tarefas que definem as ações, procedimentos e sua duração para executar a manutenção. Determinar quando e como efetuar as intervenções de manutenção são dois passos essenciais para o seu sucesso (Ai et al., 2020).

A manutenção tem a missão de garantir vigilância permanente ou periódica, ações de diagnóstico, ações paliativas e reparações, e ações preventivas e proativas (Ferreira, 2021), e o objetivo de otimizar a relação custo/período de funcionamento dos equipamentos (Pereira and Sena, 2012).

A atividade de manutenção na década dos anos 40 era pouca ou inexistente. Os equipamentos eram reparados quando se verificava falha efetiva, enquanto, a partir da década dos anos 80, a manutenção começou a ser uma prática corrente que se focava na elevada disponibilidade, elevada fiabilidade e grau de segurança, melhor qualidade do produto, longa vida do equipamento e eficiência do investimento. Isto significa que a manutenção era inicialmente realizada através de reparações simples, sem carácter sistemático, realizadas pelos próprios operários da produção e apenas na presença de uma avaria e que, com o passar do tempo, a manutenção passou a ser realizada através de um domínio completo de metodologias preventivas, e com uma abordagem sistemática (Arunraj and Maiti, 2007).

A manutenção pode classificar-se essencialmente como manutenção preventiva ou manutenção corretiva. Na Figura 6 são mostrados os tipos de manutenção que podem ser adotados.



**Figura 6 - Tipos e estratégias de manutenção (adaptado de (IPQ, 2021))**

A manutenção planeada permite um melhor planeamento de ação da manutenção por não responder por reação a uma avaria. Este tipo de manutenção pode, por exemplo, passar pela afinação de uma válvula ou substituição de uma correia (Pitéu, 2011).

Na última década (2010 a 2020), a fiabilidade de sistemas industriais tem sido intensamente analisada. Vários modelos de otimização de planeamento de produção e manutenção preventiva têm sido desenvolvidos na literatura, com o objetivo de alcançar a maximização de disponibilidade de maquinaria e minimizar o custo total de produção (Liu et al., 2021).

Tratando-se de uma tipologia de manutenção com um custo em média três vezes superior ao de uma manutenção preventiva, a manutenção corretiva é uma tipologia de manutenção a evitar (Moblely, 2002), exceto em situações em que se afigure a melhor estratégia. Perante a necessidade de se efetuar uma manutenção corretiva, a falha deve ser avaliada consoante o nível de criticidade da incidência em questão.

### **3.1 Tipos de manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva é uma abordagem proativa de ações planejadas para reduzir a probabilidade de ocorrerem falhas em equipamentos. Algumas destas abordagens são baseadas no tempo, com inspeções programadas que são efetuadas com regularidade. Outras podem ser baseadas em condições de operação, como monitorizando temperaturas ou vibrações para identificar quando se deve intervir num equipamento.

A manutenção preventiva pode desta forma ser sistemática, ou condicionada. Na manutenção preventiva condicionada procede-se à monitorização sistemática das condições de serviço dos equipamentos tendo em conta as medições dos seus parâmetros de funcionamento. Quando são detetados valores acima (ou abaixo) do que é um valor de referência para aquele parâmetro de funcionamento, a máquina pode encontrar-se perante o início de uma avaria. Estas medições monitorizam a degradação do equipamento, e podem ser feitas através de análise de temperaturas ou vibrações, por exemplo. A manutenção preventiva sistemática, por sua vez, é um tipo de manutenção que é efetuada periodicamente, tem como base o conhecimento acerca do comportamento ou lei de degradação de um equipamento, e não tendo em consideração a condição do bem. Este tipo de manutenção de rotina não reage a uma avaria pontual e tem um planeamento prévio (Pereira and Sena, 2016).

#### **3.1.1 Manutenção preventiva sistemática**

Conforme mencionado anteriormente, a manutenção preventiva sistemática define-se pelas ações com periodicidade definida e previamente planejadas com o objetivo de evitar a falha num equipamento. Este tipo de manutenção tem a vantagem de que as atividades de manutenção e as paragens num ambiente de trabalho são planejadas de acordo com o planeamento da produção. Em termos de desvantagens pode-se apontar em alguns casos um custo elevado e, derivado da frequência com que estas máquinas são intervencionadas, existir uma maior probabilidade de erro de origem humana (Viegas, 2014).

Esta estratégia pressupõe a calendarização das intervenções a efetuar. O intervalo de tempo entre intervenções pode ser definido em horas de funcionamento, dias de calendário ou ciclos de arranque, desde que estes intervalos sejam cíclicos e que forneça informação acerca do estado de um componente ou equipamento (Santos, 2015).

Tendo em conta que as intervenções são feitas periodicamente, o risco de falhas e avarias graves reduz drasticamente, e a segurança de um equipamento e do ambiente de trabalho aumenta consideravelmente. Por outro lado, esta tipologia de manutenção é baseada na ideia de que os equipamentos apresentam falhas perto do tempo estimado. Isto significa que a manutenção terá custos desnecessários caso a manutenção seja realizada a intervalos mais curtos que o necessário, ou irá traduzir-se no surgimento de falhas, se esses intervalos forem demasiado longos face às necessidades.

### **3.1.2 Manutenção preventiva condicionada**

No caso da manutenção preventiva condicionada, esta é acionada quando surge a necessidade em conformidade com a leitura de certos parâmetros que se encontram a ser monitorizados. Este tipo de manutenção reduz os acidentes por falhas “catastróficas” significativamente, pois aumenta o nível de segurança pessoal e de uma instalação (Kardec and Nascif, 2006).

É recorrente utilizar este tipo de manutenção em equipamentos que tenham avarias frequentes ou em equipamentos cuja falha pode comprometer a segurança. Este tipo de manutenção permite controlar de forma eficaz as peças de reserva e sua limitação, aumentar a produtividade de um sistema e aumentar o tempo de vida útil de um equipamento. Inicialmente deverá identificar-se o que se entende por falha relativamente aos parâmetros definidos. Estes parâmetros podem ser temperatura, pressão, vibrações, caudal, etc. Através do controlo da condição dos bens podem-se as tarefas de manutenção apropriadas, antes da ocorrência da falha (Viegas, 2014).

A falta de dados para analisar se um equipamento necessita de manutenção leva a um grande custo na atividade de manutenção quando na presença de intervenções desnecessárias. A premissa da manutenção preditiva é baseada na monitorização de condições na operação de uma máquina. A recolha desta informação permite otimizar o intervalo de manutenções e eliminar intervenções desnecessárias. Esta análise de condição pode passar pela monitorização de vibrações, monitorização de parâmetro de funcionamento (ex. pressão), termografia, análise de óleos (tribologia) e inspeção visual (Moblely, 2002).

Este tipo de manutenção intervém minimamente na produção e evita intervenções desnecessárias devido ao constante acompanhamento da condição dos equipamentos, pelo

que é muito eficaz. A manutenção condicionada requer análise e diagnóstico, de forma sistematizada, dos parâmetros recolhidos acerca de um equipamento (Kardec and Nascif, 2006).

### 3.2 Tipologias de atividades de manutenção

Várias tipologias de atividades de manutenção são relevantes para o planeamento da mesma (Pinto, 2016):

- **Inspeção** – Através de observações, testes ou calibrações realizadas antes ou durante as atividades de manutenção.
- **Controlo de condição** – Através da observação do estado atual de um equipamento ou sistema. Avalia parâmetros e controla o estado da sua condição.
- **Ensaio de conformidade** – Ensaio que avalia se uma característica ou propriedade do equipamento ou sistema está de acordo com as suas especificações nominais.
- **Ensaio de funcionamento** – Verifica se o equipamento ou sistema encontra-se em condições de cumprir a função requerida. Este ensaio é efetuado depois da realização das ações de manutenção.
- **Melhoria** – Medidas de natureza técnica e de gestão com o objetivo de melhorar a segurança ou eficiência de um equipamento ou sistema sem modificar a sua função.
- **Rotina** – Atividades de manutenção de forma regular ou repetitiva.
- **Revisão** – Conjunto de inspeções e ações com o objetivo de manter o nível de disponibilidade requerido e segurança de um equipamento.

Além da garantia do bom funcionamento dos equipamentos, a manutenção tem também a responsabilidade de manter a segurança de um equipamento em funcionamento. Existe uma relação entre o número de acidentes de trabalho e a qualidade de um plano de manutenção e, em caso de uma manutenção deficiente, podem surgir consequências graves também com custos elevados (Viegas, 2014).

A inexistência de manutenção ou manutenção deficiente pode provocar acidentes catastróficos e resultar em fatalidades ou danos permanentes nos operacionais de uma empresa. É então importante a existência da manutenção focada na mitigação dos perigos em qualquer ambiente de trabalho. Apesar da manutenção ter um papel relevante na

diminuição do risco, este está quase sempre presente na atividade de manutenção, pois a natureza do trabalho promove a exposição a vários perigos. O presente trabalho tem o objetivo de aprofundar a compreensão desses riscos inerentes à manutenção e fornecer diretrizes práticas para que seja possível mitigá-los, ou no limite diminuí-los.

Os acidentes podem surgir de variadas fontes. Estas podem ser falta de inspeção numa ferramenta elevatória, provocando a queda de equipamento sobre o pessoal, ou a própria queda do pessoal. Instalações elétricas com manutenção defeituosa são grandes fontes de perigo, podendo a consequência ser um acidente fatal. As bancadas de trabalho, assim como o pavimento de passagem de maquinaria, quando não são sujeitas a manutenção regular podem provocar acidentes graves com perdas de equipamento e vida humana.

O tipo de risco presente em cada atividade de manutenção depende do ramo da indústria na qual essa intervenção é aplicada e, como a mesma é efetuada em todos os sectores, o número de perigos presentes é grande. Numa indústria metalomecânica um dos riscos muito presentes é o de esmagamento de membros por conta da maquinaria pesada, numa indústria química um dos riscos passa por intoxicação por gases e/ou produtos químicos, num posto de produção de eletricidade está presente o risco de choque elétricos e queimaduras. Numa atividade de manutenção onde há contacto com agentes biológicos, por exemplo, estão presentes os vírus e as bactérias, que são perigos que podem ter consequências graves na saúde de quem intervém na manutenção (Pinto, 2016).

A manutenção eficiente garante segurança dos equipamentos, devendo ser executada de forma adequada, de forma a garantir a segurança de quem está no local. Muitas vezes as atividades de manutenção são efetuadas com equipamentos ou processos em funcionamento, onde o contacto com os mesmos é próximo. Devido ao fator erro humano e às operações de manutenção, incluindo desmontagem e montagem de componentes, os acidentes associados à manutenção partem muitas vezes do próprio interveniente. A subcontratação de pessoal não especializado para realizar determinadas tarefas de manutenção também é muitas vezes um fator causador de incidentes ou acidentes, muito frequentemente pela falta de conhecimento do espaço onde vão atuar.

Consoante o sector onde é aplicada a atividade de manutenção, os perigos podem apresentar-se de variadas formas (Rocha, 2014).

Por exemplo, os perigos psicossociais presentes no seio empresarial podem promover fadiga, stress e outros riscos para a saúde dos funcionários. A atividade laboral noturna e por turnos,

a pressão de conclusão de trabalho num período curto e dificuldades de comunicação são potenciais causadores de danos a nível de saúde do pessoal.

Os perigos químicos, por sua vez, estão presentes em muitos sectores de indústria em tarefas como manutenção de oficinas e instalações industriais, trabalhos em espaços confinados e pouco ventilados. Estes perigos podem provocar danos irreversíveis na saúde dos técnicos.

Por fim, os perigos físicos são os que se encontram em maior número na atividade de manutenção. Estes podem aparecer na forma de vibrações, calor, radiação, ruído, carga de trabalho elevada, manutenção em pontos altos de difícil acesso. Muitas destas tarefas de manutenção passam por inspeção, desmontagem, soldura, furação ou trabalhos no exterior e à intempérie.

### **3.3 Manutenção em Portugal e na Europa**

Em Portugal, a manutenção é um requisito legal, no contexto da Segurança, Higiene e da Saúde no Trabalho. A Lei n.º 102/2009 (DRE, 2009) regula as prescrições para que se garanta a segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos. A vasta diversidade de tarefas e de máquinas, ferramentas e equipamentos utilizados obriga a um conhecimento profundo dos aspetos operativos, mecânicos, elétricos, pneumáticos, de lubrificação, pintura, desengorduramento e limpeza dos equipamentos utilizados na manutenção (Pinto, 2016).

As tarefas de manutenção comportam uma diversidade de perigos que podem ser na forma de ruído, trabalhos em altura, vibrações, contato com eletricidade, constrangimentos físicos, contato com substâncias gasosas e perigosas, radiação e contato com equipamentos em movimento. Os modos de acidente em trabalhos de manutenção que mais surgem são: quedas e quedas em altura, contato com eletricidade, queimaduras químicas e térmicas, incêndios e explosões e esmagamento ou corte devido a mecanismos em movimento (Mansdorf, 1993).

Segundo informação de acidentes a nível europeu, 20% dos acidentes que ocorreram na Bélgica, entre 2005 e 2006, estavam relacionados com a atividade de manutenção (Pinto, 2016). Na Finlândia também se verificaram acidentes na manutenção, estes perfazendo 18 a 19% dos acidentes registados. As principais origens registadas foram: a não utilização de equipamento de proteção individual (EPI), utilização de ferramentas impróprias para a

atividade, posturas inseguras ou incorretas no ambiente de trabalho, uso incorreto de ferramentas, trabalhos sem autorização, lubrificação reparação ou limpeza de máquinas ou elementos em movimento ou sob pressão, inutilização de dispositivos de segurança dos equipamentos.

