



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AVALIAÇÃO DE RISCOS NO TRABALHO COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO NA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA

Miguel Filipe Castro Vieira da Silva

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Batista (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues (Faculdade da Aveiro)

Presidente do Júri: Professor Doutor Jorge Manuel Cabral Machado de Carvalho (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2014



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telephone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Eletrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Apresento o meu agradecimento ao meu orientador, Professor João Santos Baptista, pela sua orientação, apoio fundamental à realização deste trabalho.

RESUMO

A avaliação de riscos é uma das principais ferramentas num sistema de gestão de segurança e uma obrigação legal por parte das entidades patronais. Ela permite planejar e organizar a gestão da segurança de forma a prevenir a ocorrência de acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Nem sempre é possível eliminar completamente os perigos, apesar das medidas preventivas poderem diminuir as suas consequências ou a exposição dos trabalhadores aos riscos. Desta forma, torna-se importante uma correta identificação e avaliação dos riscos de forma a sabermos qual o risco aceitável e otimizar medidas adequadas até à obtenção dos valores pretendidos.

O setor da metalomecânica representa uma atividade com grande número de acidentes de trabalho, incluindo acidentes graves ou mortais.

Este trabalho tem como objetivo comparar alguns métodos de avaliação de risco no sentido de verificar até que ponto, para a mesma situação avaliada, o valor de risco difere de método para método.

Os métodos de avaliação utilizados foram:

- Método simplificado.
- Método matricial.
- Método William Fine.
- NTP 330.
- MIAR.

Após a avaliação de riscos, verificou-se a aplicabilidade dos diferentes métodos nesta indústria, bem como as diferenças encontradas entre os vários métodos, as suas vantagens e desvantagens.

Os métodos simplificados e matriciais são pouco aprofundados para uma indústria como esta e são mais adequados para situações mais simples ou de curta duração. Os métodos William Fine e NTP 330 já são métodos mais adequados para esta actividade. Contudo, nenhum é perfeito dado que se verificaram algumas lacunas na aplicação dos mesmos.

O método MIAR é o método que melhor se enquadra para este tipo de actividade. Foi um método que, apesar de ter sido desenvolvido recentemente, apresenta outro tipo de pormenorização e abrangência que não se tinha verificado nos métodos anteriores. Privilegia a integração nos sistemas de gestão, incluindo parâmetros não quantificados nos métodos anteriores tal como a componente ambiental, custos, materiais, entre outros parâmetros.

Palavras-chave: avaliação de risco, metalomecânica, segurança, risco, perigo.

ABSTRACT

Risk assessment is a major tool in safety management system and a legal obligation on employers' pairs. It allows us to plan and organize safety to prevent the occurrence of accidents at work and occupational diseases.

It is not always possible to completely eliminate the risk, but preventive measures can reduce their exposure or their consequences. Thus, it becomes important to make a correct identification and risk assessment in order to know what is acceptable tolerance is and to optimize the appropriate measures to achieve the desired values.

The area of metalworking activity represents a large number of accidents, including serious or fatal accidents.

This study intends to compare the major methods for risk assessment. Thus, in each situation we can compare the differences between the verified risk levels.

The methods used were:

- simplification method
- Matrix Method
- Method William Fine
- NTP 330
- MIAR

After verifying the risk assessment, the applicability of the different methods in this industry was also verified as well as the differences between the different methods, each one's advantages and disadvantages.

Although all methods were verified to be applicable, the simplified method and the matrix method are less in depth methods for this industry; they are more suitable for simple or short-term situations. The Fine William method and the NTP 330 method are more adequate methods for this field; however none of them is perfect, they all reveal some gaps, which are identified in this work.

The MIAR method is the method that best fits this type of activity. It is a recently developed method, but despite that, it presents another type of detail and scope that had not occurred in previous methods. It is a method that focuses on the integration of management systems, including parameters wich were not quantified in the former methods, such as environmental component, costs, materials etc.

Keywords: risk assessment, metalworking , safety, risk, hazard

ÍNDICE

PARTE 1	1
1 INTRODUÇÃO	3
2 ESTADO DA ARTE	6
2.1 Conhecimento Científico.....	6
2.2 Enquadramento Legal e Normativo [3].....	11
2.2.1 Regime jurídico	11
2.2.2 Avaliação de riscos no regime jurídico	12
2.2.3 Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais	14
2.2.4 Normas aplicável em mateira de segurança	15
2.3 Tecnologias disponíveis [4]	16
2.3.1 Processo produtivo	16
Transformação.....	16
Preparação de superfícies	16
Tratamento de Superfícies.....	16
2.3.2 Transformação	17
Fundição	17
Fundição com Moldação em Areia	17
Fundição em Coquilha	17
Fundição por Injeção	17
Corte	18
Guilhotina.....	18
Prensa de Corte.....	18
Serra de Corte.....	18
Oxicorte.....	19
Corte por Laser.....	19
Corte por Jato de Água.....	19
Maquinagem.....	19
Dobragem	19
Estampagem	20
Calandragem.....	20
Enrolamento	20
Estiramento.....	20
Quinagem	20
Extrusão.....	20
Forjamento	21

