



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL



Avaliação de Riscos na Atividade de Manutenção. Estudo de Caso.

Estêvão Rafael Alves dos Reis
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor José Augusto da Silva Sobral
Mestre Ana Maria Brunhoso Pinto

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Prof. Doutor Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes
Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Outubro de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL

Avaliação de Riscos na Atividade de Manutenção. Estudo de Caso.

Estêvão Rafael Alves dos Reis
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor José Augusto da Silva Sobral
Mestre Ana Maria Brunhoso Pinto

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Prof. Doutor Fernando Manuel Duarte Oliveira Nunes
Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral

Outubro de 2015

Resumo

Ao longo dos anos têm sucedido grandes evoluções na forma como a Segurança é encarada no seio militar. No caso concreto da Força Aérea Portuguesa (FAP) existe uma grande evolução na segurança em voo e na segurança em terra. A base da promoção da segurança assenta essencialmente em necessidades decorrentes de aspetos técnicos, fatores humanos e organizacionais, intrínsecos e transversais a qualquer organização, sendo ou não baseada em regulamentos e num código deontológico próprio.

Nos dias de hoje, e com a crescente evolução dos diferentes aspetos constituintes de uma organização, encara-se a abordagem sistémica destes fatores como o caminho para a redução e mitigação dos riscos a níveis aceitáveis, elevando a segurança a parâmetros admissíveis.

A FAP, como organização prestigiada e acompanhante de toda e qualquer evolução tecnológica, a nível de mentalidade e equipamentos, assume que, atualmente, a mitigação dos riscos a níveis aceitáveis é a melhor e mais completa definição para segurança, admitindo-se como inatingível o cenário em que não existem riscos no global.

A Inspeção Geral da Força Aérea (IGFA), entidade responsável pela Prevenção de Acidentes na FAP, tem emanado e acompanhado diversos documentos com o intuito de transmitir recomendações, nomeadamente: Regulamento da Força Aérea 330-3, Organização e Normas de Funcionamento da Inspeção Geral da Força Aérea; Regulamento da Força Aérea 330-1; Regulamento de Prevenção de Acidentes; e a Diretiva nº 02/05, Aplicação da Gestão de Risco na Força Aérea, com o objetivo de alcançar um nível aceitável de segurança.

O presente estudo, sendo realizado na FAP, mais propriamente na Manutenção da Esquadra 101, está intrinsecamente ligado com o que foi referido anteriormente. Este estudo incidirá na Avaliação de Riscos à Manutenção da Esquadra 101, com o objetivo de analisar a possibilidade e aplicabilidade de novas ferramentas e metodologias de Avaliação de Risco, que serão apresentadas e transportadas para um contexto mais prático no sentido de apurar qual ou quais se adequam mais à realidade da Manutenção da Esquadra 101.

Palavras-chave: Manutenção Aeronáutica, Prevenção de Acidentes, Avaliação de Riscos, Metodologias de Avaliação de Risco.

Abstract

Throughout the years there has been a major evolution regarding the way Safety is seen in the military mean, with particular emphasis in the flight safety. The foundations upon which the Safety is promoted are the needs resultants from technical, human and organizational factors, which are horizontal to any organization whether military or not.

Nowadays with the rising evolution of the all the features within the organizations, one see the systemic approach to the mentioned above factors, as the way to reduce the risk down to an acceptable level, thus elevating the Safety parameters to an admissible baseline.

The Portuguese Air Force (PoAF), as an honorable organization that keeps up with each and all the technological evolution, assumes that in the present moment, the mitigation of the risk to acceptable levels, is the best and most complete definition for Safety. Assuming a no risk scenario is unachievable.

The IGFA, which is the entity within the PoAF responsible for the Accident Prevention, has been emanating several documents, with the purpose of transmitting recommendations, particularly through the RFA 330-3; RFA 330-1; Directive n°02/05, in order to achieve an acceptable Safety level.

The hereby presented study, approaches the subject trough a Risk Assessment to the Maintenance of the 101 Squadron, with the objective of analyzing the possibility and applicability of a new set of tools and methodologies to assess the risk, which will be introduced into a more practical context, in order to find out which of them fit the best in the Maintenance of the 101 Squadron working environment.

Key-Words: Aeronautic Maintenance, Accident Prevention, Risk Assessment, Methodologies for Risk Assessment.

Agradecimentos

À minha família direta, em especial à minha esposa, pela sua paciência, compreensão e amor no modo como demonstrou todo o seu apoio para que este estudo fosse concluído, à minha filha, Rafaela, por todos os momentos em que abdiquei de estar com ela para redigir e efetuar o estudo em causa.

Aos meus orientadores, Sr. Professor Doutor José Sobral e Sra. Professora Ana Pinto, por toda a dedicação e compreensão demonstradas.

Agradeço também a ajuda do Sr. Capitão Frederico Alves, um dos responsáveis pela Manutenção da Esquadra 101, em permitir que utilizasse as Infraestruturas da Manutenção em apreço.

Um agradecimento ao Sr. Major Corticeiro Neves, por todos os conselhos dados sedimentados na sua vasta experiência neste âmbito da segurança.

A sua Ex.^a o Exmo. Sr. General Araújo Pinheiro, Chefe de Estado-maior da Força Aérea, por permitir que os dados importantes para a realização deste estudo fossem utilizados.

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivo do Trabalho.....	1
1.3. Estrutura do Trabalho	2
1.4. Contributos do Trabalho.....	2
CAPÍTULO 2. AVALIAÇÃO DO RISCO	3
2.1. Avaliação de Riscos.....	3
2.2. Conceitos essenciais	4
2.3. Análise do Risco	5
2.4. Avaliação e Quantificação do Risco.....	6
2.4.1. Métodos Qualitativos	7
2.4.2. Métodos Semi-Quantitativos.....	7
2.4.3. Métodos Quantitativos	7
2.5. Metodologias de Avaliação de Risco	8
2.5.1. Método de Avaliação Simplificado.....	8
2.5.2. Árvore de Falhas	12
2.5.3. Árvore de Eventos.....	13
2.5.4. O Método William Fine	14
2.5.5. Método APR- Análise Preliminar de Riscos.....	17
2.5.6. Método HAZOP	18
2.5.7. Método What-If (WI).....	19
2.5.8. Matriz British Standard (BS) 8800:2004	19
2.5.9. Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis).....	22
2.5.10. Job Safety Analysis	29
2.6. Gestão do Risco	34
CAPÍTULO 3. MANUTENÇÃO	37
3.1. Manutenção Aeronáutica.....	37
3.2. Definição de Manutenção	37
3.3. Objetivos da Manutenção	38
3.4. Classificação da Manutenção	38
3.5. Programa de Manutenção	40
3.6. Tipos de Manutenção.....	41
3.7. Cartas de Trabalho.....	42
CAPÍTULO 4. CARATERIZAÇÃO DO LOCAL.....	44
4.1. Recursos Humanos	47

CAPÍTULO 5. CASO DE ESTUDO.....	50
5.1. Enquadramento	50
5.2. Descrição das Atividades.....	51
5.3. Identificação dos Perigos.....	56
5.4. Implementação da Metodologia	57
5.5. Análise e discussão dos resultados	62
5.5.1. Análise de resultados Secção de Baterias	63
5.5.2. Análise de resultados Docas	66
5.5.3. Análise de resultados Placa de Lavagem	70
5.5.4. Análise de resultados Linha da Frente	73
5.5.5. Análise de resultados Secção de NDI´s	76
5.5.6. Análise de resultados Secção de Pintura.....	79
5.5.7. Análise de resultados Sala de Óleos.....	82
5.5.8. Análise de resultados Secção de Estruturas	85
5.6. Comparação dos Resultados	88
5.6.1. Comparação dos resultados segundo a severidade.....	88
5.6.2. Comparação dos resultados segundo a ocorrência.....	89
5.6.3. Comparação dos resultados segundo a detecção.....	90
5.6.4. Comparação dos resultados segundo o grau de risco obtido	90
5.7. Recomendações	91
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	94
6.1. Conclusões.....	94
6.2. Trabalhos Futuros	95
Referências Bibliográficas	96
Anexos.....	102
Anexo 1- Simbologia utilizada no método de árvore de falhas	103
Anexo 2- Ficheiros da análise FMEA adaptada aos vários sectores da Manutenção da Esquadra 101	104

Índice de Figuras

Figura 1: Tipos de métodos de análise de risco (adaptado de Carvalho, p16, 2007).....	6
Figura 2: Exemplo de uma árvore de falhas (Freitas, 2008).....	13
Figura 3: Exemplo de uma árvore de Eventos (Martins e Lourenço, 2009).....	14
Figura 4: Exemplo de um Ciclo JSA (adaptado http://www.crutchfieldconsulting.com , consultado dia 20/05/2015).....	30
Figura 5: Standard Operating Procedure (http://www.cartercorporation.com.au , s/data).....	34
Figura 6: Fases de um processo de Gestão do Risco Profissional (Roxo, 2003).....	35
Figura 7: Seis Passos de um processo de Gestão de Risco Operacional (AFPAM, 2000).....	35
Figura 8: Tipos de Manutenção (NP EN 13306, 2007).....	39
Figura 9: Vista Aérea da Base Aérea N°1 (site: www.googlemaps.pt , s/data).....	44
Figura 10: Hangar Principal da Manutenção da Esquadra 101 (site: www.googlemaps.pt , s/data).....	45
Figura 11: Aeronave De Havilland DHC1 Chipmunk (site: www.emfa.pt , s/data).....	45
Figura 12: Aeronave Aerospatiale Épsilon TB-30 (site: www.emfa.pt , s/data).....	46
Figura 13: Aeronave ASK-21 (site: www.emfa.pt , s/data).....	47
Figura 14: Aeronave Dornier DO-27 (site: www.emfa.pt , s/data).....	47
Figura 15: Representação esquemática da Metodologia de trabalho utilizada.....	51
Figura 16: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Baterias).....	63
Figura 17: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de Baterias).....	64
Figura 18: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Baterias).....	65
Figura 19 – Percentagem de valores do grau de risco (Secção de baterias).....	66
Figura 20: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Docas).....	67
Figura 21: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Docas).....	67
Figura 22: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Docas).....	68
Figura 23: Percentagem de valores do grau de risco (Docas).....	69
Figura 24: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Placa de Lavagem).....	70
Figura 25: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Placa de Lavagem).....	71
Figura 26: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Placa de Lavagem).....	71
Figura 27: Percentagem de valores do grau de risco (Placa de Lavagem).....	72
Figura 28: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Linha da Frente).....	73
Figura 29: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Linha da Frente).....	74
Figura 30: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Linha da Frente).....	74
Figura 31: Percentagem de valores do grau de risco (Linha da Frente).....	75
Figura 32: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de NDI's).....	76
Figura 33: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de NDI's).....	77
Figura 34: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de NDI's).....	77

Figura 35: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de NDI's).....	78
Figura 36: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Pintura).	79
Figura 37: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de Pintura).	80
Figura 38: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Pintura).	80
Figura 39: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de Pintura).	81
Figura 40: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Sala de Óleos).	82
Figura 41: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Sala de Óleos).	83
Figura 42: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Sala de Óleos).	83
Figura 43: Percentagem de valores do grau de risco (Sala de Óleos).....	84
Figura 44: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Estruturas).	85
Figura 45: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de Estruturas).....	86
Figura 46: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Estruturas).....	86
Figura 47: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de Estruturas).	87
Figura 48: Análise comparativa segundo a severidade.	88
Figura 49: Análise comparativa segundo a ocorrência.	89
Figura 50: Análise comparativa segundo a deteção.....	90
Figura 51: Análise comparativa segundo o grau de risco.	91

Índice de Tabelas

Tabela 1: Determinação do nível de deficiência (Freitas, 2008).	9
Tabela 2: Determinação do nível de exposição (Freitas, 2008).	9
Tabela 3: Significado dos diferentes níveis de probabilidade (Freitas, 2008).	10
Tabela 4: Determinação do nível de probabilidade (Belloví e Malagón, s/data).	10
Tabela 5: Determinação do nível de consequências (Belloví e Malagón, s/data).	11
Tabela 6: Cálculo do nível de risco e de intervenção (Belloví e Malagón, s/data).	11
Tabela 7: Significado do nível de intervenção (Freitas, 2008).	12
Tabela 8: Consequências dos acidentes (Freitas, 2008).	15
Tabela 9: Exposição aos acidentes (Freitas, 2008).	16
Tabela 10: Probabilidade de acidente (Freitas, 2008).	16
Tabela 11: Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida (Freitas, 2008).	16
Tabela 12: Fator custo (Fc) (Freitas, 2008).	16
Tabela 13: Grau de correção (Gc) (Freitas, 2008).	17
Tabela 14: Categorias de frequência de ocorrência de um determinado evento para APR (MIL-STD-882 A, 1977).	17
Tabela 15: Formulário de aplicação do APR (Freitas, 2008).	18
Tabela 16: Formulário de registo de identificação de perigos (Freitas, 2003).	19
Tabela 17: Matriz BS 8800:2004 (adaptado British Standard 8800, 2004).	20
Tabela 18: Classificação da Gravidade do Dano (adaptado British Standard 8800, 2004).	20
Tabela 19: Categorias da possibilidade de ocorrerem danos (adaptado British Standard 8800, 2004).	20
Tabela 20: Critérios para definir a tolerabilidade ao risco (adaptado British Standard 8800, 2004).	21
Tabela 21: Plano de Controlo de risco (adaptado British Standard 8800, 2004).	21
Tabela 22: Princípios Gerais da Prevenção (Lei nº102/2009).	22
Tabela 23: Índice de ocorrência para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003).	24
Tabela 24: Índice de severidade para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003).	24
Tabela 25: Índice de severidade para efeitos de segurança no trabalho (Holt, 2001).	25
Tabela 26: Índice de severidade (Stamatis <i>et al</i> , 2003).	25
Tabela 27: Índice de deteção (Stamatis, 2003).	25
Tabela 28: Escalas de valoração do RPN e medidas a implementar (Stamatis, 2003).	27
Tabela 29: Exemplo de um formulário de uma FMEA (Brito <i>et al</i> , 2006).	28
Tabela 30: Modelo FMEA adaptado.	57
Tabela 31: Extrato 1 da Avaliação de Risco à secção de baterias.	59
Tabela 32: Extrato 2 da Avaliação de Risco à secção de baterias.	60
Tabela 33: Extrato 3 da Avaliação de Risco à secção de baterias.	61

Tabela 34: Extrato 4 da Avaliação de Risco à secção de baterias.	62
Tabela 35: N° de riscos segundo o grau de risco obtido (Secção de baterias).....	65
Tabela 36: N° de riscos segundo o grau obtido (Docas).	69
Tabela 37: N° de riscos segundo o grau obtido (Placa de Lavagem).....	72
Tabela 38: N° de riscos segundo o grau obtido (Linha da Frente).....	75
Tabela 39: N° de riscos segundo o grau obtido (Secção de NDI's).....	78
Tabela 40: N° de riscos segundo o grau obtido (sala de Pintura).	81
Tabela 41: N° de riscos segundo o grau obtido (Sala de Óleos).	84
Tabela 42: N° de riscos segundo o grau obtido (secção de estruturas).	87
Tabela 43: Tabela resumo das recomendações.....	93

Lista de Abreviaturas

ACT - Autoridade para as Condições no Trabalho

APR – Análise Preliminar de Riscos

AT - Acidente de Trabalho

BS – British Standard

CBT – Cartas Básicas de Trabalho

CFMTFA – Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea

D – Detecção

DOE – Design Of Experiments

DP - Doença Profissional

EMB – Esquadrilha de Manutenção Base

END – Ensaios Não Destrutivos

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ETA – Event Tree Analysis

FAP – Força Aérea Portuguesa

Fc – Fator Custo

Fcon – Fator Consequência

Fe – Fator Exposição

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

Fp – Fator Probabilidade

FTA – Fault Tree Analysis

Gc – Grau de Correção

GPA – Gabinete de Prevenção de Acidentes

Gpe – Grau de Perigosidade

GR – Grau de Risco

HAZOP – Hazard And Operability Studies

HST- Higiene e Segurança no Trabalho

ICI – Imperial Chemical Industries

IDICT- Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições do Trabalho

IF – Inspeção de Fase

INRS – Institut National de Recherche et de Sécurité

IRAN – Inspect and Repair As Necessary

ISHST- Instituto de Segurança Higiene e Segurança no Trabalho
JHA – Job Hazard Analysis
JSA – Job Safety Analysis
MCA – Manual do Comando Aéreo
MELIAV - Mecânico de Eletroaviônicos
MMA – Mecânico de Material Aéreo
NC – Nível de Consequências
ND – Nível de Deficiência
NDI – Non Destructive Inspection
NE – Nível de Exposição
NP – Norma Portuguesa
NPA – Número de Pessoas Afetadas
NPr – Nível de Probabilidade
NR – Nível de Risco
O - Ocorrência
OIT- Organização Internacional do Trabalho
PCS – Procedimento e Condições de Segurança
PM – Programa de Manutenção
PQM – Procedimento da Qualidade na Manutenção
QFD – Quality Function Deployment
REMAFA – Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea
RFA – Regulamento da Força Aérea
RPN – Risk Priority Number
S – Severidade
SJP – Safe Job Procedure
SMLU – Structural Mid Life Update
SOAP – Análise de Óleos
SPC – Statistical Process Control
SST- Segurança e Saúde no Trabalho
TO – Technical Order
UA- Unidade Aérea

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Nos dias de hoje torna-se cada vez mais importante ter em atenção à temática da segurança. A FAP tem tido em conta a mitigação dos riscos, nas diversas atividades que lhe estão cometidas, poupando recursos humanos e materiais.

As atividades inerentes a uma organização militar, no caso concreto da Manutenção Aeronáutica da FAP, envolvem riscos. Os meios humanos carecem de maior especialização e qualificação e os sistemas de armas carecem de maior sustentabilidade, comportando assim um custo muito elevado, sendo por isso urgente e fundamental proteger os recursos disponíveis através do controlo dos riscos, para que não resultem perdas nem danos.

A Manutenção Aeronáutica, por si só, é uma atividade que visa o aprontamento diário de aeronaves, de forma a fazer face aos regimes de esforço propostos e aos objetivos traçados para o cumprimento da atividade aérea da Esquadra 101. Atividade essa bastante susceptível de causar erros que podem culminar em acidente.

Admitindo como inatingível o ideal cenário da “eliminação total” dos riscos, torna-se importante enveredar pela mitigação dos mesmos a níveis aceitáveis recorrendo-se, numa primeira fase, à prevenção. Para que estes mesmos riscos sejam prevenidos, impõe-se a necessidade de analisá-los, avaliá-los e sobretudo implementar eficazmente as correspondentes medidas corretivas. Neste sentido, surge então a necessidade da realização de uma Avaliação de Riscos a este setor da Unidade, para que a sua missão seja cumprida em maior segurança.

1.2. Objetivo do Trabalho

O objetivo deste trabalho centra-se na Avaliação de Risco na atividade de manutenção da Esquadra 101, utilizando a Metodologia FMEA adaptada. Esta permitirá identificar os riscos nos vários setores, possibilitando a identificação dos setores mais periclitantes, propondo após este estudo oportunidades de melhoria que permitirão mitigar os riscos identificados.

1.3. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por 6 capítulos.

O capítulo 1 é denominado Introdução e inclui o enquadramento, a estrutura do trabalho e quais os contributos do mesmo.

O capítulo 2 é dedicado à avaliação do risco e inclui, a evolução da Avaliação de Riscos, os conceitos essenciais, técnicas de Avaliação de Risco, Análise e Valorização do risco e as várias Metodologias de Avaliação de Risco.

O capítulo 3 é dedicado à definição de Manutenção e os conceitos inerentes à mesma.

O capítulo 4 é referente à descrição do local onde vai ser realizado este estudo, nomeadamente as instalações onde é realizada a manutenção das aeronaves afetas à Esquadra 101.

O capítulo 5 é dedicado ao Caso de Estudo, onde são elaboradas as tabelas de avaliação, segundo a Metodologia FMEA adaptada, utilizada para a valoração do risco, implementação da Metodologia, seguindo-se uma análise e discussão dos resultados obtidos na avaliação dos riscos e posteriores recomendações de melhoria, associadas à atividade de Manutenção da Esquadra 101.

Por fim, o capítulo 6 é dedicado às Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros, onde se sintetizam todos os estudos e Metodologias utilizadas.

1.4. Contributos do Trabalho

Após a implementação da Metodologia FMEA adaptada, este estudo contribuirá de uma forma significativa no aperfeiçoamento das condições de trabalho, dos vários setores avaliados, pois serão feitas recomendações de melhoria que ajudarão na mitigação dos riscos e conseguinte melhoria das condições de segurança, para os homens e mulheres que diariamente trabalham e colaboram com esta manutenção.

CAPÍTULO 2. AVALIAÇÃO DO RISCO

2.1. Avaliação de Riscos

É com o advento da revolução industrial (final do séc. XVIII e início do séc. XIX) e a consequente utilização das primeiras máquinas (cujo projeto não tinha em conta as capacidades e limitações dos operadores) que a problemática da SST (Segurança e Saúde no Trabalho) se agudiza e ganha relevo devido à elevada taxa de mortalidade em resultado quer de acidentes quer de doenças profissionais que se registavam em todas as faixas etárias, desde crianças a idosos (este cenário é admiravelmente descrito nas obras de Charles Dickens- Romancista Inglês, 1812 a 1870, ou mais tarde, pelo escritor Português Soeiro Pereira Gomes 1909 a 1949) (Pinto, 2009). Somente em 1919 foi criada a OIT – Organização Internacional do Trabalho (do inglês ILO International Labour Organization), após a primeira Guerra Mundial, como parte do Tratado de Versalhes, refletindo a convicção de que a paz universal só pode ser realizada se for baseada na justiça social (www.ilo.org, 2012).

Em 1931, H.W Heinrich, que pertencia a uma companhia de seguros dos Estados Unidos, publicou um estudo onde afirmava existir uma relação de 4:1 entre os custos indiretos e os custos diretos dos acidentes, sendo a sua pesquisa fundamentada em dados médicos da indústria americana da década de 20. Heinrich apresentou um método para o estudo dos acidentes que ficou conhecido pela teoria do dominó e que se baseava num efeito de causalidade. Segundo este método um acidente é a consequência de um conjunto sequencial de 5 fatores:

1. **Ascendência e ambiente social** (relacionados com a cultura, educação e o desenvolvimento social do indivíduo);
2. **Falha humana** (herdada ou adquirida; relacionada com fatores temperamentais do indivíduo, tais como: irritabilidade, imprudência, desleixo, etc.);
3. **Ato inseguro e/ou condição perigosa** (é o elo central e sobre o qual se pode atuar);
4. **Acidente** (todo o acontecimento não planeado, não controlado e não desejado que interrompe uma atividade ou função);
5. **Dano Pessoal** (resulta de um acidente e depende do fator que o precede).

Retirando nesta sequência (dominó) o acontecimento central (ato inseguro e/ou condição perigosa), o acidente nunca ocorre, pois só sucederia se houvesse ocorrido o acontecimento anterior, que foi suprimido. A atuação sobre este fator pode ser efetuada a curto prazo com ações corretivas sobre as atividades/tarefas desenvolvidas e sobre o ambiente/locais de trabalho ou, a médio/longo prazo com ações de informação e formação (Nunes, 2010).

No caso português, a primeira legislação com referências a estas matérias remonta a 1853 (Regulamento das Minas) mas só em 1895 é que foi publicada a primeira lei específica sobre Higiene e Segurança no Trabalho (HST) que incidia no setor da construção civil; (...) em 1922 é publicado o decreto nº 8364, que aprova o Regulamento de Higiene, Salubridade e Segurança nos Estabelecimentos Industriais.

No que concerne a entidades responsáveis pelas condições do trabalho em 1993 foi reestruturada a administração do Trabalho sendo criado o Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições do Trabalho (IDICT), (...) em 2004 é extinto o IDICT e criado, em sua substituição o Instituto de Segurança Higiene e Segurança no Trabalho (ISHST) e em 2006 é extinto o ISHST e criada, em sua substituição a Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT) (Pinto, 2009).

2.2. Conceitos essenciais

A Avaliação de Riscos procede, de um exame detalhado, daquilo que em cada atividade pode causar danos para os trabalhadores, por forma a determinar se as medidas de prevenção existentes foram suficientes ou se é necessária uma ação mais estruturada para a prevenção dos riscos (Freitas, 2008).

Para a melhor compreensão desta problemática é necessário consolidar alguns conceitos que contribuem para o desenvolvimento estruturado das atividades, a saber:

- **Acidente** – o Conselho Nacional de Segurança define um acidente como um evento indesejado que resulte em danos pessoais ou materiais (www.osha.gov, 2014)
- **Incidente** – acontecimento relacionado com o trabalho que, não obstante a severidade, origina ou poderia ter originado dano para a saúde (OSHAS 18001, 2007).
- **Quase Acidente** – descreve incidentes em que nenhuma propriedade foi danificada e sem danos pessoais sofridos, mas onde, dada uma ligeira mudança no tempo ou posição, danos e ou ferimentos facilmente podem ocorrer (www.osha.gov, 2014).
- **Ato Inseguro** é todo o comportamento que pode ocasionar um acidente. Muitas vezes, o ato inseguro é causado por uma condição insegura a não ser que seja deliberado pela pessoa que o comete (Cordeiro, 2001).
- **Perigo/Fator de Risco** é fonte, situação ou ato com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destas (OSHAS 18001, 2007).

- **Risco profissional** é a possibilidade de um trabalhador sofrer um determinado dano provocado pelo trabalho. A sua qualificação dependerá do efeito conjugado da probabilidade de ocorrência e da sua gravidade (Freitas, 2008).

Neste contexto e tendo como referência os vários autores já referenciados, a prevenção de riscos profissionais constitui o conjunto de medidas adotadas ou previstas na concepção e em todas as fases da atividade das empresas, visando eliminar ou reduzir o risco para todos os trabalhadores. Aceita-se, em geral, a distinção entre:

- **Prevenção primária** para designar as medidas de eliminação do risco;
- **Prevenção secundária** para designar as medidas de redução do risco;
- **Prevenção terciária** para designar as medidas ao nível da saúde do trabalho, ou, ainda, como referência à reparação de acidentes de trabalho ou doenças profissionais. Não se está neste caso, perante um conceito exato de prevenção, sendo preferível utilizar expressões associadas à vigilância médica, ou à reabilitação.

2.3. Análise do Risco

De um modo geral, a Análise de Risco tem por objetivo responder a uma ou mais das seguintes perguntas, relativas a uma determinada instalação:

1. Quais os riscos presentes na instalação e o que pode acontecer de errado?
2. Qual a probabilidade de ocorrência de acidentes devido a riscos presentes?
3. Quais os efeitos e as consequências destes acidentes?
4. Como poderiam ser eliminados ou reduzidos esses riscos?

Para responder à primeira questão, diversas técnicas qualitativas e quantitativas são utilizadas para a identificação dos eventos indesejáveis. Para a segunda questão, as taxas de falhas de equipamentos e erros humanos (poucos são os dados disponíveis sobre as probabilidades de falha humana), determinadas por técnicas de fiabilidade com base em bancos de dados de falhas e acidentes, são combinadas com a utilização de distribuições de probabilidades que fornecem a frequência global de ocorrência do evento indesejável. A terceira questão é satisfeita pela utilização de modelos matemáticos, modelos de falhas e modelos de difusão de nuvens de gás, para estimar as consequências de acidentes. Por último, as técnicas de controlo de riscos respondem à última questão (Nunes, 2010).

2.4. Avaliação e Quantificação do Risco

A Avaliação de Risco é um processo, resultante de um perigo, tendo em consideração se o risco é ou não aceitável (OSHAS 18001, 2007).

É, pois, uma análise sistemática de todos os aspetos do trabalho, que identifica: (www.osha.europa.eu, 2008).

- Aquilo que é susceptível de causar lesões ou danos;
- A possibilidade de os perigos serem eliminados e se tal não for o caso;
- As medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir, para controlarem os riscos.

A Avaliação de Riscos na sua definição mais ampla é um processo estruturado para avaliar qualitativamente e/ou quantitativamente o nível de risco imposto pelas fontes de perigo identificadas a um processo. Segue-se uma descrição dos métodos envolvidos neste processo (adaptado Hartlén *et al*, 1999).

- Métodos de Avaliação Qualitativos (**MAQt**);
- Métodos de Avaliação Quantitativos. (**MAQt**);
- Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (**MASqt**).

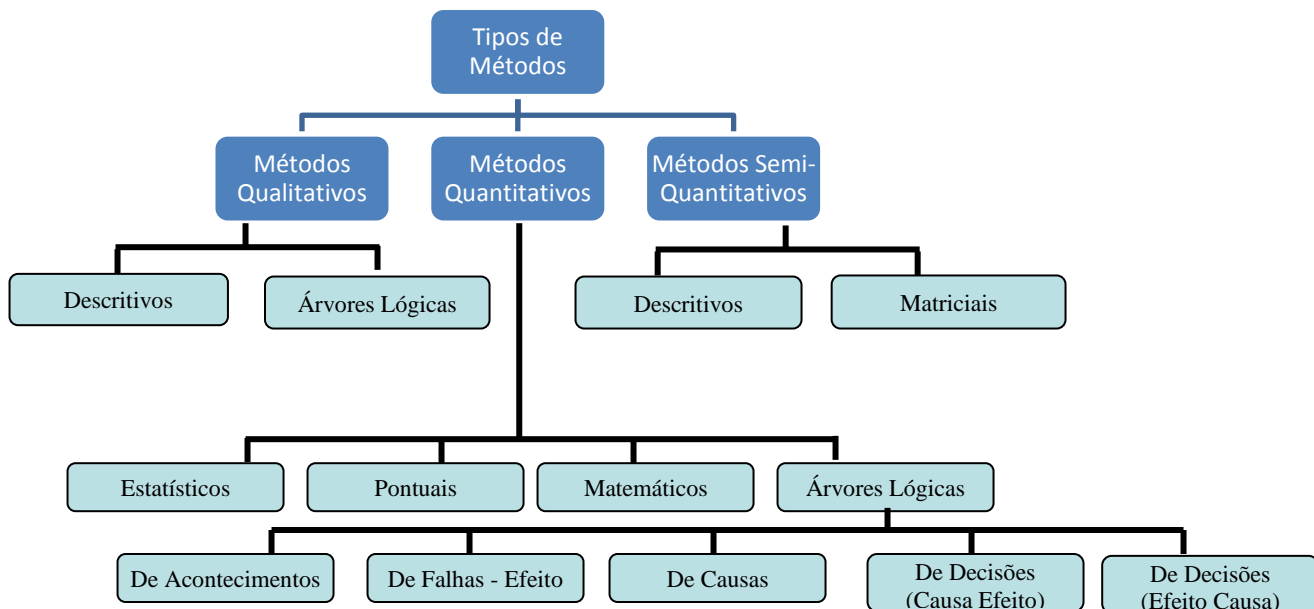


Figura 1: Tipos de métodos de análise de risco (adaptado de Carvalho, p16, 2007).

2.4.1. *Métodos Qualitativos*

Os métodos qualitativos descrevem, sem chegar a uma quantificação global, os pontos perigosos de uma instalação e as medidas de segurança existentes, sejam de tipo preventivo ou de proteção. Este tipo de método é adequado para estimar situações simples, cujos perigos possam ser facilmente identificados através da observação. Os métodos qualitativos podem ser dos seguintes tipos:

- Estudo de riscos no posto de trabalho;
- Estudos de movimentação;
- Estudos de implantação;
- Planos de sinalização;
- Fluxogramas;
- Listas de verificação;
- Tabelas de reações químicas perigosas.

2.4.2. *Métodos Semi-Quantitativos*

Estes métodos atribuem índices às situações de risco identificadas e estabelecem planos de atuação tais como o Método da Matriz e o Método de William Fine. Quando a avaliação pelos métodos qualitativos é insuficiente, é preferível optar pelos métodos semi-quantitativos, visto que os métodos quantitativos são complexos e não justificam os custos que lhe estão associados (Carvalho, 2007).

2.4.3. *Métodos Quantitativos*

Segundo Cabral (2010), estes tipos de métodos quantificam o que pode acontecer e atribuem um valor à probabilidade e à severidade, com recurso a técnicas sofisticadas de cálculo e a modelos matemáticos. Também aqui se podem distinguir diversos tipos de análise. Baseiam-se num modelo matemático, em que se atribui um valor numérico aos diversos fatores que causam ou agravam o risco, bem como aqueles que aumentam a segurança, permitindo estimar um valor numérico para o risco efetivo. De entre os métodos ditos quantitativos, podem citar-se:

Métodos Estatísticos

- Índices de frequência e de gravidade;
- Índices de fiabilidade;
- Taxas médias de falha.

Métodos Matemáticos

- Modelos de falhas;
- Modelo de difusão de nuvens de gás.

Métodos Pontuais

- Gretener, Purt, Eric, MESERI, Dow.

2.5. Metodologias de Avaliação de Risco

2.5.1. Método de Avaliação Simplificado

Este método, concebido originalmente por Kinney, permite quantificar a amplitude dos riscos e hierarquizar as prioridades de intervenção. O ponto de partida passa pela deteção das não conformidades nos locais de trabalho para, em seguida, se proceder à estimação da probabilidade de ocorrer um acidente e, face à magnitude, avaliar o risco associado a cada uma das consequências (Freitas, 2008).