### **3.4 Programa de prevenção de riscos**

Um programa de prevenção de riscos numa atividade depende de um conjunto de fatores que, quando não salvaguardados, se traduzem na deterioração das condições de segurança. Este tipo de programa descreve como o controlo dos riscos será implementado. Um programa eficaz terá em consideração os riscos de maior potencial como prioridade, mas com o objetivo geral de assegurar um controlo de riscos a longo prazo para a organização (OSHA, 2016).

O programa de gestão da prevenção de riscos na atividade da manutenção necessita de diretrizes. Alguns fatores de sucesso que se podem considerar na implementação de um programa deste tipo são o empenho da gestão de topo, planificação da prevenção, envolvimento e participação dos colaboradores, supervisão, métodos de trabalho seguros com orientações claras, melhoria contínua, comunicação eficaz e continuada, formação e treino, inclusão de manutenção no sistema global, e motivação e comunicação assertiva (Pinto, 2016).

#### **3.4.1 Planificação da prevenção**

De forma a garantir a qualidade e segurança na atividade da manutenção, dada a ampla gama de riscos que a manutenção comporta, devem ser identificados os perigos e avaliados os riscos utilizando ferramentas para o efeito.

Os colaboradores deverão ser envolvidos na avaliação pelo conhecimento que detêm dos equipamentos e do ambiente de trabalho.

### **3.4.2 Envolvimento e participação dos colaboradores e supervisão**

Para que a responsabilidade seja assumida pela totalidade da organização, e para que a informação flua facilmente pelos variados departamentos da mesma, é necessária a participação ativa de todos os colaboradores. Os colaboradores devem ser envolvidos na fase de planeamento, nomeadamente na fase de identificação de perigos e atribuição de medidas para prevenção dos mesmos. A sua participação tem um papel preponderante na motivação e sensibilização de cada colaborador na execução da manutenção e cumprimento das medidas estabelecidas.

O chefe de equipa deverá ter uma vasta experiência no leque de tarefas de manutenção que irá liderar, para que possa responder de imediato a qualquer dificuldade no campo. A supervisão monitoriza e controla a execução das atividades seguindo as instruções estabelecidas. Devido à diversidade de tarefas presentes e à constante variabilidade de condições nas quais o trabalho decorre, a supervisão é uma ferramenta importante para prevenir acidentes. O progresso dos trabalhos e respetiva monitorização do controlo dos riscos devem estar presentes desde a planificação da prevenção (OSHA, 2016).

Antes de iniciar qualquer trabalho, a equipa de manutenção terá de reunir com a chefia para que se defina quais os perigos no trabalho a fazer e quais as medidas implementadas para prevenir as mesmas, ou eventualmente socorrer-se de algumas metodologias, análises e estudos dentro dos apresentados no capítulo 2. Durante estas atividades, a supervisão deverá ser efetuada de forma a verificar o cumprimento de instruções ou a corrigir qualquer desvio detetado. Por vezes as próprias tarefas podem ser reprogramadas durante a manutenção, quando a situação assim obriga. Quando as tarefas se encontram concluídas, deve-se certificar de que os dispositivos de proteção dos equipamentos estão colocados de forma funcional. A equipa de manutenção, após os trabalhos, deverá abandonar as zonas de perigo. As ferramentas e equipamentos da atividade deverão ser retirados da zona onde as tarefas foram efetuadas e o ambiente de trabalho deverá ser devidamente limpo (Pinto, 2016).

### **3.4.3 Métodos de trabalho seguros com orientações claras**

As tarefas de manutenção são executadas consoante um planeamento previamente concebido com procedimentos bem definidos. No caso de ocorrências imprevistas, haverá também

procedimentos estabelecidos para que se dê uma resposta imediata. Por vezes os trabalhos podem mesmo ser interrompidos.

#### **3.4.4 Melhoria contínua e comunicação eficaz**

O desempenho das atividades de manutenção deve ser avaliado de forma contínua com base nas avaliações de riscos, inspeções e análise de incidentes e acidentes previamente ocorridos e, não menos importante, das sugestões de todos os colaboradores. Todos os eventos passados podem ser utilizados como uma ferramenta para melhoria contínua dentro da atividade de manutenção.

Qualquer informação relevante deve ser partilhada entre as partes envolvidas, incluindo colaboradores diretamente envolvidos nas tarefas de manutenção ou qualquer colaborador afetado pelas mesmas. A comunicação entre a manutenção e a produção é essencial, quer sejam contratados ou subcontratados. O sistema de comunicação interna deve encorajar os colaboradores, em qualquer que seja a circunstância, a informar os supervisores de algum risco presente num local de trabalho (Work Environment Council of NJ, 2019).

#### **3.4.5 Formação e treino**

É obrigatório por lei que as equipas de manutenção tenham formação. Quem executa tarefas de manutenção deverá ser competente, pelo que, esta formação deverá ser utilizada para fornecimento de procedimentos dos trabalhos, assim como de informação acerca dos riscos associados aos mesmos. O treino das equipas deve complementar a formação. A combinação das duas assegura que os colaboradores terão as habilidades práticas para específicas tarefas (Pinto, 2016).

Terá de haver compromisso de atribuir e comunicar a responsabilidade nos vários aspetos do programa de saúde e segurança para que todos os funcionários, supervisores e gestores envolvidos saibam de forma facilmente compreensível as suas funções (Work Environment Council of NJ, 2019).

### **3.4.6 Motivação e comunicação assertiva**

A comunicação deficiente poderá ser a origem de desentendimentos numa organização. Se a mesma for assertiva, ela promove clareza na linguagem, resolução de conflitos e afirmação pessoal. O comunicador assertivo é simples e direto. É necessário motivar uma equipa para que esta cumpra regras de segurança. Por vezes as equipas são motivadas sendo referenciadas como as capazes de executar os trabalhos de forma competente e no prazo estabelecido, em conformidade com o plano de manutenção previamente definido (Pinto, 2009).

### **3.4.7 Gestão da prevenção em trabalhos de manutenção**

Após uma planificação bem definida, os trabalhos de manutenção devem decorrer em total segurança. Os mesmos só são dados como concluídos quando toda a documentação respetiva também está conforme: registos preenchidos e datados (Pinto, 2009).

Quando a atividade de manutenção é efetuada de modo descuidado, acidentes graves podem surgir, pelo que antes de começar a mesma deverá ter-se em atenção as seguintes etapas: Planificação da atividade; identificação dos perigos; formação e sensibilização dos colaboradores; realização dos trabalhos; avaliação dos resultados e da eficiência dos trabalhos.

A identificação dos perigos começa na recolha de informação tendo em conta o âmbito da intervenção, quais as tarefas e respetivo tempo de manutenção, recursos necessários, acessos à zona ou equipamento sujeito a manutenção e riscos circundantes que possam afetar colaboradores na zona (por exemplo: trabalhadores numa área de produção) (Pinto, 2016). Com toda esta informação inicia-se uma identificação sistemática dos perigos como o confinamento em espaços, exposição a peças móveis de máquinas ou equipamentos em utilização na atividade de manutenção, exposição a eletricidade, substâncias perigosas, ruído e a radiações (Mansdorf, 1993).

Deve verificar-se o progresso do programa de prevenção recorrendo a perguntas como: todas as medidas de controlo foram implementadas conforme o programa? As medidas de controlo foram testadas? Os colaboradores foram devidamente treinados e são acompanhados pelos EPI adequados(OSHA, 2016)?

No decorrer das tarefas poderá haver a revisão de procedimentos ou processos de trabalho existentes. Por este motivo é necessário que haja o registo constante do sucesso da implementação do programa de prevenção de riscos (Work Environment Council of NJ, 2019). O treino dos colaboradores deve complementar a formação para confirmar que a mesma foi passada de forma clara aos colaboradores.

A realização dos trabalhos será efetuada seguindo os procedimentos e programação. A programação de trabalhos deve ser respeitada e, em caso de imprevistos, os trabalhos devem ser reprogramados. A supervisão adequada durante os mesmos garante que as medidas de prevenção e proteção são aplicadas. Nesta fase os modos de operação devem cumprir-se e, em caso de uma emergência, as medidas previstas para resposta devem ser tomadas (Work Environment Council of NJ, 2019). Durante a execução dos trabalhos deve-se primeiramente, certificar de que a zona da intervenção se encontra devidamente sinalizada e que os colaboradores têm total conhecimento das tarefas distribuídas. No decorrer dos trabalhos podem ser identificados novos perigos, pelo que podem surgir novas medidas de prevenção para os mesmos. É imperativo que todos os colaboradores utilizem os EPI de forma correta e que utilizem de forma correta os equipamentos de trabalho.

### **3.5 Riscos e energias associadas**

A recolha de dados surge depois dos trabalhos para se avaliar se os resultados vão ao encontro dos objetivos da programação da manutenção. Os processos são analisados para que se possa promover a melhoria contínua no planeamento da manutenção. Os resultados são avaliados para que se confirme a eficiência dos trabalhos de manutenção.

É possível identificar certos perigos pela análise de energias. Este método permite de forma prática a identificação de perigos. Para que um acidente ocorra, existe a libertação de uma forma de energia que pode provocar dano. Na aplicação desta análise, primeiro identifica-se as energias consoante o tipo de trabalho que se está a executar, de seguida identificam-se os perigos que podem surgir dessas energias e, por fim, estabelece-se uma relação entre os perigos e as formas de acidente (Pinto, 2016). A Tabela 9 relaciona alguns exemplos de acidentes com as energias que estão com eles relacionados.

**Tabela 9 - Tabela de energias (adaptado de (Pinto, 2016))**

<b>Energia</b>	<b>Exemplos</b>
<b>Potencial</b>	Pessoas ou objetos em altura; manipulação e elevação de cargas; colapso de estruturas
<b>Cinética</b>	Partes móveis de equipamentos; cargas em manipulação; veículos em movimento.
<b>Elétrica</b>	Tensão; baterias; correntes indutivas e campos magnéticos
<b>Pressão</b>	Gases; vapor; líquidos; diferenças de pressão; molas.
<b>Incêndio ou explosão</b>	Vapor e gases; reações químicas; gás condensado; substâncias inflamáveis
<b>Radiação</b>	Radiação ionizante; iluminação
<b>Influência química</b>	Elementos corrosivos, asfixiantes, tóxicos e venenosos.

Um dos conceitos de segurança mais importantes para atividades de manutenção é o procedimento lock-out/tag-out. Este procedimento é utilizado para controlar fontes de energia, que podem ser energia elétrica, mecânica, hidráulica, pneumática, química ou radiação. Estas energias são utilizadas para alimentar equipamentos ou sistemas, e uma atividade de manutenção que não tenha em conta as mesmas pode levar a acidentes. O Lock, ou cadeado, imobiliza possíveis fontes de energia para evitar possíveis ativações acidentais e a Tag, ou etiqueta, apresenta informação importante. O primeiro passo é identificar qual o tipo de energia presente no sistema no qual iremos fazer a atividade de manutenção. De seguida a fonte dessa energia deve ser desligada e bloqueada recorrendo ao cadeado e à etiqueta, para que se possa identificar que o equipamento ou sistema como sob atividade de manutenção ou outro tipo de intervenção. Em alguns casos deve confirmar-se que não há vestígios ou energia armazenada, pois a mesma deve ser esgotada ou drenada do equipamento. Certos sistemas como volantes giratórios, molas, sistemas hidráulicos ou sistemas com pressão de ar, gás, vapor ou água podem conter energia residual que permanece no sistema e apresenta um risco de segurança (Canadian Centre for Occupational Health and

Safety, 2021). O cadeado, depois de aplicado, deve ser testado para garantir que o sistema ficou devidamente bloqueado. Após garantir que o sistema ficou devidamente seguro pode proceder-se à atividade de manutenção. Só se deve desbloquear o sistema depois da manutenção estar concluída.

Para que seja possível elaborar uma ferramenta para prevenção e segurança de trabalhos efetuados na manutenção, é necessário saber quais as fontes de perigo em cada sector da indústria e quais as suas consequências.

Por exemplo, na manutenção aeronáutica algumas das ações de manutenção passam por: Limpeza de velas das baterias, inspeção, manutenção e reparação de aeronaves, abastecimento e estacionamento de aeronaves, lavagem de aeronaves, realização de ultrassons, execução de pinturas na aeronave e seus componentes, execução de decapagem, operação com máquinas e ferramentas, lubrificação de componentes, tratamento e substituição de peças, montagem e desmontagem de componentes, aplicação de produtos para tratamento de superfícies de chapa e controlo de corrosão (Reis, 2015).

Neste tipo de manutenção as atividades envolvem perigos que podem provocar acidentes ou colocar em risco a saúde dos colaboradores. Os riscos usualmente identificados na manutenção aeronáutica são (Reis, 2015):

- Presença de elementos químicos como fumos, gases, poeiras e líquidos;
- Presença de elementos físicos como vibrações, temperatura, iluminação e ruído;
- Presença de elementos mecânicos como projeções, golpes ou quedas;
- Presença de eletricidade;
- Riscos ergonómicos como esforços físicos em demasia.

Na manutenção praticada na indústria de extração de petróleo e gás, assim como noutras indústrias, existem alguns riscos de segurança comuns como quedas e atropelamentos. No entanto, a indústria de extração de petróleo e gás apresenta alguns riscos exclusivos, incluindo explosões, incêndios, equipamentos de alta pressão e perigos em maquinaria pesada. A manutenção deficiente de cordas, correntes, cabos elétricos, empilhadoras e camiões, assim como técnicos sem qualificação para fazer a manutenção em tubagens podem provocar graves acidentes neste ramo (Yu et al., 2017).

Alguns perigos presentes nos processos deste ramo industrial são:

- Alta pressão;

- Inalação de fumos e gases;
- Incêndio e explosão;
- Queda;
- Choques elétricos.