Laminagem.....	21
Trefilagem.....	21
Prensagem.....	21
Torneamento.....	21
Frezagem.....	22
Furação.....	22
Retificação.....	22
Rebarbagem.....	22
Soldadura.....	22
Soldadura MIG-MAG (Metal Inert Gas – Metal Ative Gas).....	23
Soldadura TIG (Tugsten Inert Gas).....	23
Soldadura Oxiacetilénica.....	23
Soldadura a Arco Elétrico.....	23
Soldadura por Pontos.....	23
2.3.3 Preparação de superfícies.....	24
Lixagem.....	24
Polimento.....	24
Calcamento.....	24
Polimento mecânico.....	24
Polimento vibratório.....	25
Polimento eletrolítico.....	25
Polimento químico.....	25
Desengorduramento.....	25
Decapagem.....	25
Proteções temporárias.....	26
2.3.4 Tratamento de Superfícies.....	26
Revestimentos.....	26
Conversões.....	27
Transformações Estruturais.....	27
3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1 Objetivos da Dissertação colocar verbos no infinitivo.....	29
3.2 Materiais e Métodos.....	29
3.2.1 Metodologia global.....	29
3.2.2 Métodos de Avaliação Simplificado.....	31
3.2.3 Métodos de Avaliação Matricial.....	32
3.2.4 Método de Avaliação William Fine.....	34
3.2.5 Métodos de Avaliação NTP 330.....	38

3.2.6 Método integrado de Avaliação de Riscos Ocupacionais e de Impactes Ambientais (MIAR)	43
PARTE 2	47
4 RESULTADOS	49
4.1 Sectores avaliados	49
4.2 Avaliação de riscos inicial.....	49
4.3 Identificação de perigos	49
4.4 Medidas preventivas.....	50
4.5 Comparação de vários métodos.....	50
4.6 Distribuição dos riscos obtidos pelas classes de risco.....	52
4.7 Análise da distribuição dos riscos pelas classes de risco	53
4.8 Comparação das Classes de Riscos	54
4.9 Influência de cada parâmetro no valor do risco para cada método	55
4.9.1 Método Simplificado	55
4.9.2 Método Matricial	55
4.9.3 Método William Fine.....	55
4.9.4 NTP 330.....	56
4.9.5 MIAR.....	56
4.10 Percentagem de influência de cada parâmetro no valor do risco	58
5 DISCUSSÃO.....	60
6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	65
6.1 Conclusões	65
6.2 Perspetivas Futuras.....	66
7 BIBLIOGRAFIA.....	1

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Número de acidentes mortais de 2011 a 2013.....	3
Tabela 2 – Pesquisa Matlib - Resultados	6
Tabela 3– Método Simplificado – Valor de probabilidade e gravidade (P e G).....	31
Tabela 4 – Método Simplificado – Valor do Risco (VR)	31
Tabela 5 – Método Simplificado – Nível de Intervenção (NI)	31
Tabela 6 – Método Matricial – Valor de probabilidade e gravidade (P e G).....	32
Tabela 7 – Método Matricial – Valor do Risco (VR)	32
Tabela 8 – Método Matricial – Nível de Intervenção (NI)	33
Tabela 9 – Método William Fine – Valor da gravidade das consequências (C).....	34
Tabela 10 – Método William Fine – Valor da Exposição ao risco (E)	35
Tabela 11 – Método William Fine – Valor da Probabilidade ao risco (P).....	35
Tabela 12 – Método William Fine – Classificação de Risco (R).....	36
Tabela 13 – Método William Fine – Valor de custo e grau de correção (CC e GC)	37
Tabela 14 – Método NTP 330 – Nível de Deficiência (ND)	39
Tabela 15 – Método NTP 330 – Nível de Exposição (NE).....	39
Tabela 16 – Método NTP 330 – Nível de Probabilidade (NP)	40
Tabela 17 – Método NTP 330 – Enquadramento do Nível de Probabilidade (NP).....	40
Tabela 18 – Método NTP 330 – Nível de Consequências (NC)	41
Tabela 19 – Método NTP 330 – Nível de Risco (NR)	42
Tabela 20 – Método NTP 330 – Nível de Intervenção (NI).....	42
Tabela 21 – Método MIAR – Índice de Risco (IR).....	44
Tabela 22 – Método MIAR – Parâmetros de Avaliação (G, E, EF, PC, C).....	45
Tabela 23 – MAR e N.º Riscos	50
Tabela 24 – Comparação parâmetros de vários métodos	51
Tabela 25 – Distribuição dos riscos por classes	52
Tabela 26 – Distribuição dos riscos por classes	52
Tabela 27 – Comparação de Classes de Risco	54
Tabela 28 – Influência de cada parâmetro – Método Simplificado	55
Tabela 29 – Influência de cada parâmetro – Método Matricial	55
Tabela 30 – Influência de cada parâmetro – Método William Fine.....	56
Tabela 31 – Influência de cada parâmetro – Método William Fine (2º).....	56
Tabela 32 – Influência de cada parâmetro – Método NTP 330	56
Tabela 33 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=1)	57
Tabela 34 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=2)	58
Tabela 35 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=3)	58
Tabela 36 – Percentagem de influência de cada parâmetro no valor do risco	59
Tabela 37 – Aspectos positivos e negativos de cada método	60

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

ACT - Autoridade das Condições de Trabalho

AR – Avaliação de riscos

AT – Acidentes de trabalho

C – Gravidade das consequências ou Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspecto (método MIAR)