O nível de risco (NR) resulta do nível de probabilidade (NPr) e do nível de consequências (NC) sendo expresso do seguinte modo:

$$\mathbf{NR = NPr \times NC}$$

O nível de probabilidade é calculado através da seguinte fórmula $\mathbf{NPr = ND \times NE}$. Nos pontos seguintes vão ser explanados os significados de nível de deficiência (ND) e de nível de exposição (NE).

2.5.1.1. Nível de Deficiência

O nível de deficiência (ND) consiste na amplitude da articulação expectável entre o conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação causal direta com o possível acidente (Freitas, 2008).

A tabela 1 refere os vários níveis de deficiência.

Tabela 1: Determinação do nível de deficiência (Freitas, 2008).

Nível de deficiência	ND	Significado
Muito deficiente (MD)	10	Foram detetados fatores de risco significativos que determinam a elevada probabilidade de acidente. As medidas são ineficazes.
Deficiente (D)	6	Existe um fator de risco significativo, que precisa de ser eliminado. A eficácia das medidas de prevenção vê-se drasticamente reduzida
Melhorável (M)	2	São constáveis fatores de risco de importância reduzida. A eficácia das medidas preventivas não é globalmente posta em causa.
Aceitável (B)	-	Não se detetou qualquer anomalia que caiba referir. O risco está controlado.

2.5.1.2. *Nível de Exposição*

O nível de exposição (NE) é uma medida da frequência com que ocorre a exposição ao risco. Para um risco concreto, o nível de exposição pode ser estimado em função dos tempos de permanência em áreas de trabalho, operações com máquinas, etc., tal como demonstra a tabela seguinte (Freitas, 2008).

Tabela 2: Determinação do nível de exposição (Freitas, 2008).

Nível de exposição	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Contínua várias vezes ao longo do período laboral, com exposição prolongada.
Frequente (EF)	3	Várias vezes ao longo do período laboral ainda que por curtos períodos.
Ocasional (EO)	2	Uma vez por outra, ao longo do período de laboração, por um reduzido lapso de tempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

2.5.1.3. *Nível de Probabilidade*

O nível de probabilidade (NPr) é determinado em função do nível de deficiência das medidas de prevenção e do nível de exposição ao risco: $NPr = ND \times NE$. A tabela 3 indica os significados dos vários níveis de probabilidade.

Tabela 3: Significado dos diferentes níveis de probabilidade (Freitas, 2008).

Nível de Probabilidade	NPr	Significado
Muito Alta (MA)	Entre 40 e 24	<ul style="list-style-type: none"> Situação deficiente, com exposição continuada ou mais deficiente, com exposição frequente. A materialização deste risco ocorre com frequência
Alta (A)	Entre 20 e 10	<ul style="list-style-type: none"> Situação deficiente, com exposição frequente ou ocasional ou situação muito deficiente, com exposição ocasional ou esporádica. A materialização do risco é possível em vários momentos do processo operacional
Média (M)	Entre 8 e 6	<ul style="list-style-type: none"> Situação deficiente, com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. Existe a possibilidade de dano.
Baixa (B)	Entre 4 e 2	<ul style="list-style-type: none"> Situação melhorável, com exposição ocasional ou esporádica. Não é expectável a ocorrência de risco, ainda que seja concebível

Na tabela seguinte é realizada a determinação do nível de probabilidade

Tabela 4: Determinação do nível de probabilidade (Belloví e Malagón, s/data).

		Nível de exposição (NE)			
		4	3	2	1
Nível de deficiência (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Tal como já foi referido, os valores calculados com esta Metodologia têm um efeito orientador, devendo ser tidos em consideração outros cálculos, quando surgir a necessidade de utilização de critérios de valoração mais precisos (como por exemplo dados estatísticos de sinistralidade laboral) (Freitas, 2008).

2.5.1.4. Nível de Consequências

Para a efetuar a categorização do nível de consequências (NC) foram tidos em consideração quatro níveis, correspondentes a lesões e a danos materiais. Como se pode observar na tabela 5, a escala numérica das consequências esperadas é muito superior à da probabilidade, tal resulta do fato de o fator consequências assumir um peso maior na valoração.

Tabela 5: Determinação do nível de consequências (Belloví e Malagón, s/data).

Nível de consequências	NC	Significado	
		Lesões	Danos materiais
Mortal ou Catastrófico (M)	100	1 morto ou mais	Destruição total do sistema
Muito Grave (MG)	60	Lesões graves, que podem ser irreparáveis	Destruição parcial do sistema (com reparação complexa e de custos elevados)
Grave (G)	25	Lesões com incapacidade temporária absoluta ou parcial	É necessário parar o processo operativo para proceder à reparação.
Leve (L)	10	Pequenas lesões que não requerem internamento	Podem proceder-se à reparação sem parar o processo.

2.5.1.5. Nível de Risco e Nível de Intervenção

A tabela 6 permite determinar o nível de risco e, através da agregação dos diversos valores obtidos, instituir blocos de prioridade de intervenção, expressos em quatro níveis.

$$NR = NPr \times NC$$

Tabela 6: Cálculo do nível de risco e de intervenção (Belloví e Malagón, s/data).

		Nível de probabilidade (NPr)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nível de consequências (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Os níveis de intervenção obtidos assumem valores orientativos, oriundos da hierarquização dos valores obtidos na tabela do nível de risco. Para decidir um programa de investimentos e melhorias, é imprescindível introduzir a componente económica e o âmbito de influência da intervenção (Belloví e Malagón, s/data).

Tabela 7: Significado do nível de intervenção (Freitas, 2008).

Nível de Intervenção	NR	Significado
I	4000-600	Situação crítica. Correção urgente
II	500-150	Corrigir e adotar medidas de controlo
III	120-40	Melhorar se for possível. Seria conveniente justificar a intervenção e a sua rentabilidade
IV	20	Não intervir, exceto se uma análise mais precisa o justificar

Quando obtido o resultado da valorização do risco, é necessário comparar os dados com outros estudos realizados anteriormente. Para além de conhecer os valores, poderemos seguir a sua evolução desde que as medidas de correção aplicadas sejam as mais ajustadas (Freitas, 2008).

2.5.2. *Árvore de Falhas*

A Análise de Árvore de Falhas (FTA) foi primariamente concebida por H.A. Watson (1961) dos Laboratórios Bell Telephone, a pedido da Força Aérea Americana para avaliação do sistema de controlo do Míssil Balístico Minuteman (Nunes, 2010).

O método inicia com uma falha particular do sistema, também denominada de efeito ou evento de topo, desdobrando-a numa árvore lógica até às falhas básicas, também denominadas de causas ou eventos primários (Long *et al.*, 2000).

A FTA parte de um evento indesejável de topo (Cabral, 2010), escolhido para o estudo e estabelece combinações de falhas e condições que podem causar a ocorrência desse evento. A técnica é dedutiva e qualitativa e baseia-se numa representação gráfica (utilizando símbolos lógicos) englobando todos os possíveis acontecimentos que podem dar origem a um acidente. O uso deste método numa análise qualitativa evidencia os efeitos dos modos de falha do sistema e as mudanças a serem implementadas (Geoff, 1996).

Na tabela do Anexo 1 estão representados os vários símbolos passíveis de serem utilizados na construção de uma FTA.

A figura 2 mostra um exemplo de uma árvore de falhas.

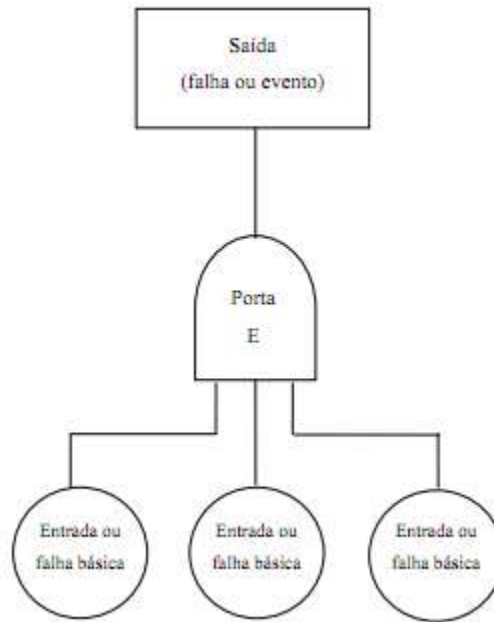


Figura 2: Exemplo de uma árvore de falhas (Freitas, 2008).

2.5.3. *Árvore de Eventos*

A Análise por Árvore de Eventos (ETA) consiste na análise quantitativa de possíveis consequências de um evento inicial. Para tal, após a ocorrência do evento identificam-se todas as suas possíveis consequências, bem como, a probabilidade de sucesso de cada uma das barreiras instaladas desse evento. Trata-se, assim de um método lógico que visa analisar como e o porquê de um evento poder gerar uma determinada consequência, apoiando-se na descrição gráfica das sequências de eventos através da técnica ETA (Martins e Lourenço, 2009).

O processo inicia-se ao nível do sistema e pesquisando para baixo, através do sistema, subsistema, equipamento e componente, averiguando todas as causas. Assim, as consequências, as probabilidades e os eventos são reproduzidos através de uma árvore de eventos, sendo possível desagregar as subsequências de falha de forma lógica e coesa. Deste modo, tendo por base os resultados aferidos, calculasse a fiabilidade do sistema.

A figura 3 mostra um exemplo de uma árvore de eventos.

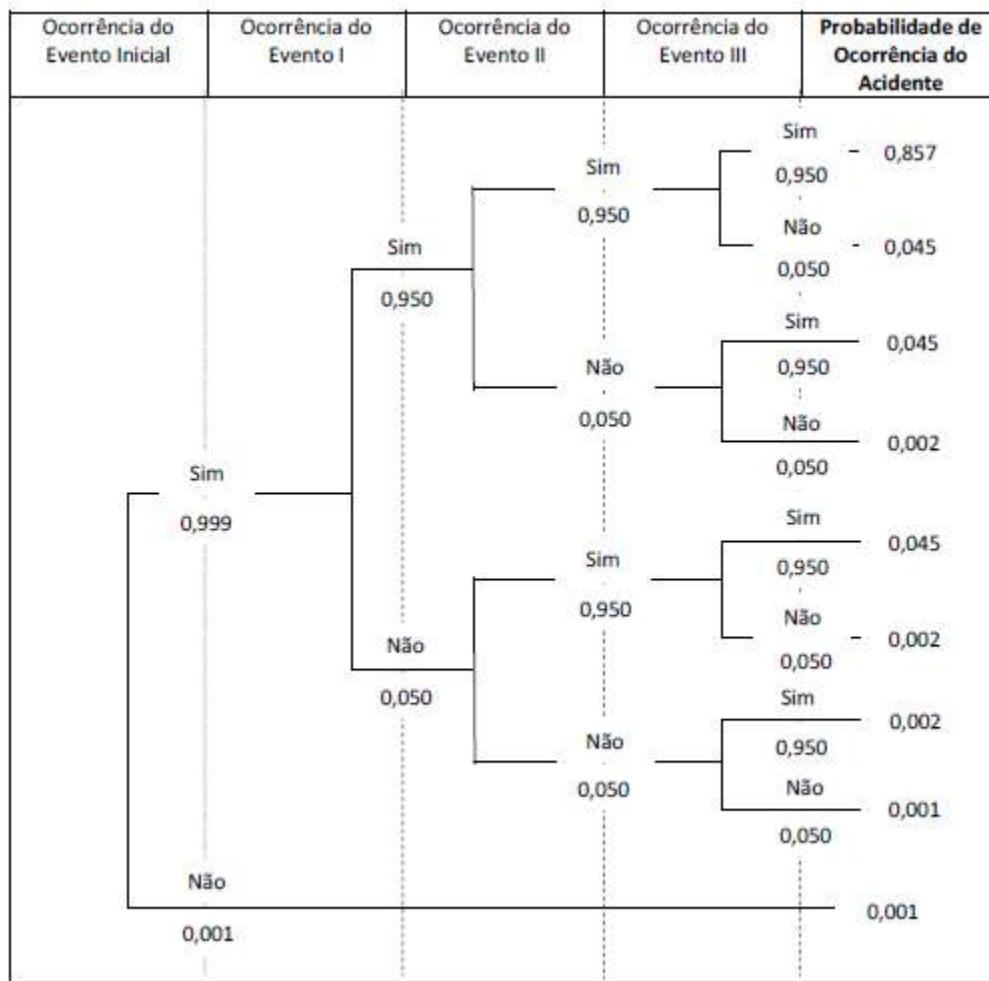


Figura 3: Exemplo de uma árvore de Eventos (Martins e Lourenço, 2009).

2.5.4. O Método William Fine

O método de William Fine permite calcular a gravidade e a probabilidade relativas de cada risco, com as quais se poderão atribuir adequadamente as ações corretivas possíveis, isto é, este método projeta o tempo de implementação, o esforço e a previsão do investimento (Mandarini, 2005).

A magnitude do risco calcula-se através da seguinte expressão: (Cabral, 2006).

$$R = F_{con} \times F_e \times F_p$$

Em que:

R = Magnitude do Risco;

Fcon = Fator Consequência;

Fe = Fator de Exposição;

Fp = Fator de Probabilidade.

Os valores numéricos atribuídos baseiam-se na experiência de quem utiliza o método.

Definem-se as **Consequências** (Tabela 8) como resultados mais prováveis de um acidente, resultante do risco em análise, ponderando-se quer os danos pessoais quer os materiais.

O fator **Exposição** (Tabela 9) define-se através de um índice associado à frequência com que se apresenta a situação de risco, sendo que o primeiro acontecimento indesejado iniciaria a sequência que leva ao acidente.

Entende-se por **Probabilidade** (Tabela 10) o índice associado à probabilidade de uma vez iniciada a sequência, esta se desenvolver conduzindo ao acidente e respetivas consequências.

Na tabela 11 está o índice de riscos e na consequência desse índice a prioridade de intervenção.

A justificação económica e implementação de medidas de controlo do risco faz-se com recurso aos conceitos Fator Custo (Fc) (tabela 12) e Grau de Correção (Gc) (Tabela 13) e por aplicação da seguinte expressão:

$$\text{Justificação (J)} = Fc \times Fe \times Fp / (Fc \times Gc)$$

Se J > 20 – Suspensão imediata da atividade perigosa

Se J for de 10 a 20 – Correção imediata

Se J < 10 – Correção necessária urgente.

A nível das consequências o autor utilizou como referência a escala de 1 (lesões ligeiras) a 100 (morte de vários trabalhadores), quer para as lesões quer para os danos materiais.

Tabela 8: Consequências dos acidentes (Freitas, 2008).

CONSEQUÊNCIAS (Fcon)		
Grau de Severidade		
Danos Corporais	Danos Materiais	Valor
Numerosas Mortes	Grandes Danos > 1.000.000€ e quebras importantes na atividade	100
Várias Mortes	De 500.000€ a 1.000.000€	50
Morte	Danos de 100.000 a 500.000€	25
Lesões Graves, amputações, invalidez permanente	De 1.000€ a 100.000€	15
Incapacidades Temporárias	Até 1000€	5
Ferimentos Ligeiros	Pequenos Danos	1

Tabela 9: Exposição aos acidentes (Freitas, 2008).

EXPOSIÇÃO (Fe)	
Frequência de ocorrência da situação de risco	Valor
Continuamente, várias vezes ao dia	10
Frequentemente, aproximadamente uma vez por dia	6
Ocasionalmente, de uma vez por semana a uma vez por mês	3
Irregularmente, de uma vez por mês a uma vez por ano	2
Raramente, sabe-se que já ocorreu	1
Remotamente possível, não se tem conhecimento que já tenha ocorrido	0.5

Tabela 10: Probabilidade de acidente (Freitas, 2008).

PROBABILIDADE (Fp)	
Probabilidade da sequência de acontecimentos, incluindo as consequências	Valor
Resultado mais provável se a situação de risco ocorrer	10
É completamente possível, a probabilidade é de 50%	6
Seria uma coincidência remotamente possível; sabe-se que já ocorreu	3
Seria uma sequência ou coincidência rara	1
Extremamente remota mas concebível; nunca aconteceu em muitos anos de exposição	0.5
Sequência praticamente impossível; possibilidade de 1 em 1000000	0.1

Tabela 11: Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida (Freitas, 2008).

Grau de Perigosidade (Gpe)		
R= FcxFexFp	Classificação	Medidas
≥400	Grave iminente	Suspensão imediata da atividade perigosa
200 a 400	Alta	Correção imediata
70 a 200	Notável	Correção logo que possível
20 a 70	Moderado	Deve ser eliminado mas não é uma emergência
<20	Aceitável	Situação a manter

Tabela 12: Fator custo (Fc) (Freitas, 2008).

Fator de Custo (Fc)	
Valor esperado do custo da ação corretiva	Valor
Mais de 2.500 €	10
1.250 € a 2.500 €	6
675 € a 1.250 €	4
335 € a 675 €	3
150 € a 335 €	2
75 € a 150 €	1
< 75 €	0.5

Tabela 13: Grau de correção (Gc) (Freitas,2008).

Grau de Correção (Gc)	
Diminuição do risco por aplicação da ação corretiva	Valor
Risco totalmente eliminado	1
Risco reduzido de pelo menos 75%	2
Risco reduzido de 50% a 75%	3
Risco reduzido de 25% a 50%	4
Ligeiro efeito sobre o risco de menos de 25%	6

2.5.5. Método APR- Análise Preliminar de Riscos

Este método foi desenvolvido na área militar, sendo aplicado inicialmente como revisão nos novos sistemas de mísseis, uma vez que estes possuíam características de alto risco. As categorias de perigo foram adaptadas para instalações convencionais a partir da norma militar norte americana (MIL-STD-882 A, 1977).

A tabela 14 descreve as várias categorias de ocorrência de um determinado evento para a análise preliminar de riscos.

Tabela 14: Categorias de frequência de ocorrência de um determinado evento para APR (MIL-STD-882 A, 1977).

Categoria	Denominação	Faixa de Frequências (anual)	Descrição
A	FREQUENTE	$f > 10^{-1}$	Evento ocorre várias vezes durante a vida útil do processo/instalação
B	PROVÁVEL	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Ocorre até uma vez durante a vida útil do processo/instalação
C	IMPROVÁVEL	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
D	REMOTA	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil do processo/instalação

É designado de Preliminar, porque é um método utilizado como primeira abordagem do objeto em estudo. Num grande número de casos é por si só suficiente para estabelecer medidas de controlo de riscos.

Para utilizar este método devem utilizar-se formulários próprios que podem variar ligeiramente, mas que devem, no mínimo, conter os elementos referenciados na tabela 15.

Tabela 15: Formulário de aplicação do APR (Freitas, 2008).

APR – Análise Preliminar de Riscos				
Sistema analisado por: _____				
Executado por: _____				
Data: ___/___/___ _____				
Objeto	Evento indesejado ou perigoso	Causas	Consequências	Medidas de controle de risco ou emergência

2.5.6. *Método HAZOP*

O método do Hazard and Operability Studies (HAZOP) é um dos métodos de maior aplicação e foi desenvolvido pela Imperial Chemical Industries (ICI) na década de 1960 (Arnaldos *et al*, 2009).

É um processo de análise de perigos, utilizado em todo o mundo para estudar não só os perigos de um sistema, mas também os seus problemas de operacionalidade, explorando os efeitos de quaisquer desvios de um projeto (Arnaldos *et al*, 2009).

O método HAZOP é principalmente indicado aquando da implementação de novos processos na fase de projeto ou na modificação de processos já existentes. O ideal na realização do HAZOP é que o estudo seja desenvolvido antes mesmo da fase de detalhe e construção do projeto, evitando com isso que modificações tenham que ser feitas, quer no detalhe ou ainda nas instalações, quando o resultado do HAZOP for conhecido. O desenvolvimento do HAZOP alia a experiência e a competência individuais às vantagens indiscutíveis do trabalho em equipa. Segundo Arnaldos *et al* (2009) o método deve ser aplicado por uma equipa cujo número de componentes não seja maior que sete para não prejudicar a produtividade.

O núcleo básico deve ser constituído por um líder experiente em HAZOP, um engenheiro químico, um engenheiro de projetos e um operador do local de trabalho semelhante ao que está a ser analisado.

2.5.7. *Método What-If (WI)*

Este método de análise geral e qualitativa, devido à sua aplicação relativamente fácil, permite testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamentos e capacitação pessoal nos ambientes de trabalho, com o objetivo de proceder à identificação e tratamento de riscos (Brown, 1998).

Esta técnica apoia-se numa equipa de peritos que deve gerar uma abordagem abrangente, através da observação do local em estudo, colocando questões utilizando a expressão: “o que acontece se”, dando respostas e elaborando fichas de recomendações para prevenir os problemas existentes. As questões devem ser anotadas e enumeradas, bem como as consequências, ações existentes e recomendações de segurança correspondentes a essas questões. Finalmente são implementadas medidas de controlo de acordo com a categoria do risco (Brown, 1998).

A tabela 16 demonstra um formulário de registo de identificação de perigos.

Tabela 16: Formulário de registo de identificação de perigos (Freitas, 2003).

Descrição	Perigo/Consequências	Medidas de Controlo de risco e de emergência
1. Falha de equipamentos, materiais e instrumentos - O que ocorreria se uma peça do equipamento deixasse de funcionar - O que aconteceria se um tubo de uma caldeira falhasse?		
2. Falhas de serviço - O que aconteceria se houvesse uma falha de eletricidade? - O que aconteceria se faltasse a água		

2.5.8. *Matriz British Standard (BS) 8800:2004*

Um pouco à semelhança das outras Metodologias de Avaliação de Risco, esta Metodologia centra-se na utilização de uma matriz.

Esta matriz baseia-se na British Standard 8800, 2004, onde estão descritos todos os parâmetros para implementação da Avaliação de Risco através desta matriz.

Tabela 17: Matriz BS 8800:2004 (adaptado British Standard 8800, 2004).

Possibilidade de Ocorrer o Dano	Gravidade do Dano		
	Ligeiro	Moderado	Extremo/Elevado
Muito Improvável (Raro)	Risco Muito Baixo	Risco Muito Baixo	Risco Elevado
Pouco Provável	Risco Muito Baixo	Risco Médio	Risco Muito Elevado
Provável/Possível	Risco Baixo	Risco Elevado	Risco Muito Elevado
Muito Provável (esperado)	Risco Baixo	Risco Muito Elevado	Risco Muito Elevado

Na tabela seguinte são demonstrados exemplos de danos em função da gravidade. Na norma em apreço são considerados três níveis de gravidade do dano.

Tabela 18: Classificação da Gravidade do Dano (adaptado British Standard 8800, 2004).

Categoria do Dano (exemplos)	Ligeiro	Moderado	Extremo/Elevado
Saúde	Incômodo ou perturbação e irritação (ex.: dores de cabeça), doença temporária que provoque desconforto (ex.: diarreia).	Perda auditiva parcial; Dermatites; asma; lesões relacionadas com o trabalho nos membros superiores; doença passível de provocar incapacidade permanente menor.	Doença aguda fatal; doença terminal; incapacidade permanente significativa.
Segurança	Lesões superficiais; feridas e cortes menores; irritação ocular.	Lacerações; queimaduras; entorses e distensões graves; concussões; fraturas menores.	Lesões fatais; amputações; lesões múltiplas; fraturas graves

Na tabela seguinte são categorizados os danos, em 4 níveis, quanto à possibilidade de ocorrerem.

Tabela 19: Categorias da possibilidade de ocorrerem danos (adaptado British Standard 8800, 2004).

Possibilidade de ocorrer dano	Muito provável (esperado)	Provável/Possível	Pouco provável	Muito improvável (raro)
Ocorrência típica	Tipicamente acontece pelo menos uma vez por semestre a um indivíduo	Tipicamente acontece pelo menos uma vez em cada 5 anos a um indivíduo	Tipicamente acontece pelo menos uma vez na vida de trabalho de um indivíduo	Menos de 1% de possibilidade de ocorrer na vida de trabalho de um indivíduo

Esta norma também contempla os critérios de tolerância ao risco e estes encontram-se representados na tabela seguinte.

Tabela 20: Critérios para definir a tolerabilidade ao risco (adaptado British Standard 8800, 2004).

Nível do Risco	Tolerabilidade
Muito Baixo	Aceitável
Baixo	Riscos que devem ser reduzidos de forma a serem considerados toleráveis ou aceitáveis.
Médio	
Elevado	
Muito Elevado	Inaceitável

Para a mitigação dos riscos devem ser adotadas medidas de controlo adicionais. Na tabela seguinte estão previstas algumas medidas corretivas correspondentes a cada nível de risco.

Tabela 21: Plano de Controlo de risco (adaptado British Standard 8800,2004).

Nível do Risco	Orientações para medidas corretivas
Muito baixo	Estes riscos são considerados aceitáveis. Não são necessárias outras ações para além daquelas que garantem que o controlo é mantido.
Baixo	Não são requeridos controlos adicionais a não ser que os mesmos possam ser implementados a muito baixo custo (em termos de tempo, dinheiro e esforço). As ações para reduzir estes riscos são consideradas de baixa prioridade. Devem existir disposições para garantir que o controlo é mantido.
Médio	Deve ser equacionada a redução do risco para um nível tolerável, e preferencialmente para um nível aceitável, quando aplicável, mas os custos inerentes a medidas adicionais devem ser tidos em conta. As medidas de redução do risco devem ser implementadas num período de tempo definido. Devem ser estabelecidos procedimentos para garantir que o controlo é mantido, especialmente se os níveis de risco estão associados a consequências com danos.
Elevado	Devem ser desenvolvidos esforços substanciais para reduzir o risco. As medidas de redução do risco devem ser implementadas urgentemente em período de tempo definido; pode ser necessário considerar a suspensão ou a restrição da atividade, ou aplicar medidas de controlo interinas, até às primeiras estarem implementadas. Pode ser necessária a atribuição de recursos consideráveis para a implementação das medidas adicionais de controlo. Devem ser estabelecidos procedimentos para garantir que o controlo é mantido, especialmente se os níveis de risco estão associados a consequências com danos extremamente graves ou muito graves.
Muito elevado	Estes riscos são inaceitáveis. São necessárias melhorias substanciais no controlo do risco, para que este seja reduzido para um nível tolerável ou aceitável. A atividade de trabalho deve ser suspensa até estarem implementadas as medidas necessárias para que o risco deixe de ser “muito elevado”. Se não houver possibilidade de reduzir o risco, o trabalho não pode ser retomado.

Tal como citado anteriormente, sempre que o risco relacionado a determinada tarefa não seja considerado aceitável (ou tolerável), devem ser implementados procedimentos e/ou medidas de controlo do mesmo, devendo o empregador apoiar a sua estratégia de ação nos Princípios Gerais

da Prevenção, atualmente definidos no n.º 2 do artigo 15.º da Lei nº 102/2009, de 10 de setembro, e enunciados na tabela seguinte.

Tabela 22: Princípios Gerais da Prevenção (Lei nº102/2009).

Análise e avaliação dos Riscos	Identificar os riscos com vista à eliminação dos mesmos; Avaliar os riscos.
Controlo pela prevenção	Combater os riscos na origem; Controlar a exposição a agentes químicos, físicos e biológicos e a fatores de risco; Adaptar o trabalho ao homem; Atender ao estado de evolução da técnica; Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso; Planificar a prevenção.
Controlo pela proteção	Priorizar a proteção coletiva face à proteção individual.
Comportamentos	Formar e informar (elaborar e divulgar instruções compreensíveis e adequadas à atividade).

2.5.9. *Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis)*

A FMEA foi desenvolvida nos anos 50 por engenheiros de fiabilidade para permitir aos mesmos, determinar a fiabilidade de produtos complexos (Nunes, 2010). Este método assenta no estudo das falhas, quando o componente de um sistema executa inadequadamente uma função ou deixa de executá-la, diz-se que esse componente falha. O componente pode ser um homem ou um equipamento, quer os homens quer os equipamentos são elementos ativos dos sistemas. As falhas são fatores do risco e na quase totalidade dos casos os acidentes ocorrem devido à ocorrência de algum tipo de falha (Scipioni *et al*, 2002). É uma Metodologia sistemática que permite identificar potenciais falhas de um sistema, projeto e/ou processo, com o objetivo de eliminar ou minimizar os riscos associados, antes que tais falhas aconteçam (Yang *et al* 2006).

Esta análise permite estimar as taxas de falha e propiciar o estabelecimento de mudanças e alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, aumentando a fiabilidade do sistema.

A FMEA pode ser de quatro tipos:

- FMEA de Sistema – utilizada para avaliar os sistemas e subsistemas numa fase embrionária de um projeto. Foca, essencialmente, as potenciais falhas entre as funções do sistema provocadas pelas suas deficiências, através de interações entre esses sistemas e os seus elementos;

- FMEA de Projeto – utilizada para analisar produtos antes de serem produzidos. Foca os modos de falha provocados por deficiências do projeto;
- FMEA de Processo – utilizada para analisar os processos de produção e montagem. Foca as deficiências dos processos de produção e montagem;
- FMEA de Serviço – utilizada para analisar o serviço antes de alcançar o cliente. Foca os modos de falha provocados por deficiências incitadas pelo sistema ou processos (Stamatis, 2003).

A forma como são realizados é muito semelhante, só mudando basicamente o objeto em análise. É uma das mais importantes ações preventivas de um sistema, projeto, processo ou serviço que irá prevenir que falhas ou erros ocorram (Kececioglu, 1991).

Uma boa FMEA:

- Identifica modos de falha conhecidos ou potenciais;
- Identifica as causas e efeitos de cada modo de falha;
- Dá prioridade aos modos de falha segundo o Número de Prioridade do Risco (RPN – Risk Priority Number) – produto da frequência da ocorrência, gravidade e detecção;
- Proporciona o acompanhamento e ação corretiva do problema.

Segundo Stamatis (2003) para atingir a satisfação do cliente, a qualidade dos produtos e serviços têm de ser a prioridade número um. O objetivo é melhorar a satisfação do cliente através da melhoria contínua (eliminando ou reduzindo falhas, erros, custos, etc.) da qualidade. Para sustentar esse objetivo, uma organização deve implementar várias medidas com vista à qualidade.

Estas medidas (muitas vezes chamadas indicadores, características críticas ou significativas) são numerosas e em muito casos pouco conhecidas.

De seguida será feita uma descrição de cada um destes índices referidos anteriormente:

A **Ocorrência** é o valor correspondente ao número estimado de frequências e/ou número cumulativo de falhas que poderiam ocorrer devido a uma dada causa, num universo de peças produzidas, na execução de uma atividade ou na prestação de um serviço, com o controlo existente. Este valor deve ser estimado considerando uma única causa para uma determinada falha tal como demonstra a tabela seguinte (Stamatis, 2003).

Tabela 23: Índice de ocorrência para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003).

Índice	Frequência
1	Não é possível que a falha ocorra (1 em 1.000.000)
2	Muito pouco provável que a falha ocorra (1 em 20.000)
3	Pouco provável que a falha ocorra (1 em 4.000)
4 a 6	Moderada probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 1.000 até 1 em 80)
7 e 8	Alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 40 até 1 em 20)
9 e 10	Muito alta probabilidade para a ocorrência da falha (1 em 10)

A **Severidade** é uma classificação que indica a gravidade das potenciais consequências do modo de falha e aplica-se sempre ao efeito de uma falha. Na realidade, existe uma relação direta entre os efeitos e a severidade. Por exemplo, se os efeitos forem críticos a severidade será alta, por outro lado, se os efeitos não forem críticos a severidade será muito baixa (Stamatis, 2003).

A Severidade é avaliada na perspectiva do sistema, projeto, outros sistemas, produto, cliente e/ou regulamentação governamental. Para ser estimada, existe normalmente uma escala tabelada, que reflete as preocupações da organização em conjunção com o cliente e/ou regulamentação governamental (Stamatis, 2003). De seguida apresentam-se para este índice os seguintes valores indicados na tabela:

Tabela 24: Índice de severidade para processos e/ou serviços (Stamatis, 2003).

Índice	Escala Qualitativa	Potenciais Consequências de Falha
1	Menor/Secundária	Falha não tem impacto real
2 e 3	Baixa	Falha quase insignificante
4 a 6	Moderada	Falha apresenta algum incómodo e insatisfação
7 e 8	Elevada	Falha tem efeito direto na operação
9 e 10	Crítica	Falha tem impacto real na segurança

O âmbito desta Dissertação é a Avaliação de Riscos na atividade de manutenção, pelo que torna-se necessário adaptar esta escala a uma escala correspondente e que esteja mais ligada à segurança no trabalho. Uma dessas escalas é proposta por Holt (2001), e é representada a seguir:

Tabela 25: Índice de severidade para efeitos de segurança no trabalho (Holt, 2001).

Índice	Potenciais Consequências de Falha
3	Primeiros Socorros
6	Lesão com perda de tempo de trabalho
9	Lesão grave/incapacidade permanente
12	Uma morte
15	Mais do que uma morte

A tabela que se propõe para esta dissertação utiliza valores de 1 a 10 para os índices de severidade, tal como Stamatis, e conjuga-se com as falhas potenciais tal como é estipulado por Holt.