Com base nos incidentes neste sector da indústria, algumas conclusões foram retiradas para melhorar a segurança na manutenção. Dispositivos de segurança adequados possibilitam a redução de risco de choque elétrico. Contrapesos e acessórios de içamento são fontes de risco de atropelamento quando não são devidamente fixados com os dispositivos de segurança. No carregamento ou descarregamento de tubos em reboques, os colaboradores podem ser atingidos por materiais tubulares, pelo que se pode aplicar elementos que evitem que os tubos rolem na direção do pessoal. Falando deste tipo de processo industrial, é necessário também ter em conta os riscos de explosão e incêndio, assim como o risco de libertação de alta pressão (Mansdorf, 1993).

Na manutenção metalomecânica os colaboradores podem estar expostos a perigos como ruído laboral, vibrações, amplitudes térmicas, radiações óticas artificiais, entre outros, que obrigam a procedimentos de segurança ou utilização de equipamentos de segurança (Coentro, 2019).

O capítulo 4 tem como objetivo ser uma ferramenta com boas práticas e diretrizes para que a manutenção, qualquer que seja o ramo na qual ela é efetuada, seja feita com o maior nível de segurança para as equipas de trabalho.

É importante salientar que as diretrizes apresentadas de seguida se destinam a servir como orientações gerais para uma vasta diversidade de intervenções de manutenção. Tarefas muito específicas podem exigir uma análise personalizada e mais profunda, pelo que as diretrizes a seguir apresentadas não eliminam a necessidade de uma abordagem mais específica e detalhada em determinados casos.

# Capítulo 4 – Recomendações de prevenção e segurança para trabalhos de manutenção

Por ser uma atividade multifacetada e com um espectro de tarefas muito variado, a manutenção pode expor os trabalhadores a diversos perigos. É importante que a segurança nos trabalhos de manutenção seja tida em conta de forma que se previna qualquer acidente durante os mesmos. Face à necessidade de garantir que não ocorrem acidentes na manutenção, o capítulo 4 surge apresentando algumas diretrizes e recomendações para que se conduzam os trabalhos de manutenção em segurança. A partir deste ponto foi adotada uma estrutura que segue a tipologia de um guia e, daqui para a frente, o documento será referenciado como tal.

## 4.1 Objetivo do Guia

A política de saúde, higiene e segurança no trabalho deve ser uma realidade e a postura dos colaboradores deverá ser nesse sentido. A definição de boas práticas é responsabilidade da administração e aplicada pela organização na globalidade.

A identificação e análise de riscos auxilia na definição de medidas e práticas de prevenção para que todos os trabalhos sejam feitos em condições de segurança.

Tendo em conta todos estes fatores, o presente trabalho tem como objetivo ser uma mais-valia para equipas de manutenção fornecendo algumas ferramentas que permitam a execução dos trabalhos com a máxima segurança possível.

## 4.2 Estrutura do Guia

O guia está estruturado em quatro partes distintas:

1. **Diretrizes de segurança** – pretende-se enunciar algumas recomendações básicas, não só no que toca ao manuseamento de equipamentos e ferramentas, como também aplicáveis em situações que podem surgir de forma generalizada em diversos sectores da atividade de manutenção como a presença de agentes químicos ou trabalhos em altura;

- 2. Perigos comuns e proteções** – pretende-se enunciar alguns perigos que, de uma forma geral, fazem parte do quotidiano de uma equipa de manutenção e quais os equipamentos de proteção que as equipas de trabalhos de manutenção devem utilizar para a prevenção de acidentes de trabalho durante a atividade;
- 3. Inspeção de equipamentos e ferramentas** – pretende-se enunciar alguns procedimentos a ter em conta antes da utilização de equipamentos e ferramentas na atividade de manutenção. Todo e qualquer equipamento deve estar em perfeito funcionamento para que se evitem acidentes durante os trabalhos;
- 4. Sinalização de segurança** – pretende-se enunciar sinalização de segurança que estará presente nas zonas de trabalho.

A tabela 10 apresenta as quatro partes em que este guia se divide.

**Tabela 10 – Estrutura do Guia**

<b>PARTE 1</b>	<b>PARTE 2</b>	<b>PARTE 3</b>	<b>PARTE 4</b>
<b>DIRECTRIZES BÁSICAS DE SEGURANÇA</b>	<b>PERIGOS COMUNS E PROTEÇÕES</b>	<b>INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS</b>	<b>SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ferramentas manuais</li> <li>○ Movimentação manual de cargas</li> <li>○ Manutenção de equipamentos ou circuitos elétricos</li> <li>○ Manutenção em equipamentos hidráulicos e pneumáticos</li> <li>○ Manutenção na possível presença de agentes químicos</li> <li>○ Manutenção em altura</li> <li>○ Trabalhos de corte e soldadura</li> <li>○ Trabalhos em espaços confinados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Proteção da cabeça</li> <li>○ Proteção dos olhos e rosto</li> <li>○ Proteção das vias respiratórias</li> <li>○ Proteção auditiva</li> <li>○ Proteção do tronco</li> <li>○ Proteção dos membros inferiores e superiores</li> <li>○ Proteção contra quedas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacetes e proteção de olhos e rosto</li> <li>○ Calçado de segurança</li> <li>○ Dispositivos anti queda de cargas - cinta e cabos</li> <li>○ Dispositivos anti queda - arneses</li> <li>○ Inspeção de ferramentas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sinais de proibição</li> <li>○ Sinais de aviso</li> <li>○ Sinais de obrigação</li> <li>○ Sinais de salvamento ou emergência</li> <li>○ Sinais relativos ao material de combate a incêndios</li> <li>○ Classificação e rotulagem de substâncias</li> </ul>

## PARTE 1 DIRETRIZES BÁSICAS DE SEGURANÇA

Devido à urgência de ter as máquinas e equipamentos no seu estado normal de funcionamento, por vezes as tarefas de manutenção e reparação não são efetuadas da forma mais correta. Os métodos utilizados nestas situações, por vezes, não são os mais adequados pois comprometem a segurança nas tarefas e promovem a ocorrência de acidentes.

Na eventualidade do trabalho de manutenção ser feito numa zona fora das áreas de trabalho habituais, as ferramentas e equipamentos deverão ser adequados a essa nova realidade de trabalho. Isto quer dizer, por exemplo, que não devem ser adaptadas ferramentas na realização de tarefas que pressupõe a utilização de ferramentas específicas. O plano de trabalhos deverá ser seguido com rigor e a boa execução dos mesmos deve ser verificada. Todas as tarefas de manutenção deverão ser efetuadas por técnicos especializados.

Após a conclusão dos trabalhos e a reposição dos dispositivos de segurança dos equipamentos, quando os mesmos são removidos para a atividade de manutenção, um relatório descrevendo os procedimentos e as dificuldades encontradas nos trabalhos deverá ser entregue à Direção para análise. O relatório deverá incluir quaisquer incidentes fora do decorrer normal da atividade e deverá ser analisado para que exista melhoria contínua no planeamento dos trabalhos.

Em caso de algum incidente, a equipa responsável pelos trabalhos de manutenção deverá ter uma resposta rápida à situação. Desta forma, os seguintes comportamentos devem ser considerados, no caso de um acidente:

- Um colaborador designado deve ser responsável por alertar as entidades de socorro em caso de algum acidente;
- Em caso de acidente ou “quase acidente”, o colaborador deve reportar imediatamente o alarme para o seu superior (por rádio, telefone de emergência ou betoneiras de alarme);
- Se existir alguma vítima, não a movimentar a não ser que esta se encontre em perigo de vida;
- Em caso de temperaturas extremas no local do acidente, proteger a vítima termicamente;
- Desimpedir os acessos e afastar colaboradores que não são necessários ao auxílio de

vítimas, no caso de haver, facilitando a intervenção do socorro especializado;

- Se o acidente ocorreu devido a choque elétrico, não se deve tocar na vítima apenas se a mesma ainda se encontrar em contacto direto com a fonte de energia.

No caso de um acidente reportado, a pessoa responsável pelo alerta externo deverá saber a localização da vítima, de que forma e há quanto tempo ocorreu o acidente, e qual o estado visível da vítima, pelo que a informação passada deve ser clara. Após este tipo de situações, o relatório mencionado acima deverá detalhar os eventos que antecedem o acidente para que se possa mitigar futuras ocorrências do género.

As diretrizes básicas de segurança apresentadas nesta parte do Guia tiveram como base os Manuais de Segurança na Manutenção (Pinto, 2016) e Segurança Industrial (Mansdorf, 1993).

## P1.1 FERRAMENTAS MANUAIS

As ferramentas manuais são amplamente utilizadas na atividade de manutenção e, por esse motivo, alguns cuidados devem ser considerados para que se evitem acidentes com as mesmas.

Durante o seu manuseamento devem ser seguidas algumas boas práticas:

- No caso de as tarefas serem executadas em locais com pouca iluminação, devem ser utilizados dispositivos que permitam uma melhor visibilidade como lanternas ou gambiarras;
- A ferramenta apropriada à atividade deve ser selecionada e utilizada de forma correta. As limitações do fabricante não devem ser ultrapassadas pelo que, antes de iniciar a execução da tarefa, o colaborador deve ter conhecimento total do Manual de Instruções da ferramenta e deve seguir as recomendações do mesmo;
- A integridade das ferramentas deve ser frequentemente verificada, pois a utilização de ferramentas danificadas ou com anomalias poderá promover situações indesejadas que resultem em acidentes. As ferramentas danificadas devem ser reparadas por equipas especializadas e, enquanto não estão aptas à utilização, devem ser identificadas como ferramentas não operacionais. Não se deve efetuar reparações temporárias para executar o trabalho de manutenção;
- Qualquer ferramenta afiada ou pontiaguda não deve ser transportada nos bolsos. Um estojo apropriado deve ser utilizado para transportar e armazenar este tipo de ferramenta. Estas ferramentas não devem estar soltas dentro do estojo de transporte;
- Os estojos ou malas de transporte devem permitir uma postura correta ao colaborador. Em caso de trabalhos em altura subindo andaimes ou escadas, o meio de transporte de ferramentas deve garantir que o colaborador tem as duas mãos livres;
- As ferramentas de corte devem apresentar as lâminas em boas condições e devem ser movimentadas na direção oposta ao corpo;
- As ferramentas elétricas não podem ser utilizadas em zonas com grandes quantidades de água ou com atmosferas húmidas, a não ser que sejam de tensão baixa. As mesmas não podem ser transportadas pelo cabo elétrico podendo ficar danificadas permanentemente;

- No caso da presença ou projeção de aparas e limalhas, o colaborador deve utilizar equipamento de proteção apropriado como os óculos ou viseiras de proteção. Adereços que possam ser perigosos para a atividade, como pulseiras e anéis, não devem ser utilizados na atividade de manutenção;
- As ferramentas devem ser inspecionadas conforme vão sendo utilizadas, seguindo um quadro de autoinspeção, que varia com a ferramenta que se pretende utilizar.

## P1.2 MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS

Este tipo de tarefas sujeitam o corpo a elevado desgaste físico. Durante o esforço muscular pode surgir fadiga que reduz a eficiência do colaborador e pode promover acidentes. Alguns cuidados a ter neste tipo de tarefas são:

- As cargas devem ser levantadas mantendo a coluna direita para que não se promova uma sobrecarga nos discos intervertebrais. Uma curvatura acentuada nas costas pode levar a uma lesão da coluna;
- Utilizar um método correto de elevação de cargas permite que a carga máxima aceitável seja apenas limitada pela resistência dos músculos;
- A elevação e transporte de cargas não são aconselháveis a colaboradores com mais idade;
- As cargas devem ser transportadas de forma suave evitando a adoção de posturas perigosas. Em caso de grandes esforços físicos, a coluna não deve rodar sobre o seu próprio eixo e não deverá inclinar-se.

Este tipo de diretrizes enquadra-se no Decreto-Lei n.º 330/93 (DRE, 1993), relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas.

Quando o transporte de cargas é feito em atmosferas sujeitas a grandes variações de temperatura e/ou elevados níveis de humidade, equipamento de proteção deverá ser utilizado para que se previna fadiga e rigidez dos músculos do colaborador. Ainda, quando o transporte é feito através de um carrinho de mão (ou por outro equipamento utilizado para o efeito de transporte), a carga deve ser distribuída uniformemente para que se mantenha o centro gravítico o mais abaixo possível. É importante que quem transporta a carga tenha total visibilidade do percurso de transporte.

### **P1.3 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS OU CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Na atividade de manutenção, tanto o manuseamento de ferramentas elétricas como as intervenções em equipamentos industriais que se encontrem danificados ou em necessidade de reparação podem causar acidentes e lesões.

Sendo que a eletricidade é uma das fontes de energia mais utilizadas e é, muitas das vezes, indetetável por não ter cheiro ou cor, a prevenção de riscos nas tarefas de manutenção elétrica deve seguir algumas boas práticas essenciais:

- Os trabalhos de manutenção que envolvem equipamentos industriais elétricos deverão ser atribuídos a técnicos certificados e com as competências adequadas. O material e ferramentas utilizadas também deverão ser certificados e normalizados pois, caso não o seja, a má qualidade e conceção dos equipamentos podem provocar acidentes;
- O equipamento ou circuito a sofrer manutenção deverá ser devidamente identificado com placas e sinais de perigo para que ninguém toque no equipamento, exceto as equipas de manutenção designadas para os trabalhos;
- Todos os colaboradores deverão ter instrução do manuseamento das ferramentas de teste e medida;
- Os equipamentos para proteção dos colaboradores, como luvas de proteção elétrica, e de deteção, como busca-pólos, devem ser inspecionados antes e depois da tarefa de manutenção, pois não devem ser utilizados caso estejam danificados;
- Qualquer ferramenta utilizada neste tipo de manutenção deve ser certificada e isolada;
- No caso de substituição de fusíveis, os equipamentos devem ser previamente desligados. Os mesmos devem ser retirados com ferramentas isoladas e utilizando as luvas de proteção adequadas. Quando substituídos, os fusíveis devem ser do mesmo tamanho, tensão e com a mesma intensidade de corrente;
- Qualquer instalação elétrica temporária deverá ser protegida contra humidade, poeiras e outros riscos mecânicos e verificadas por um electricista especializado;
- Todo o equipamento elétrico deve estar corretamente ligado à terra e, devem ser considerados em tensão, até haver certeza e validação de que se encontram

desligados;

- Os equipamentos que operam acima dos 400 V são considerados como equipamentos de alta tensão, embora do ponto de vista legal a baixa tensão vá até 1000 V;
- Após os trabalhos de manutenção, a instalação ou equipamento elétrico deve ser verificado e inspecionado por um técnico especializado;
- Nos quadros elétricos, postos de transformação ou subestações é expressamente proibido o armazenamento de material ou equipamento;
- Em caso de incêndio num equipamento elétrico, é expressamente proibido a utilização de água ou espuma para a extinção do mesmo. Deverão preferencialmente ser utilizados extintores de CO<sub>2</sub>.