CAE – Classificação da atividade económica

CC – Custo Correção

CR – Classificação de Risco

CSO – Coordenador de segurança em obra

CSP – Coordenador de segurança em projeto

DL – Decreto-lei

E – Exposição ao Risco ou Extensão do impacte (método MIAR);

EEAT - Estatísticas europeias de acidentes de trabalho

EF - Exposição/frequência de ocorrência do aspecto;

EPI – Equipamento de proteção individual

EPC – Equipamento de proteção coletiva

EUROSTAT - Gabinete de Estatísticas da União Europeia

G - Gravidade (no método MIAR quantificação do aspecto, Q, conjugada com o nível de perigosidade, P);

GC – Grau de Correção

GEP – Gabinete de Estratégia e Planeamento

GS – Gestor de Segurança

ILO - International Labour Organization

INSHT - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

IR – Índice de Risco

ISO - International Organization for Standardization

ISTAS - Institut Sindical de trabajo, Ambiente y Salud

J - Justificação

MAR – Matriz de Avaliação de Riscos

MAS - Metodologia Ambiente e Segurança

MIAR - Metodologia integrada de avaliação de riscos ambientais e ocupacionais

ME - Metodologia de avaliação de riscos

MM – Metalomecânica ou Método Matricial

MP - Metodologia de avaliação de riscos

MS – Método Simplificado

MTSS - Ministério do Trabalho e da Segurança Social

NC – Nível de Consequência

ND – Nível de Deficiência

NE – Nível de Exposição

NI – Nível de intervenção

NP – Nível de Probabilidade

NR – Nível de Risco

NTP 330 - Sistema simplificado de avaliação de riscos de acidentes

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OSHA - European Agency for safety and Health at work

P – Probabilidade do Risco

PC - Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;

PES – Plano específica de segurança

PSS – Plano de segurança e saúde

R – Risco

REAI - Regime de exercício da atividade industrial

TS – Técnico de Segurança

VR – Valor de Risco

WF – Método William Fine

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

A indústria transformadora representa, a nível de acidentes de trabalho, um valor elevado juntamente com a área da construção civil. Além disso, são duas áreas onde a gravidade destes acidentes são mais elevadas.

De acordo com dados da Autoridade das Condições de Trabalho (ACT), verificou-se, relativamente ao número de acidentes mortais entre 2011 e 2013 (alvo de investigação da ACT), que a indústria transformadora representa o segundo setor com maior número de acidentes, apenas ultrapassada pela construção civil, e com o terceiro setor muito afastado (14 acidentes face aos 31 de 2013). [1]

Podemos concluir que a indústria transformadora representa em aproximadamente $\frac{1}{4}$ dos acidentes mortais e que juntamente com a construção representam em média metade destes acidentes.

Foram verificados os seguintes dados estatísticos do ACT:

Tabela 1 – Número de acidentes mortais de 2011 a 2013

N.º de Acidentes mortais						
	2011´		2012		2013	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Total	161	100 %	149	100 %	134	100 %
Indústria Transformadora	20	13 %	34	23 %	31	23 %
Indústria transformadora e construção civil	68	42 %	77	52 %	64	48 %

Fonte : ACT

A estatística de acidentes de trabalho é efetuada pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP). De acordo com o boletim estatístico de Dezembro de 2012, verifica-se que a taxa de incidência de acidentes de trabalho é de 6.935,2 para 100.000 trabalhadores, sendo que 3,3% representam acidentes mortais (valores não incluem trajeto). [2]

A avaliação de riscos é fundamental num sistema de gestão de segurança e uma obrigação legal por parte das entidades patronais. Permite prevenir a ocorrência de acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Apesar das medidas preventivas poderem diminuir os riscos existentes ou as suas consequências, nem sempre elimina os perigos na totalidade. Desta forma, torna-se importante uma correta identificação de perigos e avaliação dos riscos de forma a sabermos qual o nível de risco que é considerável adequado.

[1] [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/Estatistica/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/Estatistica/Paginas/default.aspx)

[2] <http://www.gep.msess.gov.pt/>

A avaliação de riscos permite-nos otimizar o planeamento e organização das atividades, ter um sistema dinâmico, bem como facultar a entrada de novos conhecimentos.

A avaliação de riscos faculta uma melhoria contínua do sistema de segurança implementado.

Ela permite-nos:

- Planear a prevenção de acidentes e doenças profissionais
- Otimizar o sistema de gestão implementado com o feedback de vários inutes recebidos.
- Conciliar, planear e introduzir a implementação das medidas preventivas no processo produtivo.
- Otimizar a realização de um posto de trabalho ou tarefa na sua fase embrionária.
- Melhorar a produtividade garantindo ao trabalhador melhores condições de trabalho ou tarefas mais adequadas às suas funções.

A avaliação de Riscos idêntica situações não conforme que serão rectificadas com implementação de medidas preventivas necessárias. Ao implementar, permitindo atuar em várias pontos, desde a fase de conceção, como seja a criação de um novo posto de trabalho ou início de uma nova atividade. Poderá também ir melhorando com vários dados para o sistema de gestão de segurança: histórico de acidentes ou incidentes internos ou externos, auditorias, acompanhamento das questões de segurança etc.

Desta forma, é importante aplicar uma avaliação de riscos adequada, saber as suas tolerâncias e falhas.

A avaliação de riscos é uma ferramenta dinâmica, estando constantemente a ser atualizada com as várias informações recebidas, incluindo dados relativos a produção.