Tabela 26: Índice de severidade (Stamatis *et al*, 2003).

Índice	Escala Qualitativa	Potenciais Consequências de Falha
1	Menor/Secundária	Primeiros Socorros
2 e 3	Baixa	Lesão com perda de tempo de trabalho
4 a 6	Moderada	Lesão grave/incapacidade permanente
7 e 8	Elevada	Uma morte
9 e 10	Crítica	Mais do que uma morte

A **Deteção** é o valor correspondente à probabilidade de as medidas de controlo existentes detetarem a falha antes que ela ocorra. Para determinar o valor da deteção, é preciso estimar a capacidade que cada método tem em detetar a falha. A tabela seguinte demonstra uma escala para a deteção.

Tabela 27: Índice de deteção (Stamatis, 2003).

Índice	Escala Qualitativa	Potenciais Consequências de Falha
1	Muito elevada	É quase certo que as medidas de controlo irão detetar a existência da falha
2 e 3	Elevada	As medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha
4 a 6	Moderada	As medidas de controlo poderão detetar a existência da falha
7 e 8	Baixa	As medidas de controlo têm uma baixa probabilidade de detetar a existência da falha
9 e 10	Muito Baixa	É quase certo que as medidas de controlo não irão detetar a existência da falha

A prioridade dos problemas é obtida através do Número de Prioridade do Risco (RPN – Risk Priority Number), que por sua vez é obtido através do produto da ocorrência, severidade e detecção (Stamatis, 2003).

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

O RPN só deve ser utilizado para classificar a prioridade e preocupações com o sistema, projeto, produto, processo e serviço. O RPN não têm qualquer outro valor ou significado (Ford Motor Company, 1992, 2000).

O valor mínimo do RPN a partir do qual se deve procurar falhas/problemas deve ser igual ou superior a 50, baseado numa confiança de 95 por cento e numa escala de 1 a 10. Este valor não é de forma alguma um valor padrão ou universal, podendo ser alterado se a escala for diferente ou se for pretendido um intervalo de confiança diferente. Claro que não existe limite na perseguição de todas as falhas, se for esse o objetivo. As falhas/problemas devem ser resolvidos um de cada vez. O maior valor do RPN deverá ser analisado primeiro e só depois todos os outros por ordem decrescente, até terem sido todos resolvidos.

Depois de determinado o valor do RPN, a avaliação deve definir qualitativamente os riscos, utilizando intervalos entre esses valores, como mostra a tabela seguinte:

- Risco menor ou secundário – não requerem nenhuma intervenção;
- Risco moderado – requerem alguma atenção;
- Risco elevado – requerem uma intervenção;
- Risco crítico – requerem uma intervenção e são necessárias alterações profundas ao sistema, projeto, produto, processo e/ou serviço.

Stamatis (2003) sugere que para um intervalo de confiança de 95%, o RPN a partir do qual se deve intervir é maior ou igual a 50. 95% do RPN máximo ($S \times O \times D = 10 \times 10 \times 10 = 1000$) é igual a 950. Subtraindo 1000 por 950, obtém-se o valor de 50.

Ayyub (2003) sugere que qualquer valor do RPN superior a 125 ($RPN = 5 \times 5 \times 5$) deve ser considerado sério.

Na tabela 28 estão descritos os vários graus de risco em função do RPN. Segundo Stamatis (2003), só devem ser implementadas medidas de controlo adicionais para valores de RPN iguais ou superiores a 50, ou seja, quando o grau de risco for moderado, elevado ou crítico.

Tabela 28: Escalas de valoração do RPN e medidas a implementar (Stamatis, 2003).

Definição do Grau de Risco/Criticidade		Grau de Urgência das medidas
RPN <40	Menor/Secundário	Devem ser tomadas medidas de melhoria sem caráter de urgência
40 ≤ RPN <100	Moderado	Devem ser tomadas medidas logo que possível
100 ≤ RPN <200	Elevado	Devem ser tomadas medidas urgentes para se eliminarem as causas
RPN ≥200	Crítico	Requer ação imediata para se eliminarem as causas

Se existirem dois problemas com o mesmo RPN, então deve intervir-se primeiro no que tenha maior severidade, seguido do que tiver maior detecção. A severidade é abordada primeiro porque lida com os efeitos da falha. A detecção sobrepõe-se à ocorrência porque é dependente do cliente que é mais importante que a frequência da falha (Stamatis, 2003).

Para realizar a FMEA eficientemente, deve seguir-se uma abordagem sistemática. A abordagem recomendada é um método de oito etapas.

De seguida será feita uma descrição de cada uma das etapas para a implementação de uma FMEA:

1. Escolher a equipa e realizar brainstorming – garantir que os indivíduos apropriados irão participar e que a equipa deve ser multifuncional, multidisciplinar e com vontade de contribuir (Stamatis, 2003);
 2. Diagrama de Blocos de funções e/ou fluxograma de processos – para realizar a FMEA em sistemas ou projetos, o diagrama de bloco de funções é aplicável. Em processos e serviços, é aplicável o fluxograma de processos. A ideia é que toda a gente esteja em sintonia, compreenda o sistema, projeto, processo e/ou serviço. Ambas as ferramentas proporcionam uma perspetiva e modelo operacional das relações e interações dos sistemas, subsistemas, componentes, processos e/ou serviços e ajudam a compreender os mesmos;
 3. Priorizar – depois de a equipa ter compreendido o problema, começa a avaliação. As questões frequentes são: Que parte é importante? Onde é que a equipa deve começar?;
 4. Recolha de dados – esta é a etapa onde a equipa deve começar a reunir informação sobre as falhas e as categoriza convenientemente. Neste ponto a equipa começa a preencher o formulário da FMEA, sendo as falhas identificadas são os modos de falha da FMEA;
- Apresenta-se na tabela seguinte um formulário tipo de uma FMEA

Tabela 29: Exemplo de um formulário de uma FMEA (Brito *et al*, 2006).

Processo:			Responsáveis pela equipa de Trabalho		Área/Nome		Rubrica			Data da FMEA: _____				
REF/Modelo:					_____		_____			Data de Revisão: _____				
Fornecedores ___ Empresas					_____		_____			Data de Lançamento: _____				
Afetadas: _____					_____		_____							
Elemento	Função	Modo de Falha Potencial	Efeito Potencial de Falha	Gravidade	Causa Potencial de Falha	Ocorrência	Medidas de controlo	Deteção	RPN	Ações recomendadas		Pessoa Responsável		Resultados das ações
												Data de Conclusão	de	Ações Tomadas

5. Análise – a informação é utilizada para uma resolução. Lembra-se que o fundamento da recolha de dados é obter informação utilizada para obter conhecimento que contribuirá para uma decisão;
6. A análise pode ser qualitativa ou quantitativa. Podem ser utilizadas ferramentas como o brainstorming, análise de causa-efeito, Desdobramento da Função Qualidade (QFD – Quality Function Deployment), Planeamento de Experiências (DOE – Design of Experiments), Controlo Estatístico de Processos (SPC – Statistical Process Control), outra FMEA, modelação matemática, simulações, análise de fiabilidade e outros métodos que a equipa possa achar apropriado.
A informação desta etapa será utilizada para preencher o formulário da FMEA no que respeita aos efeitos das falhas e às medidas de controlo existentes para uma posterior estimativa dos índices de ocorrência, severidade e deteção;
7. Resultados – nesta etapa são aferidos os dados baseados na análise. A informação aqui recolhida será utilizada para quantificar os índices de ocorrência, severidade e deteção e posterior cálculo do RPN. Poderão ser preenchidas as colunas do formulário da FMEA correspondentes;
8. Confirmar/avaliar/medir – depois de terem sido registados os resultados, é altura de confirmar, avaliar e medir o sucesso ou falha. Esta avaliação toma a forma de três questões:
 - A situação é melhor do que a anterior?
 - A situação é pior do que a anterior?
 - A situação é a mesma que a anterior?

A informação desta etapa conduzirá à recomendação de ações que serão preenchidas no formulário da FMEA;

9. Repetir tudo outra vez – independentemente das questões respondidas na etapa anterior, a equipa deve procurar melhorias, começando o processo do início, devido à filosofia fundamental da FMEA que é a melhoria contínua.

O objetivo a longo prazo é a eliminação por completo todas as falhas. A curto prazo o objetivo é a minimização das falhas que não forem eliminadas. Claro que a perseverança é a chave para atingir esses objetivos e tem de ser tidos em consideração as necessidades da organização, custos, clientes e concorrência.

2.5.10. *Job Safety Analyis*

Todos os dias ocorrem acidentes no local de trabalho, culminando alguns deles na morte do(s) trabalhador(es). Para impedir que os acidentes ocorram é necessária a identificação dos perigos no local de trabalho, assim como facultar aos trabalhadores formação adequada às suas funções. Uma das melhores maneiras de determinar e estabelecer procedimentos apropriados de trabalho é a realização de uma análise de riscos de trabalho (OSHA, 2002).

O (JSA) (em língua portuguesa método de Análise de Segurança no Trabalho) é uma das técnicas mais antigas de reconhecimento do risco. Pode também ser definida como Job Hazard Analysis (JHA). A sua origem tem sido relatada como tendo início na indústria Norte-Americana, durante a Segunda Guerra Mundial, por volta de 1930 (McClay, 2004).

O JSA é um procedimento que, quando adequadamente aplicado, pode melhorar o desempenho global de uma empresa através da identificação e correção de acontecimentos indesejáveis, cuja ocorrência pode resultar em acidentes, doenças profissionais ou doenças relacionadas com o trabalho, lesões e diminuição de níveis de produtividade e qualidade (Friend & Kohn, 2010). Porque auxilia a integração de princípios e práticas aceites de segurança e saúde em tarefas ou operações de trabalho.

O JSA tem sido visto como um instrumento de formação bem como uma ferramenta de identificação de perigos. As etapas de trabalho são examinadas como existem atualmente, com o objetivo de encontrar melhores formas, bem como formas mais seguras de conceber o trabalho. Frequentemente o JSA resulta no desenvolvimento de um documento de acompanhamento, o chamado Safe Job Procedure (SJP), mas o objetivo final é envolver o funcionário que realiza o trabalho num exercício em que ele é levado a considerar possibilidades onde a lesão ou doença podem ser resultado da forma como o trabalho é realizado.

O JSA não é uma atividade única e deve ser constantemente revista e atualizada assim como o trabalho desenvolvido. É necessário identificar novos perigos e os funcionários devem beneficiar de um lembrete sobre as possibilidades dos perigos existentes e como podem evitá-los. Desta forma, este método é uma parte integrante na formação profissional fornecida pela organização (McClay, 2004).

A figura seguinte é um exemplo da constante revisão dos trabalhos e constante melhoria dos processos.

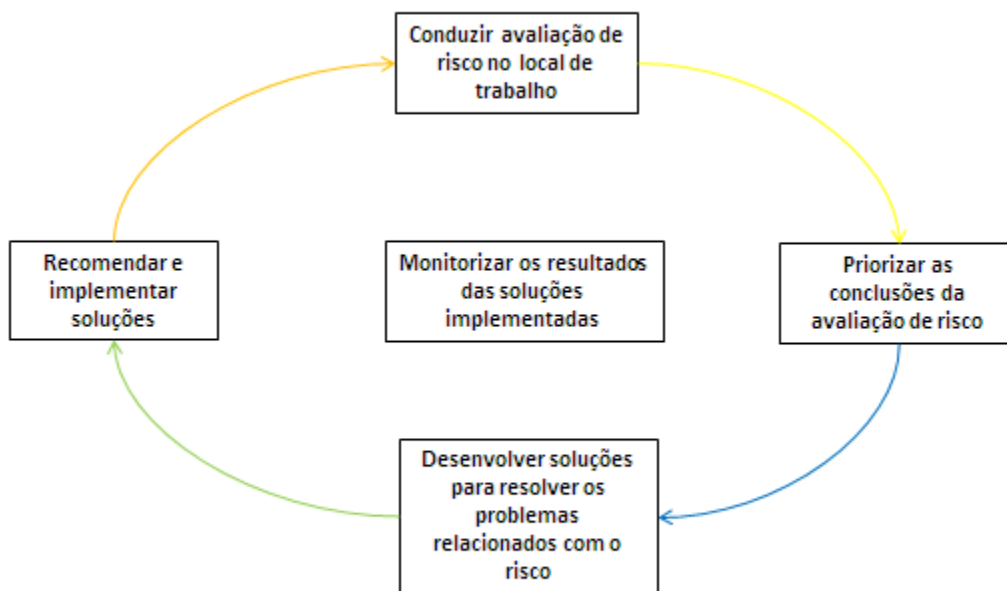


Figura 4: Exemplo de um Ciclo JSA (adaptado <http://www.crutchfieldconsulting.com>, consultado dia 20/05/2015).

Genericamente, uma análise JSA consiste em identificar potenciais perigos para cada passo elementar do trabalho a executar e recomendar a forma mais segura de executar o trabalho em questão.

Esta Metodologia concentra-se no ser humano, fazendo a análise de “tarefas” executadas por uma pessoa ou um grupo de pessoas a trabalhar em equipa. É especialmente apropriado para situações em que as tarefas – e a sua sequência – estão muito bem definidas, e podem ser divididas em subtarefas ou sub-rotinas específicas (CCOHS, 2001).

Para a realização de uma análise de riscos recorrendo à metodologia JSA, deverão atentar-se as seguintes etapas:

1. Selecionar o trabalho (tarefa) a ser analisado.

Idealmente, a JSA deve ser constituída por todos os trabalhos, contudo, existem constrangimentos em termos de tempo e recursos. Outra consideração é que deve requerer revisão quando existem mudanças no equipamento, nos materiais, processos ou ambiente. Por estas razões, é usual ser necessário estabelecer prioridades. Os fatores a serem considerados na aceitação das prioridades incluem (CCOHS, 2001):

- Acidentes;
- Absentismos;
- Sinais e sintomas de exposição prejudiciais;
- Etc.

2. Decompor a tarefa principal nas várias subtarefas, ou fases elementares, que a constituem.

Devem considerar-se dois tipos de interação no trabalho: o que depende do sistema homem-máquina e a execução de instruções. A análise destas duas variáveis ajudam a identificar quer perigos técnicos, quer erros humanos de execução.

3. Identificar os perigos que existem em cada tarefa elementar.

Para isso, considerar:

- O procedimento normal de trabalho;
- As fases de preparação e de conclusão do trabalho (rotinas de arranque e fim);
- Atividades colaterais, tais como obtenção de materiais ou a limpeza da linha;
- Correção de perturbações à atividade normal;
- Outras: operações de manutenção, reparação ou inspeção do produto se aplicável.

4. Avaliar os riscos associados a cada perigo identificado anteriormente, esta avaliação vai ser feita com o auxílio da (BS 8800:2004) já explanada no ponto 2.5.8. Cada risco deve ser avaliado e/ou problema identificado, podendo ser utilizadas uma variedade de abordagens para a avaliação e classificação de risco. O método em si não prescreve que tipo de avaliação deve ser feito;

5. Propor medidas concretas para cada caso, para eliminar ou reduzir os riscos identificados (CCOHS, 2001).

Esta análise poderá ser executada recorrendo a, pelo menos, duas abordagens distintas:

1. Observação direta (de um trabalhador a executar o trabalho) – a principal vantagem é que a avaliação não assenta na memória individual de quem a executa e incita ao reconhecimento dos perigos, no entanto, para tarefas pouco frequentes ou novos trabalhos o método de observação direta pode não ser prático;
2. Discussão em grupo (execução da análise através de grupo constituído por trabalhadores experientes e supervisores e por pessoas pertencentes a diferentes níveis da organização) – a principal vantagem reside na disponibilização de uma base de experiência mais ampla e na promoção da aceitação do procedimento de trabalho resultante da avaliação (CCOHS, 2008).

Em particular, e no que diz respeito à etapa de identificação de perigos, poderão igualmente ser considerados os registos e causas da ocorrência de acidentes de trabalho e do desenvolvimento de doenças profissionais. Nesta etapa poderá também ser útil procurar responder às seguintes questões:

- Pode alguma parte do corpo ser apanhada ou ficar entalada entre objetos?
- As ferramentas, máquinas ou equipamentos apresentam alguns perigos?
- Pode o trabalhador ser alvo de contactos nocivos com objetos em movimento?
- Pode o trabalhador escorregar, tropeçar ou cair?
- Pode o trabalhador sofrer alguma tensão devido a elevar, puxar ou empurrar?
- Está o trabalhador exposto a calor ou frio extremos?
- Constituirão o ruído ou a vibração excessivos um problema?
- Existe risco de queda de objetos?
- A iluminação constitui um problema?
- Poderão as condições atmosféricas constituir um problema?
- Existe possibilidade de exposição a radiação nociva?
- Existe possibilidade de contacto com substâncias quentes, tóxicas ou corrosivas?
- Existem poeiras, fumos, névoas ou vapores no ar?

Segundo descrito (CCOHS, 2008), os benefícios iniciais de desenvolvimento de uma análise JSA tornar-se-ão mais claros na etapa de preparação, já que poderá identificar perigos não detetados previamente e assim aumentar o grau de conhecimento do trabalho por parte dos participantes na realização da análise. Além disso, aumenta a consciencialização para a problemática da segurança e saúde, melhora a comunicação entre trabalhadores e chefias e promove a aceitação de procedimentos de trabalho considerados seguros.

Outras mais-valias decorrentes da aplicação desta metodologia consistem no facto de o resultado da mesma poder ser utilizado como base para a formação inicial de novos trabalhadores, como orientação para a realização de inspeções ou observações de saúde e segurança e, em particular, auxiliar na realização de investigações de acidentes.

Relativamente à determinação de medidas de redução e controlo dos riscos, deverá, por regra, atender-se aos princípios gerais de prevenção, referidos anteriormente, e, em particular, ter em consideração as seguintes medidas:

1. Eliminar o risco:

Esta é a medida mais eficaz e poderá envolver:

- Selecionar um processo distinto;
- Modificar um processo existente;
- Substituir substâncias perigosas por substâncias menos perigosas;
- Melhorar as condições ambientais (ventilação);
- Modificar ou substituir equipamentos ou ferramentas de trabalho.

2. Controlar o risco:

Se o risco não pode ser eliminado, pode ser prevenido utilizando sistemas de restrição, resguardos, barreiras ou outros dispositivos semelhantes;

3. Rever procedimentos de trabalho:

Pode considerar-se a modificação de determinadas etapas do processo que comportem um grau de risco superior, modificando a sequência das operações ou adicionando passos adicionais.

4. Reduzir a exposição:

Estas medidas são as menos efetivas e devem apenas ser utilizadas quando outras soluções não sejam possíveis de implementar. Uma forma de minimizar a exposição consiste em reduzir o número de vezes de exposição a determinado risco (por exemplo, por modificação de uma determinada máquina para que seja necessária menos manutenção). Estas medidas podem incluir igualmente a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

É importante reiterar que, uma vez concluída a Avaliação de Riscos, os resultados da mesma devem ser comunicados aos trabalhadores que normalmente executam a(s) tarefa(s) em análise (ou que possam vir a executar), abrangendo a elaboração de instruções de trabalho que incluam os resultados da Avaliação de Riscos.

A figura seguinte mostra um exemplo de um JSA.

CARTER CORPORATION OPERATIONS RISK ASSESSMENT
Standard Operating Procedure 1.10

JOB SAFETY ANALYSIS
Important points on Risk Assessment & Preventions/Controls
When Risk is identified you must be satisfied, before you proceed, that the Control Measure(s) you have implemented sufficiently minimize the risk.
Do not start any task if there is doubt in your mind in this respect.

Always refer to Carter SOP Manual and ACOP/Best Practices.

ALARP – As Low As Reasonably Practicable

AS NUMBER:
CLIENT:
LOCATION:
JOB TYPE AND DESCRIPTION OF ACTIVITY:

	Almost certain (expected)	Likely (will probably occur)	Moderate (might occur - has happened)	Unlikely (could occur - known to happen)	Rare (probably impossible)	Risk Reading	Risk Score	Risk Description
Fatal and injury treated on site	H (10)	M (19)	L (22)	L (24)	L (25)	Low	21-25	Monitor. Manage and minimize activity in accordance with identified controls
Medical treatment	H (10)	H (14)	M (18)	L (21)	L (23)	Medium	17-20	Implement strict control measures to reduce hazard to ALARP
Lost time injury	H (10)	H (9)	H (13)	M (17)	M (20)	High	9-16	Implement strict control measures to reduce hazard to ALARP - Activity must not commence without approval from manager
Serious or permanent injury Fatality	H (10)	H (9)	H (13)	H (12)	H (16)	Critical	1-8	Eliminate - Activity must not commence. Eliminate hazard or introduce further controls to reduce to ALARP

Ref	Task	Potential Hazard	Risk	Preventions/Controls (tick as appropriate)	Residual Risk
SOP1.1 SOP1.3 SOP2 SOP3	Asbestos inspections Asbestos sampling Asbestos maintenance Asbestos management Asbestos consultancy Transport of asbestos waste	Inhalation/Exposure to Asbestos Fibres – include exposure to others i.e. other trades, staff, public.		<input type="checkbox"/> Carry/have ready P2 - dust mask non friable material <input type="checkbox"/> Carry/have ready P3 - 1/2 face mask non friable material <input type="checkbox"/> Wear P2 - dust mask <input type="checkbox"/> P3 - 1/2 facemask friable materials <input type="checkbox"/> Wear approved disposable suit <input type="checkbox"/> Air monitor area <input type="checkbox"/> Isolate area using signage warning/paramesh <input type="checkbox"/> Install physical barrier (i.e. plastic drop sheet, screens) <input type="checkbox"/> Wet material (use detergent & water mix) <input type="checkbox"/> Use HEPA approved vacuum <input type="checkbox"/> Determine safe decontamination area <input type="checkbox"/> Dry decontamination <input type="checkbox"/> Determine transit route <input type="checkbox"/> Double wrap asbestos waste materials (200um plastic) <input type="checkbox"/> Affix warning signage to asbestos materials/waste <input type="checkbox"/> Seal to make safe material with PVA <input type="checkbox"/> Confine work to removal enclosure <input type="checkbox"/> Negative air pressure <input type="checkbox"/> Wet decontamination (i.e. shower facilities etc) <input type="checkbox"/> Materials wrapped and secured before transporting	

Figura 5: Standard Operating Procedure (<http://www.cartercorporation.com.au, s/data>).

2.6. Gestão do Risco

Designa-se por Gestão do Risco o processo que integra o controlo do risco e a avaliação do risco. O processo de Gestão do Risco permite a monitorização e acompanhamento dos riscos durante a fase de operação da tarefa. Este processo aplicado a uma tarefa vai permitir proteger os trabalhadores dos perigos que lhe estão associados, possibilitando o controlo dos riscos e mantendo essas tarefas com níveis de risco aceitáveis (Roxo, 2003).

A Gestão do Risco (Risk Management) começou por ser introduzida por grandes empresas com o objetivo de reduzir os custos relativos ao pagamento de seguros e, ao mesmo tempo, aumentar a proteção do património e dos trabalhadores (Nunes, 2010).

O aumento dos riscos de acidentes industriais graves provenientes, da utilização de tecnologias mais avançadas e complexas, do maior número de matérias-primas, da criação de novos processos e produtos, de grandes capacidades de armazenamento e de transporte de produtos perigosos, fez com que aumentasse a pressão sobre as empresas no sentido de reduzirem os seus riscos, esclarecendo os cidadãos sobre os mesmos e adotarem medidas eficientes de emergência

e contenção de riscos. Acresce que, com a evolução da sociedade, temas ligados à área ecológica passaram a preocupar o público e as autoridades, como consequência, as indústrias foram obrigadas a examinar com maior acuidade os efeitos das suas operações internas e externas (Nunes, 2010).

As figuras seguintes contêm as várias fases de um processo de Gestão do Risco.

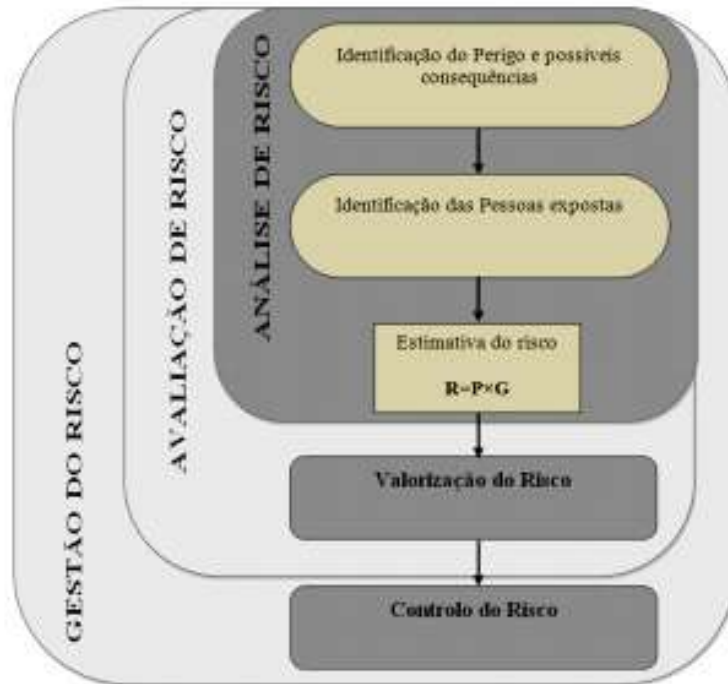


Figura 6: Fases de um processo de Gestão do Risco Profissional (Roxo, 2003).



Figura 7: Seis Passos de um processo de Gestão de Risco Operacional (AFPAM, 2000).

O tema desta dissertação é a Avaliação de Risco na atividade de manutenção, posto isto e uma vez que até a este ponto apenas se descreveu o que é a Análise de Risco, a Avaliação de Risco e a Gestão do Risco é importante apresentar o conceito de manutenção e efetuar a interligação entre ambas as temáticas.

CAPÍTULO 3. MANUTENÇÃO

3.1. Manutenção Aeronáutica

Tendo em conta que se pretende estudar a “Avaliação de Riscos na Atividade de Manutenção” torna-se de todo pertinente perceber como funciona a manutenção, como está organizada e quais as atividades desenvolvidas.

Pese embora os enormes avanços tecnológicos e investimentos, que se aplicam na aeronáutica, a manutenção necessita de manter o grau de qualidade e a fiabilidade inerente do material de voo, sendo imprescindível a aplicação de programas de manutenção para manter a sua aeronavegabilidade.

Foi na primeira Guerra Mundial, segundo Kister e Hawkins (2006), que ocorreu pela primeira vez o envolvimento, em grande escala, das aeronaves em batalha. Neste ambiente hostil de confronto, tentava-se incrementar o número de missões a cumprir e forçavam-se as aeronaves a manterem-se no ar mais tempo. No entanto, naquela altura, as aeronaves não eram concebidas para fazerem tantas horas de voo, originando assim falhas de equipamento, que no final se traduziam em perdas humanas e de material.

Numa tentativa de suprir esta dificuldade e limitar as fatalidades, tendo em conta os relatos dos pilotos de combate mais experientes, começaram a surgir os primeiros “check lists” de manutenção. Esta prática manteve-se após o término da guerra e permanece até aos dias de hoje.

3.2. Definição de Manutenção

Segundo a Norma Portuguesa NP EN 13306:2007, a manutenção é a *“combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”*.

A manutenção da Força Aérea Portuguesa rege-se pelo Regulamento da Força Aérea (RFA) 401-1, Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea, também designado por (REMAFA). Este regulamento entrou em vigor em 01 de Maio de 1981, e pretende regulamentar a manutenção das aeronaves, os seus motores e equipamentos da Força Aérea.

Esta publicação faculta uma definição de manutenção, na vertente da aeronáutica militar: *“a manutenção é uma função lógica dirigida ao material, no sentido de o conservar em condições de utilização ou de o reparar, reconstituindo àquelas condições (...) a manutenção de aeronaves inclui não só a manutenção dos órgãos ou componentes que as integram, bem como a própria fuselagem da aeronave. Em última análise, a razão de ser da manutenção efetuada na Força*

Aérea Portuguesa prende-se com o apoio direto ou indireto aos sistemas de armas, mais concretamente as aeronaves” (REMAFA, 1981).

3.3. Objetivos da Manutenção

A manutenção tem como objetivo, segundo o REMAFA (1981), garantir a segurança do pessoal utilizador e a duração do material dentro das características necessárias à exploração operacional. Para tal são necessários procedimentos que incluem inspeções, reparações, revisões gerais, modificações e ensaios de funcionamento. Estas tarefas, sempre que possível, devem ser planeadas e programadas, sendo assim possível uma utilização eficiente dos recursos existentes. Os objetivos de um programa de manutenção na aeronáutica, de uma forma geral, são assegurar que os componentes e equipamentos mantenham os seus níveis iniciais (intrínsecos) de segurança e fiabilidade; restabelecendo esses níveis quando ocorra a deterioração dos mesmos; obter a informação necessária com vista a melhorar a conceção dos itens, caso a sua fiabilidade inerente se revele inadequada; cumprir estes objetivos ao mínimo custo total (Kinnison, 2004). Com a execução total e completa das ações de manutenção ou apropriadamente diferidas, as aeronaves ficam prontas para voo na condição de aeronavegáveis, ou seja, em condições de segurança e com integridade física adequada, incluindo os seus equipamentos e subsistemas para a efetivação do programa de voo.

3.4. Classificação da Manutenção

A forma de alcançar os níveis de segurança e fiabilidade referidos por Kinnison (2004) é através da manutenção programada. A manutenção programada assenta na premissa de não realizar mais manutenção do que a necessária, executando as tarefas estritamente necessárias, tendo em vista a concretização dos objetivos estabelecidos e alcançando, assim, a finalidade de não elevar os custos associados à mesma.

A manutenção tem a classificação de manutenção preventiva e corretiva. Nesta última só estão contempladas manutenções corretivas, ou seja, reparação de anomalias que surjam inopinadamente (NP EN 13306, 2007).

Segundo a NP EN 13306:2007, a manutenção corretiva, corresponde a uma manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem no estado em que pode realizar a função requerida.

A manutenção preventiva que, de acordo com a NP EN 13306:2007, é a manutenção efetuada em intervalos de tempo pré-determinados, de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem. Esta subdivide-se em manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva condicional ou preditiva. A primeira é “*efetuada com intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem*”. A manutenção condicional baseia-se na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.



Figura 8: Tipos de Manutenção (NP EN 13306, 2007).

A manutenção programada é um tipo de manutenção preventiva e é essencial para assegurar a operacionalidade das aeronaves, necessárias ao cumprimento da missão à qual as mesmas estão cometidas. Diariamente existe uma deterioração natural dos seus órgãos e sistemas, tornando-se uma necessidade premente a aplicação de ações de manutenção, para regenerar o potencial dos componentes ou a substituição dos mesmos.

A manutenção preventiva irá aumentar a duração da vida dos bens, diminuindo a probabilidade das avarias em serviço. Os Programas de Manutenção (PM) permitem evitar e prever intervenções de manutenções corretivas, levando a uma redução dos tempos de imobilização e conseqüente otimização dos custos. Paralelamente sempre que ocorram manutenções corretivas, o PM possibilita uma melhor capacidade de decisão sobre as mesmas.

3.5. Programa de Manutenção

Os programas de manutenção não podem corrigir deficiências intrínsecas aos próprios níveis de segurança e de fiabilidade dos equipamentos e subsistemas, apenas podem prevenir a sua deterioração.

Os intervalos de intervenção para as ações de manutenção programadas, segundo Kinnison (2004), também identificados como potenciais, podem ser expressos em *Usage Parameters*, que correspondem a horas de voo, ciclos e tempo de calendário.

Podem, igualmente, ser expressos em *Letter Checks* (A, B, C, D), onde são descritas todas as ações a realizar, determinadas pelo fabricante. De uma forma geral, a gestão da manutenção dos potenciais depende das capacidades e recursos de quem gere a manutenção das aeronaves.

Usualmente o *A e B check* ocorrem mensalmente e carecem da imobilização da aeronave durante alguns dias, o *C check* ocorre uma vez ao ano, necessitando de meios suficientes para a sua realização, as *D check* efetuam-se quando é necessário uma intervenção estrutural e conjuntamente se cumprem todas as *A, B, C check*. Para Kinnison (2004), um *C check* corresponde a uma intervenção de três a sete dias, porém este intervalo é variável, dependendo das ações a executar, da disponibilidade dos recursos exigidos e das qualificações dos executantes. Dado o trabalho inerente a este *check*, o mesmo pode ser desdobrado em partes, também designados por fases, blocos faseados ou equalizados, garantindo assim uma distribuição mais equitativa de carga de trabalho ao longo do tempo. Assim podemos ter *C1, C2 checks*, ficando a responsabilidade desta divisão a cargo do departamento de engenharia.

No caso particular da Manutenção da Esquadra 101 da Força Aérea Portuguesa, também existem as inspeções de fase que se baseiam num programa de manutenção descrito no manual de manutenção de cada aeronave; visto que existem 4 sistemas de armas diferentes, que são intervencionadas na Manutenção 101. Estas inspeções de fase são chamadas de 1º escalão ou inspeções de linha, 2º escalão ou inspeção de fase de 50 horas em 50 horas e 3º escalão ou manutenção estrutural, descritos no próximo subcapítulo. Para além das inspeções de fase a Manutenção da Esquadra 101 realiza também ações de manutenção oriundas e adicionais, mais conhecidas por manutenção corretiva.