Algumas medidas para proteção contra contatos diretos da eletricidade podem ser aplicadas. O afastamento das partes ativas consiste na colocação das fontes de perigo a uma distância de segurança que evite um contato acidental a partir de onde os trabalhadores por norma circulam. A interposição do obstáculo é uma medida que pode ser utilizada impedindo todo o contato acidental com as partes ativas da instalação.

## **P1.4 MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS**

Os sistemas e equipamentos hidráulicos e pneumáticos são geralmente reconhecidos como potencialmente fatais. Nestes equipamentos é necessário controlar os riscos devido aos fluidos sob pressão antes de iniciar a atividade de manutenção. O ar ou óleo de alta pressão libertados de forma repentina podem atingir um colaborador e podem facilmente mutilar, cegar ou matar. Movimentos inesperados de componentes como cilindros podem prender ou esmagar membros das equipas de manutenção. O óleo hidráulico derramado, por ser muito escorregadio, pode causar quedas e ferimentos.

Além dos perigos mecânicos associados a estes equipamentos, é frequente a utilização de produtos irritantes e corrosivos para limpeza de peças e lubrificação que, apesar de não provocarem lesões graves, são responsáveis por ferimentos funcionais que perturbam a vida laboral e social.

O manuseamento destes equipamentos deve seguir práticas de trabalho seguras, tão rigorosas quanto as aplicadas aos equipamentos elétricos:

- Qualquer coisa que possa interferir com mudanças de pressão deve ser mecanicamente protegido. Deve haver especial cuidado com cargas suspensas;
- Nunca desconectar linhas ou componentes pressurizados. O sistema deve ser isolado e despressurizado (dependendo da aplicação);
- Avisos de segurança e bloqueadores devem ser aplicados para evitar a operação de outras pessoas que não as da equipa de manutenção;
- Caso se verifiquem alterações drásticas nas temperaturas dos óleos ou ar comprimido, interromper a atividade de manutenção para análise do fenómeno;
- Certificar-se de que os acumuladores de pressão num sistema hidráulico estejam totalmente desmontados. Mesmo assim, a primeira desconexão no sistema deve ser feita com cuidado;
- Em sistemas hidráulicos, as equipas devem estar preparadas para óleo proveniente de fugas de óleo. Qualquer óleo derramado deve ser limpo antes da atividade de manutenção ser dada como concluída;
- Se existir uma interface elétrica num equipamento pneumático ou hidráulico, os circuitos devem ser isolados, não só para remover o perigo de choque elétrico, mas

também para reduzir a possibilidade de fogo;

- Após a manutenção estar concluída, a área onde a mesma ocorreu deve ficar arrumada e limpa. Todo o pessoal no local deverá ter conhecimento que todos os equipamentos irão voltar ao funcionamento normal, e os equipamentos só deverão arrancar quando não se encontrar colaborador algum em zona de perigo;
- Devem ser identificados os trabalhos e locais onde exista a presença de substâncias químicas e outro tipo de agentes físicos e biológicos;
- A utilização de roupa de proteção com a finalidade de evitar o contato direto com a pele deve ser considerado. O tipo de proteção deve adequar-se de acordo com o tipo de substância ao qual o colaborador irá estar exposto. Estas proteções podem ser luvas de diferentes tipos, sapatos ou botas, fatos de macaco (que podem ser de plástico, borracha natural ou sintética, etc.), óculos ou viseiras de proteção, capacetes e proteção respiratória, como filtros.

## **P1.5 MANUTENÇÃO NA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS**

Os agentes perigosos podem estar presentes em várias formas como em poeira, névoa, gás, vapor, líquido e sólido.

Na indústria petroquímica, tipicamente, os trabalhadores estão expostos com maior frequência a agentes que podem ser muito prejudiciais à saúde. Os riscos que normalmente estão presentes são os riscos químicos, que podem ser tóxicos, altamente tóxicos, corrosivos, irritantes, perigos para a pele e olhos, e podem ser físicos como o fogo ou libertação repentina de pressão. Parte das boas práticas para este tipo de trabalhos são comuns para trabalhos de manutenção em equipamentos hidráulicos e pneumáticos, mas algumas regras simples devem ser seguidas:

- Delimitar fisicamente o espaço de exposição para o trabalho de manutenção;
- Monitorizar permanentemente a área para que apenas colaboradores autorizados estejam a efetuar a atividade de manutenção;
- Não é permitido comer, beber ou fumar nas áreas designadas para a atividade de manutenção;
- Usar boas práticas e engenharia de controlo para eliminar ou reduzir os níveis de contaminação do ar;
- É obrigatória a utilização de equipamentos de proteção adequados para a atividade de manutenção como luvas, botas, viseira de proteção e filtro respiratório. Todo o equipamento de proteção contaminado deve ser removido e armazenado de forma que não contamine áreas “limpas”. É obrigatório que a roupa de proteção seja limpa e mantida em boas condições;
- Deve haver chuveiros de emergência perto das zonas onde são feitas as intervenções;
- Os riscos devem ser comunicados aos colaboradores através de sinalização e treino;
- Sinalização adequada identificando os riscos deve ser utilizada na zona onde a atividade de manutenção é efetuada;
- Devem garantir-se ventilação adequada junto aos trabalhos de manutenção a decorrer;
- Devem ser definidas medidas de emergência em caso da ocorrência de algum acidente. Estes tipos de procedimentos devem ser definidos pela administração.

Há que ter em consideração de que a presença de agentes químicos pode ser prejudicial à saúde dos colaboradores, pelo que deve ser utilizado equipamento de proteção química, e algumas boas práticas devem ser consideradas:

- A penetração de um agente químico, por exemplo, numa luva, pode acontecer sem nenhuma indicação visível, pelo que os colaboradores na atividade devem encontrar-se alerta caso algum equipamento de proteção pessoal se apresente danificado durante a atividade de manutenção;
- Um material que ofereça proteção contra um químico pode não proteger contra um químico diferente, pelo que o material de proteção deve ser escolhido de forma adequada à atividade de manutenção;
- Quando um químico penetra um equipamento protetor, esse mesmo equipamento deve ser removido imediatamente e descontaminadas.

A presença de agentes químicos pode originar incêndios na zona onde se efetua a manutenção. É importante que este risco seja controlado. A ocorrência de um incêndio numa indústria pode ter consequências muito graves como destruição total de naves de produção. Para um fogo ou uma explosão ocorrer são necessários três elementos: o combustível, o oxigénio e a fonte de ignição. Remover um destes elementos irá reduzir a probabilidade de fogo ou explosão. Alguns tanques de armazenamento e estruturas que possam ter agentes inflamáveis terão de ser construídos com materiais resistentes ao fogo para que riscos de fogo sejam eliminados, evitando acidentes graves. Algumas boas práticas, para evitar risco de fogo são:

- Eliminação de qualquer fonte de ignição durante a atividade de manutenção;
- Ventilação apropriada no local durante a atividade de manutenção;
- Verificar as condições das ferramentas elétricas e mecânicas;
- Análise prévia das zonas de trabalho localizadas perto da zona onde será efetuada a intervenção para garantir que a atividade de manutenção é compatível com as mesmas;
- Existência de meios adequados de combate a incêndio nas imediações;
- Treino especializado dos colaboradores.

## P1.6 MANUTENÇÃO EM ALTURA

Estes tipos de trabalhos são efetuados acima de dois metros da cota do plano de trabalho.

Pela exigência dos trabalhos, apenas colaboradores com aptidão médicas atualizadas poderão efetuar trabalhos de manutenção em altura por não terem limitações para a atividade.

A atividade de manutenção em altura pode ser fatal, em caso de acidente, pelo que algumas boas práticas devem ser seguidas:

- Quando as coberturas onde decorrem os trabalhos de manutenção são de material frágil, o colaborador não deve andar diretamente por cima das mesmas;
- Devido ao risco de uma queda, é obrigatório que o colaborador utilize um cinto de segurança (ou arnês). Este cinto é ligado a um sistema amortecedor de quedas;
- Para que os trabalhos deem início, é obrigatório haver uma autorização de realização de trabalho em altura e esta deve ser assinada por um responsável da instalação ou pelo responsável da manutenção. Num trabalho que apresente maior risco, deverá existir previamente uma análise e avaliação de riscos para que definam as medidas de prevenção e os equipamentos de proteção a utilizar.

No caso da utilização de escadas de mão, plataformas ou andaimes, há certos cuidados a ter em conta para que se reduza o risco de queda:

1. **Escadas:** deverão ser instaladas em pavimento estável e não desnivelado, e ter ganchos de fixação e pés antiderrapantes. Este tipo de equipamento deverá ser resistente e robusto, sem rachas ou fissuras visíveis e sem deformações e corrosão. Qualquer escada que apresente algum defeito não deverá ser utilizada. Se o trabalho obriga à utilização de ambas as mãos do colaborador, é obrigatória a utilização de um cinto de segurança que esteja fixo a um ponto seguro que não a própria escada. Quanto à inclinação correta da escada, a distância entre os pés e o plano de apoio vertical deve ser um quarto da altura entre o pavimento e o ponto superior onde a escada estará apoiada. A cota da superfície a que as escadas dão acesso deve ser excedida em um metro pelas escadas;
2. **Andaimes e plataformas:** Deverão ser instalados por trabalhadores com competências para o fim. Os seus apoios devem ser em plano nivelado e devem ser

resistentes. Quando o trabalho neste tipo de estruturas é efetuado acima dos dois metros de altura, estes carecem de autorização de trabalho. As estruturas dos andaimes devem ser resistentes e as tábuas que preenchem as bases dos andares devem ser robustas e não apresentarem quaisquer danos como fissuras, deformações, corrosão e outros defeitos que comprometam a integridade do andaime e comprometa a segurança dos trabalhadores;

3. **Guarda-corpos aos 90 e 35 centímetros de altura, e rodapés de 15 centímetros:** obrigatórios para evitar a queda das pessoas e a queda de ferramentas, respetivamente;
4. **Escadas de acesso e dispositivos de segurança:** todas as plataformas devem ter travamento para que se mantenha a estabilidade da estrutura e se impeça o seu deslizamento. Quando estas estruturas são móveis, devem garantir-se que as rodas estão bloqueadas. No caso de andaimes que ultrapassem os 25 metros de altura, é necessário um estudo de estabilidade por parte da empresa montadora.

## **P1.7 TRABALHOS DE CORTE E SOLDADURA**

Este tipo de trabalhos apresenta riscos não só para os colaboradores que as efetuam, como para todos aqueles que se encontram na proximidade do local. Toda a soldadura produz fumos intensos que, em função do tipo de solda utilizada, podem ser tóxicos. Por este motivo os espaços de soldadura devem ser devidamente ventilados. Se o local for confinado, deverá ser instalada uma exaustão mecânica de fumos e gases. Algumas regras básicas para este tipo de trabalhos são:

- Os soldadores devem utilizar luvas de soldador, avental de soldador, botas de soldador e um fato de trabalho 100% algodão e viseira de proteção dos olhos e face contra as radiações provenientes do arco;
- A montagem, instalação e manutenção dos equipamentos utilizados devem ser efetuadas por equipas competentes. Deve ser estabelecido um programa de manutenção de rotina para os equipamentos num período cíclico;
- O local onde a soldadura é efetuada deve ser isolado por divisórias para que se proteja os outros colaboradores das radiações;
- Antes de efetuar o trabalho, deve garantir-se de que não se encontram substâncias inflamáveis por perto visto que este tipo de atividade produz partículas incandescentes;
- A ferramenta de soldadura elétrica deve estar ligada à terra;
- Todos os colaboradores que efetuam tarefas de soldadura devem ser treinados e certificados para as mesmas;

Quando o trabalho de soldadura envolve um maçarico de oxiacetileno, alguns cuidados adicionais devem ter-se em conta, devido à existência de gases em mangueira e garrafa:

- As mangueiras devem ter válvulas antirretorno da chama instaladas de 10 em 10 metros;
- As mangueiras devem ter proteção contra o calor, objetos cortantes e substâncias como óleos ou gorduras que podem provocar explosões, quando em contacto com o oxigénio;
- Todas as ferramentas utilizadas nestes trabalhos devem ser certificadas e inspecionadas diariamente, antes e depois do trabalho;

- Numa ótica de prevenção, previamente há que garantir que há condições, em caso de incêndio, de movimentar as garrafas para uma zona segura.