Com base no processo produtivo:

- Alteração dos postos de trabalho
- Alteração do processo produtivo,

Com base de dados obtida através:

- Investigação de acidentes ocorridos na empresa.
- Investigação de histórico de acidentes ocorridos para atividades semelhantes.
- Avaliação de segurança interna.
- Auditorias de segurança.
- Participação dos trabalhadores.
- Aumento do conhecimento da atividade produtiva e novas perspetivas da avaliação dos riscos.
- Adequação da avaliação à realidade da empresa e aos trabalhadores.
- Novos condicionalismos.
- Condicionalismos provocados por um trabalhador ou tipo de atividades.

A implementação de medidas preventivas identificadas na avaliação de riscos é muito mais fácil de implementar e de definir numa fase de conceção do posto de trabalho ou actividade, do que numa fase de produção.

É a partir da avaliação de riscos que passaremos para o terreno para implementar as várias medidas de segurança, visto estarem relacionadas com a concepção do posto de trabalho, da atividade a realizar do planeamento produtivo, equipamentos/ ferramentas disponibilizadas etc. Serão muito mais fáceis de definir na fase de planeamento (Avaliação de riscos) do que em fase de produção, onde aí será mais complexo encontrar soluções otimizadas, acontecendo, por vezes, a necessidade de improvisar ou aumentar custos de produção, decorrendo da necessidade de alterações introduzidas a posteriori.

Com isto, a avaliação de riscos tem um papel importante na empresa em causa, transpondo os limites da segurança, mas sendo uma ferramenta importante para toda a organização.

Desta forma, é importante otimizar o sistema de avaliação de riscos utilizado, saber das suas lacunas, como também ter um conhecimento aprofundado das várias avaliações de riscos existentes.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Conhecimento Científico

Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para pesquisa de informação científica relevante sobre o assunto, através do motor de busca Metalib, da Exlibris, em <http://metalib.fe.up.pt> (acedido entre Dezembro 2013 e Março de 2014). Na pesquisa foram utilizadas as palavras-chave adaptadas aos objetivos onde se obteve os seguintes resultados:

Tabela 2 - 2 – Pesquisa Matlib - Resultados

Pesquisa Matlib – Resultados			
1º Palavra chave	2º Palavra chave	Encontrados	Recolhidos
SAFETY	---	2.758.983	59
SAFETY	RISK ASSESMENT	398.115	120
SAFETY	METAL WORK	17.698	119
SAFETY	INDUSTRIES	205.792	120
SAFETY	HYDRO POWER	2.815	61
SAFETY	METALLOMECHANICS	0	0
SAFETY	TRANSFORMING INDUSTRY	2.804	56
SAFETY	ACCIDENT	185.331	89
SAFETY	METALLURGY	8495	118
RISK ASSESSMENT	---	2.005.129	90
RISK ASSESSMENT	METAL WORK	63	37
RISK ASSESSMENT	INDUSTRIES	125.864	90
RISK ASSESSMENT	HYDRO POWER	2.430	84
RISK ASSESSMENT	METALLOMECHANICS	0	0
RISK ASSESSMENT	TRANSFORMING INDUSTRY	2.839	39
RISK ASSESSMENT	ACCIDENT	88.933	89
RISK ASSESSMENT	METALLURGY	3.660	77
TRANSFORMING INDUSTRY	---	26.252	89

Os metalúrgicos representam a categoria profissional que mais acidentes de trabalho registaram. (Goldman, 2002).

O mundo do trabalho é complexo e cada vez mais pressionado por uma dinâmica global, que exige a criação de novas técnicas, novos sistemas e novas tecnologias de produção. Técnicas estas necessárias, para que as empresas se mantenham competitivas e se tornem mais produtivas num mercado globalizado. Com tudo isto, também é necessário a criação de novas técnicas para controle e prevenção de acidentes. O trabalho pode gerar vida e saúde, mas também pode gerar mortes, doenças e a incapacidade parcial ou permanente do indivíduo ao exercer suas funções. (Goldman, 2002)

A avaliação de riscos Ocupacionais é baseada, tradicionalmente, nos perigos do local de trabalho. No contexto da segurança dos processos industriais, tem como objetivo prever os riscos causados por falhas, desvios, erros no sistema industrial ou operação que possam levar a consequências indesejáveis (Koivisto et al. 2009).

O desenvolvimento da análise de riscos no contexto industrial foi desencadeado pela indústria nuclear, da aviação civil e militar e da tecnologia espacial na década de 1960. Estas áreas são conhecidas pelos seus sistemas complicados, onde possíveis acidentes podem ter consequências de longo alcance. Durante os anos 1970, uma tendência mundial de aumento das perdas causadas por acidentes nas fábricas foi reconhecida. Muito associado a esta tendência, está o aumento quer da complexidade das operações dos processos industriais quer do aumento de volumes de produtos químicos utilizados. Ao mesmo tempo, houve uma crescente conscientização do público e preocupação com a ameaça às pessoas e ao meio ambiente devido às atividades industriais. Vários acidentes graves na indústria de processo na década de 1970 (por exemplo Flixborough, 1974; Seveso, 1976), deram impulso para o desenvolvimento de novas ações de prevenção. A utilização da análise de risco tornou-se uma prática comum para avaliar a segurança do processamento, armazenamento ou transporte de produtos químicos perigosos (Koivisto et al. 2009).