3.6. Tipos de Manutenção

Tal como já foi supracitado, a FAP baseia-se no conceito de manutenção definido pelo REMAFA. Este diferencia três tipos de manutenção a que se destina, a que se deram o nome de escalões:

- **Primeiro Escalão** – na manutenção aeronáutica civil é designada de manutenção de linha, na FAP é conhecida por manutenção da linha da frente, realiza-se na placa de estacionamento da aeronave e as ações correspondem genericamente a: inspeções diárias, mudanças de configuração da aeronave em função das missões, lavagens e lubrificações, correção de pequenas anomalias inopinadas, realização de ensaios funcionais e cumprimento de Technical Order (TO), que exijam pouco tempo de imobilização das aeronaves.
- **Segundo Escalão** – este tipo de manutenção requer que a aeronave esteja no hangar, pois os tempos de imobilização são prolongados e são necessários recursos e equipamentos que apenas aí estão disponíveis, como por exemplo, carro de ar condicionado ou de pressão hidráulica. Neste modelo de manutenção são executadas diferentes tipos de ações: ações de manutenção programada, incluindo cumprimento de ordens técnicas do fabricante, reparações de anomalias detetadas em voo, substituição de motores e componentes, tratamentos anticorrosivos, calibração e ensaios. Na aeronáutica civil este escalão, segundo Kinnison (2004), designa a manutenção de base ou hangar, em que se realizam as *letters checks* (A, B, C, D).

No caso específico da Manutenção da Esquadra 101 existem vários tipos de inspeções realizadas dependendo do sistema de armas. No caso do Epsilon as inspeções dividem-se em inspeções à célula e ao motor e são respetivamente: P1 (250 Horas Célula), P2 (500 Horas Célula), PI1 (50 Horas Célula), PI2 (100 Horas Célula); no motor temos VI1 (50 Horas Motor), VI2 (100 Horas Motor) e VCM (400 Horas Motor). Na frota Chipmunk existem também inspeções à célula e ao motor respetivamente: 50 Horas Célula, 100 Horas Célula, 150 Horas Célula, 300 Horas Célula e 600 Horas Célula; 50 Horas Motor, 100 Horas Motor, 400 Horas .

O sistema de armas ASK-21 com a inspeção de 180 dias e o sistema de armas DO-27 está em processo de definição de programa de manutenção.

- **Terceiro Escalão** – também designada por *depot* ou *shop maintenance*, este tipo de manutenção refere-se exclusivamente a grandes reparações, revisões gerais ou *overhaul*,

modificações e recuperação de órgãos. Estas reparações implicam a imobilização das aeronaves por longos períodos e a utilização de elevados meios técnicos para a sua execução, podendo a mesma ser executada por entidades externas à organização.

Tal como no caso anterior também existem inspeções de terceiro escalão a serem realizadas apenas na frota Epsilon e Chipmunk, são elas respetivamente o IRAN (Inspect and Repair As Necessary), SMLU (Structural Mid Life Update) I e II.

Em relação às inspeções periódicas, ou *letter checks*, o REMAFA (1981) indica que as mesmas têm de cumprir as diretivas e procedimentos estabelecidos pelo fabricante. Devendo ser programadas de modo a constarem no planeamento das atividades das áreas que vão executar o trabalho.

Acrescente-se que este regulamento também refere a importância da programação e otimização dos tempos, fundamentais para a produtividade: “(...) o número de homens/hora é recurso sempre limitado, terá de haver especial cuidado na manutenção para que as horas disponíveis sejam utilizadas o mais racional e produtivamente possível”.

3.7. Cartas de Trabalho

Kinnison (2004) refere que na *letter C check*, onde se insere a Inspeção de Fase (IF), estão implícitas tarefas de rotina, tarefas de rotina variáveis e de não rotina. A FAP adotou outra designação, identificando essas tarefas como Cartas de Trabalho, que se dividem em três tipos:

- **Cartas Básicas de Trabalho (CBT);**
- **Cartas Adicionais;**
- **Cartas Oriundas**

As tarefas de rotina são identificadas no PM do fabricante e têm correspondência às CBT da FAP, estas contêm instruções técnicas sobre o cumprimento deste tipo de manutenção.

As tarefas de rotina variáveis equivalem para a FAP às cartas adicionais, e incluem, por exemplo, a substituição de órgãos por limite de potencial e o cumprimento de ordens técnicas e reparações, previamente conhecidas e registadas na caderneta técnica da aeronave.

As tarefas de não rotina, correspondem para a FAP às cartas oriundas e incluem reparações ou substituições que se verifiquem necessárias na altura da inspeção, não estando as mesmas previstas no PM.

A importância de diferenciar este tipo de cartas de trabalho deve-se ao fato de as cartas adicionais serem planeadas, conjuntamente, com as cartas básicas, As cartas oriundas, como

correspondem a anomalias, que são detetadas aquando de uma manutenção, não podem ser planeadas. Não obstante, com uma adequada análise estatística, através de aplicações informáticas apropriadas, podemos antecipar as anomalias que têm maior probabilidade de ocorrência. Aquelas que vão surgindo com maior frequência podem, e devem, constar no planeamento, tornando assim o processo mais eficiente.

CAPÍTULO 4. CARATERIZAÇÃO DO LOCAL

Segundo o Manual do Comando Aéreo (MCA), é missão da Manutenção assegurar o controlo efetivo de todo o pessoal e material necessário à condução e realização das inspeções e aprontamento das aeronaves atribuídas à Manutenção. No presente caso de estudo esta Manutenção está situada na Base Aérea nº1, cita na Granja do Marquês, Pêro-Pinheiro, tal como representado na Figura 9. O Hangar principal da Manutenção da Esquadra 101 ocupa um espaço coberto de cerca de 3600 m², mostrando-se na Figura 10 uma vista aérea da sua localização.



Figura 9: Vista Aérea da Base Aérea Nº1 (site: www.googlemaps.pt, s/data).

A Manutenção da Esquadra 101 tem a incumbência de manter atualizada, toda a documentação das várias ações de manutenção, assegurar a colocação do pessoal indicado para a execução das tarefas de manutenção e garantir as qualificações de todo o pessoal.



Figura 10: Hangar Principal da Manutenção da Esquadra 101 (site: www.googlemaps.pt, s/data).

A manutenção da Esquadra 101 tem sob a sua responsabilidade, os seguintes sistemas de armas:

- *Chipmunk* – 6 aeronaves (Figura 11);



Figura 11: Aeronave De Havilland DHC1 Chipmunk (site: www.emfa.pt, s/data).

- *TB-30 Epsilon* – 16 aeronaves (Figura 12);



Figura 12: Aeronave Aeroespaciale Épsilon TB-30 (site: www.emfa.pt, s/data).

- ASK 21 – 3 planadores (Figura 13)



Figura 13: Aeronave ASK-21 (site: www.emfa.pt, s/data).

- DO-27 – 1 aeronave (Figura 14)



Figura 14: Aeronave Dornier DO-27 (site: www.emfa.pt, s/data).

4.1. Recursos Humanos

De acordo com o (MCA 305-5), a Manutenção é composta pelas seguintes estruturas:

- 1) Oficial de Manutenção;
- 2) Chefe de Hangar;
- 3) Esquadrilha de Planeamento e Controlo;
- 4) Esquadrilha de Inspeções e Reparações;
- 5) Esquadrilha de Aprontamento.

No que se refere a recursos humanos, a manutenção é organizada de forma que a atividade seja exercida por mecânicos qualificados, segundo o Procedimento da Qualidade na Manutenção 304, (PQM 304):

- 1) É da responsabilidade do **Oficial de Manutenção** o cumprimento da missão atribuída à Manutenção;
- 2) O **Chefe de Hangar** é o sargento mais antigo da especialidade de Mecânico de Material Aéreo (MMA) ou Mecânico de Eletricidade e Instrumentos de Avião (MELIAV), cujas qualificações e descrição de funções inerentes ao exercício do cargo são definidas no MCA;
- 3) **Esquadrilha de Planeamento e Controlo** tem como missão controlar e verificar as ações de inspeção, procedimentos, equipamentos e instalações de manutenção, sendo composta por:
 - a) Comandante da Esquadrilha de Planeamento e Controlo;
 - b) Secção de Documentação, Planeamento e Programação;
 - c) Ferramentaria;
 - d) Laboratório SOAP (Análise de óleos) / END (Ensaio Não Destrutivos);
- 4) **Esquadrilha de Inspeções e Reparações** tem como missão efetuar as ações de inspeção e procedimentos, sendo formada por:
 - a) Comandante de Esquadrilha de Inspeções e Reparações;
 - b) Secção de Eletroaviónicos;
 - c) Secção de Eletromecânicos;
 - d) Secção de Estruturas.

5) Esquadrilha de Aprontamento tem como missão aprontar as aeronaves para que as mesmas possam cumprir a missão sem limitações, sendo constituída por:

- 1) Comandante da Esquadrilha de Aprontamento;
- 2) Secção da Linha da Frente;
- 3) Secção de Equipamentos de Voo, Sobrevivência e Salvamento de Voo.

6) Inspectores de Certificação.

Os Inspectores de Certificação devem estar perfeitamente familiarizados com as práticas de manutenção, técnicas e equipamentos de inspeção a serem usados para determinar a qualidade ou operacionalidade do produto sendo mantido, modificado ou reparado.

Os Inspectores de Certificação, de acordo com o previsto no PQM 203 são nomeados pelo Oficial de Manutenção para realizarem as certificações necessárias.

As qualificações e descrição de funções dos Inspectores de Certificação são regulamentadas pelos PQM.

7) Inspectores de Produção.

Os Inspectores de Produção dependem diretamente dos Chefes da Secção em que desempenham funções e são responsáveis por validar as ações de Manutenção, efetuando os procedimentos previstos na regulamentação correspondente.

As qualificações e descrição de funções dos Inspectores de Produção são regulamentadas pelos PQM.

8) Chefes de Equipa.

Os Chefes de Equipa dependem diretamente dos Chefes de Secção, são responsáveis pela condução da equipa que chefiam na realização de ações de manutenção e são mecânicos qualificados de acordo com os PQM.

CAPÍTULO 5. CASO DE ESTUDO

5.1. Enquadramento

A manutenção da Esquadra 101 tem um papel preponderante, tal como já foi referido, no que concerne à manutenção das aeronaves utilizadas na Base Aérea Nº 1; Épsilon TB 30, Chipmunk MK-20, ASK 21 e DO-27.

O objeto deste estudo é realizar uma “Avaliação de Riscos na Atividade de Manutenção”, visando uma adaptação da Metodologia FMEA, que permite avaliar as falhas decorrentes das várias tarefas realizadas na atividade de manutenção. Este processo foi realizado através do levantamento exaustivo dos vários riscos existentes e o efeito que eles possam ter nas pessoas que laboram diariamente na Manutenção da Esquadra 101.

Até esta fase do trabalho foi abordada a temática da Avaliação de Riscos, através da análise das várias Metodologias existentes e foi abordado também a temática da Manutenção. Por forma a conseguir assim discernir qual a Metodologia que mais se enquadra com a realidade da Manutenção da Esquadra 101. Devido ao carácter metódico da metodologia FMEA e tendo em conta a cultura e organização da Força Aérea Portuguesa, optou-se por esta metodologia, pois é a que mais se coaduna com a realidade da FAP.

De seguida serão descritas as atividades de manutenção realizadas pelas pessoas que compõem a Manutenção da Esquadra 101.

A figura seguinte é um resumo descritivo da metodologia de trabalho.

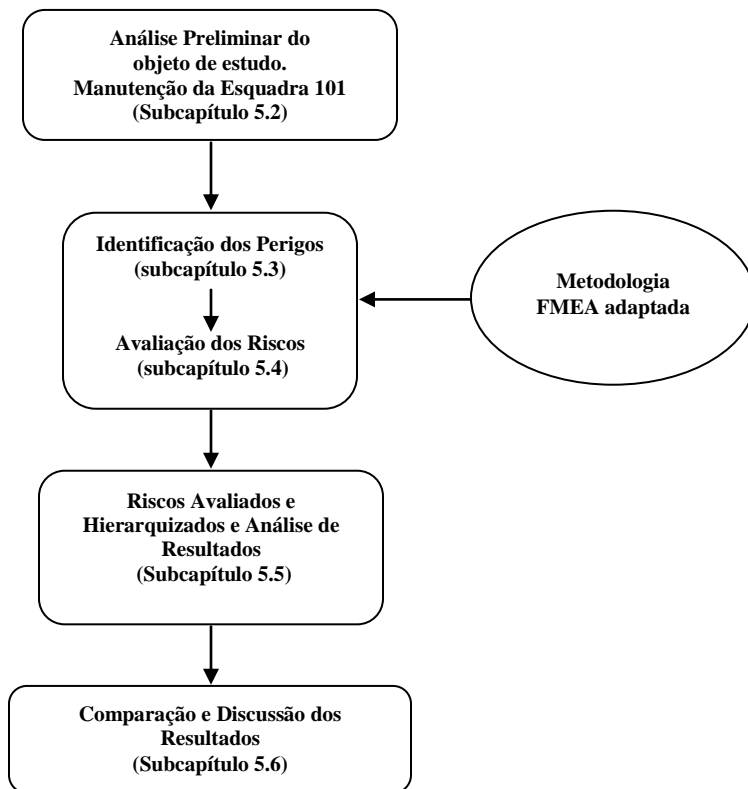


Figura 15: Representação esquemática da Metodologia de trabalho utilizada

5.2. Descrição das Atividades

A área da manutenção aeronáutica apresenta riscos para a saúde do trabalhador, que são em parte comuns a outras atividades operacionais da FAP, mas numa proporção muito maior devido ao grau de exigência.

Na Manutenção da Esquadra 101 são desenvolvidas várias atividades enquadradas nos três escalões de manutenção de aeronaves. Estas atividades são desenvolvidas em vários locais de trabalho entre eles temos a secção de baterias local onde se efetuam as manutenções às baterias, as docas onde são realizadas as manutenções de 2º e 3º escalão, a placa de lavagem é o local onde se realizam as lavagens das aeronaves antes de estas entrarem em manutenção programada, a linha da frente (geração de saídas) responsável pela saída e receção das aeronaves bem como por efetuar as manutenções de 1º escalão, a secção de NDI's é o local onde se realizam os ensaios não destrutivos aos componentes das aeronaves, a secção de pintura é responsável por efetuar pequenas reparações de pintura, na sala de óleos são efetuados vários testes hidráulicos bem como limpeza de componentes e a secção de estruturas é o local onde se realizam algumas

das reparações estruturais dos componentes bem como de partes da fuselagem ou estrutura da aeronave.

Ao longo deste capítulo serão descritas as várias atividades realizadas nos locais supracitados.

Na Secção de Baterias ou Sala de Baterias:

- Manutenção e carregamento de Baterias;
- Limpeza de velas.

Nas Docas:

- Inspeção, manutenção e reparação de aeronaves;
- Abastecimento de aeronaves;
- Estacionamento de aeronaves.
- Reboque de aeronaves.

Na Placa de Lavagem:

- Lavagem de aeronaves.

Na Linha da Frente (Geração de Saídas):

- Abastecer a aeronave de combustível;
- Reboque de aeronaves;
- Estacionar aeronaves.

Na Secção de NDI's:

- Realização de Ultrassons;
- Líquidos Penetrantes;
- Correntes Induzidas;
- Partículas Magnéticas;
- SOAP.

Na Secção de Pintura ou Sala de Pintura:

- Executar pintura vários tipos em estruturas da aeronave e componentes;
- Execução de decapagem.

Na Sala de Óleos:

- Desmontar jantes;
- Lavagem de componentes, lubrificações.

Na Secção de Estruturas:

- Marcar, medir e traçar as peças de metal;
- Operar com máquinas e ferramentas;
- Executar, montar e assentar estruturas;

- Tratamento ou substituição de peças;
- Montagem/desmontagem e corte;
- Controlo de corrosão;
- Desempeno e aplicação de produtos para uniformização das superfícies de chapa, e também produtos adesivos para fixação de alguns componentes da estrutura das aeronaves.

É importante que seja feita uma descrição das atividades realizadas nos vários setores enunciados anteriormente, para que se consiga contextualizar melhor a relação entre estas atividades e os riscos oriundos da realização das mesmas. De seguida serão descritas as atividades desenvolvidas nos locais alvo de estudo, a saber:

Secção de Baterias – à secção de baterias compete:

- Efetuar as reparações das baterias dos sistemas elétricos de geração, distribuição, sistemas de comunicações, rádio ajudas, comando e controlo de todos os sistemas das aeronaves atribuídas de acordo com as publicações técnicas aplicáveis, diretivas técnicas e determinações superiores;
- Efetuar a requisição do material necessário à execução das ações de manutenção e armazená-lo;
- Ministar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

Docas – nas docas efetuam-se as seguintes tarefas:

- Efetuar as reparações dos motores, módulos e acessórios dos motores das aeronaves atribuídas à Unidade Aérea (UA), de acordo com as publicações técnicas aplicáveis, diretivas técnicas e determinações superiores;
- Efetuar as reparações à célula e aos sistemas de combustível, hidráulico, comandos de voo e controlo de potência, bem como aos órgãos associados das aeronaves atribuídas à UA;
- Efetuar revisão geral, de acordo com as certificações adquiridas, à célula, aos órgãos dos sistemas de combustível, hidráulico, comandos de voo e controlo de potência para os quais esteja certificado;
- Efetuar a instalação, regulação e teste na aeronave dos motores das aeronaves atribuídas à UA;
- Efetuar a substituição dos rotáveis dos motores;
- Efetuar o registo das ações de manutenção efetuadas de acordo com os normativos em vigor;

- Efetuar a requisição do material necessário à execução das ações de manutenção;
- Proceder à elaboração documentação necessária e à preparação dos órgãos para posterior devolução ao circuito de abastecimento;
- Proceder, ao seu nível, de acordo com o previsto nos PQM's e demais normas técnicas;
- Informar superiormente das necessidades em recursos e em qualificações;
- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área;
- Efetuar as inspeções periódicas às baterias, sistemas elétricos de geração, distribuição, sistemas de comunicações, rádio ajudas e comando e controlo de todos os sistemas das aeronaves atribuídas de acordo com as publicações técnicas aplicáveis, diretivas técnicas e determinações superiores;
- Efetuar as inspeções e reparações aos instrumentos, órgãos e componentes dos sistemas elétricos de geração, distribuição, sistemas de comunicações, rádio ajudas e comando e controlo em bancada nos níveis em que disponha de capacidade de intervenção;
- Efetuar revisão geral, de acordo com as certificações adquiridas, aos sistemas elétricos de geração, distribuição, sistemas de comunicações, rádio ajudas e comando e controlo de todos os sistemas das aeronaves para os quais esteja certificado;
- Efetuar a substituição dos rotáveis dos sistemas elétricos de geração, distribuição, sistemas de comunicações, rádio ajudas e comando e controlo;
- Efetuar o registo das ações de manutenção efetuadas de acordo com os normativos em vigor;
- Efetuar a requisição do material necessário à execução das ações de manutenção;
- Proceder à elaboração documentação necessária e à preparação dos órgãos para posterior devolução ao circuito de abastecimento;
- Proceder, ao seu nível, de acordo com o previsto nos PQM's e demais normas técnicas;
- Informar superiormente das necessidades em recursos e qualificações;
- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

Placa de Lavagem – na placa de lavagem efetuam-se as seguintes tarefas:

- Preparação das aeronaves para serem lavadas;
- Lavagem de aeronaves.

Linha da Frente (Geração de Saídas) – à geração de saídas compete:

- Efetuar as inspeções antes de voo, entre voos, diárias e semanais;
- Aprontar as aeronaves necessárias para a atividade diária prevista, garantido a sua configuração;
- Mobilizar os meios humanos e materiais necessários à resolução de anomalias passíveis de serem corrigidas na linha da frente;
- Comunicar as anomalias e abrir as obras no SIAGFA reportadas após cada voo e coordenar com o Chefe de Hangar as medidas necessárias à sua reparação;
- Reportar para a Secção de Documentação, Planeamento e Programação os dados relativos aos voos, nomeadamente: anomalias, tempo de voo e aterragens, bem como as alterações ao estado de prontidão das aeronaves;
- Efetuar o registo das ações de manutenção efetuadas de acordo com os normativos em vigor;
- Providenciar a correta utilização do equipamento auxiliar atribuído;
- Diligenciar junto da Esquadilha de Transportes todas as necessidades operacionais de equipamento auxiliar;
- Assegurar o estrito cumprimento do prescrito em ordens técnicas e em procedimentos específicos de operação e segurança do equipamento auxiliar;
- Efetuar a requisição do material necessário à execução das ações de manutenção das aeronaves entregues à linha da frente;
- Providenciar a preservação do todo o material distribuído à secção;
- Proceder à elaboração da documentação necessária e à preparação dos órgãos para posterior devolução ao circuito de abastecimento;
- Proceder, ao seu nível, de acordo com o previsto nos PQM's e demais normas técnicas;
- Informar superiormente das necessidades em recursos e qualificações;
- Ministras a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área, incluindo no equipamento auxiliar, e garantir a manutenção das qualificações;

Secção de NDI's – na secção de NDI's efetuam-se as seguintes tarefas:

- Preparação dos componentes/órgãos que necessitam de ser inspecionados;
- Realização de ensaios não destrutivos, consoante a necessidade do componente/órgão a ser intervencionado;
- Análise de óleos das aeronaves;

- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

Secção de Pintura – à secção de pintura compete:

- Efetuar o tratamento das várias superfícies a serem pintadas, de acordo com as ordens técnicas;
- Efetuar as pinturas nas várias superfícies em cumprimento com as normas e ordens técnicas em vigor;
- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

Sala de Óleos – na sala de óleos efetuam-se as seguintes tarefas:

- Efetuar a montagem e desmontagem de jantes para posterior montagem e desmontagem de pneus;
- Efetuar o enchimento de amortecedores;
- Efetuar a lavagem de componentes e lubrificações;
- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

Secção de Estruturas – à secção de estruturas compete:

- Efetuar reparações estruturais de acordo com as ordens técnicas;
- Preparar as chapas e materiais para reparações da fuselagem ou estruturas;
- Ministrar a instrução teórica e prática de novos elementos integrados na área.

5.3. Identificação dos Perigos

Foi realizado o levantamento dos fatores de perigo, que podem causar acidentes no local de trabalho, efetuando o preenchimento de um formulário FMEA adaptado (ver tabela 30), baseado em entrevistas realizadas às pessoas que operam na Manutenção, com o intuito de saber a opinião sobre os riscos a que estão mais sujeitos. As visitas ao local de trabalho permitiram interagir com todos que trabalham no hangar da manutenção e averiguar as condições de trabalho destes.

Os trabalhos da manutenção envolvem perigos que podem afetar a saúde dos trabalhadores ao longo do tempo, sendo os riscos mais usuais a seguir identificados:

- Exposição a agentes químicos (poeiras, fumos, gases e vapores, líquidos);
- Exposição a agentes físicos (ruído, ambiente térmico, vibrações, iluminação);
- Exposição a agentes mecânicos (quedas, golpes, projeções, choques);
- Elétricos (contatos diretos ou indiretos);
- Ergonómicos (esforços e sobrecargas);

- Incêndios (armazenamento de materiais, meios de intervenção).

5.4. Implementação da Metodologia

Para se efetuar a Avaliação de Riscos nas várias tarefas realizadas nos vários sectores de operação da Manutenção da Esquadra 101, procedeu-se à utilização de uma tabela adaptada da metodologia FMEA. A estrutura desta tabela está representada na tabela 30, a qual se completa da seguinte forma:

- **Tarefa** – descrição sucinta das diferentes tarefas a executar, para a realização da atividade global;
- **Modo de falha/Perigos** – descrição dos modos de falha, dos perigos, ou das condições de trabalho perigosas que podem originar a ocorrência de qualquer falha, no decurso da tarefa;
- **Riscos/Consequências** – para cada modo de falha/perigo são indicados os riscos que deles podem advir;
- **Causas** – identifica se trata de um efeito direto (que ocorre imediatamente) ou de um efeito indireto (que se manifesta posteriormente);
Segue-se na tabela a escala de valoração a aplicar segundo a metodologia FMEA, de cuja aplicação resulta o **Grau de Risco (GR)** para cada risco avaliado;
- **Medidas de controlo adicionais** – para cada tarefa são identificadas medidas de controlo adicionais (além das que estão previstas), para se diminuir o grau de risco especialmente quando é elevado ou muito elevado.

Tabela 30: Modelo FMEA adaptado.

FMEA										
Tarefas	Modos de Falha/Perigos	Riscos/Consequências	Causas	Efeitos	S	O	D	RPN (SxOxD)	Grau de Risco	Medidas de Controlo Adicionais

No Anexo 2 encontram-se as várias tabelas dos locais que foram alvo de Avaliação de Risco. Nessas tabelas estão explanadas as tarefas de cada um dos sectores, os modos de falha/perigos, as causas que podem dar origem aos modos de falha/perigos, os efeitos provenientes da ação das causas e a quantificação do risco através do produto entre a severidade (S), a probabilidade de

ocorrência (O) e a deteção dos riscos (D). Este produto vai dar origem GR e consequentemente em função da gravidade ocasionar medidas de controlo adicionais.

Tal como como já foi citado anteriormente a Manutenção da Esquadra 101 encontra-se dividida em vários sectores de atividade, cada qual com as suas tarefas, também já elas referidas anteriormente. Esta divisão tem origem no MCA 305-5, da FAP.

Para tornar a leitura do anexo 2 mais perceptível de seguida é explanado passo a passo como foi adaptada esta metodologia à Manutenção da Esquadra 101, escolhendo de entre os vários sectores analisados a secção de baterias, pois é onde se deteta um maior grau de risco.

Na tabela seguinte encontram-se descritas as tarefas que se realizam na secção enunciada anteriormente, bem como os modos de falha/perigos oriundos das subtarefas que são necessárias serem realizadas para dar origem às tarefas descritas, nesta tabela também estão inscritos os riscos/consequências para o trabalhador.

Tabela 31: Extrato 1 da Avaliação de Risco à secção de baterias.

Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos/Consequências
Manutenção e carregamento de baterias	Utilização de equipamentos elétricos	Eletrocussão/eletrização
	Utilização de Substâncias Tóxicas	Exposição a Substâncias Nocivas
	Movimentação de Baterias	Queda de Materiais ou Equipamentos
Lesão Músculo-Esquelética		

Na tabela 31 está descrita uma tarefa alusiva à manutenção e ao carregamento de baterias. O carregamento de baterias é efetuado utilizando um carregador de baterias de 230V/16. No caso de existir uma má utilização deste equipamento o utilizador poderá incorrer numa electrocussão/eletrização.

Na tarefa de manutenção das baterias os trabalhadores efetuam a substituição dos módulos que compõem a bateria e efetuam a mudança do eletrólito, este é composto por uma substância ácida e pode infligir danos nos operadores.

Para realizar as tarefas supracitadas é necessário efetuar a desmontagem e o transporte das baterias da aeronave para a secção de baterias, esta ação acarreta o risco de queda das baterias, que podem infligir danos no trabalhador bem como lesões músculo-esqueléticas.

Na tabela 32 estão descritas as causas e os efeitos da tarefa referida anteriormente.

Tabela 32: Extrato 2 da Avaliação de Risco à secção de baterias.

Causas	Efeitos
Falta de manutenção de equipamentos:- Defeito de isolamento da instalação elétrica;- Contato acidental com uma peça ou cabo condutor sob tensão. Falta de uso de EPI's (Luvas de proteção)	Direto
Falta de uso de EPI's (Luvas de Proteção e máscara)	Direto
Porta de Saída com montagem deficiente. Espaço Confinado	Direto
Má Ventilação	Direto
Distração do Operador	Direto
Sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto

Na tabela 32 estão descritas as causas que podem levar aos riscos/consequências, já descritos, para o trabalhador como por exemplo o defeito no isolamento da instalação elétrica, este pode levar à electrocução/eletrização do trabalhador caso entre em contato direto com o condutor elétrico. Um fator preponderante também é a utilização do EPI correto, como por exemplo as luvas de proteção ou a máscara no caso de se estar a trabalhar com substâncias nocivas para os pulmões.

Os efeitos neste exemplo são sempre diretos pois os danos são diretamente infligidos no trabalhador.

Na tabela 33 estão descritos os índices de severidade, detecção e ocorrência, o produto destes índices origina o RPN, ao seja esta valor vai priorizar intervenção no que concerne às medidas de controlo adicionais.

Tabela 33: Extrato 3 da Avaliação de Risco à secção de baterias.

s	d	o	RPN (SxOxD)
9	3	4	108
6	2	6	72
6	2	7	84
3	2	3	18
5	2	2	20
5	8	8	320

Os valores descritos na tabela 33 têm por base a análise das tabelas já descritas no subcapítulo 2.5.9, a saber tabela 23 - índice de ocorrência, tabela 26 - índice de severidade e tabela 27 - índice de deteção. Esta análise foi efetuada com a colaboração dos responsáveis dos vários sectores analisados.

O valor de RPN, tal como já referido, é resultado do produto dos índices severidade (S), deteção (D) e ocorrência (O). Segundo Stamatis (2003) se o valor de RPN for igual ou superior a 50 devem-se procurar as falhas ou problemas que possam estar na origem desse valor.

A tabela 34 tem descrito o grau de risco e as medidas de controlo adicionais. O grau de risco é atribuído em função do valor do RPN e com base na tabela 28 referida no subcapítulo 2.5.9.

Tabela 34: Extrato 4 da Avaliação de Risco à secção de baterias.

Grau de risco	Medidas de controlo adicionais
Moderado	Promoção de reuniões diárias (antes e após execução das tarefas) para debate e planeamento das tarefas
Moderado	Reforço das auditorias
Moderado	
Menor/Secundário	Reforço das auditorias. Promover uma fiscalização ativa, dinâmica e reativa
Menor/Secundário	
Crítico	

Quanto maior for o grau de risco, mais medidas de controlo adicionais devem ser tomadas, reduzindo os riscos e a exposição aos mesmos.

Após a explanação da análise efetuada neste sector e que serve de exemplo aos outros sectores analisados, será efetuada a análise e discussão dos resultados.

5.5. Análise e discussão dos resultados

Realizada a Avaliação de Riscos às atividades da Manutenção da Esquadra 101, procedeu-se à análise dos resultados obtidos pela aplicação dos mapas de valoração, em cada uma das áreas físicas de trabalho estabelecidas:

- Análise de resultados Secção de Baterias ou Sala de Baterias;
- Análise de resultados Docas;
- Análise de resultados Placa de Lavagem;
- Análise de resultados Linha da Frente (Geração de Saídas);
- Análise de resultados setor de Ensaios Não Destrutivos, também chamado Non Destructive Inspection (NDI's);
- Análise de resultados Secção de Pintura ou Sala de Pintura;
- Análise de resultados Sala de Óleos;
- Análise de resultados Secção de Estruturas;
- Comparação de resultados.

5.5.1. Análise de resultados Secção de Baterias

Da análise do gráfico da Figura 16, verifica-se que em 11% dos riscos analisados podem resultar mais do que uma morte, em 56% dos riscos podem incorrer em lesões graves e em 33% lesões com perda de tempo de trabalho. Estes resultados permitem perceber a gravidade das consequências dos riscos a que os trabalhadores estão expostos, na realização das tarefas analisadas na sala de baterias, caso se materializem em acidentes.

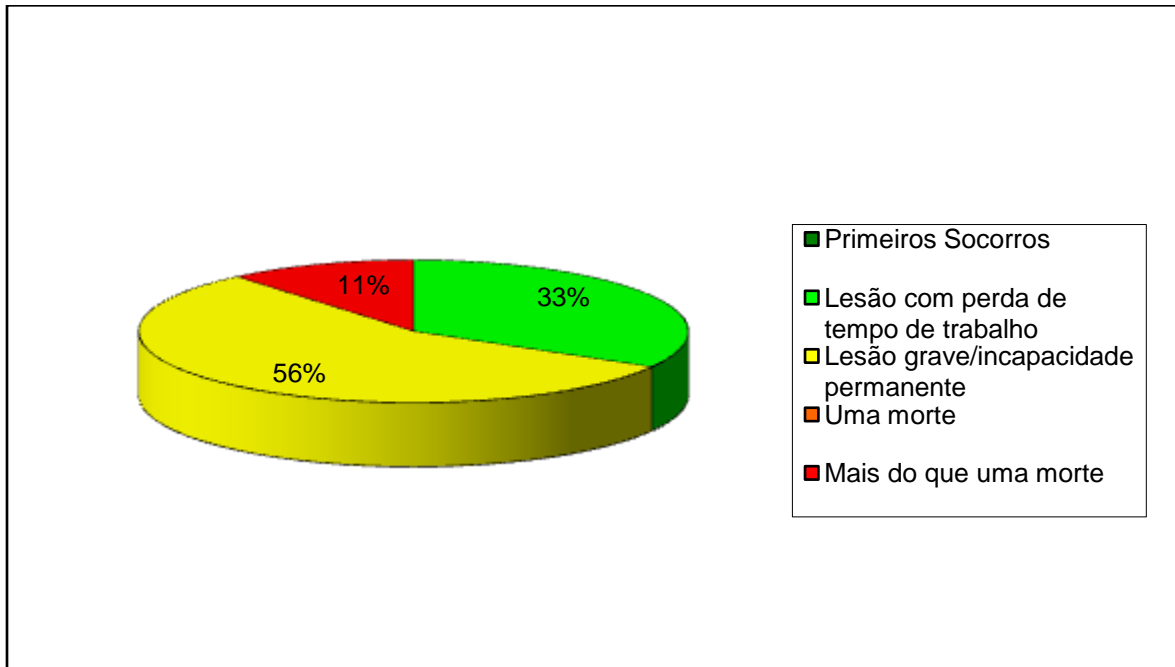


Figura 16: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Baterias).