Dada a complexidade envolvida no processo de soldadura, existem riscos específicos associados a esta atividade. Um dos riscos mais associados à soldadura é que a atividade é uma potencial fonte de fogo ou incêndio. Além disso, choques elétricos e trabalhos que envolvam equipamentos de armazenamento ou com gás comprimido que apresentam riscos mecânicos e químicos, são fontes de risco presentes na atividade de soldadura. É necessário controlar estes riscos, pelo que abaixo são mencionadas algumas recomendações para a atividade de soldadura:

- Garantir que as áreas onde são efetuados os trabalhos de soldadura estão isentas de material inflamável ou explosivo;
- Assegurar ventilação adequada à atividade de soldadura;
- Estabelecer zonas permanentes para trabalhos de soldadura quando possível. Em caso contrário, definir qual a proteção contra fogo que é necessária;
- Qualquer trabalho fora da zona permanente para trabalhos deve ser aprovado por um supervisor ou gestor da manutenção;
- Não permitir trabalhos dentro ou perto de salas que contenham vapores ou gases que sejam inflamáveis ou combustíveis. Trabalhos dentro de estruturas de armazenamento não são permitidos até que todas as potenciais fontes de fogo ou explosão sejam eliminadas;
- Usar proteções de soldadura para prevenir que faíscas e outras potenciais fontes sejam transferidas para fora da área de trabalho;
- Garantir ventilação mecânica quando a ventilação natural não é adequada para prevenir a acumulação de gases ou vapores. Todo o equipamento deve ser à prova de explosão;
- Garantir vigias na área dos trabalhos quando eles são iniciados e cerca de 30 minutos após a conclusão dos mesmos.

As ferramentas de soldadura são complexas e também apresentam risco de choque elétrico, pelo que este risco deve ser controlado. Recomendações para controlo de choques elétricos:

- Manter o trabalhador e a área de trabalho secos;
- Em espaços confinados, proteger cabos de possíveis faíscas;

- Nunca utilizar a mão sem proteção ou utilizar uma luva molhada na troca de eletrodos;
- Não permanecer numa superfície molhada na troca de eletrodos;
- Todos os equipamentos de soldadura deverão ser ligados à terra;
- Reparar cabos desgastados ou danificados imediatamente. Todos os equipamentos deverão estar nas melhores condições;
- Garantir que os cabos estão limpos e sem qualquer tipo de gordura;
- No caso da utilização de cabos longos, suspender os mesmos por cima da área designada para os trabalhos. Caso não seja possível, garantir que os mesmos não criam riscos de tropeçar ou que tenham o risco de sofrerem danos;
- Manter os cabos longe de fios de alta tensão e cabos de alimentação.

## P1.8 TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS

Um espaço confinado é um local não projetado para a ocupação humana, pelo que os acessos são limitados e a ventilação por norma não é suficiente. Este tipo de espaços pode conter vapores ou gases nocivos. Por estes motivos, as atmosferas não são apropriadas para os trabalhos de manutenção. Um espaço confinado pode ser um túnel, contentor, depósito, esgotos, valas, poços, reatores, torres de refrigeração, secadores, filtros coletores, entre outro tipo de enclausuramentos.

Por norma, a atmosfera nestes espaços é perigosa quando contém insuficiência de oxigénio ou a presença de substâncias perigosas e pode ser nociva quando tem concentrações de gases ou partículas com valores superiores aos limites de exposição. Algumas regras básicas para planeamento e execução dos trabalhos de manutenção são:

- Identificar e analisar os riscos do espaço confinado;
- Identificar, medir e registar a presença e concentração de: gases ou vapores combustíveis que possam ser tóxicos, nocivos, inflamáveis, explosivos ou asfixiantes. Estas medições devem ser feitas recorrendo a equipamentos calibrados e certificados. No caso de serem utilizados equipamentos que possam comprometer a segurança, dada a concentração dos gases, as medições devem ser feitas em intervalos regulares.
- Garantir que os poluentes se mantêm abaixo dos valores limite de exposição;
- Definição prévia dos comportamentos a adotar, assim como as responsabilidades dos colaboradores;
- Definição dos meios a utilizar para a ventilação do espaço, acessos, ferramentas e equipamentos a utilizar na atividade de manutenção;
- Os equipamentos de proteção individual devem ser adequadamente selecionados consoante a atividade e o ambiente trabalho onde irá ser efetuada;
- Quando na presença de vapores tóxicos, proteção respiratória é obrigatória;
- Qualquer potencial risco de incêndio deve ser analisado, assim como os meios para a extinção do mesmo. A prevenção é válida para a propagação do incêndio para as áreas adjacentes;
- Qualquer trabalho num espaço confinado só poderá dar início após existir uma autorização de trabalho;

- Os sistemas utilizados para iluminação dos espaços confinados devem ser aptas para aplicação em atmosferas inflamáveis e explosivas (equipamentos ATEX);
- Pessoas não autorizadas no local de trabalho confinado não poderão dar entrada no mesmo;
- Qualquer atividade externa à atividade no espaço confinado que possa comprometer a sua segurança deverá ser suspensa de imediato;
- Verificar e garantir que existe espaço suficiente para que se realize de forma segura os trabalhos;
- É expressamente proibido a introdução de oxigénio, mesmo quando este se encontra em concentração insuficiente para respirar, ou seja, se a concentração de O<sub>2</sub> estiver abaixo dos 21%;
- Quando instalada ventilação mecânica, a montagem deve ser de acordo com as recomendações dos fabricantes e, sempre que se monitoriza a atmosfera e se verifica uma concentração de gás próximo do valor limite de exposição, o sistema de ventilação deve aumentar a velocidade para que se reponham os níveis de segurança no espaço;

Antes de começar qualquer atividade de manutenção num espaço confinado, terá de haver um plano de resgate e a equipa terá de estar treinada e formada para esse tipo de operação. O tipo de equipamento deverá ser selecionado consoante o número de colaboradores no espaço, os obstáculos no espaço, o tamanho e respetiva abertura do espaço, assim como quaisquer atravancamentos externos que possam influenciar as operações de resgate.

## **PARTE 2 PERIGOS COMUNS E PROTEÇÕES**

Durante a atividade de manutenção os perigos encontram-se relacionados com movimentação manual de cargas, posturas inadequadas, trabalhos em altura, quedas de objetos, exposição a ruído excessivo e trabalhos com eletricidade. Estes riscos mecânicos, que podem surgir pela forma de corte, esmagamento, abrasão, projeção de objetos e choque elétrico, podem ser mitigados. Muitas vezes a total eliminação dos riscos não é possível, pelo que o controlo dos mesmos dentro de limites aceitáveis é o objetivo a atingir (Pinto, 2016).

A seleção dos equipamentos de proteção individual deverá ser feita de acordo com os riscos a que o trabalhador está exposto, as condições em que é efetuado o trabalho, qual a parte do corpo que se pretende proteger e quais as características do próprio trabalhador. Qualquer equipamento de proteção individual deverá estar de acordo com o Artigo 5º do Decreto-Lei n.º 348/93 (DRE, 1993b).

## P2.1 PROTEÇÃO DA CABEÇA

Perante o risco de queda de objetos pesados ou projeção de partículas, um capacete de proteção de resistência ao impacto e penetração deverá ser utilizado. Se o trabalhador estiver exposto a projeções de partículas ou líquidos corrosivos, a proteção da cabeça poderá fazer-se recorrendo a capuzes (Pinto, 2016).

Este tipo de equipamento de proteção individual deve ser inspecionado antes de ser utilizado pois pode não estar em boas condições. Os capacetes são normalmente feitos de termoplásticos ou de alumínio, sendo composto por duas partes: o casco e arnês, com conceção baseada na norma portuguesa NP-1526 (1977) – Segurança no trabalho. Equipamento de proteção individual. Capacetes. Terminologia e características (IPQ, 1977; Tavares, 2011).

Qualquer faixa de cabeça ou telas de suspensão dentro do capacete devem ter uma folga entre o casco do capacete e a própria suspensão. O sistema de suspensão distribui a força do impacto por uma área maior do crânio ajudando assim a absorver a energia do golpe, prevenindo lesões. Os capacetes não protegem contra lesões no pescoço.

As temperaturas extremas, a exposição solar e certos solventes podem reduzir o tempo de vida de um capacete termoplástico, pelo que uma adequada manutenção é importante para manter o tempo de vida útil do capacete. Quando o capacete é limpo deve ser armazenado numa zona em que não esteja exposto à luz do sol ou temperaturas extremas (Mansdorf, 1993).

Podem ainda ser utilizadas redes na cabeça para evitar cabelos compridos ou barbas de serem apanhados em sistemas em movimento como correntes e cintas. No caso da indústria alimentar, este tipo de equipamento também previne a queda de cabelo nos processos. Não há qualquer norma que abranja os chapéus de impacto ou as redes de cabeça.

## P2.2 PROTEÇÃO DOS OLHOS E ROSTO

Os olhos têm proteção dedicada por serem uma parte sensível do corpo humano. As lesões nos olhos devido a acidentes de trabalho podem derivar de ações mecânicas, como poeiras ou aparas, ações químicas, como produtos corrosivos, ações térmicas devido a temperaturas extremas ou através de ações óticas, como radiação ou raios laser. Óculos e viseiras apropriados ao trabalho de manutenção devem ser utilizados como equipamentos de proteção, se assim a atividade o exigir (Pinto, 2016).

Os equipamentos mais utilizados para proteger os olhos e o rosto são óculos simples ou com proteção lateral, viseiras de rosto ou capacetes de soldadura. Normalmente estes equipamentos são produzidos em termoplásticos ou vidro temperado (Tavares, 2011).

Estes equipamentos são utilizados quando há o risco de faísca, raios UV, material fundido, partículas em suspensão, respingo de matéria, queimaduras de ácido, fumos, calor e possível quebra de vidros.

Nas atividades que incluam materiais fundidos é aconselhável a utilização de uma viseira por ter um painel grande de plástico que protege ambos os lados da cara e também a zona frontal. Normalmente, quando os agentes são líquidos corrosivos ou irritantes, são utilizadas viseiras em plástico e, em caso de manuseamento de material fundido que pode originar respingos, é utilizada uma viseira de malha. Estas viseiras não protegem de impacto, pelo que devem ser considerados óculos em caso da presença de risco de impacto (Mansdorf, 1993).

Os capacetes de soldadura são utilizados quando há o risco de dano por parte de radiação ultravioleta. Estes equipamentos dispõem de uma janela para proteção dos olhos da radiação.

## P2.3 PROTEÇÃO DAS VIAS RESPIRATÓRIAS

Muitas vezes as atmosferas onde são efetuados os trabalhos de manutenção encontram-se contaminadas com agentes que podem provocar danos temporários ou permanentes nas vias respiratórias dos colaboradores. Nestas condições de trabalho é mandatário a utilização de aparelhos de filtragem como máscaras. Estas só devem ser utilizadas quando a concentração de oxigénio é inferior a 17% (Miguel, 2005).

O tipo de respirador deve ser selecionado após a avaliação de riscos onde o trabalho irá decorrer e deverá ser certificado. Os respiradores podem ser:

- Respiradores de purificação de ar;
- Respiradores de fornecimento de ar.

Os respiradores de purificação de ar são concebidos para remover certos gases ou partículas contaminadoras da atmosfera. Os elementos purificadores podem estar anexos a uma peça utilizada na cara dos colaboradores que cobrem os olhos, nariz e boca, ou a uma peça mais simples que simplesmente cobre o nariz e a boca. Muitos destes purificadores de ar são descartáveis. Consoante a sua conceção, eles podem filtrar pós, fumos e vapores. Os respiradores de gás e vapor também são chamados de respiradores de cartucho químico.

Os respiradores de fornecimento de ar, por sua vez, têm o objetivo de aprovisionar ar respirável ao utilizador. Estes respiradores podem ser do tipo de respiradores de ar fornecido ou aparelhos respiratórios autónomos. Os de ar fornecido aprovisionam ar a partir de um compressor ou cilindro e este pode chegar ao utilizador através de caudal constante, caudal exigido ou caudal por diferença de pressão. O de caudal constante fornece ar fresco sem qualquer ação do utilizador.

O de caudal por diferença de pressão é fornecido quando a válvula abre devido a uma depressão criada quando o utilizador inala. Quando o utilizar exala, a válvula fecha (Mansdorf, 1993).

## P2.4 PROTEÇÃO AUDITIVA

A perda de audição devido a ruídos tem sido considerada e analisada por profissionais de saúde e segurança. Conforme o tempo de exposição e o nível de ruído, a perda permanente ou temporária de audição pode estar presente (Pinto, 2009).

Segundo o Decreto-Lei n.º 182/2006 (DRE, 2006), este tipo de proteção deverá ser considerado em postos de trabalho onde a exposição diária pode exceder 80 dB(A) e o seu uso deverá ser obrigatório para valores superiores a 85 dB(A). A proteção dos ouvidos dos colaboradores pode surgir através de abafadores ou tampões auditivos que são classificados segundo a NP EN 458 (Protetores auditivos. Recomendações relativas à seleção, à utilização, aos cuidados na utilização e à manutenção. Documento guia – (IPQ, 2006)). O nível de atenuação dos equipamentos a utilizar depende sempre do nível de pressão sonora na área de atuação da manutenção.

Os abafadores cobrem a parte externa da orelha e promovem uma barreira acústica. Estes equipamentos de proteção são mais eficazes para ruídos de alta frequência e as suas propriedades de atenuação dependem do tamanho, forma e tipo de material. Alguns modelos de abafadores podem ser diretamente encaixados dos capacetes de segurança.

Os tampões são bem mais baratos, mas têm um tempo de vida útil limitado. Estes podem ser moldáveis, moldados sob medida ou simplesmente moldados. Os colaboradores devem ter formação de como aplicar os tampões para minimizem a exposição ao ruído (Mansdorf, 1993).

Existem ainda protetores de ouvido com redução ativa de ruído. Recorrendo-se de um sistema eletrónico, estes dispositivos utilizam ondas de igual nível de pressão sonora, mas fase oposta, para interferência destrutiva. Estes protetores são muito eficazes nas baixas frequências, normalmente entre os 50 e 500 Hz, gama de frequências na qual os protetores convencionais não são tão eficientes (Miguel, 2005).

Segundo o Artigo 11º do Decreto-Lei n.º 182/2006 (DRE, 2006), a vigilância da saúde deve ser assegurada pelo empregador e deve detetar a relação entre doença ou efeito nocivos para a saúde e a exposição do trabalhador ao ruído. A vigilância deve incluir exames audiométricos ao trabalhador de dois em dois anos ou anualmente caso a exposição a ruído seja superior a 85dB(A).