Risco é definido como a combinação da probabilidade (frequência dos eventos) e consequências associadas (Milazzo and Aven 2012; Koivisto et al. 2009).

Um entendimento geral sobre o conhecimento, percepção e comportamento de diferentes grupos de usuários podem ser usados para gerar hipóteses sobre atividades que envolvem um produto perigoso ou sistema e para descrever cenários de acidentes plausíveis. Quando se realiza uma análise de riscos existe sempre uma lacuna entre a “realidade” quotidiana e a teoria, que não se consegue reduzir, mesmo existindo uma informação adequada disponível para gerar cenários de acidentes de trabalho (Van Duijne, Van Aken, and Schouten 2008).

Define acidente como um evento simples ou a sequência de múltiplos eventos indesejados e não-planejados, que são causados por actos inseguros, condições inseguras, ou ambos, e que podem resultar em efeitos indesejáveis (imediatos ou retardados). Em tal definição, “actos inseguros” e “condições inseguras” operam como as duas causas fundamentais dos acidentes (Costa 2006).

Um acontecimento para ser considerado acidente deve obedecer a três requisitos: o acidente origina um dano (pessoal ou material); o que origina o dano ocorre subitamente; é um evento não propositado (Backstrom 1996).

Classifica os acidentes em acidentes individuais e acidentes organizacionais. Os acidentes individuais ocorrem em maior número e acontecem a um indivíduo ou grupo de indivíduos; os acidentes organizacionais são mais raros e acontecem a todas as pessoas dos diversos níveis hierárquicos da organização, com consequências que podem abranger toda a população envolvente e o meio ambiente. Nas organizações todos os acidentes ocorrem por falhas das salvaguardas que separam os perigos das pessoas ou bens, fazendo-os entrar em contacto e causando “perdas”. Podem estar envolvidos três factores em acidentes relacionados com essas violações de barreiras: humanos, técnicos e organizacionais, sendo estes três factores influenciados pela importância que os imperativos produtivos têm na organização e se dada a mesma relevância às correspondentes medidas preventivas (Reason, 1997).

Define que condição insegura “é a condição física ou mecânica existente no local, na máquina, no equipamento ou na instalação (que poderia ter sido protegida ou corrigida) e que leva à ocorrência do acidente”. Trata-se das condições do ambiente de trabalho que oferecem perigo ou risco ao trabalhador, como, por exemplo, máquinas e equipamentos em estado precário de manutenção ou iluminação inadequada. Devem ser contemplados na definição de condições inseguras outros aspectos como factores de ordem psicossocial e organizacional. Além disso, a falta de adequação ergonómica do ambiente de trabalho também pode ser considerada como “condição insegura” de trabalho. (Chiavenato 1997, p. 385).

Acto inseguro “é a violação de procedimento aceite como seguro, ou seja, deixar de usar equipamentos de protecção”. Tal definição ressalta as tendências comportamentais que levam aos actos inseguros, provocando desatenção e falhas em seguir procedimentos e aumentando a probabilidade de acidentes (Chiavenato 1997 p. 385).

Acidente de trabalho é uma sucessão de imprevistos ou ocorrências não planeadas, que originam lesões, mortes, perdas de produção e/ou danos em bens e propriedades (Raouf 1998).

Numa perspectiva de análise de interações entre o ser humano e o contexto organizacional, defendem que o acidente de trabalho ocorre quando as crenças e normas organizacionais atingem um elevado grau de disfuncionalidade (Silva e Lima 2002.).

Para outros autores, o acidente é definido como um fenómeno multicausal, socialmente determinado, previsível e objecto de prevenção (Vilela, 2000);

Resumir as causas dos acidentes de trabalho a actos ou a condições inseguras constitui uma visão tradicional em segurança e saúde do trabalho, já que a análise dos acidentes tem demonstrado que eles decorrem de uma combinação de factores ou causas que interagem sob determinadas circunstâncias. Este autor propõe a observação de quatro elementos que atuam em conjunto nas operações de trabalho e que devem interagir de modo adequado entre si, ou poderão produzir problemas que irão ocasionar os acidentes: pessoas, equipamentos, materiais e ambiente de trabalho (Segundo Souza 2004, p. 4-5).

“Um acidente é um incidente que originou ferimento, dano para a saúde ou fatalidade”, sendo o incidente definido como “Eventos relacionados com o trabalho em que ocorreu, ou poderia ter ocorrido, um ferimento, dano para a saúde ou uma fatalidade” (norma OHSAS 18001, 2007)

Considera a importância de adotar uma visão ligada à prevenção, que não espera a ocorrência dos danos, considerando como causa de acidentes qualquer fator que, se não for removido a tempo, conduzirá ao acidente (Benite 2004).

Os conceitos relacionados com os acidentes de trabalho, com o passar dos anos foram sofrendo alterações, mais ou menos profundas, tendo sido inicialmente definido como um fenómeno simples, resultado de uma causa única (Nunes, 2006).

Diferentes estudos definiam o conceito de acidente de forma diferente entre eles. Podendo esse facto ficar a dever-se à subjectividade a que poderá estar sujeita a análise dos acidentes, condicionada pela fonte de informações acerca do acidente, bem como da avaliação e classificação da gravidade das lesões advindas da ocorrência do acidente. Uma vez que dependendo de quem analisa o acidente, pode haver certas discrepâncias nos resultados finais, daí para essa avaliação ser rigorosa, a mesma deve ser feita por mais do que um avaliador (Hale AR, 1972).