Da análise do gráfico da Figura 17, verifica-se que existem 22% dos riscos em que a probabilidade de ocorrência é alta para que ocorra a falha, em 34% dos riscos a probabilidade para que ocorra a falha é moderada, existem 22% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra, de igual forma existem 22% dos riscos em que é muito pouco provável que a falha ocorra.

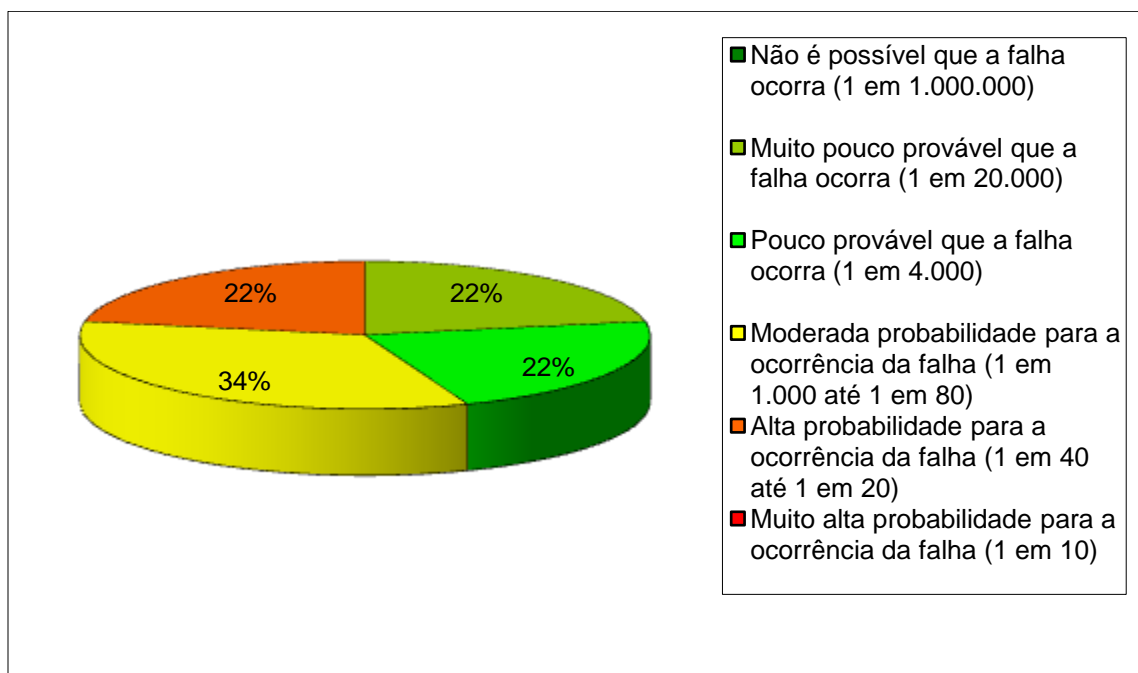


Figura 17: Probabilidade de ocorrência em porcentagem (Secção de Baterias).

Da observação do gráfico da Figura 18, pode-se averiguar que existem 67% dos riscos nos quais as medidas de controle têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha, desta análise também se extrai que existem 22% dos riscos em que as medidas de controle poderão detetar a existência da falha e 11% dos riscos analisados têm medidas de controle com uma baixa probabilidade de detetar a existência da falha. Para finalizar não existem casos em que as medidas de controle não irão detetar a existência de falha.

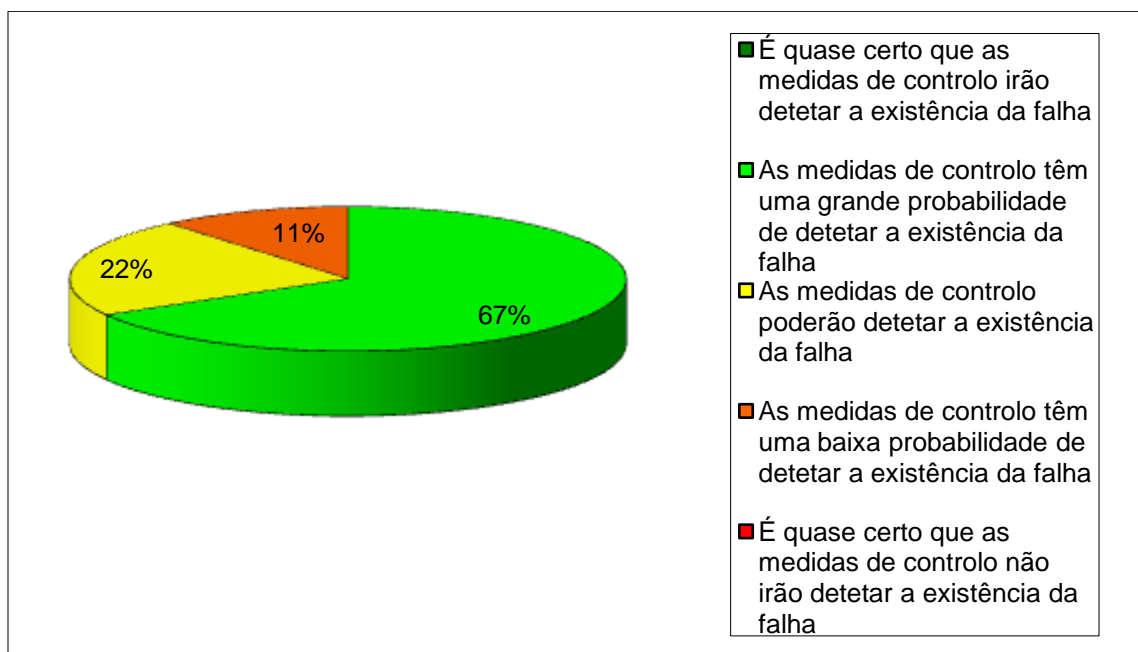


Figura 18: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Baterias).

Após a análise da tabela FMEA adaptada, referente à Secção de Baterias, foi possível sintetizar os resultados indicando-se na tabela 35 as frequências relativas aos graus de risco.

Verifica-se que dos 9 riscos analisados, 4 apresentam um grau de risco menor, 3 apresentam um grau de risco moderado, 1 apresenta um grau de risco elevado e 1 apresenta um grau de risco crítico.

Tabela 35: N° de riscos segundo o grau de risco obtido (Secção de baterias).

	Total
Total de riscos	9
Menor	4
Moderado	3
Elevado	1
Crítico	1

A partir do gráfico da figura 19, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a sala de baterias, tendo-se o grau de risco crítico com uma incidência de 11% da totalidade dos riscos, 11% do grau de risco elevado, 34% do grau de risco moderado e o grau de risco menor com 44% da totalidade dos riscos.

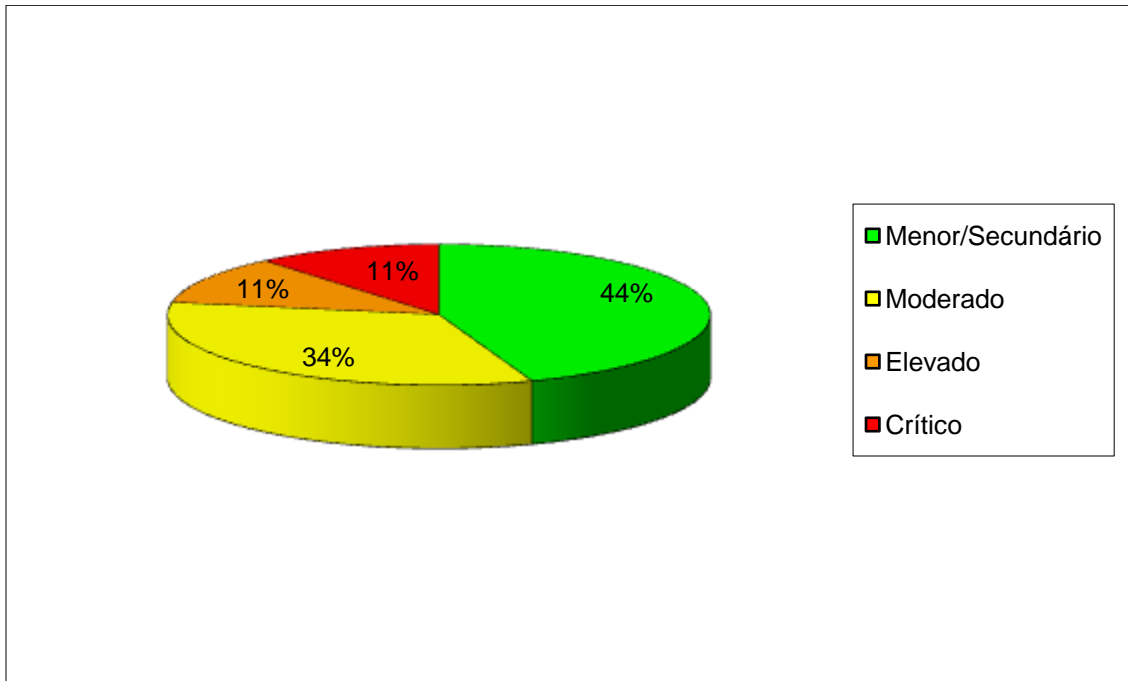


Figura 19 – Percentagem de valores do grau de risco (Secção de baterias).

5.5.2. Análise de resultados Docas

Da pesquisa do gráfico da Figura 20, verifica-se que em 28% dos riscos analisados pode resultar mais do que uma morte, existem 6% de casos em que a severidade aponta para pelo menos uma morte, em 11% dos riscos podem incorrer em lesões graves, em 22% lesões com perda de tempo de trabalho e existem ainda 33% de casos em que o resultado final é apenas o recurso aos primeiros-socorros. Estes resultados permitem perceber a seriedade das consequências dos riscos a que os trabalhadores se encontram expostos, na realização das tarefas analisadas na zona das docas, caso se concretizem em acidentes.

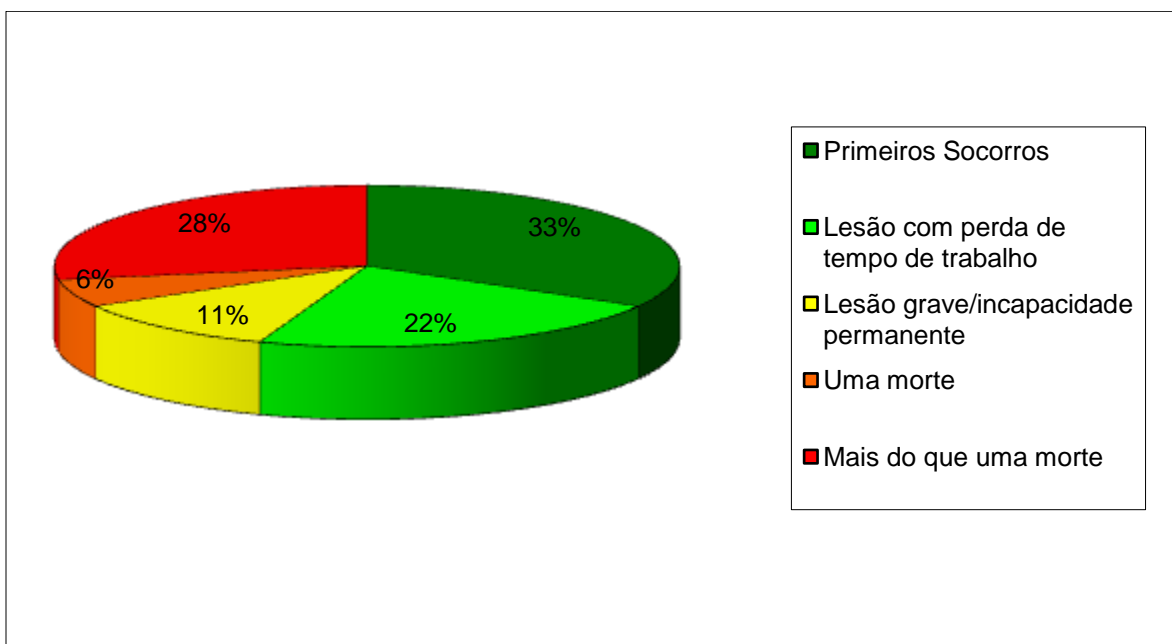


Figura 20: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Docas).

Da decomposição do gráfico da Figura 21, constata-se que não existem casos em que haja uma muito alta probabilidade para a ocorrência da falha, existem 6% dos riscos em que a probabilidade de ocorrência é alta para que ocorra a falha, em 11% dos riscos a probabilidade para que ocorra a falha é moderada, existem 11% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra e existem 72% dos riscos em que é muito pouco provável que a falha ocorra.

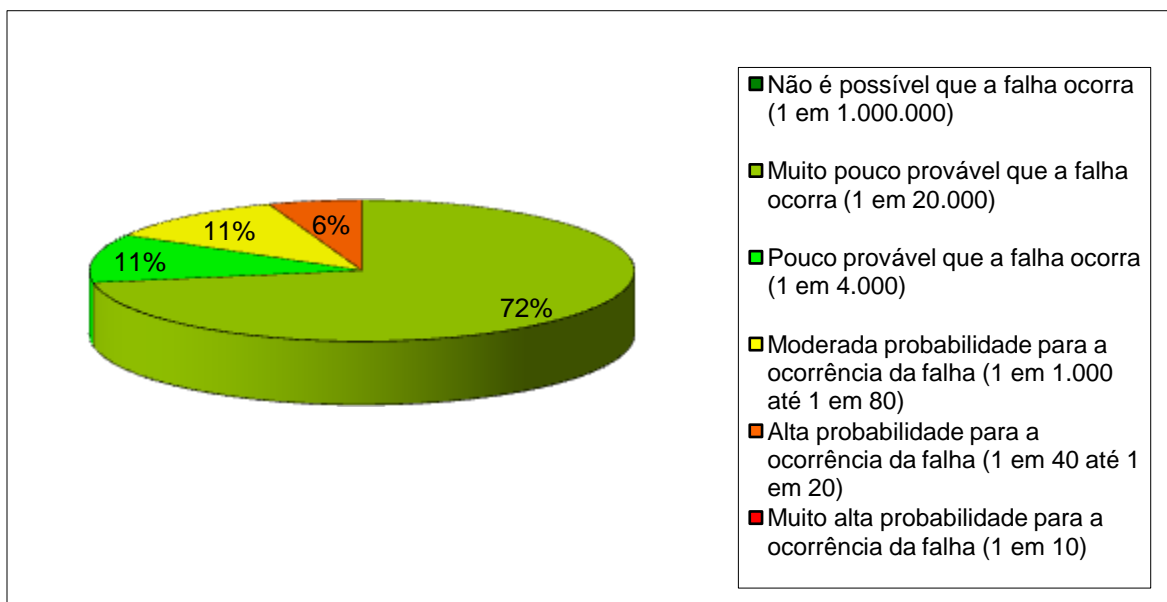


Figura 21: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Docas).

Da observação do gráfico da Figura 22, pode-se apurar que existem 61% dos riscos nos quais as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha, desta análise também se retira que existem 39% dos riscos em que as medidas de controlo poderão detetar a existência da falha. Mais se constata que não existem riscos em que as medidas de controlo tenham uma baixa probabilidade de detetar a falha de igual modo não existem riscos em que seja quase certo que as medidas de controlo não irão detetar a existência da falha.

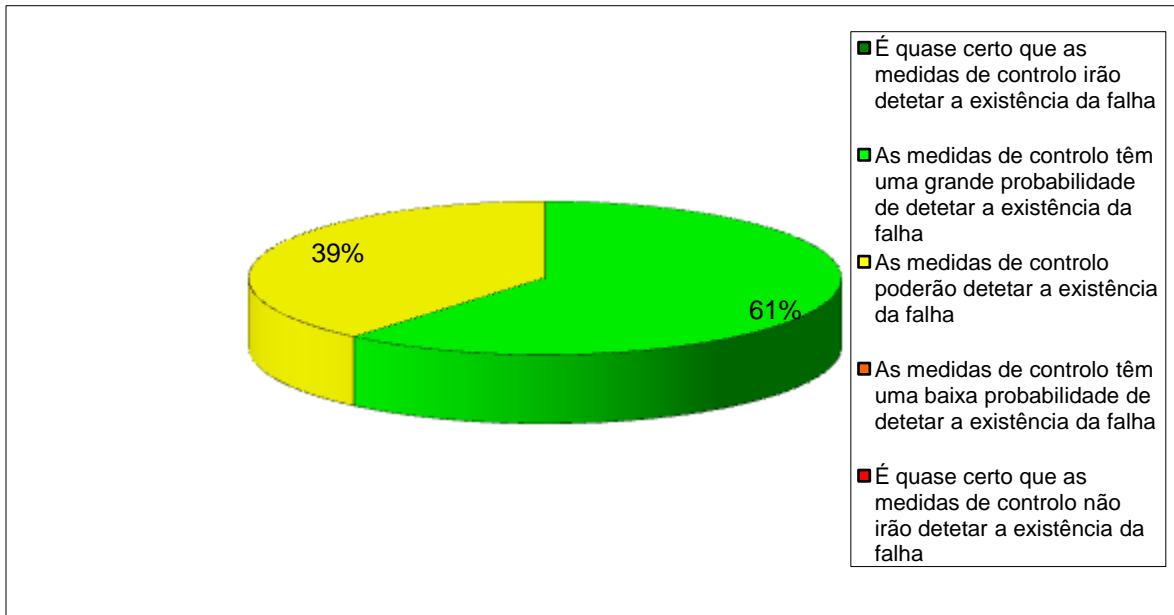


Figura 22: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Docas).

Depois da análise da tabela FMEA adaptada, referente à zona das Docas de manutenção, foi possível sumular os resultados indicando-se na tabela 36 as frequências relativas aos graus de risco obtidos pela aplicação da Metodologia FMEA adaptada.

Verifica-se que dos 18 riscos analisados, 15 apresentam um grau de risco menor, 2 apresentam um grau de risco moderado, 1 apresenta um grau de risco elevado e não existem nesta área de trabalho riscos com um grau de risco crítico.

Tabela 36: Nº de riscos segundo o grau obtido (Docas).

	Total
Total de riscos	18
Menor	15
Moderado	2
Elevado	1
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 23, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a zona das Docas, tendo-se o grau de risco elevado com uma incidência de 6% da totalidade dos riscos, 12% do grau de risco moderado e o grau de risco menor com 82% da totalidade dos riscos.

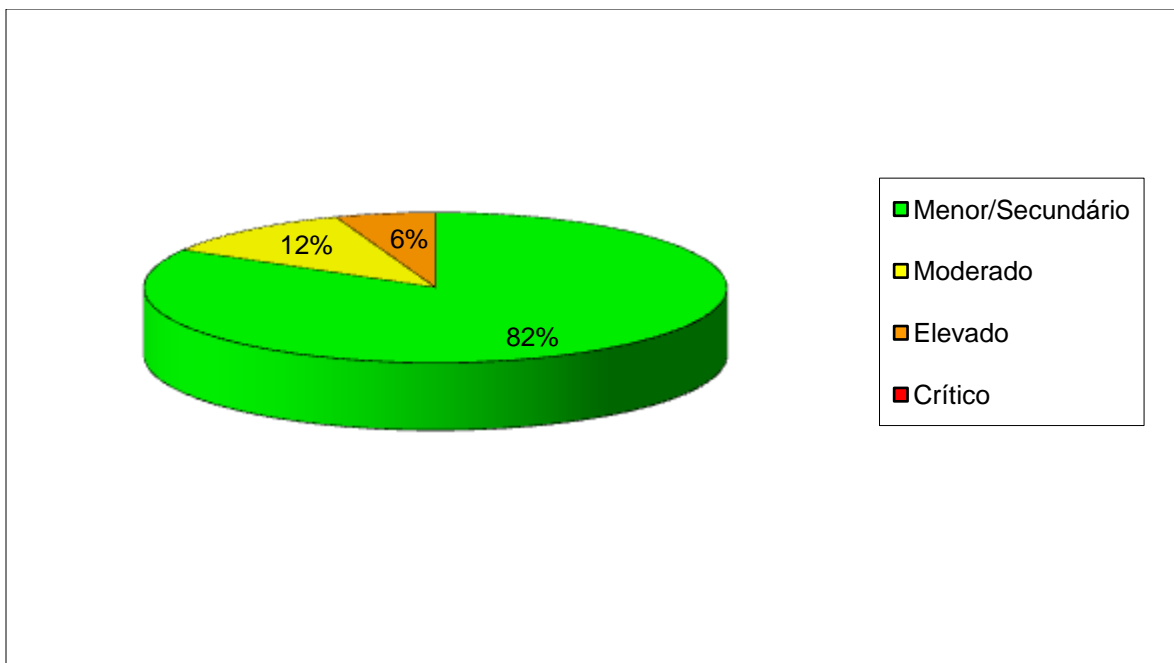


Figura 23: Percentagem de valores do grau de risco (Docas).

5.5.3. Análise de resultados Placa de Lavagem

Da pesquisa do gráfico da Figura 24, apura-se que em 10% dos riscos analisados podem incorrer em lesões graves, em 60% dos riscos analisados resultam em lesões com perda de tempo de trabalho e existem ainda 30% de casos em que o resultado final é apenas o recurso aos primeiros-socorros.

Estes resultados permitem descrever a seriedade das consequências dos riscos a que os trabalhadores se encontram expostos, na realização das tarefas analisadas na zona da Placa de Lavagem, caso se concretizem em acidentes.

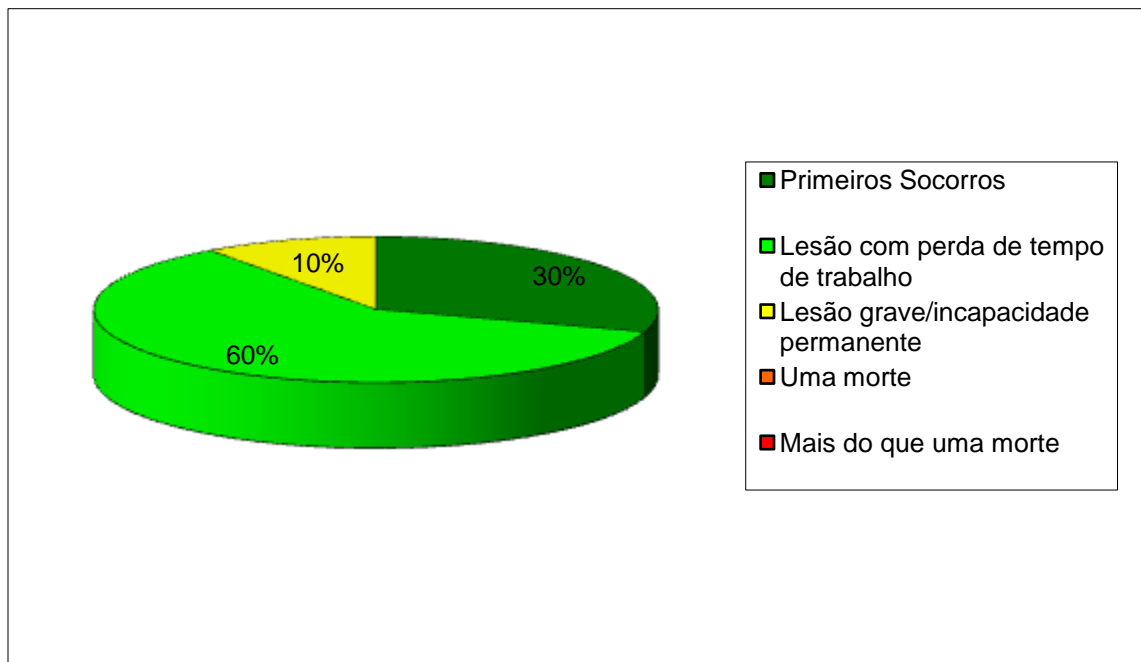


Figura 24: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Placa de Lavagem).

Da decomposição do gráfico da Figura 25 retira-se que existem 10% dos riscos em que a probabilidade de ocorrência é alta para que ocorra a falha, não existem riscos com probabilidade moderada para a ocorrência da falha, existem 50% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra e existem 40% dos riscos em que é muito pouco provável que a falha ocorra, para terminar não existem riscos onde não é possível que a falha ocorra.

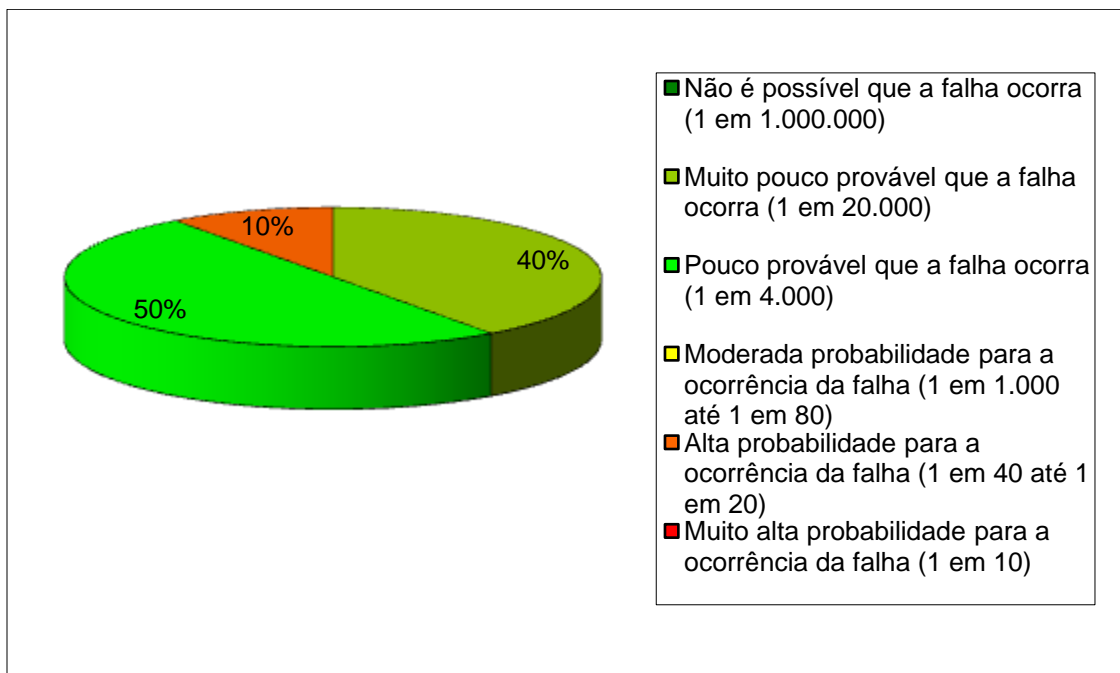


Figura 25: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Placa de Lavagem).

Da observação do gráfico da Figura 26, pode-se apurar que existem 100% dos riscos nos quais as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha.

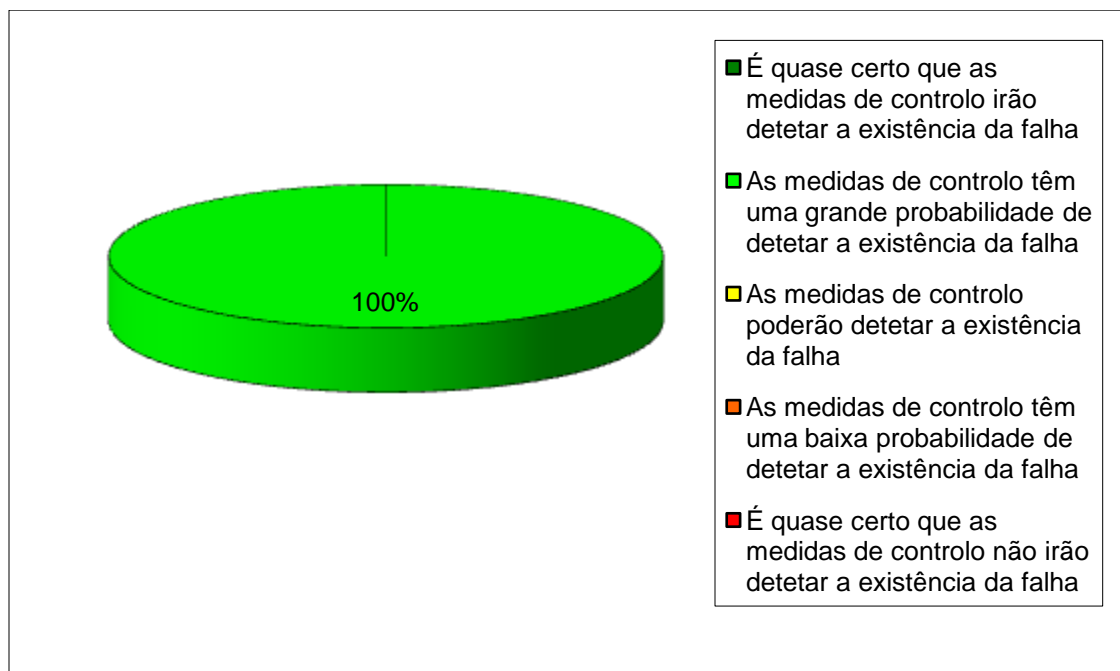


Figura 26: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Placa de Lavagem).

Depois do estudo da tabela FMEA adaptada, referente à zona da Placa de Lavagem, foi exequível sintetizar os resultados indicando-se na tabela 37 as frequências relativas aos graus de risco obtidos.

Apura-se que dos 10 riscos analisados todos eles apresentam um grau de risco menor.

Tabela 37: N° de riscos segundo o grau obtido (Placa de Lavagem).

	Total
Total de riscos	10
Menor	10
Moderado	0
Elevado	0
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 27, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a zona da Placa de Lavagem, tendo-se o grau de risco menor com uma incidência de 100% da totalidade dos riscos.

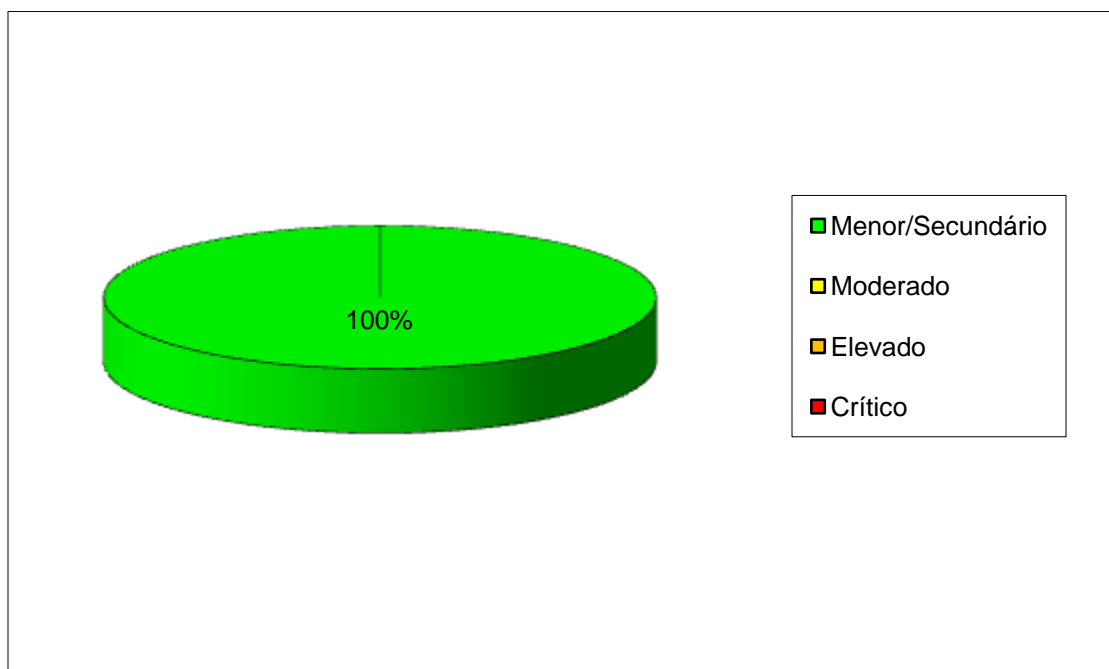


Figura 27: Percentagem de valores do grau de risco (Placa de Lavagem).

5.5.4. Análise de resultados Linha da Frente

Da pesquisa do gráfico da Figura 28, verifica-se que em 50% dos riscos analisados pode resultar mais do que uma morte, em 17% dos riscos podem terminar em lesões com perda de tempo de trabalho e existem ainda 33% de casos em que o resultado final é apenas o recurso aos primeiros-socorros. Estes resultados transparecem a gravidade das consequências dos riscos a que os trabalhadores se encontram expostos, na realização das tarefas analisadas na zona da Linha da Frente, caso se consubstanciem em acidentes.