## P2.5 PROTEÇÃO DO TRONCO

Nas atividades de manutenção o vestuário pode ser apropriado para proteção contra a projeção de líquidos, contra radiação ou de agentes agressores como aparas. Este tipo de proteção pode ser fabricado em couro, em PVC, fibras poliamídicas ou fibras naturais, consoante a aplicação (Miguel, 2005).

O tipo de vestuário pode ser vestuário de proteção térmica ou vestuário de proteção química.

As roupas de proteção térmica são utilizadas se houver um potencial contacto com calor e/ou metais quentes. O seu material pode ser de couro, lã ou materiais de base de alumínio. Cada tipo de material oferece as suas características e limitações de proteção, pelo que o vestuário de proteção térmica deve ser selecionado consoante o trabalho que se irá executar.

As roupas de proteção química são projetadas para que se proteja a pele contra riscos de gases, líquidos e partículas químicas. Estas podem ser fabricadas em vários tipos de materiais, consoante o perigo envolvido. Este tipo de proteção inclui luvas, botas, aventais e proteções de corpo inteiro. Alguns materiais utilizados nestas roupas incluem borracha natural, borracha sintética, vinil, filmes de polipropileno e polietileno (Mansdorf, 1993).

Ao selecionar roupas de proteção química, devem-se considerar cuidadosamente os resultados dos testes durante o seu fabrico. Roupas com longos tempos de penetração, baixas taxas de permanência e nenhuma degradação devem ser escolhidas.

Muitas vezes os aventais de couro ou batas são opção para substituir vestuário mais largo para diminuir a probabilidade de o colaborador ficar preso num equipamento em funcionamento (Tavares, 2011).

## **P2.6 PROTEÇÃO DOS MEMBROS INFERIORES E SUPERIORES**

O calçado deverá ser apropriado à atividade quando existe a possibilidade de lesões que podem surgir de efeitos mecânicos, térmicos, químicos e elétricos. Os membros superiores são normalmente e os que sofrem lesões com maior frequência na indústria. Podem utilizar-se como equipamentos de segurança luvas, dedeiras e braçadeiras. Estes também podem surgir em vários materiais, como couro, tecido, borracha natural, malha metálica e plásticos, conforme a aplicação (Pinto, 2016).

O calçado de proteção pode ser na forma de sapatos de segurança, palmilhas em aço, botas de borracha ou plástico, sapatos para risco de eletricidade, sapatos de fundição e sapatos não condutores ou sem faísca.

Os sapatos de segurança incluem biqueira de aço para proteção do utilizador e estes devem estar preparados e certificados para impacto e compressão. Estes sapatos são concebidos com aço, plástico reforçado e borracha dura que promovem segurança ao colaborador.

As palmilhas de aço promovem ao calçado mais resistência. Normalmente este tipo de equipamento é utilizado em trabalhos de construção ou noutras localizações onde há o risco de pisar em objetos afiados que poderão penetrar solas de sapatos de segurança standard.

As botas de borracha ou plástico são utilizadas quando o trabalho de manutenção é efetuado numa zona molhada ou de lama, ou mesmo onde possa haver exposição de agentes químicos. Este equipamento normalmente tem propriedades de boa tração e impermeabilidade de água. Algumas destas botas podem degradar-se quando expostas a agentes químicos, pelo que estas devem ser bem selecionadas.

Os sapatos para risco de eletricidade têm o objetivo de minimizar o perigo resultante do contacto com corrente elétrica. Este tipo de sapatos, quando mal utilizados podem comprometer a segurança do utilizador.

Sapatos de fundição são utilizadas para proteger o utilizador de respingos de metal fundido. Normalmente não incluem dispositivos de aperto, pelo que devem ser adequadamente colocados. Os colaboradores devem ter formação de como utilizar este tipo de calçado.

Sapatos não condutores ou sem faísca permitem uma drenagem de cargas estáticas e reduzem a possibilidade de faíscas por fricção. Normalmente os sapatos não condutores são utilizados quando equipamentos de alta voltagem elétrica estão envolvidos. Estes são eletricamente

isolados e previnem choques elétricos ou propagação de uma corrente pelos mesmos (Mansdorf, 1993).

As luvas, por outro lado, são aplicadas para proteção contra cortes, contusões, e outro tipo de danos onde materiais pesados, afiados e duros são manuseados. O material de concepção das luvas depende do tipo de trabalho. Para trabalho mais leve, normalmente são utilizadas luvas de algodão ou lona. Para trabalhos abrasivos, são aconselhadas luvas em couro ou de couro reforçado com metal, pois estas garantem proteção contra ferramentas de pontas afiadas. As luvas de couro apresentam boa resistência mecânica e resistência térmica aceitável (Tavares, 2011). Luvas de malha de metal, de plástico altamente resistente ou de *Kevlar* também estão disponíveis.

## **P2.7 PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS**

Quando os trabalhos são efetuados em zonas onde há a possibilidade de queda, deverão ser instalados dispositivos de segurança que diminuam a probabilidade de ocorrência de acidentes. Alguns procedimentos de segurança contra quedas devem ser adotados como a utilização de um arnês que promova segurança a quem executa a tarefa de manutenção, a verificação de que o arnês serve e é adequado à pessoa que irá fazer o trabalho de manutenção. Qualquer equipamento que previna a queda de um trabalhador deve ser inspecionado antes da sua utilização. Buracos num local de trabalho em altura deverão ser tapados ou devidamente sinalizados (OSHA, 2012).

Além do arnês, equipamentos que podem ser utilizados para prevenção nos trabalhos com risco de queda são capacetes, cordas individuais, cintas e mosquetões, roldanas, bloqueadores, amortecedores de energia, cordas de segurança e de trabalho e dispositivos anti queda (Pinto, 2016). Cada tipo de equipamento deve ser selecionado de forma correta depois de analisados os riscos dos trabalhos de manutenção.

### **PARTE 3 INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS**

Na utilização dos equipamentos de segurança, há uma série de critérios de validação para confirmar que os mesmos estão aptos de serem utilizados na atividade de manutenção. As Normas Britânicas (BS) BS EN 1496:2017 (*Personal fall protection equipment. Rescue lifting devices* (BSI, 2017)) e BS EN 360:2002 (*Personal protective equipment against falls from a height. Retractable type fall arresters* (BSI, 2002)) estabelecem os critérios que devem ser verificados e, em caso de não-conformidade, os responsáveis pelas equipas de manutenção devem ser notificados.

Tanto os equipamentos de segurança, como calçado de segurança, capacetes e roupa de proteção, bem como as ferramentas utilizadas na atividade de manutenção, como martelos, ferramentas de aperto e alicates, só deverão ser manuseados quando passarem a inspeção. Assim, nesta Parte 3 do documento, serão enumeradas as boas práticas de inspeção para os equipamentos e ferramentas utilizadas na atividade de manutenção.

### P3.1 CAPACETES E PROTEÇÃO DE OLHOS E ROSTO

Para que os capacetes possam ser utilizados em segurança na atividade de manutenção, os critérios que devem ser verificados na inspeção dos mesmos são os enumerados na Tabela 11.

Tabela 11 – Inspeção de capacetes

CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO	OK
1. O interior do capacete não apresenta deformações ou desalinhamentos, especialmente na placa de reforço;	
2. O capacete não apresenta fissuras ou deformações;	
3. A presilha de ajuste do capacete não possui zonas partidas e apresenta rigidez;	
4. Não se verifica a existência de impactos, queimaduras, descoloração por contacto de agentes químicos e/ou fissuras no exterior;	
5. Os pontos de fixação laterais de ajuste e os pontos de fixação interiores, da fivela principal e das fixações das presilhas encontram-se em bom estado;	
6. O ponto de fixação da lanterna frontal, quando existente, encontra-se em bom estado;	
7. A fivela prende corretamente quando testada nas diferentes posições de ajuste;	
8. Todos os pontos laterais de ajuste funcionam corretamente;	
9. A etiqueta do fabricante é bem visível e identifica o nº de série, a Norma e ano de fabrico.	

## P3.2 CALÇADO DE SEGURANÇA

Para que o calçado de segurança possa ser utilizado em segurança na atividade de manutenção, os principais critérios que devem ser verificados na inspeção dos mesmos são os enumerados na Tabela 12.

Tabela 12 – Inspeção de calçados de segurança

<b>CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>
1. O calçado não apresenta danos visíveis que comprometam a sua integridade;	
2. O equipamento é certificado para a atividade a que se propõe.	

### P3.3 DISPOSITIVOS ANTI QUEDA – CINTA E CABOS

Para que os dispositivos anti queda do tipo cinta e cabos sejam utilizados em segurança na atividade de manutenção, os critérios que devem ser verificados na inspeção dos mesmos são os enumerados na Tabela 13.

**Tabela 13 - Inspeção de dispositivos anti queda (cinta e cabos)**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>
1. O dispositivo anti queda encontra-se montado na posição correta;	
2. O dispositivo é certificado e normalizado;	
3. As fixações de enrolamento estão apertadas adequadamente e não foram violadas;	
4. A cinta não apresenta fissuras ou outros defeitos na sua extensão;	
5. O sistema de travamento não apresenta defeitos na sua extensão;	
6. Os materiais são anticorrosivos e não existe corrosão na cinta ou cabo de enrolamento;	
7. A etiqueta do fabricante é bem visível e identifica o nº de série, a Norma e ano de fabrico;	
8. A zona estrutural de suporte está sólida e apresenta condições de segurança;	
9. Existe um manual de utilizador em português e um certificado de conformidade do dispositivo.	

### P3.4 DISPOSITIVOS ANTI QUEDA – ARNESES

Para que os dispositivos anti queda do tipo arneses possam ser utilizados em segurança na atividade de manutenção, os critérios que devem ser verificados na inspeção dos mesmos são os enumerados na Tabela 14.

**Tabela 14 – Inspeção de dispositivos anti queda (arneses)**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>
1. As cintas não possuem cortes, desgaste visível, partes duras e sem flexibilidade;	
2. Não existem indícios de queimaduras ou de contato com agentes químicos que comprometam a integridade do equipamento;	
3. As fivelas de ajuste e cruzamento das cintas encontram-se em bom estado e funcionam corretamente;	
4. As cintas encontram-se em bom estado, no que toca à ancoragem à frente (peitoral e ventral) e atrás, bem como nas partes interiores;	
5. As cintas de ligação na zona das pernas, cintura, zona frontal e de trás encontram-se em bom estado. Ter especial atenção nas zonas onde as cintas se cruzam e as partes escondidas sob as fivelas e as próprias cintas;	
6. Os anéis de ancoragem não possuem defeitos visíveis ou sulcos;	
7. Não se verifica a existência de desgaste e corrosão em nenhuma das fivelas e mosquetões. O mosquetão é certificado e encontra-se em bom estado;	
8. A cinta desliza na fivela, permitindo que o ajuste seja feito de forma correta;	
9. As costuras de suporte da cinta encontram-se em bom estado;	
10. A etiqueta do fabricante é bem visível e identifica o nº de série, a Norma e ano de fabrico.	

### **P3.5 INSPEÇÃO DE FERRAMENTAS**

Antes de iniciar a sua atividade de manutenção, o colaborador deverá fazer uma pequena inspeção das ferramentas que irá utilizar, para garantir que as mesmas estão aptas para o trabalho. As ferramentas devem ser inspecionadas mecanicamente e eletricamente. A não avaliação das ferramentas de forma correta pode atrasar rotinas de trabalho numa empresa e trazer prejuízos e consequências legais à mesma. A falta de atenção aos detalhes e a ausência de profissionais especializados para a inspeção são falhas comuns a acontecer durante a inspeção de ferramentas. Para minimizar a ocorrência de falhas, algumas boas práticas para a inspeção de equipamentos são utilizadas: criação de um protocolo de inspeção onde são contidas as instruções para a inspeção; criação de rotinas de inspeção com profissionais especializados; e criação de fichas/tabelas de inspeção. A ficha ou tabela de inspeção, quando utilizada com frequência permite adquirir um histórico do comportamento das ferramentas. Qualquer alteração pode ser indicadora de inaptidão da ferramenta para utilização.

Nesta secção do documento serão apresentados exemplos de tabelas que o colaborador de manutenção deverá preencher antes de iniciar as suas tarefas com as ferramentas mais comumente utilizadas (Mansdorf, 1993):

- Martelos, Tabela 15;
- Chaves e outras ferramentas de aperto, Tabela 16;
- Ferramentas para corte de metal, Tabela 17;
- Ferramentas para corte de madeira, Tabela 18;
- Ferramentas para manuseamento de materiais, Tabela 19;
- Alicates, Tabela 20;
- Chaves de fenda, Tabela 21;
- Facas e diversas ferramentas de corte, Tabela 22;
- Ferramentas elétricas, Tabela 23;
- Ferramentas pneumáticas, Tabela 24;
- Ferramentas a gasolina, Tabela 25;
- Ferramentas hidráulicas, Tabela 26;
- Ferramentas para jardinagem, Tabela 27.

Após o preenchimento das tabelas e da sua validação pelo responsável de manutenção, os trabalhos podem ser iniciados.

**Tabela 15 – Inspeção de martelos**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. A ferramenta apresenta danos ou irregularidades na superfície de impacto?		
3. A cabeça da ferramenta está completamente fixa no cabo?		
4. Há rachas visíveis na cabeça ou cabo da ferramenta?		
5. A ferramenta tem o tamanho adequado para o trabalho de manutenção que é pretendido executar?		

**Tabela 16 – Inspeção de chaves e outras ferramentas de aperto**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. As superfícies das garras estão danificadas, desgastadas ou fora do alinhamento adequado?		
3. A porca de ajuste move-se livremente?		
4. Há rachas visíveis nas garras ou manípulos da ferramenta?		
5. A ferramenta tem o tamanho adequado para a peça que se pretende agarrar ou girar?		