A avaliação de riscos constitui a base de uma gestão eficaz da segurança e saúde no trabalho sendo a chave para a redução dos acidentes relacionados com o trabalho, bem como das doenças profissionais. Quando bem executada, a avaliação de riscos possibilita a melhoria da segurança e saúde no trabalho, mas também do desempenho da empresa, em geral (Ophir, 2009).

a avaliação de riscos no local de trabalho teve início após meio século do início da Revolução Industrial, em Inglaterra, devido à preocupação relativa à prevenção de acidentes de trabalho e outros factores de risco, frequentes nos ambientes das primeiras indústrias. Foi nessa altura que surgiram as primeiras leis no âmbito da segurança social (Nunes 2009).

Um perigo não conduz necessariamente a danos, mas a existência de um perigo significa a possibilidade de ocorrerem danos (Hammer, 1989).

De forma simples, a avaliação de riscos pode ser definida como o conjunto de técnicas e ferramentas usadas para identificar, estimar, avaliar, monitorizar e administrar acontecimentos que colocam em risco a execução de um projecto (Gadd et al., 2003).

A avaliação de riscos tem como principais objectivos quantificar a gravidade (ou seja, a magnitude) que um risco pode ter na saúde e segurança dos trabalhadores, resultante das circunstâncias em que o perigo ocorra e, assim, permitir que o empregador obtenha as informações necessárias para que possa tomar uma decisão adequada no que toca ao tipo de medidas preventivas a adoptar (Roxo, 2003; Gadd et al, 2003).

A Avaliação de Risco deve compreender duas fases: a análise de risco, que visa determinar a magnitude do risco; a valorização do risco, que visa avaliar o significado que o risco assume (Gadd et al. 2003 e Roxo 2003).

Avaliação de Riscos é proporcionar os elementos necessários para uma variedade de decisões (Christou et al, 1999).

Uma análise de risco consiste dos seguintes elementos:

- Identificação dos perigos, isso significa identificar as possíveis fontes de danos;
 - Identificar os riscos, isso significa identificar eventuais cenários de acidentes em que estes perigos realmente possam causar danos;
 - Avaliação do risco, isto significa avaliar se as medidas suficientes foram tomadas para prevenir os acidentes e limitar os danos possíveis.
 - Não há uma só forma de medir o risco ou de apresentar uma estimativa do mesmo.
 - Lidar com "acidentes graves" implica que esses eventos têm em comum o potencial de afectar muitas pessoas e por isso mesmo na avaliação de riscos deverão ser considerados dois princípios que se revelam fundamentais (Kirchsteiger, 1997):
 - Estruturação da operação, de modo a que sejam abordados todos os perigos e riscos relevantes;
 - Identificação do risco, de modo a equacionar se o mesmo pode ser eliminado;
- (Biermans 2005),

A avaliação de Riscos consiste em identificar os perigos presentes no sistema produtivo de um projeto e promover a redução dos riscos que podem causar (Hartlén, 1999).

As técnicas analíticas identificam e avaliam os diferentes fatores de risco que podem estar na origem de um acidente. Já as técnicas operativas pretendem diminuir as causas que originam os riscos e aplicam-se quer ao factor técnico quer ao factor humano, com o objetivo de evitar e controlar os riscos (Freitas, 2009).

O método de W. Fine (WTF) foi publicado há mais de 30 anos (Fine, 1971) e é um método bastante utilizado para identificação dos perigos, avaliação, hierarquização e controlo de riscos associados a atividades e processos, de modo a determinar quais podem ou não ser tolerados e propõe a estimativa de cada risco com base em três variáveis: Fator consequência (FC), Fator exposição (Fe) e Fator probabilidade (Fp) (Veiga, 2006).

2.2 Enquadramento Legal e Normativo [3]

2.2.1 Regime jurídico

A lei que regulamenta o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, de acordo com o previsto no artigo 284.º do Código do Trabalho é a lei n.º 102/ 2009 de 10 de Outubro, com as alterações introduzidas pela Lei 3/2014 de 28 Janeiro.

Este regime jurídico transpõe para a ordem jurídica interna as diretivas:

- Diretiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho, alterada pela Diretiva n.º 2007/30/CE, do Conselho, de 20 de Junho.
- Diretiva n.º 91/383/CEE, do Conselho, de 25 de Junho, que completa a aplicação de medidas tendentes a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores que têm uma relação de trabalho a termo ou uma relação de trabalho temporária;
- Diretiva n.º 92/85/CEE, do Conselho, de 19 de Outubro, relativa à implementação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes no trabalho;
- Diretiva n.º 94/33/CE, do Conselho, de 22 de Junho, relativa à proteção dos jovens no trabalho;
- No que respeita à proteção do património genético, as diretivas contendo prescrições mínimas de segurança e de saúde no trabalho contra os agentes químicos, físicos e biológicos, designadamente a Diretiva n.º 90/394/CEE do Conselho, de 28 de Junho, relativa à proteção dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos durante o trabalho, alterada pelas Diretivas n. os 97/42/CE, do Conselho, de 27 de Junho, e 1999/38/CE, do Conselho, de 29 de Abril, a Diretiva n.º 90/679/CEE, do Conselho, de 26 de Novembro, relativa à proteção dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes biológicos durante o trabalho, alterada pela Diretiva n.º 93/88/CEE, do Conselho, de 12 de Outubro, e a Diretiva n.º 98/24/CE, do Conselho, de 7 de Abril, relativa à proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho