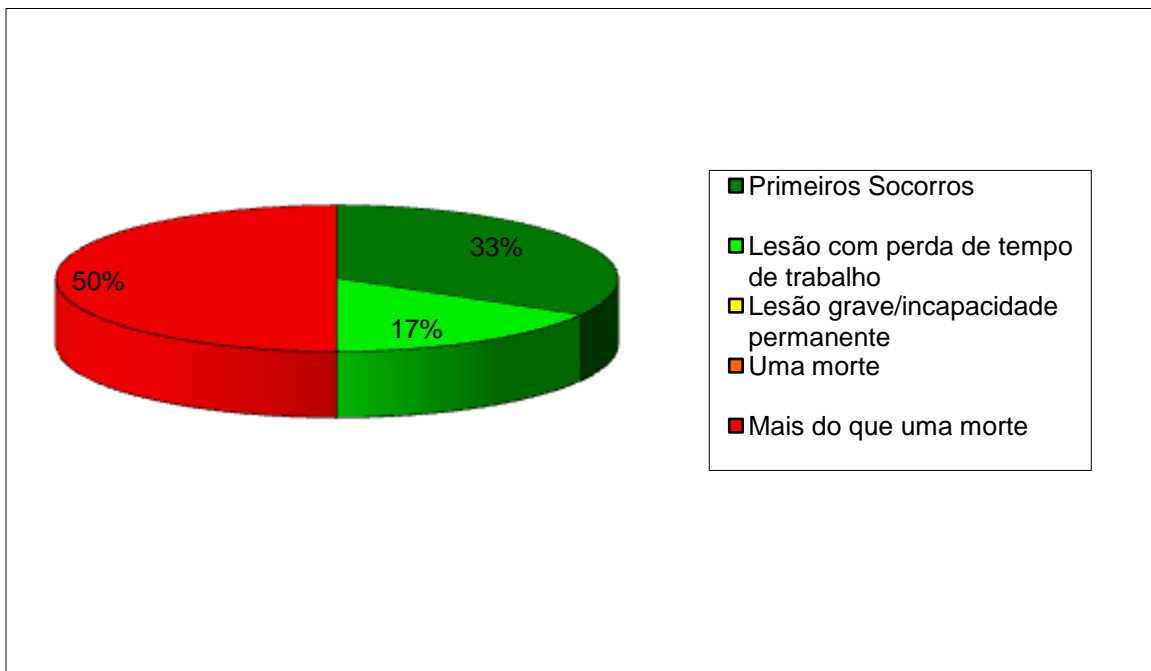


Figura 28: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Linha da Frente).

Da análise do gráfico da Figura 29, apura-se que existem 17% dos riscos em que a probabilidade de ocorrência é moderada para que ocorra a falha e em 83% dos riscos é muito pouco provável que a falha ocorra.

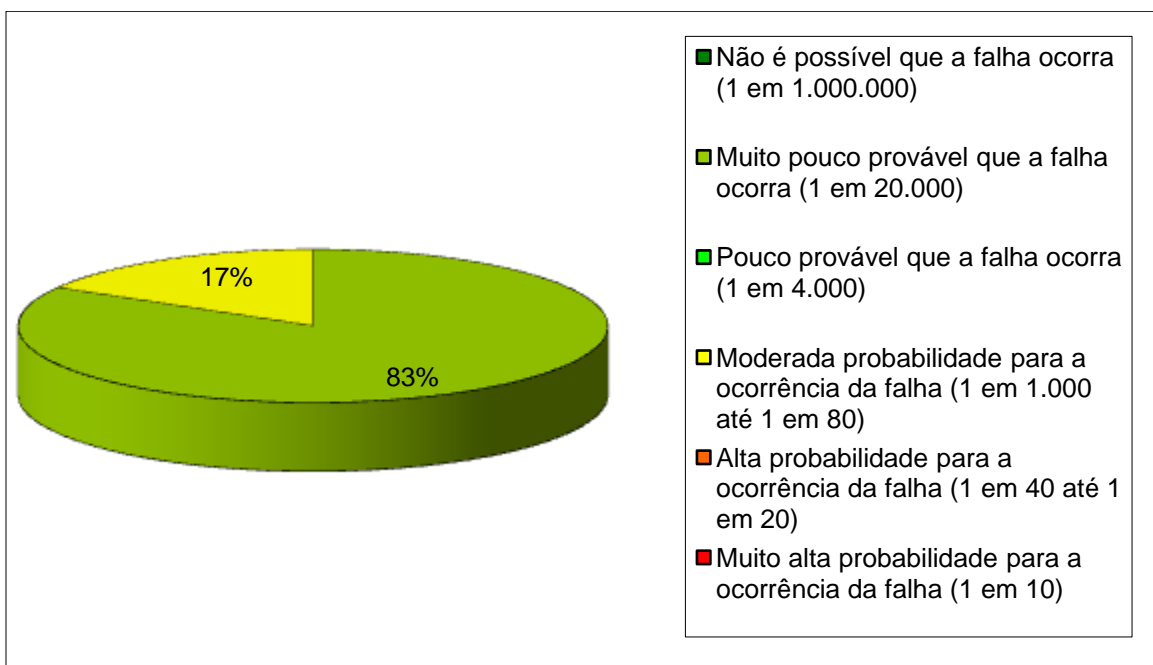


Figura 29: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Linha da Frente).

Após a observação do gráfico da Figura 30, pode-se apurar que existem 75% dos riscos nos quais as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha, desta análise e também se extrai que existem 25% dos riscos em que as medidas de controlo poderão detetar a existência da falha.

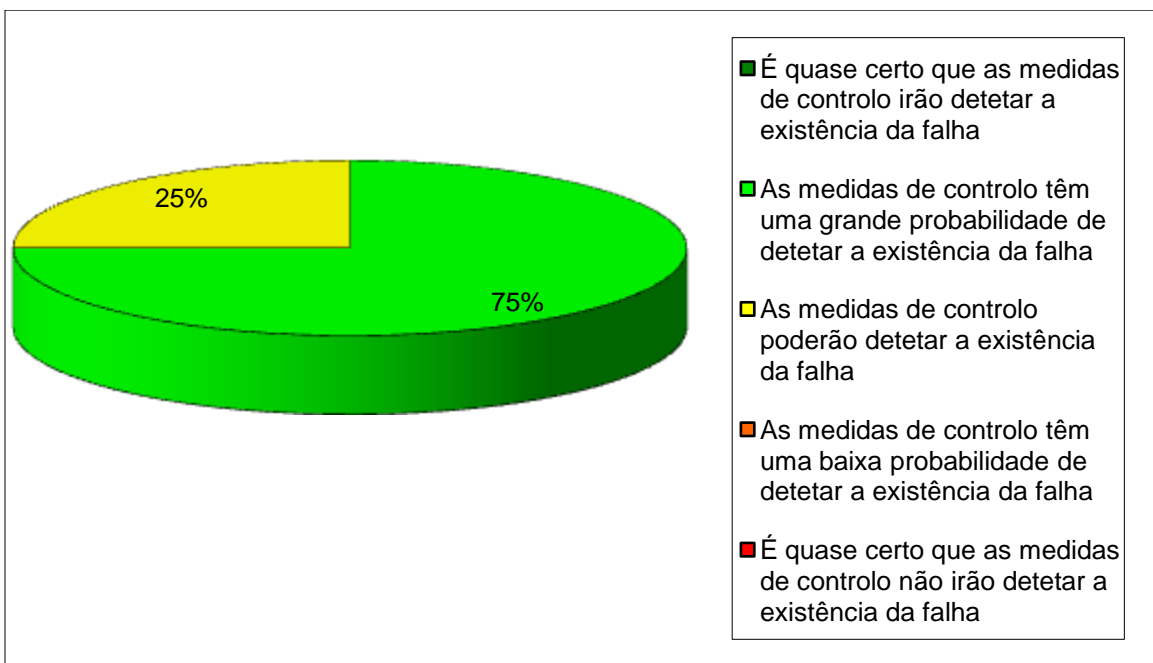


Figura 30: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Linha da Frente).

Após a observação da tabela FMEA adaptada, referente à zona da Linha da Frente, foi possível resumir os resultados indicando-se na tabela 38 as frequências relativas aos graus de risco obtidos.

Verifica-se que dos 11 riscos analisados, 10 apresentam um grau de risco menor, 1 apresenta um grau de risco moderado.

Tabela 38: N° de riscos segundo o grau obtido (Linha da Frente).

	Total
Total de riscos	12
Menor	11
Moderado	1
Elevado	0
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 31, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a zona da Linha da Frente, tendo-se o grau de risco moderado com uma percentagem de 8% e o grau de risco baixo com 92% da totalidade dos riscos.

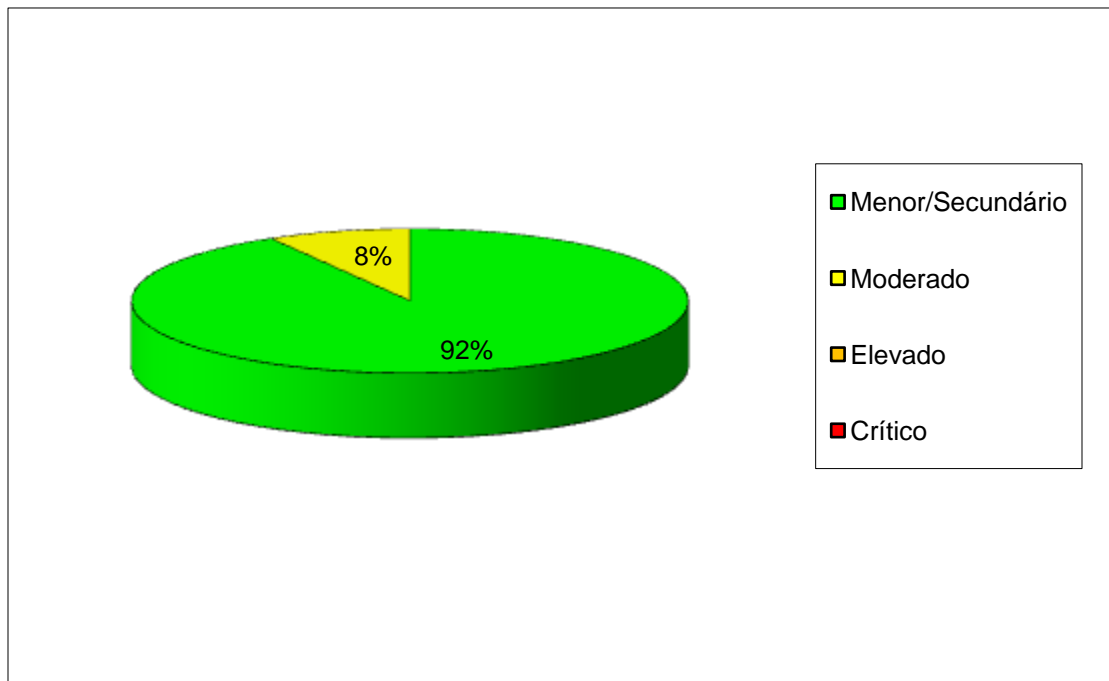


Figura 31: Percentagem de valores do grau de risco (Linha da Frente).

5.5.5. Análise de resultados Secção de NDI's

Da pesquisa do gráfico da Figura 32, pode-se verificar que existem em 33% dos riscos probabilidade de incorrer em lesões graves, em 50% dos riscos podem resultar em lesões com perda de tempo de trabalho e em 17% de casos em que o resultado final é apenas o recurso aos primeiros-socorros. Estes resultados demonstram a importância das consequências dos riscos a que os trabalhadores se encontram expostos, na realização das tarefas analisadas no sector de NDI's, caso se concretizem em acidentes.

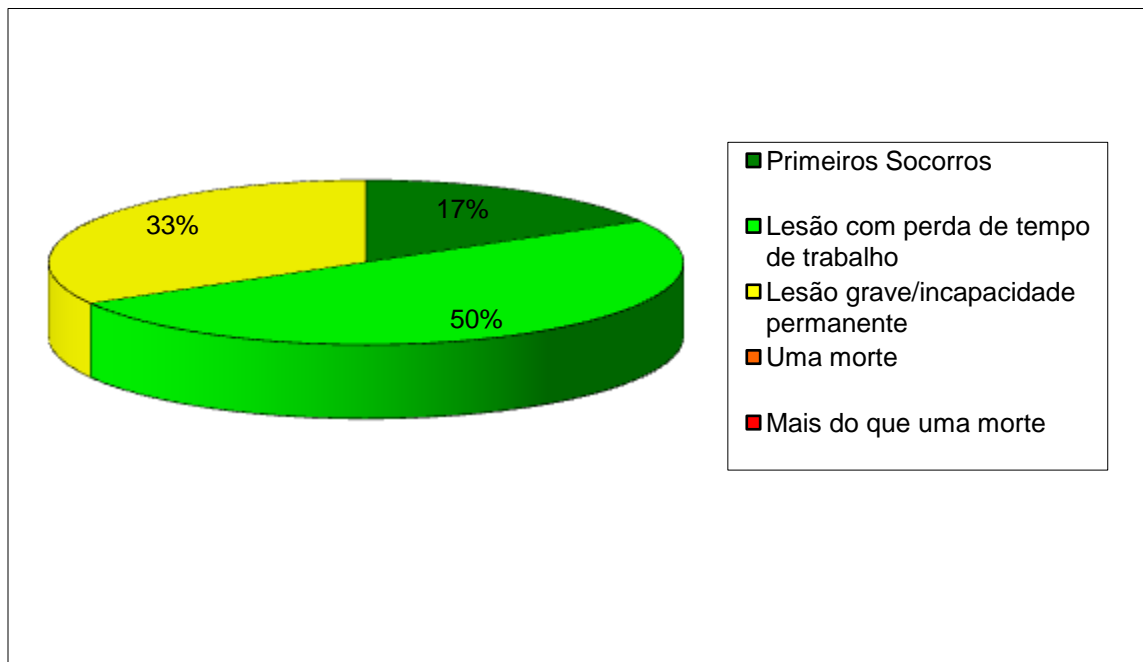


Figura 32: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de NDI's).

Da decomposição do gráfico da Figura 33, verifica-se que em 66% dos riscos a probabilidade para que ocorra a falha é moderada, existem 17% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra e existem 17% dos riscos em que é muito pouco provável que a falha ocorra.

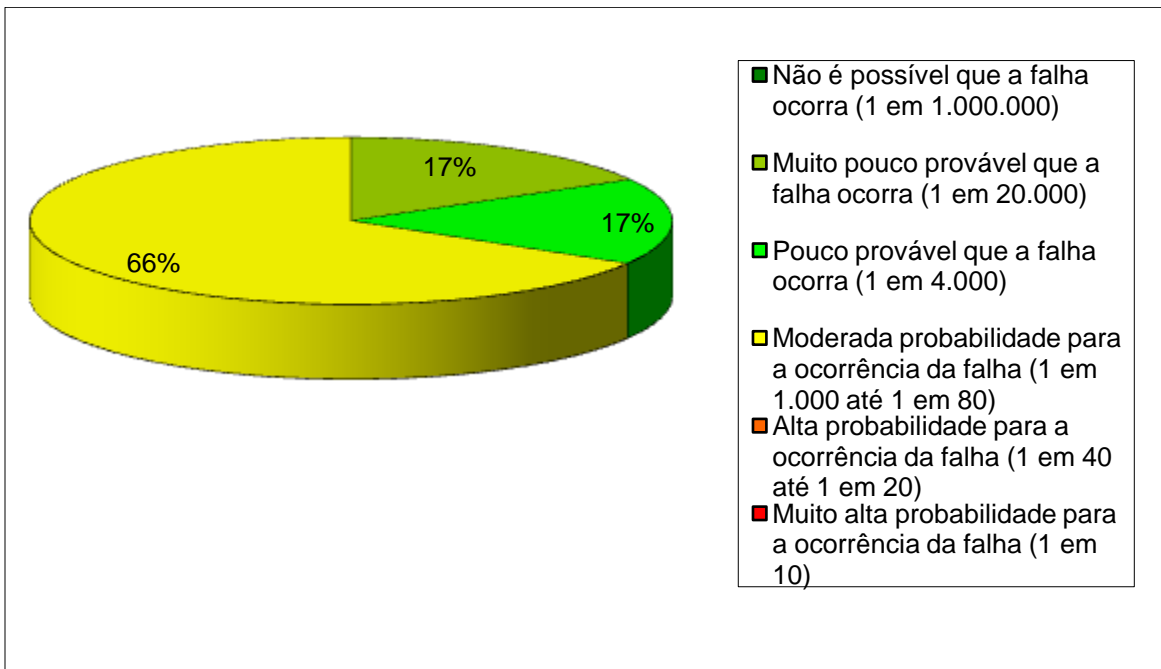


Figura 33: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de NDI's).

Após a análise do gráfico da Figura 34, apurou-se que apenas existem duas situações para a deteção da falha, a saber existem 17% de riscos cujas medidas de controlo irão detetar a existência da falha e existem 83% dos riscos nos quais as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha.

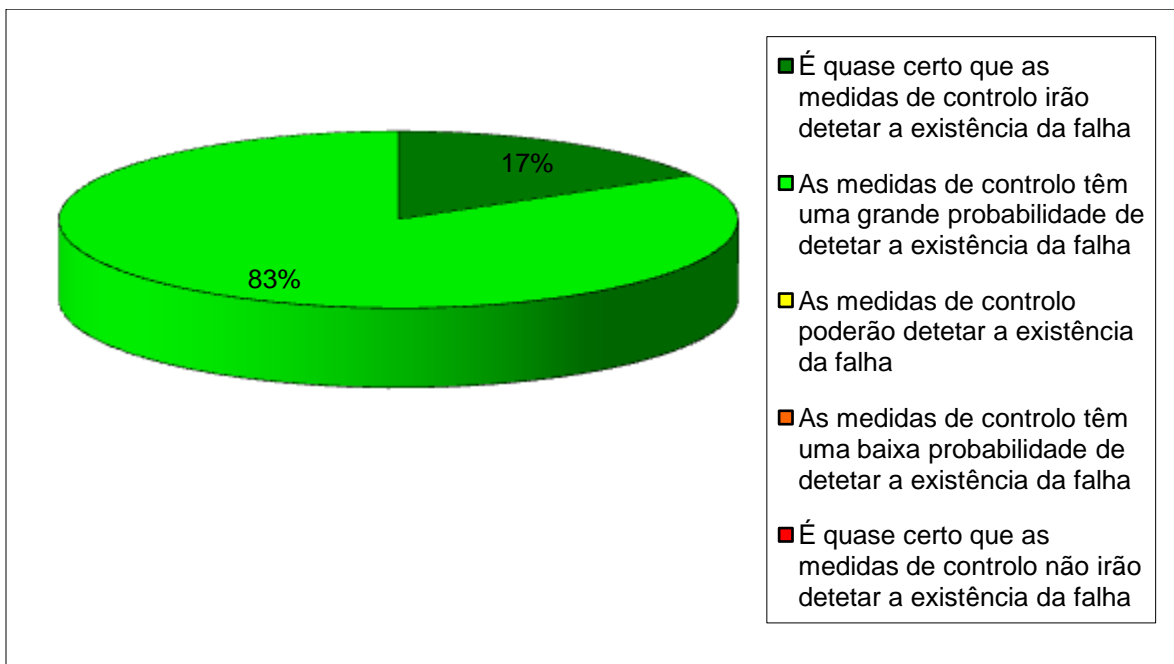


Figura 34: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de NDI's).

Depois da análise da tabela FMEA adaptada, referente à Secção de NDI's, foi possível sumariar os resultados indicando-se na tabela 39 as frequências relativas aos graus de risco obtidos. Verifica-se que dos 9 riscos analisados, todos apresentam um grau de risco menor.

Tabela 39: Nº de riscos segundo o grau obtido (Secção de NDI's).

	Total
Total de riscos	9
Menor	9
Moderado	0
Elevado	0
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 35, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco. Para a Secção de NDI's a percentagem de incidência do grau de risco menor é de 100% da totalidade dos riscos.

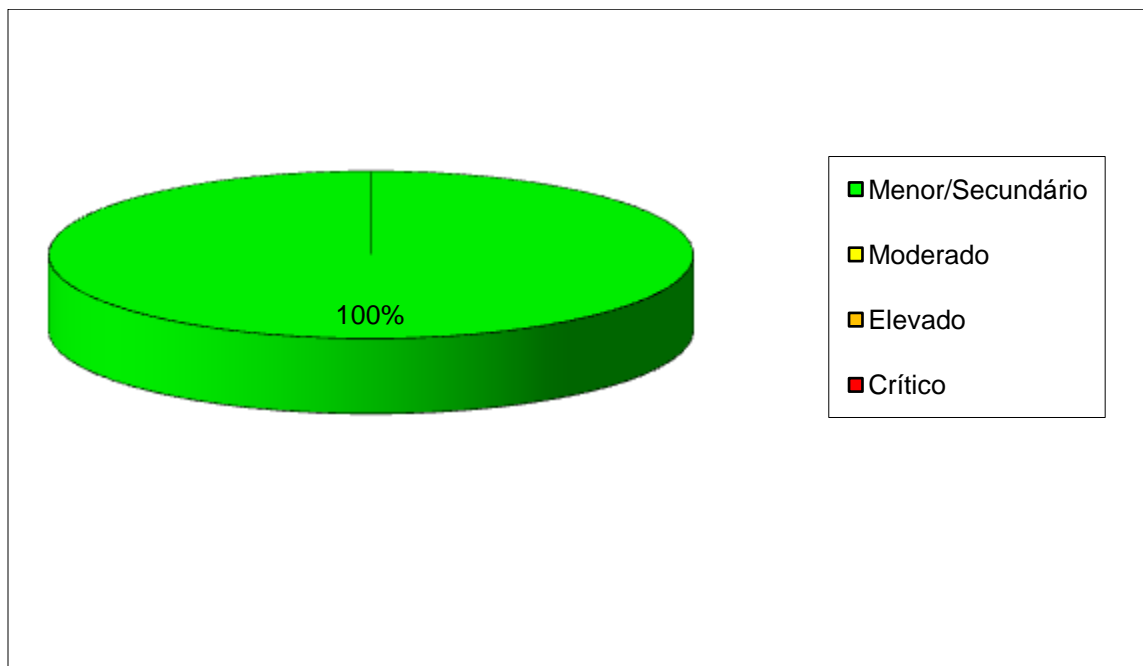


Figura 35: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de NDI's).

5.5.6. Análise de resultados Secção de Pintura

Da observação do gráfico da Figura 36, em 64% dos riscos podem incorrer em lesões graves e em 36% lesões com perda de tempo de trabalho. Estes resultados transparecem a realidade da secção de pintura, caso se materializem em acidentes.

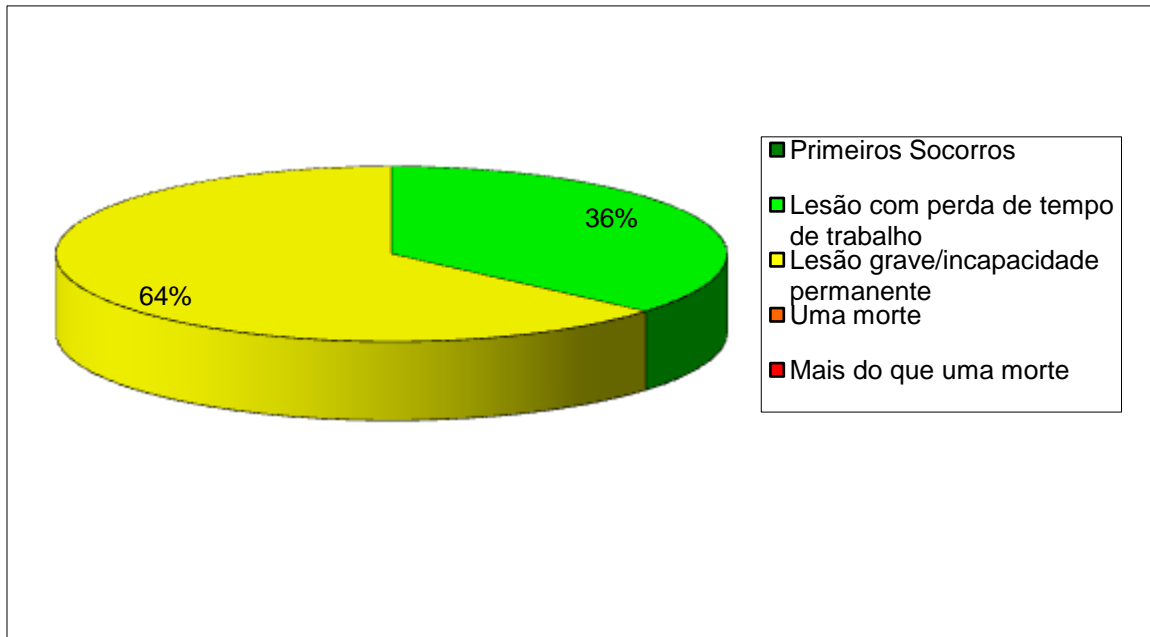


Figura 36: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Pintura).

Da pesquisa do gráfico da Figura 37, verifica-se que existem 27% de casos com uma alta probabilidade para a ocorrência da falha, em 10% dos riscos a probabilidade para que ocorra a falha é moderada, existem 45% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra e em 18% dos riscos é muito pouco provável que a falha ocorra.

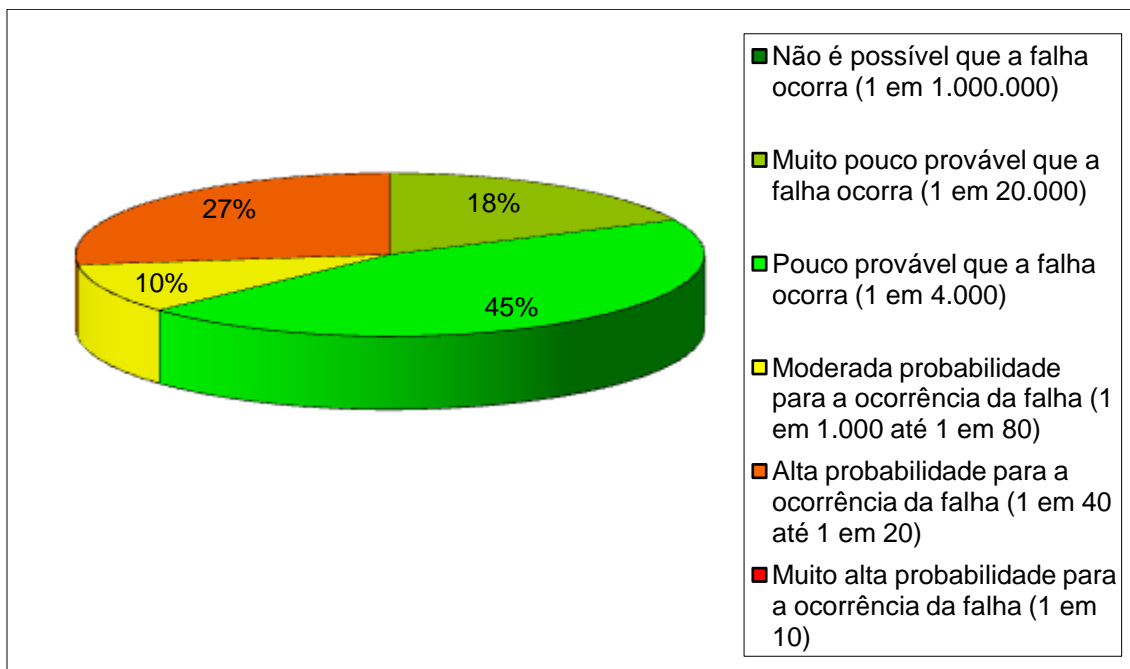


Figura 37: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de Pintura).

Da observação do gráfico da Figura 38, pode-se averiguar que existem 91% de riscos cujas medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha e existem 9% dos riscos nos quais as medidas de controlo poderão detetar a existência da falha.

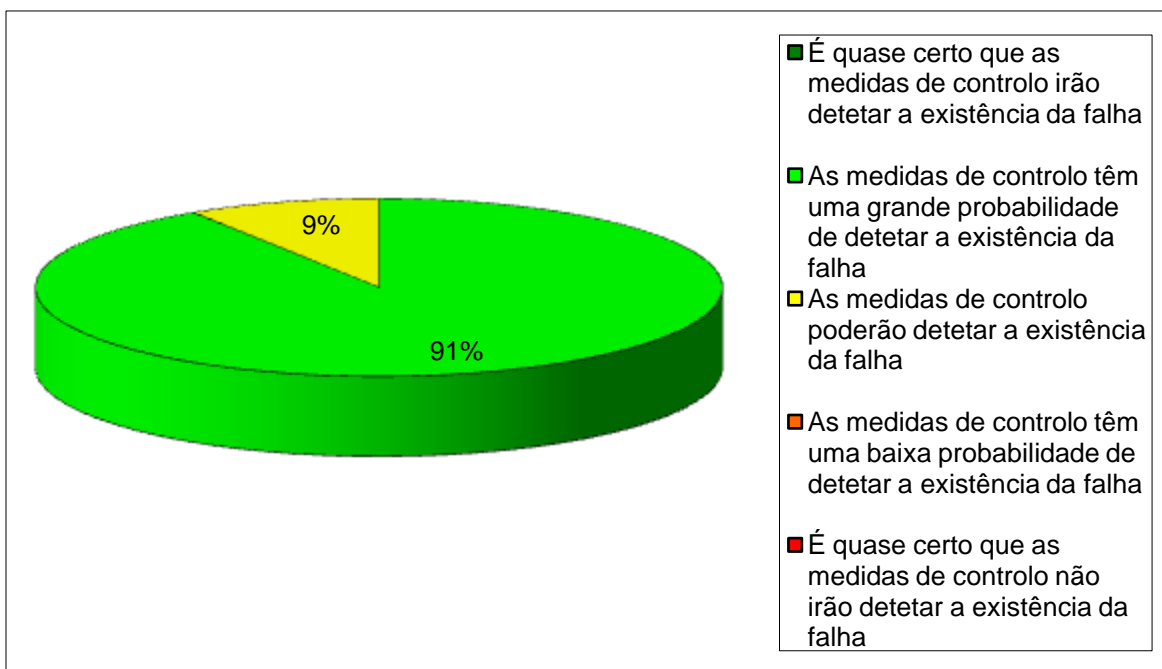


Figura 38: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Pintura).

Após a análise da tabela FMEA, adaptada referente à Secção de Pintura, foi possível sintetizar os resultados mostrando-se na tabela 40 as frequências relativas aos graus de risco obtidos.

Verifica-se que dos 11 riscos analisados, 7 apresentam um grau de risco menor, 4 apresentam um grau de risco moderado.

Tabela 40: N° de riscos segundo o grau obtido (sala de Pintura).

	Total
Total de riscos	11
Menor	7
Moderado	4
Elevado	0
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 39, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a sala de pintura, sendo a percentagem do grau de risco moderado igual a 36% e o grau de risco baixo igual a 64% da totalidade dos riscos.

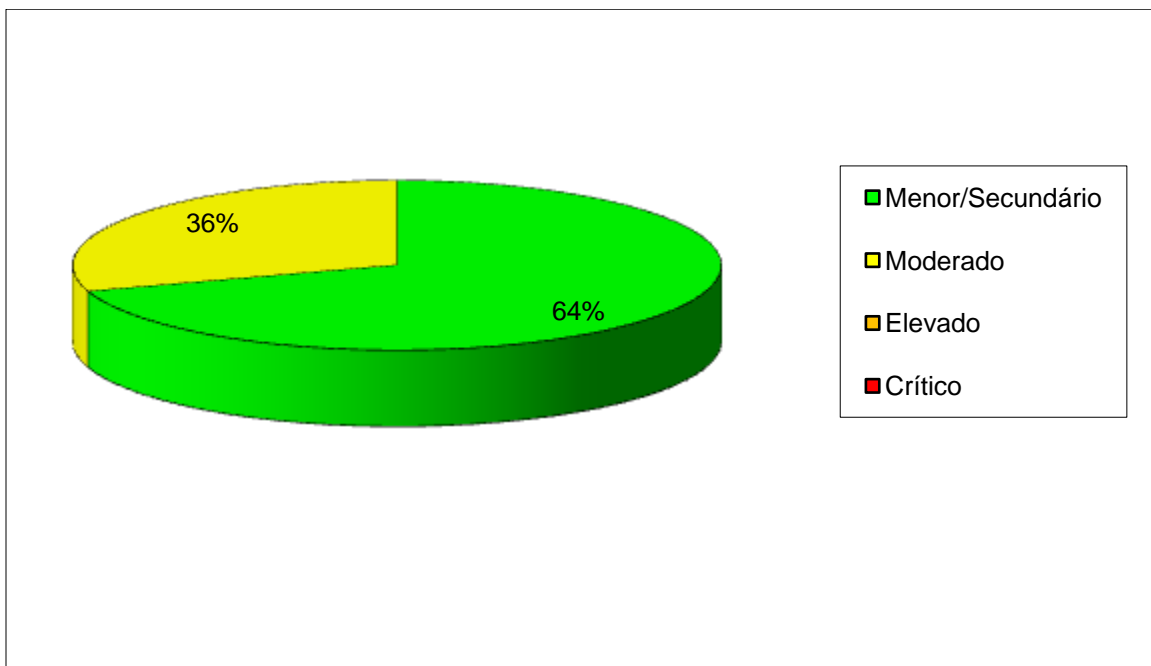


Figura 39: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de Pintura).