**Tabela 17 – Inspeção de ferramentas para corte de metal**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. A dobradiça da tesoura e os outros componentes similares movem-se livremente?		
3. Há imperfeições na superfície de corte?		
4. As lâminas estão instaladas devidamente e com os dentes a apontar para longe do manípulo?		
5. Os dentes estão afiados e bem orientados para evitar que fiquem presos entre eles durante o funcionamento?		
6. Há rachas visíveis na superfície de corte ou manípulo?		
7. A ferramenta tem o tamanho adequado para a peça de metal que se pretende cortar?		

**Tabela 18 – Inspeção de ferramentas para corte de madeira**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. Os dentes estão afiados e bem orientados para evitar que fiquem presos entre eles durante o funcionamento?		
3. Há imperfeições na superfície de corte?		
4. Para machados e ferramentas similares, a cabeça está completamente fixa ao cabo?		
5. Há rachas visíveis na superfície de corte ou manípulo?		
6. A ferramenta tem o tamanho adequado para a peça de madeira que se pretende cortar?		

**Tabela 19 – Inspeção de ferramentas para manuseamento de materiais**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. As pontas dos ganchos são suficientemente afiadas para agarrar a peça que se pretende manusear?		
3. Há rachas visíveis na ferramenta?		
4. A ferramenta tem o tamanho adequado para o material que se pretende manusear?		

**Tabela 20 – Inspeção de alicates**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. As superfícies das garras estão danificadas, desgastadas ou fora do alinhamento adequado?		
3. A dobradiça da ferramenta move-se livremente?		
4. Há rachas visíveis nas garras ou manípulos da ferramenta?		
5. A ferramenta é do tipo apropriado e tem o tamanho adequado para o trabalho?		

**Tabela 21 – Inspeção de chaves de fenda**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. A ponta da ferramenta está partida ou desgastada?		
3. A ferramenta adequa-se ao parafuso confortavelmente?		
4. Há rachas visíveis na ponta, haste ou manípulo da ferramenta?		
5. A ferramenta é do tipo apropriado e tem o tamanho adequado para o trabalho?		

**Tabela 22 – Inspeção de facas e diversas ferramentas de corte**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. A dobradiça da tesoura move-se livremente?		
3. Há imperfeições na superfície de corte?		
4. A faca tem uma proteção no manípulo para evitar que a mão deslize acidentalmente até à lâmina?		
5. Há rachas visíveis na lâmina ou manípulo?		
6. A ferramenta tem o tamanho adequado para o trabalho?		

**Tabela 23 – Inspeção de ferramentas elétricas**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ficha e o isolamento do cabo encontram-se intactos para que não haja fios expostos?		
2. A ferramenta está certificada para ser utilizada em atmosferas perigosa (se necessário)?		
3. Se a ferramenta for para utilização em tanques ou zonas húmidas, a mesma é de voltagem baixa?		
4. O motor da ferramenta encontra-se em boas condições?		
5. Há rachas visíveis ou defeitos na ferramenta?		
6. Existe um dispositivo de segurança que evite a ativação acidental da ferramenta?		
7. Existem elementos de segurança nas partes móveis?		
8. Os componentes móveis mexem-se livremente?		

**Tabela 24 – Inspeção de ferramentas pneumáticas**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A mangueira de ar comprimido encontra-se em boas condições sem rachas, bolhas ou torções?		
2. As ligações da mangueira conectam com o compressor de forma confortável de forma que não haja fugas de ar?		
3. Existem dispositivos para redução de pressão?		
4. Existe uma corrente de segurança para prevenir o chicotear da mangueira caso a mesma se solte?		
5. Existe uma válvula de segurança perto do compressor para o parar se houver uma fuga de ar na mangueira?		
6. Há rachas ou defeitos em algum componente da ferramenta?		
7. Existem elementos de segurança nas partes móveis?		

**Tabela 25 – Inspeção de ferramentas a gasolina**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. Há sinais de fugas de combustível perto do tanque da ferramenta?		
2. O motor da ferramenta está em boas condições?		
3. Há rachas visíveis ou defeitos na ferramenta?		
4. Existe um dispositivo de segurança que evite a ativação acidental da ferramenta?		
5. Existem elementos de segurança nas partes móveis?		
6. Existe um travão para as lâminas e outras partes em movimento?		
7. Há extintores ou outro tipo de equipamento para controlo de fogo perto?		
8. Os silenciadores da ferramenta encontram-se em boas condições?		
9. As ligações e dispositivos de ignição em boas condições?		

**Tabela 26 – Inspeção de ferramentas hidráulicas**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. Há sinais de fugas de fluido nas linhas hidráulicas, cilindros, reservatórios, bombas ou outros componentes?		
2. As linhas hidráulicas estão em boas condições sem rachas ou torções visíveis?		
3. As conexões hidráulicas estão ligadas de forma segura?		
4. Há rachas visíveis ou defeitos na ferramenta?		

**Tabela 27 – Inspeção de ferramentas para jardinagem**

<b>CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO</b>	<b>OK</b>	<b>Requer Intervenção</b>
1. A ferramenta está livre de óleo, gordura e materiais estranhos acumulados?		
2. A cabeça da ferramenta está completamente fixa no manípulo?		
3. Há rachas visíveis na ferramenta?		
4. A ferramenta tem o tamanho adequado para o material que se pretende manusear?		

## PARTE 4 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Quando na execução de uma atividade de manutenção os colaboradores devem acompanhar a sua atividade com uma ficha que disponha informação de segurança para os trabalhos a executar. Esta ficha deve incluir informação com os sinais de obrigação que engloba a utilização de equipamento de segurança, os sinais de proibição, procedimentos e recomendações para a atividade de manutenção, e quais os fatores de risco na atividade. No caso de a manutenção ser efetuada numa máquina ou componente, a ficha deve incluir a marca, modelo, número de série e número de inventário. O levantamento desta informação deve ser feito pela gestão de manutenção e fornecido às equipas de manutenção.

No ambiente industrial é necessário que a sinalética seja bem visível e compreendida por todos os colaboradores pois esta apresenta informação importante, quer seja nas atividades de manutenção ou no decorrer normal das operações. Esta sinalização é definida segundo a Portaria n.º 1456-A/95 de 11 de dezembro (DRE, 1995) de 11 de dezembro e a norma portuguesa NP 3992:1994 (IPQ, 1994).

No seio industrial são utilizados sinais de proibição, sinais de aviso, sinais de obrigação e sinais de salvamento. A informação passada pelos sinais deve ser respeitada e levada em consideração.

## P4.1 SINAIS DE PROIBIÇÃO

Os sinais de proibição vetam determinados comportamentos ou passagens. Estes tipos de sinal têm forma circular de fundo branco, em que pelo menos 35% da sua superfície tem de ser vermelha. A simbologia a preto, no fundo branco, representa o comportamento ou passagem ao qual o colaborador deve ter atenção.

Os seguintes sinais representam algumas proibições que podem ser encontradas na zona onde é feita a atividade de manutenção.



Proibição de fumar



Proibição de fazer lume



Passagem proibida a peões



Proibição de apagar com água



Água não potável



Proibida a entrada a pessoas não autorizadas



Passagem proibida a veículos de movimento de cargas



Não tocar

## P4.2 SINAIS DE AVISO

Os sinais de aviso têm o objetivo de chamar a atenção dos colaboradores para os perigos existentes. A equipe de manutenção deve tomar os cuidados necessários face aos sinais. O sinal de aviso apresenta o fundo amarelo com o símbolo e contorno exterior a preto. Os seguintes sinais de aviso podem ser encontrados durante a atividade de manutenção.



Substâncias inflamáveis  
ou alta temperatura



Substâncias explosivas



Substâncias tóxicas



Substâncias corrosivas



Substâncias radioativas



Cargas suspensas



Veículos de movimentação  
de cargas



Perigo de eletrocussão



Perigos vários



Raios laser



Substâncias comburentes



Radiações não ionizantes



Forte campo magnético



Tropeçamento



Queda com desnível



Risco biológico



Baixa temperatura



Substâncias nocivas  
ou irritantes

### P4.3 SINAIS DE OBRIGAÇÃO

Esta sinalização indica procedimentos e comportamentos que são obrigatórios, nomeadamente a utilização de Equipamentos de Proteção Individual. Os sinais de obrigação são redondos e de fundo de cor azul e aparecem conforme as imagens abaixo nas zonas de trabalho.



Proteção obrigatória dos olhos



Proteção obrigatória da cabeça



Proteção obrigatória dos ouvidos



Proteção obrigatória das vias respiratórias



Proteção obrigatória dos pés



Proteção obrigatória das mãos



Proteção obrigatória do corpo



Proteção obrigatória do rosto



Proteção obrigatória obrigatória contra quedas



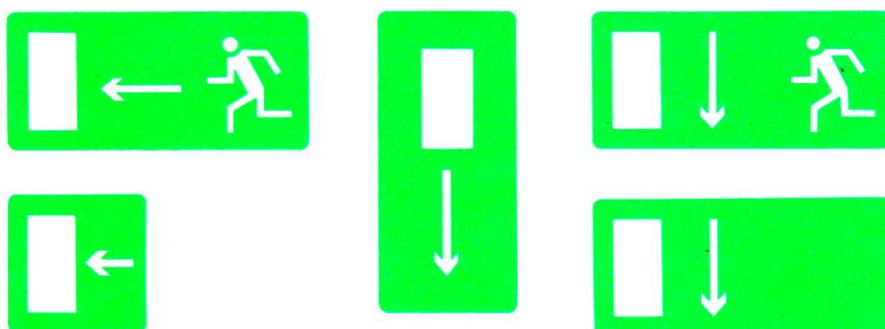
Passagem obrigatória para peões



Obrigações várias (acompanhada por placa adicional)

## P4.4 SINAIS DE SALVAMENTO OU EMERGÊNCIA

Este tipo de sinais normalmente é retangular ou quadrado de fundo verde com um símbolo branco. Os sinais indicam direções de fuga, saídas de emergência ou localização de equipamentos úteis em emergências tais como incêndios ou fugas de gases. Por norma, esta sinalização é fotoluminescente, e assim é visível no escuro.



Via/saída de emergência



Direção a seguir (sinal de indicação às placas apresentadas abaixo)



Primeiros socorros

Maca

Duche de segurança

Lavagem dos olhos



Telefone para salvamento e primeiros socorros

## P4.5 SINAIS RELATIVOS AO MATERIAL DE COMBATE A INCÊNDIOS

Esta sinalização tem o objetivo de localizar com facilidade equipamentos para combate a incêndios, tais como agulhetas de incêndio, escadas, extintores e telefones de emergência. Este tipo de sinais são quadrados ou retangulares e incluem um símbolo branco sobre um fundo vermelho.



Agulheta de incêndio



Escada



Extintor



Telefone para luta  
contra incêndios



Direção a seguir (sinal de indicação às placas apresentadas acima)

## P4.6 CLASSIFICAÇÃO E ROTULAGEM DE SUBSTÂNCIAS

Segundo a Portaria n.o 732-A/96 (DRE, 1996) de 11 de dezembro, as substâncias devem ser classificadas acompanhada da categoria, símbolo de perigo e a caracterização desse risco.

### Classificação de perigosidade: 1. Explosivas

#### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R1 Explosivo em estado seco.

R2 Risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.

R3 Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.

### Classificação de perigosidade: 2. Comburentes

#### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R7 Pode provocar incêndio.

R8 Favorece a inflamação de matérias combustíveis.

R9 Pode explodir quando misturado com matérias combustíveis.

### **Classificação de perigosidade: 3. Facilmente inflamáveis**

#### **Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R11 Facilmente inflamável.

R15 Em contato com a água liberta gases extremamente inflamáveis.

R17 Espontaneamente inflamável ao ar.

### **Classificação de perigosidade: 4. Extremamente inflamáveis**

#### **Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R12 Extremamente inflamável.

### **Classificação de perigosidade: 5. Inflamáveis**

#### **Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**

R10 Inflamável

## Classificação de perigosidade: 6. Tóxicas

### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R23 Tóxico por inalação.

R24 Tóxico em contacto com a pele.

R25 Tóxico por ingestão.

R39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves / Em combinação com as frases de risco como R23, R24 ou R25.

R48 Riscos de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada / Em combinação com as frases de risco R23 ou R24.

## Classificação de perigosidade: 7. Muito tóxicas

### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R26 Muito tóxico por inalação.

R27 Muito tóxico por contacto com a pele.

R28 Muito tóxico por ingestão.

R39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves / Em combinação com as frases de risco como R26, R27 e R28.

R39/26 Muito tóxico. Perigo de efeitos irreversíveis por inalação.

### Classificação de perigosidade: 8. Corrosivas

#### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R34 Provoca queimaduras.

R35 Provoca queimaduras graves.

### Classificação de perigosidade: 9. Nocivas

#### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R20 Nocivo por inalação.

R21 Nocivo em contacto com a pele.

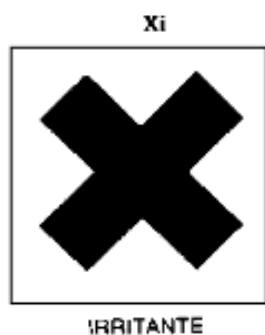
R22 Nocivo por ingestão.

R65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.

R48 Possibilidade de efeitos irreversíveis muito graves / Em combinação com as frases de risco como R20, R21 ou R22.

### Classificação de perigosidade: 10. Irritantes

#### Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:



R36 Irritante para os olhos..

R37 Irritante para as vias respiratórias.

R38 Irritante para a pele.

R41 Risco de graves lesões oculares.

**Classificação de perigosidade: 11. Sensibilizantes por inalação**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**

X<sub>n</sub>



NOCIVO

R42 Pode causar sensibilização por inalação

**Classificação de perigosidade: 12. Cancerígenas (Categoria 1 e 2)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**

T



TÓXICO

R45 Pode causar cancro.

R49 Pode causar cancro por inalação.