O regime jurídico de segurança e saúde no trabalho prevê ao longo do seu texto a necessidade de criar procedimentos, para salvaguarda do direito à segurança dos trabalhadores, atuando na avaliação de riscos:

- Ponto 1 do artigo 5º
“ O trabalhador tem direito à prestação de trabalho em condições que respeitem a sua segurança e a sua saúde, asseguradas pelo empregador ou, nas situações identificadas na lei, pela pessoa, individual ou coletiva, que detenha a gestão das instalações em que a atividade é desenvolvida. “

[3] <http://www.der.pt/>

- Ponto 2 do artigo 5º
“ Deve assegurar -se que o desenvolvimento económico promove a humanização do trabalho em condições de segurança e de saúde.
- Ponto 3 do art.º 5:
“A prevenção dos riscos profissionais deve assentar numa correta e permanente avaliação de riscos e ser desenvolvida segundo princípios, políticas, normas e programas que visem, nomeadamente. “

2.2.2 Avaliação de riscos no regime jurídico

O ponto 3 do artigo 5º deste diploma tem por base a regulamentação das linhas orientadoras para as avaliações de riscos em Portugal a qual se transpõem:

“ 3 — A prevenção dos riscos profissionais deve assentar numa correta e permanente avaliação de riscos e ser desenvolvida segundo princípios, políticas, normas e programas que visem, nomeadamente:

A) A conceção e a implementação da estratégia nacional para a segurança e saúde no trabalho;

B) A definição das condições técnicas a que devem obedecer a conceção, a fabricação, a importação, a venda, a cedência, a instalação, a organização, a utilização e a transformação das componentes materiais do trabalho em função da natureza e do grau dos riscos, assim como as obrigações das pessoas por tal responsáveis;

C) A determinação das substâncias, agentes ou processos que devam ser proibidos, limitados ou sujeitos a autorização ou a controlo da autoridade competente, bem como a definição de valores limite de exposição do trabalhador a agentes químicos, físicos e biológicos e das normas técnicas para a amostragem, medição e avaliação de resultados;

D) A promoção e a vigilância da saúde do trabalhador;

E) O incremento da investigação técnica e científicas aplicadas no domínio da segurança e da saúde no trabalho, em particular no que se refere à emergência de novos fatores de risco;

F) A educação, a formação e a informação para a promoção da melhoria da segurança e saúde no trabalho;

G) A sensibilização da sociedade, de forma a criar uma verdadeira cultura de prevenção;

H) A eficiência do sistema público de inspeção do cumprimento da legislação relativa à segurança e à saúde no trabalho.

4 — O desenvolvimento de políticas e programas e a aplicação de medidas a que se refere o número anterior devem ser apoiados por uma coordenação dos meios disponíveis, pela avaliação dos resultados quanto à diminuição dos riscos profissionais e dos

danos para a saúde do trabalhador e pela mobilização dos agentes de que depende a sua execução, particularmente o empregador, o trabalhador e os seus representantes

Ao analisar detalhadamente estes artigos, verificamos vários itens na avaliação de risco que foram regulamentados:

- A base da prevenção dos riscos profissionais baseia-se numa avaliação de riscos.
- O rigor na avaliação de riscos é um fator importante para o correto método a utilizar.
- A avaliação de riscos deve ser um processo evolutivo e dinâmico.
- Deverá ser realizada com base em legislação ou normas.
- Importância das condições técnicas e seus responsáveis em todas as suas fases (conceção, a utilização e transformação)
- As definições dos agentes podem estar sujeitos a medidas de monitorização e controlo.
- A vigilância da saúde dos trabalhadores.
- Necessidade de adequação da Avaliação de Riscos a novos conhecimentos, de forma a adaptar aos novos conhecimentos existentes científicos e técnicos como incluir novos riscos que advêm de novas tecnologias.
- Da relevância da formação e informação como papel para a obtenção de resultados.
- Identifica que a AR não está limitada ao empregador, mas é uma atividade de responsabilidade social.
- Meios de controlo e implementação de meios disponíveis.
- Avaliação dos resultados da diminuição dos riscos profissionais e mobilidade dos agentes que depende essa execução.

O presente diploma, no seu artigo 42, prevê a avaliação de riscos para agentes ou fatores que possam ter efeitos prejudiciais para património genético.

“Artigo 42.º Avaliação de riscos suscetíveis de efeitos prejudiciais no património genético

1 — O empregador deve verificar a existência de agentes ou fatores que possam ter efeitos prejudiciais para o património genético e avaliar os correspondentes riscos.

2 — A avaliação de riscos deve ter em conta todas as informações disponíveis, nomeadamente:

a) A recolha de informação sobre os agentes ou fatores;

b) O estudo dos postos de trabalho para determinar as condições reais de exposição, designadamente a natureza do trabalho, as características dos agentes ou fatores, os períodos de exposição e a interação com outros riscos;

c) As recomendações dos organismos competentes no domínio da segurança e da saúde no trabalho.