5.5.7. Análise de resultados Sala de Óleos

Da pesquisa do gráfico da Figura 40, verifica-se que em 50% dos riscos podem incorrer em lesões com perda de tempo de trabalho, existem ainda 50% de casos em que o resultado final é lesão com perda de tempo de trabalho. Estes resultados demonstram a importância das consequências dos riscos a que os trabalhadores se encontram expostos, na realização das tarefas analisadas na zona das docas, caso se materializem em acidentes.

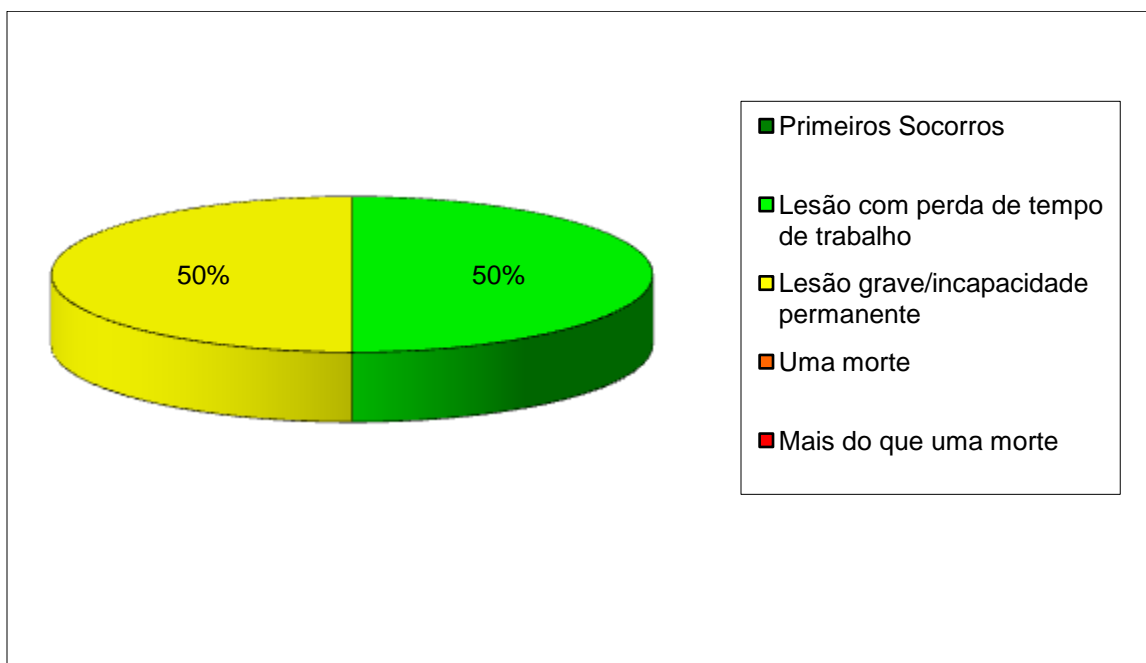


Figura 40: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Sala de Óleos).

Da decomposição do gráfico da Figura 41, verifica-se que existem 24% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra, existem 63% dos riscos em que é muito pouco provável que a falha ocorra, para finalizar existem 13% dos casos em que a probabilidade de ocorrer a falha é, não é possível que a falha ocorra.

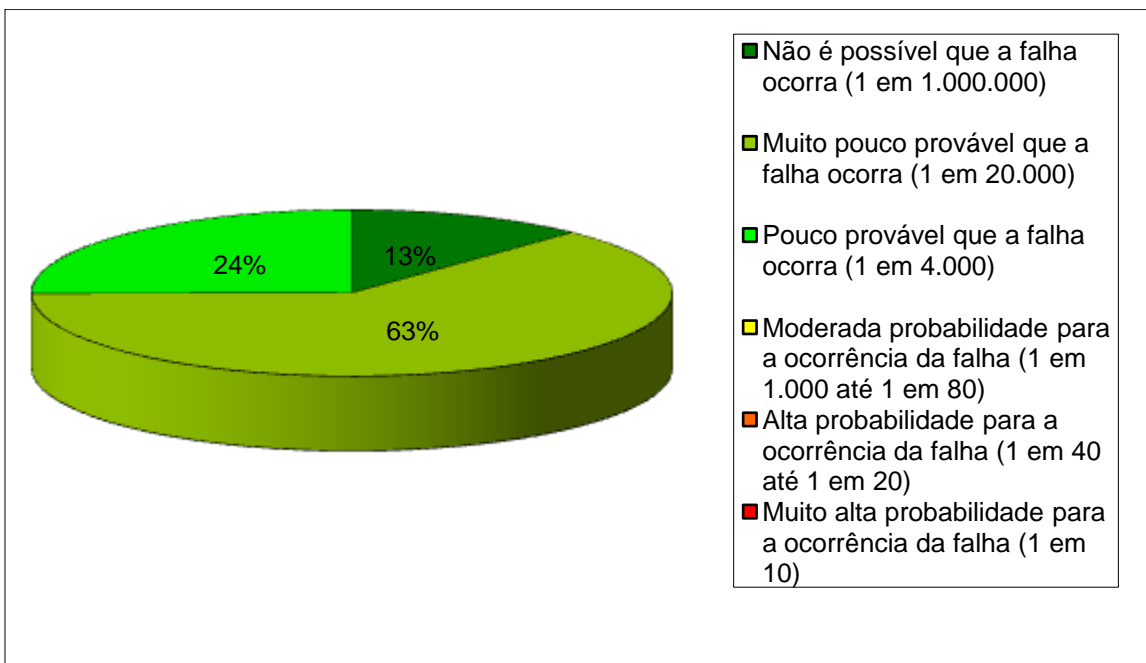


Figura 41: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Sala de Óleos).

Da observação do gráfico da Figura 42, pode-se apurar que existem 62,5% dos riscos nos quais as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha, desta análise também se retira que existem 37,5% dos riscos em que as medidas de controlo poderão detetar a existência da falha.

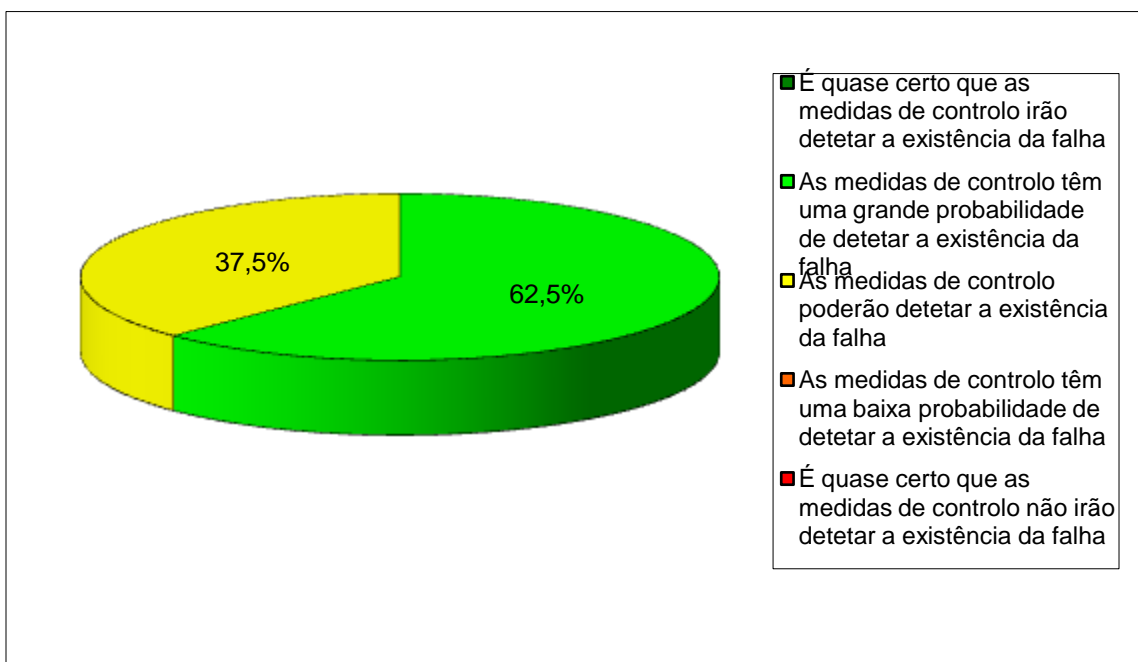


Figura 42: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Sala de Óleos).

Depois da análise da tabela FMEA adaptada, referente à Sala de Óleos, foi possível sintetizar os resultados indicando-se na tabela 41 as frequências relativas aos graus de risco obtidos.

Verifica-se que dos riscos analisados, 8 apresentam um grau de risco menor.

Tabela 41: Nº de riscos segundo o grau obtido (Sala de Óleos).

	Total
Total de riscos	8
Menor	8
Moderado	0
Elevado	0
Critico	0

A partir do gráfico da figura 43, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a Sala de Óleos, tendo o grau de risco menor com 100% da totalidade dos riscos.

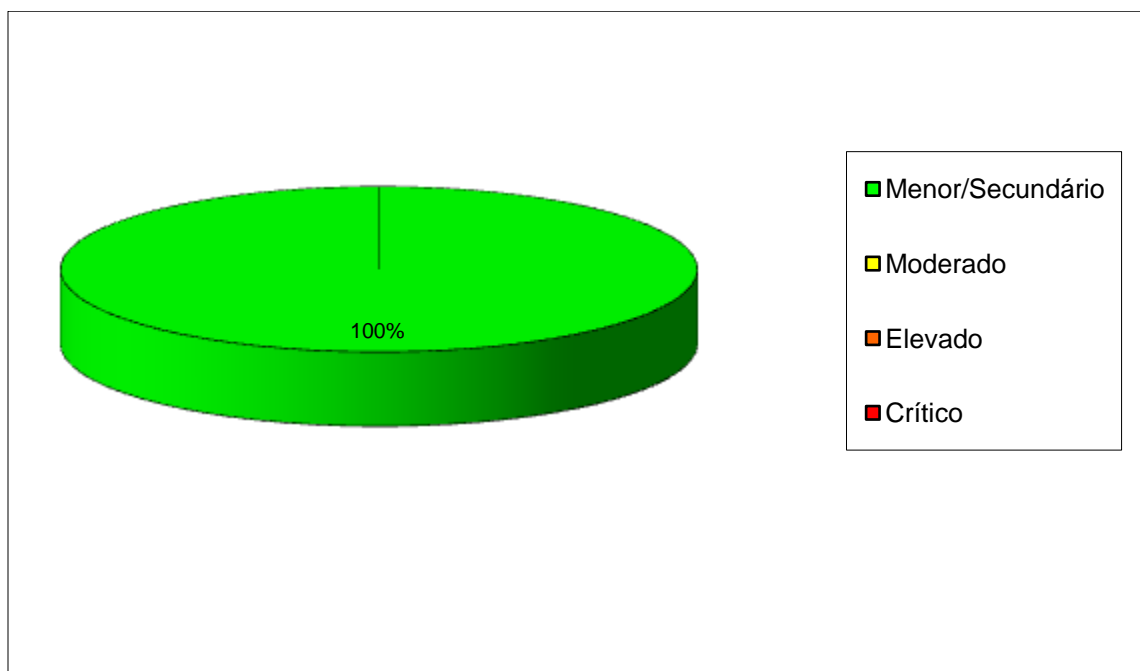


Figura 43: Percentagem de valores do grau de risco (Sala de Óleos).

5.5.8. Análise de resultados Secção de Estruturas

Da observação do gráfico da Figura 44, em 31% dos riscos podem existir lesões com necessidade de recurso a primeiros socorros e em 69% dos casos de risco podem existir lesões graves.

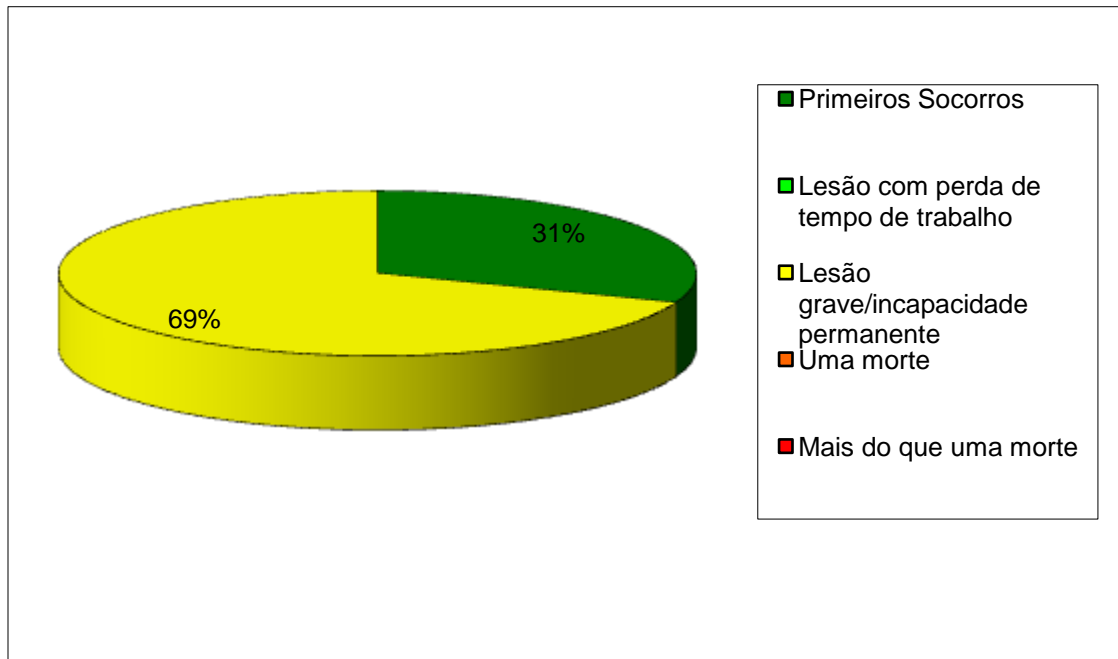


Figura 44: Consequências do risco em percentagem segundo a severidade (Secção de Estruturas).

Da pesquisa do gráfico da Figura 45, verifica-se que existem 38% de casos em que a probabilidade para que ocorra a falha é moderada, existem 24% dos riscos nos quais é pouco provável que a falha ocorra e em 38% dos riscos é muito pouco provável que a falha ocorra.

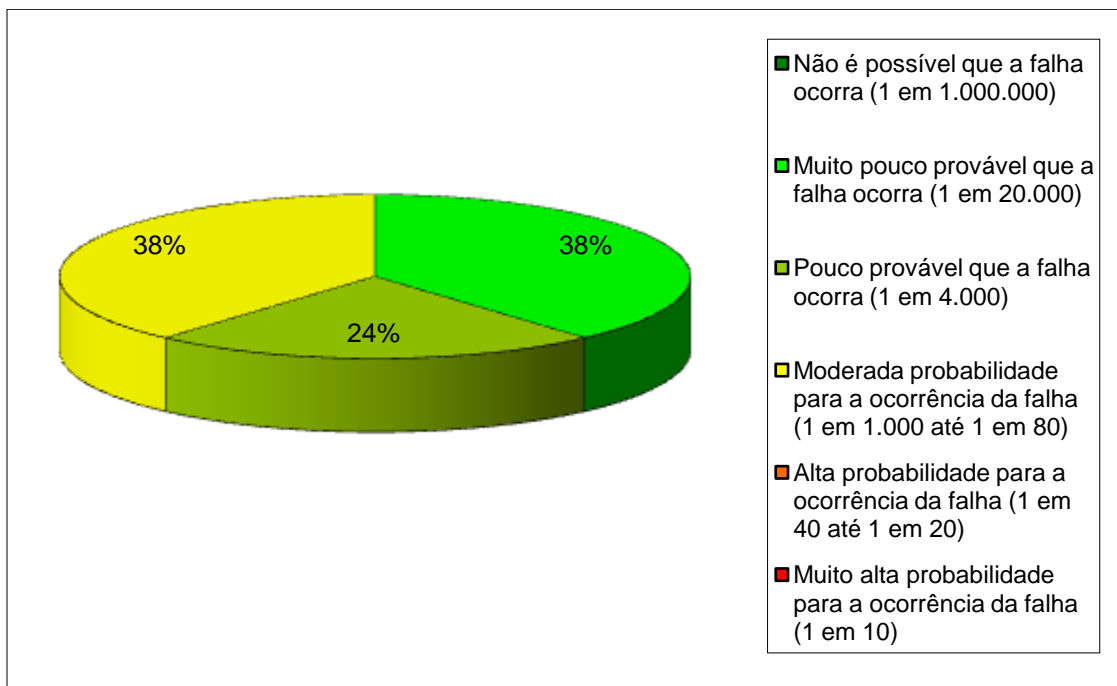


Figura 45: Probabilidade de ocorrência em percentagem (Secção de Estruturas)

Da observação do gráfico da Figura 46, pode-se averiguar que existem 100% de riscos cujas medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha.

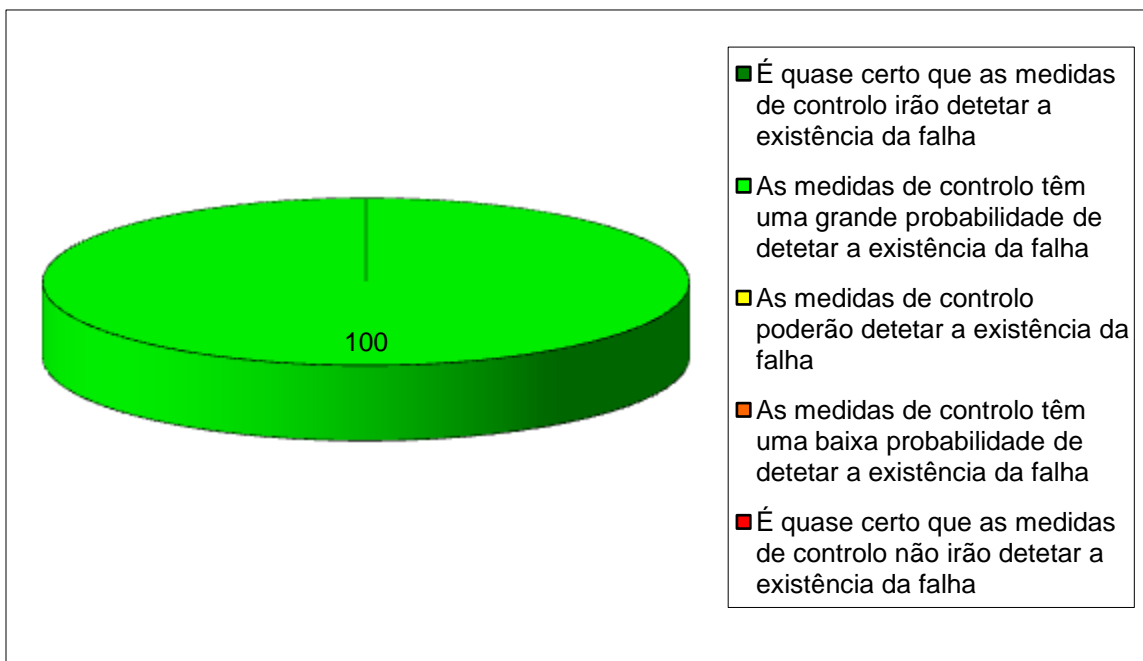


Figura 46: Probabilidade de deteção do risco em percentagem (Secção de Estruturas).

Após a análise da tabela FMEA adaptada, referente à secção de estruturas, foi possível resumir os resultados mostrando-se na tabela 42 as frequências relativas aos graus de risco obtidos. Verifica-se que dos 13 riscos analisados, 12 apresentam um grau de risco menor e 1 apresenta um grau de risco moderado.

Tabela 42: Nº de riscos segundo o grau obtido (secção de estruturas).

	Total
Total de riscos	13
Menor	12
Moderado	1
Elevado	0
Crítico	0

A partir do gráfico da figura 47, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para a secção de estruturas, sendo a percentagem do grau de risco moderado igual a 8% e o grau de risco menor/secundário igual a 92% da totalidade dos riscos.

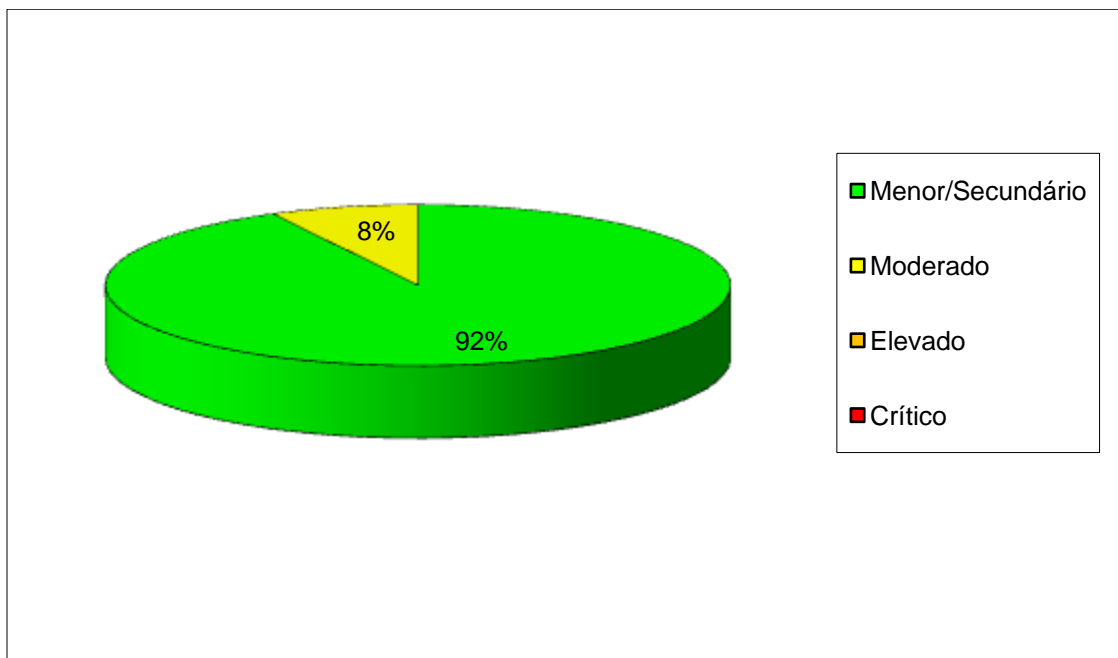


Figura 47: Percentagem de valores do grau de risco (Secção de Estruturas).

Após a análise e discussão dos resultados, é importante efetuar uma análise comparativa, para perceber consoante o índice em análise qual ou quais os sectores mais críticos.

5.6. Comparação dos Resultados

A análise comparativa dos resultados permite observar qual ou quais os sectores mais expostos aos vários perigos e a ação desses perigos nas pessoas que trabalham nos diversos sectores.

5.6.1. Comparação dos resultados segundo a severidade

Na figura 48 é possível analisar o grau de severidade nos vários sectores permitindo assim a comparação entre os mesmos.

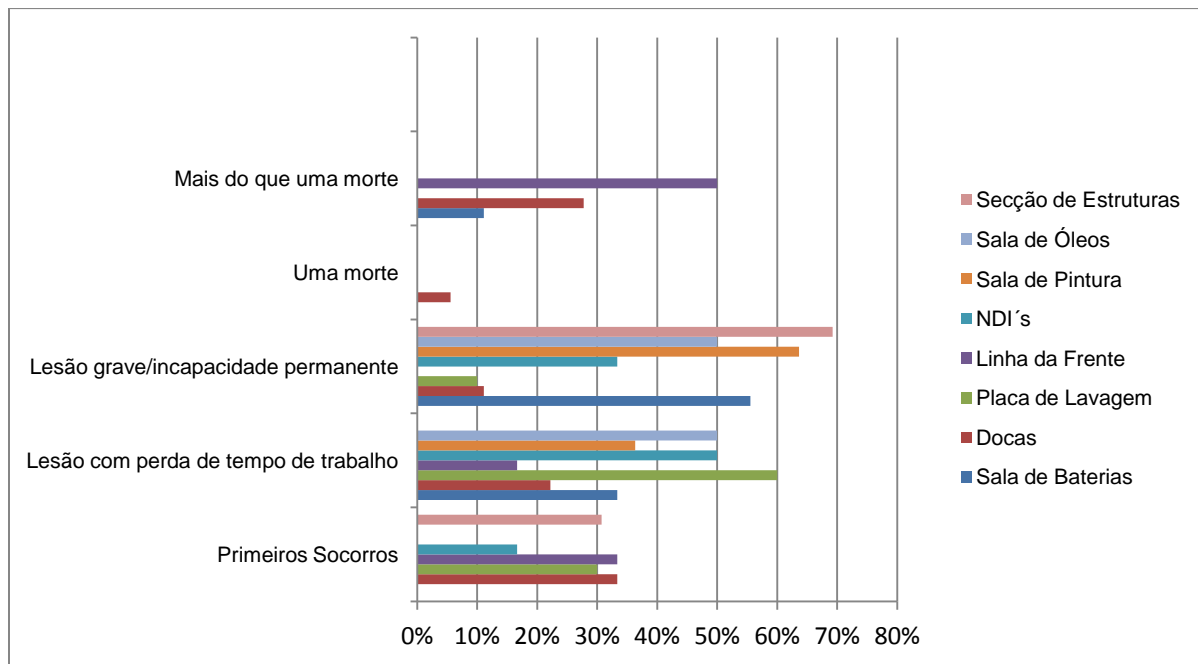


Figura 48: Análise comparativa segundo a severidade.

Ao analisar a figura 48 consta-se que existem quatro sectores onde a severidade dos riscos causa danos nas pessoas que carecem de primeiros socorros, verifica-se também que apenas a secção de estruturas não tem lesões com perda de tempo de trabalho. Analisando as lesões graves com incapacidade permanente retira-se que apenas a linha da frente não tem lesões deste tipo, quanto a lesões que levem à morte de uma pessoa o único sector onde se verifica é as docas.

Para finalizar temos o grau mais danoso que é mais do que uma morte e neste grau existem três sectores afetados por este tipo de severidade, o sector onde os danos são maiores é o sector da linha da frente.

5.6.2. Comparação dos resultados segundo a ocorrência

Na figura 49 é possível analisar o grau de ocorrência nos vários sectores admitindo assim a comparação entre os mesmos.

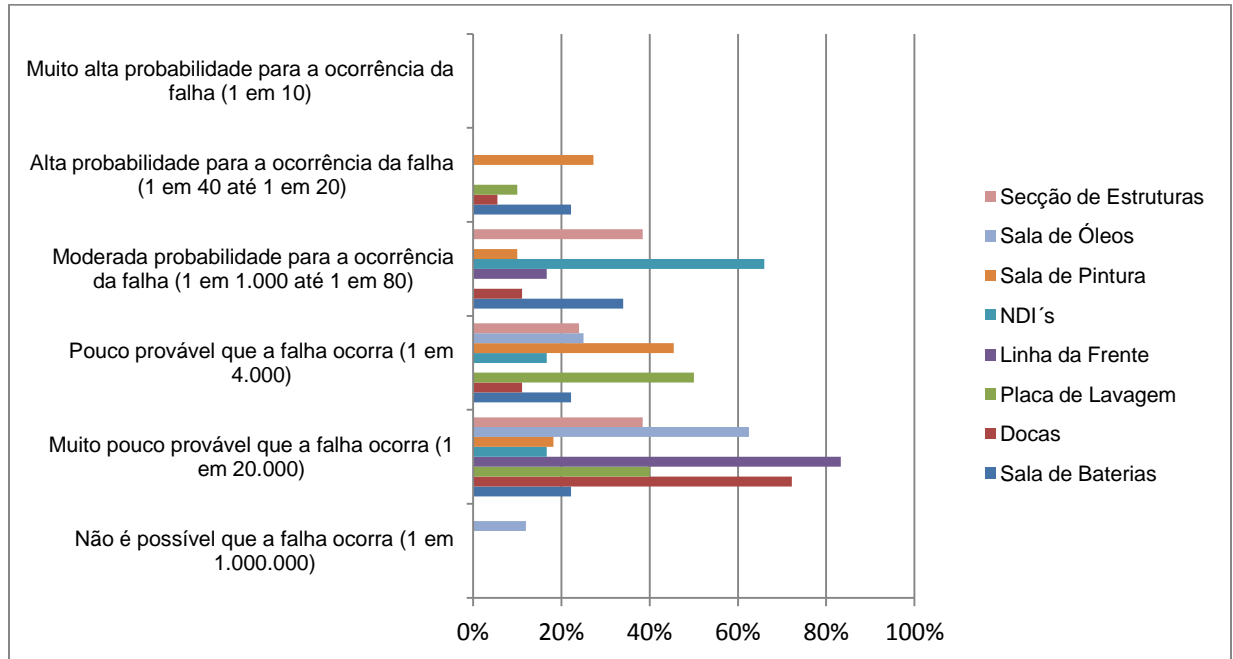


Figura 49: Análise comparativa segundo a ocorrência.

Depois da análise do gráfico constata-se que apenas na sala de óleos não é possível que a falha ocorra, nos oito sectores em análise é muito pouco provável que a falha ocorra, a linha da frente tem a maior percentagem de baixa probabilidade de ocorrência. Relativamente ao ponto seguinte, pouco provável que a falha ocorra apenas um dos sectores tem uma percentagem de 0, setor esse que é a linha da frente. Quanto ao fato de a probabilidade de ocorrência da falha ser moderada existem dois sectores a saber, placa de lavagem e sala de óleos, em que a probabilidade é de 0 por cento. Os sectores sala de baterias, docas, placa de lavagem e sala de pintura, têm alta probabilidade para a ocorrência da falha. Para finalizar não existe nenhum sector em que a probabilidade para a ocorrência da falha seja muito alta.

5.6.3. Comparação dos resultados segundo a detecção

Na figura 50 é possível analisar o grau de detecção nos vários sectores admitindo assim a comparação entre os mesmos.

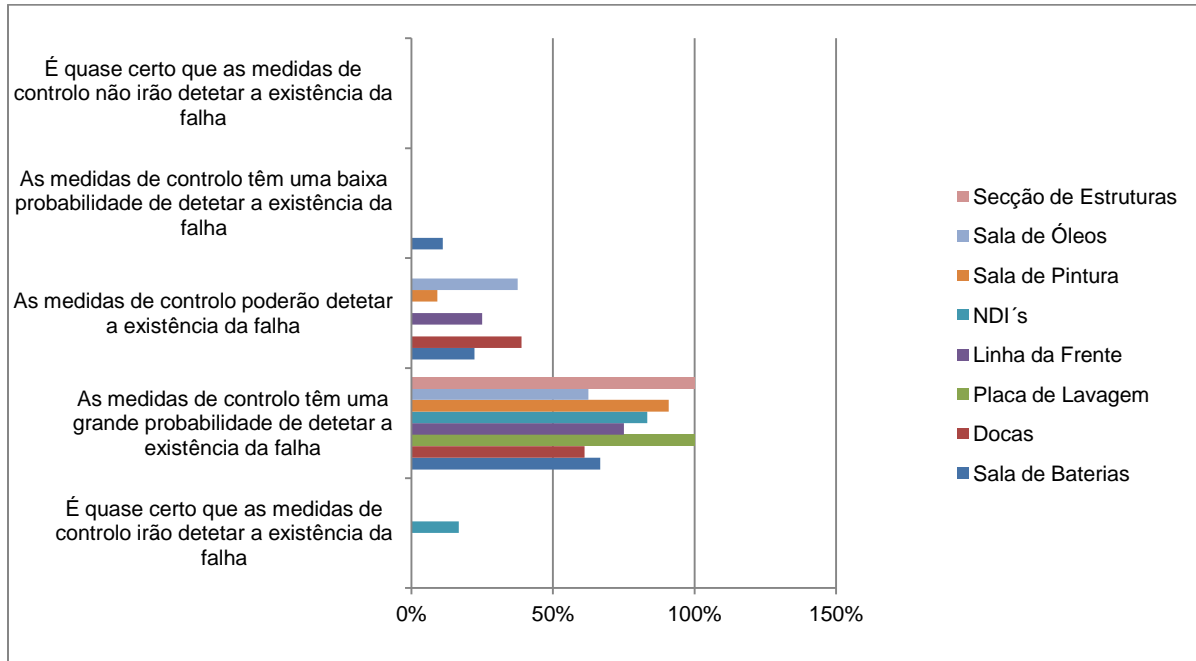


Figura 50: Análise comparativa segundo a detecção.

Ao analisar a figura 50 verifica-se que no sector de NDI's é quase certo que as medidas de controlo irão detetar a existência da falha. Nos oito sectores analisados as medidas de controlo têm uma grande probabilidade de detetar a existência da falha. Na placa de lavagem, sala de pintura e sala de óleos a percentagem é de 0 para as medidas de controlo poderem detetar a existência da falha. Na sala de baterias as medidas de controlo têm uma baixa probabilidade de detetar a existência da falha. Para terminar, não existe nenhum sector onde seja quase certo que as medidas de controlo não irão detetar a existência da falha.