**Classificação de perigosidade: 13. Cancerígenas ou carcinogénicas (Categoria 3)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**

X<sub>n</sub>



NOCIVO

R40 Possibilidade de efeitos irreversíveis muito graves.

**Classificação de perigosidade: 14. Mutagénicas (Categoria 1 e 2)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R60 Pode comprometer a fertilidade.

R61 Risco durante a gravidez com efeitos adversos na descendência.

**Classificação de perigosidade: 15. Mutagénicas (Categoria 3)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.

R63 Possíveis riscos durante a gravidez de efeitos indesejáveis na descendência.

**Classificação de perigosidade: 16. Tóxicas para a reprodução (Categoria 1 e 2)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R46 Pode causar alterações genéticas hereditárias.

**Classificação de perigosidade: 17. Tóxicas para a reprodução (Categoria 3)**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R40 Possibilidade de efeitos irreversíveis muito graves.

**Classificação de perigosidade: 18. Perigosas para o ambiente**

**Identificação (categoria e símbolo de perigo) e Caracterização:**



R50 Muito tóxico para os organismos aquáticos.

R51 Tóxico para os organismos aquáticos.

R54 Tóxico para a flora.

R55 Tóxico para a fauna.

R56 Tóxico para os organismos do solo.

R57 Tóxico para as abelhas.

R58 Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente.

R59 Perigoso para a camada de ozono.

R52 Nocivo para os organismos aquáticos.

R53 Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

## Capítulo 5 – Conclusões

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de criar um documento base que possa ser considerado uma mais-valia para a atividade de manutenção. A manutenção providencia um bom funcionamento dos equipamentos, mas também uma prevenção de acidentes para garantir a segurança dos trabalhadores. Desta forma, recorrendo à identificação perigos e análise dos riscos, é possível implementar medidas preventivas, antecipando e evitando situações perigosas.

Durante a pesquisa concluiu-se que as atividades de manutenção variam em termos de complexidade e riscos envolvidos. Compreender os diferentes tipos de atividade de manutenção permite uma análise específica dos riscos associados a cada um deles.

Inicialmente o objetivo passava por isolar as atividades de manutenção por sector de atividade, como por exemplo, atividade de manutenção na indústria metalomecânica, atividade de manutenção na indústria química ou atividade de manutenção na indústria farmacêutica, entre outros. Este objetivo acabou por ser alterado pois os sectores de indústria ramificam-se infinitamente. Assim, o presente trabalho focou-se nas diretrizes básicas de segurança, nos perigos comuns, na inspeção de equipamentos, nas ferramentas e na sinalização de segurança na atividade de manutenção.

Conforme mencionado acima, o documento desenvolvido abrange uma gama de diretrizes básicas de manutenção, incluindo procedimentos de segurança, identificação de perigos e utilização adequada de equipamentos de proteção individual. Ao considerar os perigos mais comuns, como quedas, exposição a substâncias perigosas e riscos elétricos, o documento fornece orientações práticas para a redução desses riscos.

O trabalho enfatiza a importância da sinalização de segurança em ambientes de manutenção. A sinalização adequada, com cores e símbolos padronizados, desempenha um importante papel na prevenção de acidentes, alertando os trabalhadores para possíveis perigos e orientando os mesmos acerca das medidas de segurança.

Por fim, através da análise de todas as situações apresentadas ao longo do documento, pode concluir-se que a prevenção de acidentes na atividade de manutenção é um fator crucial para a segurança dos colaboradores e a integridade dos equipamentos. O documento desenvolvido no presente trabalho, adotando-se a estrutura de um Guia na sua parte final, proporciona uma abordagem prática para a prevenção de acidentes, fornecendo diretrizes e recomendações,

assim como ferramentas de análise de risco para auxiliar os profissionais durante a atividade de manutenção, esperando que o mesmo possa contribuir de forma modesta para o aumento da segurança de milhares de profissionais deste setor em Portugal.

# Referências

- ACS, 2015. Identifying and Evaluating Hazards in Research Laboratories. Committee on Chemical Safety - American Chemical Society.
- Ai, Q., Yuan, Y., Shen, S.L., Wang, H., Huang, X., 2020. Investigation on inspection scheduling for the maintenance of tunnel with different degradation modes. *Tunnelling and Underground Space Technology* 106, 103589.
- Albrechtsen, E., Solberg, I., Svensli, E., 2019. The application and benefits of job safety analysis. *Saf Sci* 113, 425–437.
- Arunraj, N.S., Maiti, J., 2007. Risk-based maintenance—Techniques and applications. *J Hazard Mater* 142, 653–661.
- BSI, 2002. BS EN 360:2002 - Personal protective equipment against falls from a height. Retractable type fall arresters. British Standards Institution, London, United Kingdom.
- BSI, 2017. BS EN 1496:2017 - Personal fall protection equipment. Rescue lifting devices. British Standards Institution, London, United Kingdom.
- Cabral, F.A., 1999. Higiene, segurança saúde e prevenção de acidentes de trabalho: um guia prático imprescindível para a sua actividade diária. Verlag Dashöfer, Lisboa.
- Chemweno, P., Pintelon, L., Van Horenbeek, A., Muchiri, P., 2015. Development of a risk assessment selection methodology for asset maintenance decision making: An analytic network process (ANP) approach. *Int J Prod Econ* 170, 663–676.
- Coentro, S.R.C., 2019. Prevenção e segurança no trabalho em indústria metalomecânica (Tese de Mestrado). Instituto Politécnico de Setúbal.
- Comissão Europeia, Direção-Geral do Emprego, dos A.S. e da I., Eurostat, 2002. Estatísticas europeias de acidentes de trabalho (EEAT) : metodologia. Serviço das Publicações.
- Crawley, F., 2020. Event tree analysis. In: *A Guide to Hazard Identification Methods*. Elsevier, pp. 125–130.
- DRE, 1993. Decreto-Lei n.º 330/93, de 25 de setembro. Diário da República Eletrónico n.º 226/1993, Série I-A. Ministério do Emprego e da Segurança Social, Lisboa, 1993.

- DRE, 1993b. Decreto-Lei n.º 348/93, de 1 de outubro. Diário da República Eletrónico n.º 231/1993, Série I-A. Ministério do Emprego e da Segurança Social, Lisboa, 1993.
- DRE, 1995. Portaria n.º 1456-A/95, de 11 de dezembro. Diário da República Eletrónico n.º 286/1996, Série I-B. Ministério do Emprego e da Segurança Social, Lisboa, 1995.
- DRE, 1996. Portaria n.º 732-A/96, de 11 de dezembro. Diário da República Eletrónico n.º 286/1996, Série I-B. Ministério da Economia, da Saúde e do Ambiente, Lisboa, 1996.
- DRE, 2006. Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro. Diário da República Eletrónico n.º 172/2006, Série I. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, Lisboa, 2006.
- DRE, 2009. Decreto-Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro. Diário da República Eletrónico n.º 176/2009, Série I. Assembleia da República, Lisboa, 2009.
- Ferreira, L.A., 2021. Uma Introdução à Manutenção, 2ª ed. ed. Engebook.
- Filz, M.-A., Langner, J.E.B., Herrmann, C., Thiede, S., 2021. Data-driven failure mode and effect analysis (FMEA) to enhance maintenance planning. *Comput Ind* 129, 103451.
- Freitas, L., 2016. Segurança e saúde do trabalho, 3ª ed. ed. Edições Sílabo, Lisboa.
- Hodkiewicz, M., Klüwer, J.W., Woods, C., Smoker, T., Low, E., 2021. An ontology for reasoning over engineering textual data stored in FMEA spreadsheet tables. *Comput Ind* 131, 103496.
- Holmgren, M., 2006. Maintenance-related incidents and accidents: aspects of hazard identification (Tese de Doutoramento). Luleå University of Technology.
- Hosseini, N., Givehchi, S., Maknoon, R., 2020. Cost-based fire risk assessment in natural gas industry by means of fuzzy FTA and ETA. *J Loss Prev Process Ind* 63, 104025.
- Hu, J., Zhang, L., Liang, W., 2012. Opportunistic predictive maintenance for complex multi-component systems based on DBN-HAZOP model. *Process Safety and Environmental Protection* 90, 376–388.
- IPQ, 1977. NP-1526 Segurança no trabalho. Equipamento de protecção individual. Capacetes. Terminologia e características. Instituto Português da Qualidade.
- IPQ, 1994. NP 3992:1994 - Segurança contra incêndio - Sinais de segurança. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica.
- IPQ, 2006. NP EN 458 - Protectores auditivos. Recomendações relativas à selecção, à utilização, aos cuidados na utilização e à manutenção. Documento guia.

- IPQ, 2012. NP ISO 31000:2012 - Gestão do Risco. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica.
- IPQ, 2021. NP EN 13306:2007 - Terminologia da manutenção. Instituto Português da Qualidade, Monte da Caparica.
- Kardec, A., Nascif, J., 2006. 1 Histórico. Manutenção – Função Estratégica
- Kinney, G.F., Wiruth, A.D., 1976. Practical risk analysis for safety management. Naval Weapons Center China Lake CA.
- Liu, H.-C., You, J.-X., Li, P., Su, Q., 2016. Failure Mode and Effect Analysis Under Uncertainty: An Integrated Multiple Criteria Decision Making Approach. IEEE Trans Reliab 65, 1380–1392.
- Liu, Y., Zhang, Q., Ouyang, Z., Huang, H.-Z., 2021. Integrated production planning and preventive maintenance scheduling for synchronized parallel machines. Reliab Eng Syst Saf 215, 107869.
- Mansdorf, S.Z., 1993. Complete Manual of Industrial Safety, ed. Prentice Hall, New Jersey, U.S.
- Miguel, A.S.S.R., 2005. Manual de Higiene e Segurança do Trabalho, 8ª ed. ed. Porto Editora, Porto.
- Mobley, R.K., 2002. An Introduction to Predictive Maintenance, 2ª ed. ed. Elsevier.
- Morrish, C., 2017. Incident prevention tools—incident investigations and pre-job safety analyses. Int J Min Sci Technol 27, 635–640.
- Nouri.Gharahasanlou, A., Mokhtarei, A., Khodayarei, A., Ataei, M., 2014. Fault tree analysis of failure cause of crushing plant and mixing bed hall at Khoy cement factory in Iran. Case Stud Eng Fail Anal 2, 33–38.
- Nunes, F.D.O., 2010. Segurança e Higiene do Trabalho, 3ª. ed. Edições Gustave Eiffel, Amadora.
- OSHA, 2010. Manutenção, segurança e saúde no trabalho: uma imagem estatística. Facts 90.
- OSHA, 2012. Fall Prevention Fact Sheet 3533. Fall Prevention Protection.
- OSHA, 2016. Hazard Prevention and Control. Recommended Practices for Safety and Health Programs.

- Pereira, F.J.D., Sena, F.M.V., 2012. *Fiabilidade e sua aplicação à Manutenção*, 1<sup>a</sup>. ed. Publindústria.
- Pereira, F.J.D., Sena, F.M.V., 2016. *Manutenção de Instalações Técnicas*, 1<sup>a</sup>. ed. Publindústria.
- Pinna, T., Boccaccini, L.V., Salavy, J.F., 2008. Failure mode and effect analysis for the European test blanket modules. *Fusion Engineering and Design* 83, 1733–1737.
- Pinto, A., 2009. *Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho*, 2<sup>a</sup>. ed. Edições Sílabo.
- Pinto, A., 2016. *Manual de Segurança na Manutenção*, 1<sup>a</sup> ed. ed. Edições Sílabo.
- Pitéu, J.T.V., 2011. *Manutenção de Edifícios. Manutenção Das Instalações Técnicas de um Grande Edifício (Tese de Mestrado)*. ISEL, Lisboa.
- Reis, E.R.A., 2015. *Avaliação de Riscos na Atividade de Manutenção. Estudo de Caso. (Tese de Mestrado)*.
- Reniers, G.L.L., Dullaert, W., Ale, B.J.M., Soudan, K., 2005. Developing an external domino accident prevention framework: Hazwim. *J Loss Prev Process Ind* 18, 127–138.
- Rocha, V.E.C., 2014. *Avaliação De Riscos Em Trabalhos De Manutenção Num Edifício Do Tipo Hospitalar (Dissertação de mestrado)*. Universidade do Porto, Porto.
- Rolim, H.M.A.A., 2008. *Prevenção do Risco de Explosão nas Operações de Manutenção em Indústrias e Instalações Petrolíferas*.
- Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., Baum, H., 2010. Construction Job Safety Analysis. *Saf Sci* 48, 491–498.
- Santos, J.F.D. dos, 2015. *Metodologia para Otimização da Manutenção (Tese de Mestrado)*. ISEL.
- Stamatis, D.H., 2003. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*.
- Tavares, A.F.C., 2011. *Estudo técnico para estabelecimento de procedimentos de actuação, higiene e segurança em oficina metalomecânica (Tese de Mestrado)*. Instituto Superior Técnico.
- Teoh, P.C., Case, K., 2004. Failure modes and effects analysis through knowledge modelling. *J Mater Process Technol* 153–154, 253–260.

- Tyler, B., Crawley, F., 2015. HAZOP: Guide to Best Practice: Guidelines to Best Practice for the Process and Chemical Industries.
- Viegas, G.J. do P., 2014. Levantamento, identificação e classificação de dados para a gestão da manutenção numa empresa industrial (Dissertação de mestrado). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Wälder, K., Wälder, O., 2017. Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements, Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Work Environment Council of NJ, 2019. An introduction to Workplace Prevention Programs. Injury and Illness Prevention Programs.
- Yu, M., Quddus, N., Peres, S.C., Sachdeva, S., Mannan, M.S., 2017. Development of a safety management system (SMS) for drilling and servicing operations within OSHA jurisdiction area of Texas. J Loss Prev Process Ind 50, 266–274.
- Zheng, W., Shuai, J., Shan, K., 2017. The energy source-based job safety analysis and application in the project. Saf Sci 93, 9–15.