5.6.4. Comparação dos resultados segundo o grau de risco obtido

Na figura 51 é possível analisar o grau de risco nos vários sectores permitindo assim a comparação entre os mesmos.

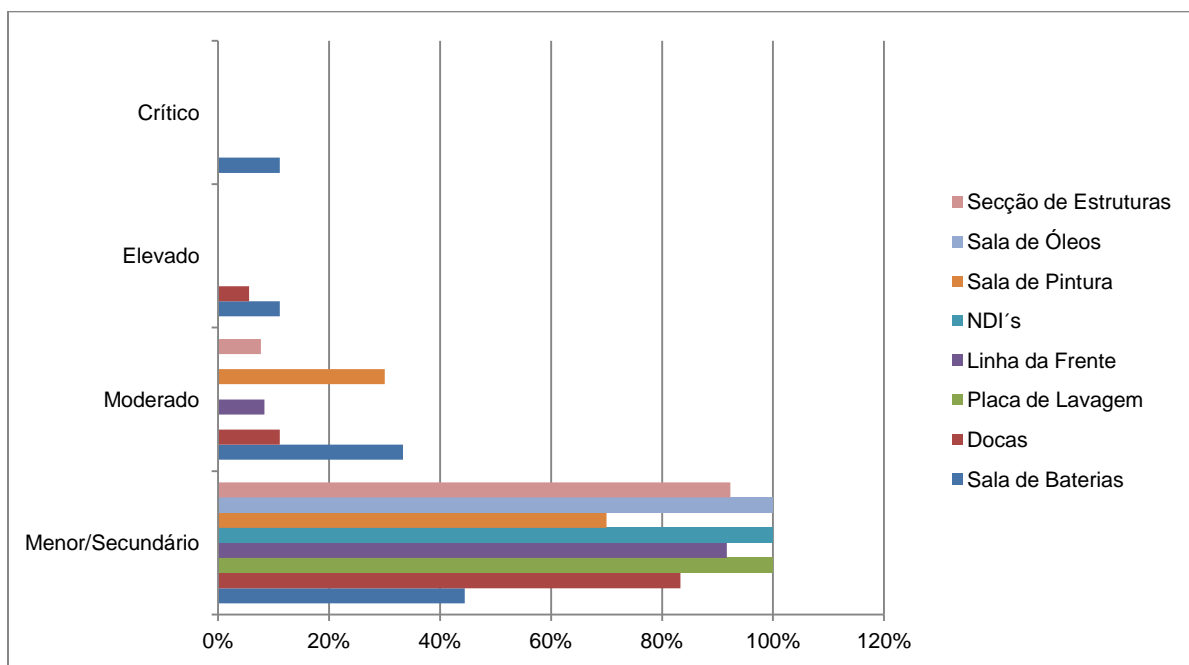


Figura 51: Análise comparativa segundo o grau de risco.

Após a análise criteriosa da figura 51, verifica-se que todos os sectores têm riscos cujo grau de risco é menor ou secundário, quanto ao grau de risco moderado apenas 5 dos sectores analisados têm um grau de risco moderado e o sector em que a percentagem é maior é a sala de baterias. Analisando o grau de risco elevado constata-se que a sala de baterias e as docas são os sectores afetados por riscos com este grau. Para finalizar esta análise verifica-se que a sala de baterias é o único sector afetado pelo grau de risco crítico.

5.7. Recomendações

Foi feita a análise dos diversos sectores que compõem a Manutenção da Esquadra 101, verificou-se que existem alguns casos mais periclitantes, entre eles temos a secção de baterias, as docas, a linha da frente, a secção de pintura e as estruturas.

Foram definidas medidas de controlo adicionais para tentar mitigar o grau de risco que existe nestes sectores.

No caso da secção de baterias esta tem três situações em que o grau de risco é moderado, uma situação com grau de risco elevado e uma última situação com grau de risco crítico.

Para estas situações e no sentido de diminuir o grau de risco foram definidas medidas de controlo adicionais, para os casos do grau moderado as medidas são, promoção de reuniões diárias aquando da utilização do equipamento para carregar as baterias e também antes da realização da manutenção das baterias. Existe também o caso da porta da sala de baterias estar montada no

sentido contrário ao da saída, esta situação poderia ficar colmatada com auditorias mais regulares para incitar as chefias a regularizar este tipo de situações.

Para a situação em que o grau de risco é elevado, a solução passaria por uma intervenção direta na zona de extração e no próprio extrator, o que reduziria o perigo de intoxicação por substâncias nocivas.

A situação mais perniciosa é a situação da desmontagem e transporte das baterias, face à sua localização na aeronave, nesta situação seria importante uma fiscalização maior na utilização dos EPI's.

Nas docas existem duas situações em que o grau de risco é moderado e uma com grau de risco elevado. As situações de moderado devem-se à realização dos trabalhos de manutenção e inspeção das aeronaves, para colmatar algumas das situações mais perigosas é pertinente que se promova a formação e informação. Assim como a sensibilização para determinados trabalhos, para evitar a exposição ao risco, é também importante que sejam efetuados briefings diários onde se debata quais as situações que podem ocorrer na realização das várias tarefas que estão atribuídas às docas.

No caso da situação de elevado, é importante sensibilizar as pessoas para adotarem a melhor postura de trabalho e evitarem os sobre-esforços.

Na linha da frente é importante cumprir o que está prescrito e respeitar as zonas delimitadas para evitar a colisão entre aeronaves e/ou entre aeronaves e pessoas, durante o estacionamento ou o reboque das mesmas.

Na secção de pintura existem três casos de grau de risco moderado, mas todos eles se prendem com o local de pintura, em primeira instância a extração de gases da secção e em segundo lugar a utilização de EPI's. No primeiro caso já foi revisto o sistema de extração, no caso dos EPI's tem sido fomentado cada vez mais a aquisição dos EPI's necessários e as pessoas têm sido formadas para utilizarem esses equipamentos. Contudo é importante que exista uma fiscalização regular para analisar as condições de trabalho.

Na secção de estruturas existe um caso em que o grau de risco é moderado, nesta secção são utilizados equipamentos de corte, de furação, entre outros, é importante promover uma fiscalização contínua destes equipamentos para verificar se reúnem condições de segurança e para promover a utilização de EPI's.

Tabela 43: Tabela resumo das recomendações

Secção	Recomendações	Recursos Necessários	EPR
Baterias	<ul style="list-style-type: none"> - Reuniões prévias antes da utilização dos equipamentos de carregamento de baterias e das respetivas manutenções. - Auditorias mais regulares para resolução do problema da porta da secção de baterias. - Manutenção/aquisição de um novo sistema de extração. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos humanos com formação na área. - Disponibilidade temporal do Gabinete da Qualidade. - Disponibilidade Orçamental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entidade Formadora (CFMTFA). - Grupo Operacional. - Esquadilha de Manutenção Base.
Docas	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção de reuniões diárias a alertar para os riscos inerentes a determinadas tarefas. - Sensibilização das pessoas para os erros das posturas ergonómicas adotadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Curso de Fatores Humanos na Manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> - Gabinete da Qualidade da FAP. - Centro de Psicologia da FAP
Linha da Frente	<ul style="list-style-type: none"> - Cumprir o que está prescrito e respeitar as zonas delimitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Briefing do Gabinete de Prevenção de Acidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - GPA.
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção do Sistema de Extração. - Utilização de EPI. - Auditorias 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos Humanos da EMB - Aquisição de EPI. - Disponibilidade temporal do Gabinete da Qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - EMB - Ferramentaria. - Gabinete da Qualidade
Estruturas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de EPI. - Auditorias 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquisição de EPI. - Disponibilidade temporal do Gabinete da Qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentaria. - Gabinete da Qualidade

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

6.1. Conclusões

No início desta dissertação foi proposta uma Avaliação de Riscos na atividade de manutenção, composta por várias fases, iniciando-se pelo estudo e análise das várias metodologias relacionadas com a avaliação do risco e concluída com a escolha do método que mais se adequa ao caso em estudo, determinando que a escolha mais assertiva seria utilização da Metodologia FMEA adaptada.

A segunda temática, Análise de Risco, foi aprofundada abordando-se nesta fase as várias metodologias de Avaliação de Risco entre elas a metodologia FMEA adaptada e a sua relação com a atividade de manutenção.

Numa fase inicial do trabalho verificou-se que a bibliografia encontrada não era vasta, contudo depois de direcionar a pesquisa às várias metodologias de Avaliação de Risco obteve-se um leque extenso de bibliografia mais direcionada para a indústria e muito correlacionada com a manutenção.

Como o trabalho desenvolvido se centra na atividade de manutenção, foi necessário proceder-se a uma descrição da sua definição, dos seus objetivos e outras temáticas relacionadas como a classificação da manutenção, nomeadamente, programa de manutenção e tipos de manutenção. A bibliografia utilizada foi maioritariamente de origem militar, mais propriamente da Força Aérea Portuguesa, uma vez que o caso prático foi desenvolvido na Manutenção da Esquadra 101, situada na Base Aérea nº1.

Efetuada este enquadramento, foi realizada uma caracterização do local, dos recursos humanos e das atividades desenvolvidas pelos mesmos.

No último capítulo referente ao caso de estudo foram definidos os vários índices da metodologia FMEA adaptada e criada uma folha de cálculo para o cômputo do grau de risco inerente às atividades de manutenção desenvolvidas nos vários locais.

Os sectores analisados nesta dissertação foram alvo de uma pesquisa detalhada, tentando sempre aludir ao máximo às atividades e riscos inerentes a todos os processos sectoriais. Depois de estudados os vários setores da instalação e obtidos os vários índices, o processo de preenchimento do formulário foi de fácil execução. Porque se tinha programado uma folha de cálculo com as listagens das atividades, com os perigos, etc., onde basicamente era apenas necessário escolher as tarefas e inserir os índices. Na mesma folha de cálculo foram apresentadas algumas medidas adicionais para mitigar os riscos, assim como na apresentação dos resultados.

Pode-se concluir após esta análise que o sector mais afetado segundo o índice de severidade é o setor da linha da frente com uma percentagem de 50% em que o risco para o trabalhador é a morte.

Também conclui-se que a metodologia utilizada é bastante útil para desenvolver avaliações de risco. Constatou-se que só uma equipa com grande experiência poderá obter melhorias do seu sistema de produção. Para realizar esta avaliação é ainda necessário um histórico de dados bem documentados para que a melhoria dos processos seja eficaz. Numa instituição que tenha um sistema de qualidade implementado isso será talvez o passo seguinte, já, para uma instituição de menor dimensão, isso será uma tarefa árdua.

No caso concreto da Força Aérea Portuguesa têm sido dados largos passos na segurança, seja ela em terra ou em voo, visando sempre a preocupação com os seus recursos humanos. No caso concreto da manutenção existe um delegado de segurança em terra responsável pela segurança da Manutenção da Esquadra 101 e a nível da unidade um Gabinete de Prevenção de Acidentes (GPA) que trabalham sempre com o objectivo de mitigar os riscos.

6.2. Trabalhos Futuros

Propõe-se para futuro que sejam criados indicadores de risco de cálculo automático, que permitam uma avaliação mensal durante o período de operação da manutenção. Possibilitando também aos vários trabalhadores terem uma noção dos riscos que os ladeiam e que podem insurgir-lhes danos físicos ou até mesmo a morte.

Propõe-se que baseado nestes indicadores sejam realizadas ações de sensibilização periódicas, baseadas num processo que permita atingir o cerne da questão que é a melhoria contínua.

Propõe-se que seja feita uma nova análise de risco na Manutenção da Esquadra101, tendo como suporte o trabalho agora desenvolvido.

Referências Bibliográficas

Arnaldos, J; Dunjò, J; Fthenakis, V; Vilchez, J., (2010), “*Hazard and operability (HAZOP) analysis*”. A literature review, Journal of Hazardous Materials N° 173, pp 19-32.

Ayyub, B. M., (2003), “*Risk Analysis in Engineering and Economics*”, New York, USA: Chapman & Hall/CRC.

Brown, P. D. (1998), Boletim Técnico-Análise de Risco, “Publicação do Grupo de Pesquisa em Segurança contra Incêndio”, São Paulo: Universidade de São Paulo- GSI/NUTAU/USP, pp. 1-7.

Cabral, F., (2006), “Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho”, Verlag Dashover, Lisboa.

Cabral, F., (2010), “Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho”, 39ª edição, volume 1, Verlag Dashover.

CCOHS, (2001), “*Job Safety Analysis Made Simple*”, Catalogue Number CC273-2/01-4E, Canadian Centre for Occupational Health and Safety and Human Resources, Development Canada, Labour Program.

CENELEC, EN 50126, (1999), “*Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety*” (RAMS).

Carvalho, F., (2007), “Avaliação de risco estudo comparativo entre diferentes métodos de avaliação de risco, em situação real de trabalho”, Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre, Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa

Diretiva nº2 de 2005, do Chefe de Estado Maior da Força Aérea, “Aplicação da Gestão de Risco na Força Aérea”.

Ebrahimipour, V.; Rezaie, K.; Shokravi, S., (2009), “*Expert Systems with Applications: An ontology approach to support FMEA studies*”, Department of Industrial Engineering and Center

of Excellence for Intelligent Experimental Mechanics, Faculty of Engineering, University of Tehran,

Força Aérea Portuguesa, PQM 304, Procedimento da Qualidade na Manutenção, s/data, Alfragide

Força Aérea Portuguesa, RFA 401-1, “Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea” (REMAFA), 1981, Alfragide

Força Aérea Portuguesa, RFA 330-1, (1999), “Regulamento de Prevenção de Acidentes”, Alfragide

Força Aérea Portuguesa, RFA 330-3, (2011), “Organização e Normas de Funcionamento da Inspeção Geral Força Aérea”, Alfragide.

Força Aérea Portuguesa, MCA 305–5, (2013), “Manual do Comando Aéreo”, Alfragide

Ford Motor Company, (1992), “USA: Ford Motor Company, Engineering Materials and Standards”, FMEA handbook, Dearborn, Michigan.

Freitas, Luís. (2003), “Gestão da segurança e saúde no trabalho”, Vol. 1, 1.^a Edição, Edições Universitárias Lusófonas, Lisboa.

Freitas, Luís, (2008), “Segurança e saúde do trabalho”, 1.^a Edição, Edições Sílabo, Lda, Lisboa

Friend, M. A., & Kohn, J. P., (2010), “*Fundamentals of Occupational Safety and Health*”, (5th ed.), Maryland, USA: Government Institutes.

Geoff, W., (1996), “*Hazard identification and risk assessment. Institution of chemical Engineers*”, 1.^a Edição.

Harms-Ringdahl, L., (2001), “*Safety Analysis - Principles and Practice in Occupational Safety*”. Taylor & Francis, London

Hartlén, J.; Fällman, A.; Back, P.; Kemakta, C., (1999), “*Principles for risk assessment of secondary materials in civil engineering work*”, Environmental Protection Agency, , Stockholm: Swedish.

Holt, A., (2001), “*Principles of construction safety*”, Blackwell Science Ltd, London, United Kingdom.

Kececioglu, D., (1991), “*Reliability engineering handbook*”, Vol.1 and 2, Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

Kinninson, H., (2004), “*Aviation Maintenance Management*”, McGraw-Hill.

Kister, T. e Hawkins, B., (2006), “*Maintenance Planning And Scheduling: Streamline Your Organization For a Lean Environment*”, Elsevier, Butterworth-Heinemann.

Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro, (2009). Aprova o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.

Mandarini, M., (2005), “Segurança corporativa estratégica: fundamentos” Editora Manole Lda.

Mcclay, R. (2004), “*Getting Value from your Job Safety Analysis*”, *Industrial Safety & Ilygiene News*, 2004, pp. 60 e 61.

Martins, J. A. Leal; Lourenço, L., (2009), “Os Riscos em Protecção Civil. A Importância da Análise e Gestão de Riscos para a Prevenção, o Socorro e a Reabilitação.” *territorium 16*, p. 191-217.

MIL-STD-882 A, (s/data), “*System Safety Program Requirements*”, US Army Forces, Washington DC, USA.

Norma BS 8800:2004, (2004), “*Occupational health and safety management systems - Guide*”, British Standards Institution.

Norma OSHAS 18001:2007, (2007) “Sistemas de Gestão da Saúde e da Segurança do Trabalho – Requisitos”, OSHAS.

Norma Portuguesa 13306:2007, (2007) “Terminologia da manutenção”, Instituto Português da Qualidade.

Nunes, F., (2010), “Segurança e Higiene do Trabalho”, Edições Gustave Eiffel, Amadora

Pinto, A., (2009), “Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho – Guia para a sua implementação”, 2ª Edição, Edições Sílabo, Lisboa

Roxo, Manuel, (2003), “Segurança e saúde do trabalho: Avaliação e controlo de riscos”, 1.ª Edição, Edições Almedina, Coimbra.

Rodrigues, M. Fernanda , (2008), “Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a Custo Controlados – Índice de Avaliação e Metodologia”, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro.

Scipioní, A., Saccarola, G., Centazzo, A., Arena, F., (2002), “*FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company*”, Elsevier.

Stamatis, D. H., (2003), “*Failure Mode and Effect Analysis – FMEA from Theory to Execution*”, 2nd ed., Milwaukee, USA: ASQ Quality Press.

U.S.Air-Force, (2000) “*Operational Risk Management*”, *Air Force Instruction 90-901*, 1 Abril.

Vollertt Junior, J. R., (1996), “Confiabilidade e falhas de campo: um estudo de caso para melhoria da confiabilidade de um produto e do reparo, através de um procedimento sistemático de coleta de dados”, Santa Catarina, Florianópolis, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina.

Yang, C. *et al*, (2006), “A study on applying FMEA to improving ERP introduction an example of semiconductor related industries in Taiwan”. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 23, n. 3, pp. 298-322.

Internet

www.cartercorporation.com.au, (consultado a 13/05/2015).

<http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/job-haz.html>, (consultado a 20/05/2015).

<http://www.crutchfieldconsulting.com>, (consultado a 20/05/2015).

www.emfa.pt, (consultado a 15/08/2014)

www.googlemaps.pt, (consultado a 15/08/2014)

www.hst.pt, (consultado a 11/04/2014)

<http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/history>, (consultado a 11/07/15)

<http://www.insht.es/>, Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente, (consultado a 02/03/2013).

<https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/80>, (consultado a 09/07/2015).




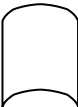
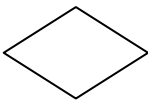
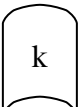


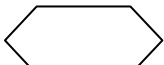



www.osha.gov, (consultado a 09/04/14).

www.osha.gov, Job Hazard Analysis, (consultado a 22/04/2015).

Anexos

Anexo 1- Simbologia utilizada no método de árvore de falhas

Fonte: (Freitas, 2008)

	Evento Básico
	Evento Intermédio
	Porta E – Uma operação mediante a qual todas as entradas ou eventos (falhas básicas) têm de coexistir em simultaneidade para que uma falha ocorra
	Porta OU – Uma operação pela qual qualquer uma das entradas ou eventos (falhas básicas) produz uma resposta
	Evento Subdesenvolvido - Acontecimento inconsequente ou com dados insuficientes para desenvolvimento posterior
	Evento Votação OU - O evento de saída ocorre se k ou mais eventos de saída ocorrerem.
	Evento Condicional – Uma condição específica que se pode aplicar a qualquer porta
	Evento Externo – é um evento que é normalmente expetável que ocorra. Em geral estes eventos podem ser definidos para que ocorram ou para que não ocorram, i.e., eles têm uma probabilidade fixa de 0 ou 1.
	Evento de Inibir – O evento de saída ocorre se todos os eventos de entrada ocorrerem e um evento adicional condicional ocorrer.
	Evento E prioritário – o evento de saída ocorre se todos os eventos de entrada ocorrerem numa sequência específica.
	Evento E OU – o evento de saída ocorre se exatamente um dos eventos de entrada ocorrer.
	Evento Transferência - Evento usado para indicar uma transferência/continuação para outra árvore.

Anexo 2- Ficheiros da análise FMEA adaptada aos vários sectores da Manutenção da Esquadra 101

Aplicação do Fmea adaptado à Secção de Baterias										
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NPR (sxdxo)	Grau de risco	Medidas de controlo adicionais
Manutenção e carregamento de baterias	utilização de equipamentos elétricos	eletrocussão/electrificação	falta de manutenção de equipamentos;- Defeito de isolamento da instalação elétrica; Contato accidental com uma peça ou cabo condutor sob tensão; Falta de uso de EPI's (Luvas de proteção)	Direto	9	3	4	108	Moderado	Promoção de reuniões diárias (antes e após execução das tarefas) para debate e planeamento das tarefas
			falta de uso de EPI's (Luvas de Proteção e máscara)	Direto	6	2	6	72	Moderado	Reforço das auditorias
			Porta de Saída com montagem deficiente; Espaço confinado; Má Ventilação	Direto	6	2	7	84	Moderado	
	Utilização de Substâncias Tóxicas	Exposição a Substâncias Nocivas	Queda de Materiais ou Equipamentos	Direto	3	2	3	18	Menor/Secundário	
				Direto	5	2	2	20	Menor/Secundário	Reforço das auditorias. Promover uma fiscalização ativa dinâmica e reativa para verificar o número de homens que estão a executar o trabalho,
				Direto	5	8	8	320	Critico	
Movimentação de Baterias	Inalação de Poeira	Lesão Músculo-Esquelética	Má Ventilação	Direto	5	5	6	150	Elevado	Intervenção na área de extração
			falta de uso de EPI's (Luvas de Proteção e máscara)	Direto	2	4	3	24	Menor/Secundário	Reforço das ações de formação
			sobre-estorços ou posturas inadequadas	Direto/Indireto	2	3	2	12	Menor/Secundário	
Limpeza de Velas	Utilização de Jato de Ar/raia	Lesão Músculo-Esquelética	sobre-estorços ou posturas inadequadas	Direto/Indireto	2	3	2	12	Menor/Secundário	

Aplicação do Fmea adaptado às Docas											
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Rescos	Causas	Efeitos	s	d	o	NFR (sxdxo)	Grau de risco	Medidas de controle adicionais	
Inspeção, Manutenção e Reparação de Aeronaves	execução de trabalhos em altura	queda em altura	falta de uso de EPI's	direto	3	5	5	75	Moderado	Promover formação, informação e sensibilização contínua das equipas de trabalho	
		Queda de materiais ou equipamentos	Falta de EPC's adequados	direto	3	5	3	45	Menor/Secundário		
	movimentação de materiais e/ou equipamentos	Lesão musculó-esquelética	sobre-esforços ou posturas inadequadas	direto/indireto	4	6	7	168	Evado	Promover ações de sensibilização no âmbito da ergonomia do trabalho.	
		entrelamento ou esmagamento por ou entre objetos	Proximidade do trabalhador com a movimentação de elementos	direto	6	5	3	90	Moderado	Briefings diários (antes e após execução de tarefas)	
	Sequência de operações	Aeronave INOP/Incidente	Incumprimento da sequência de execução dos trabalhos	incumprimento da sequência de execução dos trabalhos	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário	
		Lesão do Operador	Incumprimento das normas de segurança	Incumprimento das normas de segurança	Direto	8	2	2	32	Menor/Secundário	
		Aeronave INOP/Incidente	Incumprimento das ordens técnicas	Incumprimento das ordens técnicas	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário	
		Descarga electrostática	Incumprimento das normas de segurança	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	
	Abastecimento de Aeronaves	Isolamento da Área	Risco de Incêndio	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	
			Derrame de Combustível	Falha do equipamento	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	
Ligação da Mangueira de Abastecimento à aeronave		Incumprimento das normas de segurança	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário		
Estacionamento de Aeronaves	Estacionamento da aeronave	colisão aeronave/trabalhador	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definidas ou não sinalizadas	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário		
			colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definidas ou não sinalizadas	1	2	2	4	Menor/Secundário		
	Movimentação de Aeronaves	colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definidas ou não sinalizadas	direto	1	2	2	4	Menor/Secundário		
		colisão aeronave/trabalhador	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definidas ou não sinalizadas	direto	3	4	2	24	Menor/Secundário		
Reboque de Aeronaves	movimentação de aeronaves	colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definidas ou não sinalizadas	direto	1	4	2	8	Menor/Secundário		
		queda ao mesmo nível	Piso Escorregadio	direto	3	4	4	48	Menor/Secundário		
		Colisão aeronave/reboque	Quebra de Fusível	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário		

Aplicação do Fmea adaptado à Placa de Lavagem									
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NRR (sxdxo)	Medidas de controle adicionais
Lavagem de Aeronaves	Lavagem Com Máquina de Alta Pressão	Queimadura	agua quente	direto	5	2	3	30	Menor/Secundário
		Lesões Várias	pressão de agua	direto	3	2	3	18	Menor/Secundário
	Piso Molhado	queda ao mesmo nível	Piso Escorregadio	direto	2	3	8	48	Menor/Secundário
		colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	direto	2	2	2	8	Menor/Secundário
Estacionamento de Aeronaves	movimentação de aeronaves	colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário
		colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	direto	2	2	2	8	Menor/Secundário
	Estacionamento da aeronave	colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário
		colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	direto	2	2	3	12	Menor/Secundário
Reboque de Aeronaves	movimentação de aeronaves	colisão aeronave/trabador colisão entre aeronaves	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	indireto	1	2	3	6	Menor/Secundário
		queda ao mesmo nível	Local de trabalho desorganizado	direto	2	2	3	12	Menor/Secundário

Respeitar as zonas delimitadas de trabalho

Briefings diários sobre os cuidados a ter com a arrumação dos locais de trabalho

s – severidade; d – deteção; o - ocorrência

Aplicação do Fmea adaptado Linha da Frente											
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NPR (s,d,o)	Grau de risco	Medidas de controle adicionais	
Abastecimento de Aeronaves	Interligação do conjunto aeronave, carro de combustível, interligação e	Descarga eletroestática	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	Fomentar sempre o cumprimento das regras de segurança	
		Risco de Incêndio	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário		
	Isolamento da Área	Falha do equipamento	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário			
Reboque de Aeronaves	Ligação da Mangueira de Abastecimento à aeronave	Derrame de Combustível	Incumprimento das normas de segurança	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	Respeitar as zonas delimitadas de trabalho	
		colisão aeronave/trabalhador	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	colisão entre aeronaves	3	4	2	24	Menor/Secundário		
	queda ao mesmo nível			1	4	2	8	Menor/Secundário			
	Colisão aeronave/reboque			3	4	4	48	Menor/Secundário			
	movimentação de aeronaves	colisão aeronave/trabalhador	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	Quebra de Fusível	indireto	1	2	2	4		Menor/Secundário
				colisão entre aeronaves	direto	9	2	5	90		Moderado
colisão entre aeronaves				indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário		
Estacionamento de Aeronaves	Estacionamento de aeronaves	colisão aeronave/trabalhador	zonas de circulação de equipamentos mecânicos não definida ou não sinalizados	direto	9	2	2	36	Menor/Secundário	Briefings diários sobre os cuidados a ter com a arrumação dos locais de trabalho	
		colisão entre aeronaves	indireto	1	2	2	4	Menor/Secundário			

s – severidade; d – deteção; o - ocorrência

Aplicação do Fmea adaptado à Seção de NDJ's											
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	RPN (sxdxo)	Grau de risco	Medidas de controle adicionais	
Realização de ensaios não-destrutivos	Preparação da Peça	Inalação e Absorção de Substâncias Químicas	Falta de uso de EPI's (máscara)	Direto	3	2	4	24	Menor/Secundário		
			Má ventilação								
		Movimentação de Materiais	Queda de Materiais								
			Correntes Induzidas	Eletrocução							
	Análise de óleos	Verificação da Peça	Danos na visão	Utilização excessiva da visão	Direto	4	2	4	32	Menor/Secundário	
				Utilização de Ultra-Violetas							
Análise de Filtros		Queima de Óleos	Inalação e Absorção de Substâncias Químicas	Falta de uso de EPI's (máscara)	Direto	2	2	5	20	Menor/Secundário	
				Má ventilação							
		Corte	Distração do Operador	Direto	1	2	3	6	Menor/Secundário		

Aplicação do Fmea adaptado à Seção de Pintura										
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NPR (sxdxo)	Grau de risco	Medidas de controle adicionais
Executar pintura de vários tipos em estruturas da aeronave e componentes	exposição a substâncias nocivas	Inalação e Absorção de Substâncias Químicas	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas)	direto	4	2	7	56	Moderado	
			Falta de Ventilação adequada	direto/indireto	5	2	7	70	Moderado	
		Irritação da pele, olhos e vias orais	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas e óculos de proteção)	direto	5	3	7	105	Moderado	
Execução de Decapagem	Contato com níveis elevados de Ruído	Danos no aparelho auditivo	Falta de uso de EPI's (proteção auditiva)	direto/indireto	2	2	2	8	Menor/Secundário	
		entrelamento, esmagamento ou corte por ou entre objetos	proximidade do trabalhador com a movimentação de objetos	direto	4	2	3	24	Menor/Secundário	
	Desmontagem/Montagem de componentes	Lesões músculo-esqueléticas	sobre-esforços ou posturas inadequadas	direto	5	3	2	30	Menor/Secundário	
		queda de componentes ou peças	Distração do trabalhador	direto	6	3	3	54	Menor/Secundário	
	Preparação das Superfícies	Inalação e Absorção de Substâncias Químicas	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas)	direto	3	2	4	24	Menor/Secundário	
			Falta de Ventilação	direto/indireto	3	2	3	18	Menor/Secundário	
		Irritação da pele, olhos e vias orais	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas e óculos de proteção)	direto	3	4	3	36	Menor/Secundário	
			Falta de Ventilação adequada	direto	4	2	3	24	Menor/Secundário	

Aplicação do Fmea adaptado à Sala de Óleos									
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NFR (sxdxo)	Medidas de controle adicionais
Desmontar/Montagem Jantes	Utilização de Ferramentas de pressão	Danos no aparelho auditivo	Falta de uso de EPI's (aparelho de proteção)	Direto	4	2	1	8	Menor/Secundário
		Lesões músculo-esqueléticas	sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto/indireto	2	4	3	24	Menor/Secundário
	Movimentação de materiais e/ou equipamentos	Lesões músculo-esqueléticas	sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto/indireto	2	4	3	24	Menor/Secundário
		entalhamento ou esmagamento por ou entre objetos	proximidade do trabalhador com a movimentação de objetos	Direto	2	3	2	12	Menor/Secundário
Lavagem de Componentes, Lubrificações	Movimentação de materiais e/ou equipamentos	Lesões músculo-esqueléticas	sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto/indireto	2	4	2	16	Menor/Secundário
		Inalação e Absorção de Substâncias Químicas	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas) Falta de Ventilação adequada	Direto	5	2	2	20	Menor/Secundário
	exposição a substâncias nocivas	Irritação da pele, olhos e vias orais	Falta de uso de EPI's (máscara e luvas e óculos de proteção)	Direto	5	3	2	30	Menor/Secundário

s – severidade; d – detecção; o – ocorrência

Aplicação do Fmea adaptado à Seção de Estruturas										
Tarefas	Modo de Falha/Perigos	Riscos	Causas	Efeitos	s	d	o	NPR (sxdxo)	Grau de risco	Medidas de controle adicionais
Marcar , medir e traçar peças de metal	Imprecisão na medição e marcação	Aeronave INOP/incidente	Erro/distração do trabalhador	indireto	1	2	2	4	Meno/Secundário	
			Ferramenta inadequada	indireto	1	2	2	4	Meno/Secundário	
Operar com máquinas e ferramentas	Desmontagem/Montagem de componentes	entendimento, esmagamento ou corte por ou entre objetos	Proximidade do trabalhador com a movimentação de elementos	Direto	4	2	4	32	Meno/Secundário	
		Lesões musculoesqueléticas	sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto/Indireto	4	3	4	48	Meno/Secundário	
		queda de componentes ou peças	Distração do trabalhador	Direto	4	3	4	48	Meno/Secundário	
		entendimento, esmagamento ou corte por ou entre objetos	Proximidade do trabalhador com a movimentação de elementos		6	2	5	60	Moderado	
	Corte e reconstrução de estruturas	Inalação de Poeiras	Falta de Utilização de EPI (máscara)	Direto	4	2	2	16	Meno/Secundário	
			Má Ventilação		4	2	4	32	Meno/Secundário	
		Queda de materiais ou equipamentos	Distração do trabalhador	Direto	4	2	3	24	Meno/Secundário	
Executar, montar e assentar estruturas	movimentação de materiais e/ou equipamentos	Lesão musculoesquelética	sobre-esforços ou posturas inadequadas	Direto/Indireto	4	2	3	24	Meno/Secundário	
		entendimento ou esmagamento por ou entre objetos	Proximidade do trabalhador com a movimentação de elementos	Direto	4	2	3	24	Meno/Secundário	
		Sequência de Operações	Incumprimento da sequência de execução dos trabalhos	indireto	1	2	2	4	Meno/Secundário	
		Cumprimento de ordens técnicas	Incumprimento das ordens técnicas	indireto	1	2	2	4	Meno/Secundário	