3 — A avaliação de riscos deve ser feita trimestralmente, bem como quando haja alteração das condições de trabalho suscetível de afetar a exposição dos trabalhadores, os resultados da vigilância da saúde o justifiquem ou se verifique desenvolvimento da investigação científica nesta matéria.

4 — *A avaliação de riscos deve identificar os trabalhadores expostos e aqueles que, sendo particularmente sensíveis, podem necessitar de medidas de proteção especial.*

5 — *Constitui contra -ordenação muito grave a violação do disposto nos números anteriores.”*

Relação sobre conservação dos procedimentos e da avaliação de riscos:

Artigo 46.º Registo, arquivo e conservação de documentos

1 — Sem prejuízo das obrigações gerais do serviço de segurança e de saúde no trabalho, em matéria de registos de dados e conservação de documentos, o empregador deve organizar e conservar arquivos atualizados, nomeadamente por via eletrónica, sobre:

a) *Os critérios, procedimentos e resultados da avaliação de riscos;*

2.2.3 Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais

O Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais está regulamentado na portaria n.º 53/71, de 3 de Fevereiro, alterado pela portaria n.º 702/80, de 22 de Setembro.

Na portaria n.º 53/71 não existia referência à prevenção de riscos, mas apenas a obrigações na sua execução.

A portaria n.º 702/80 já introduz a obrigatoriedade da entidade patronal de prevenir os riscos como é o caso:

- *“Adotar as medidas necessárias, de forma a obter uma correta organização e eficaz prevenção dos riscos que podem afetar a vida, integridade física e saúde dos trabalhadores ao seu serviço.”* (alínea b) do ponto 3º).
- *“Informação dos trabalhadores dos riscos a que podem estar sujeitos e das precauções a tomar”* (alínea g) do artigo 3º)
- *“Fomentar a cooperação de todos os trabalhadores com vista ao desenvolvimento da prevenção de riscos profissionais e das condições de bem-estar no interior das unidades produtivas.”* (alínea j) do ponto 3º)

A mesma portaria no seu artigo 4º também prevê obrigações para o trabalhador na prevenção de riscos profissionais como seja:

- *“Cooperar na prevenção dos riscos profissionais e na manutenção da higiene dos locais de trabalho”* (alínea a) do artigo. 4º)

2.2.4 Normas aplicável em mateira de segurança

A norma portuguesa para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho é a NP 4397:2008, que é uma adaptação da OHSAS 18001:2007.

No ponto “ 4.3.1 – Identificação dos perigos, a precisão do risco e definição de controlos “, encontram-se listados os pontos necessários para identificação e avaliação do risco, mas também a hierarquização de intervenção para o controlo desses riscos.

2.3 Tecnologias disponíveis [4]

2.3.1 Processo produtivo

Genericamente, as seguintes fases representam o processo produtivo de uma empresa metalomecânica:

- Transformação
- Preparação de superfície
- Tratamento de superfície

Dentro destas 3 áreas as principais atividades são:

Transformação

- Fundição (com Moldação em Areia; em Coquilha; por Injeção)
- Corte (Guilhotina; Prensa de corte; Serra de corte; Oxicorte; Laser; por Jato de Água)
- Maquinagem (Dobragem; Estampagem; Calandragem; Enrolamento; Estiramento; Quinagem; Extrusão; Forjamento; Laminagem; Trefilagem; Prensagem; Torneamento; Frezagem; Furação; Retificação; Rebarbagem).
- Soldadura (MIG-MAG; TIG; Oxiacetilénica; Arco Elétrico; Pontos).

Preparação de superfícies

- Lixagem
- Polimento (Calcamento; mecânico; vibratório; eletrolítico; químico)
- Desengorduramento
- Decapagem
- Proteções temporárias

Tratamento de Superfícies

- Revestimentos
- Conversões
- Transformações Estruturais

[4] http://negocios.maiadigital.pt/hst/sector_actividade/metalomecanica/caracterizacao/descricao

2.3.2 Transformação

Fundição

A fundição consiste na transformação de metais e ligas metálicas, tendo como ponto de partida o metal no estado líquido (fundido). O metal líquido é vazado num molde que contém uma cavidade com a geometria da peça final. Após o molde ter sido enchido, é necessário que o metal solidifique para que de seguida se retire a peça. Após se ter retirado a peça, corta-se o gito (Metal que solidifica nos canais de alimentação do molde e no canal que permite a saída do ar) e separa-se a areia mecanicamente por granalhagem (só no caso de fundição com moldação em areia). O arrefecimento da peça pode ser feito ao ar ou em banhos de óleo.

Os processos de fundição diferem no material do molde (areia, metal, etc.) e no método de vazamento (gravidade, vácuo, por pressão). Os processos de fundição mais comuns são: fundição com moldação em areia, fundição em coquilha e fundição por injeção.

Fundição com Moldação em Areia

Na moldação em areia, é necessário preparar a areia do molde e o modelo, que pode ser fabricado em madeira, plástico ou metal. Para fabricar o molde de areia, coloca-se o modelo no interior de uma caixa de fundição (em metal ou madeira). O molde é de seguida envolvido com a areia, enchendo-se por completo a caixa de fundição. A areia é prensada de forma a compactar a estrutura. Retira-se o modelo e introduz-se um macho (reproduz a estrutura interior da peça) de areia com aglomerantes orgânicos. A caixa é por fim fechada. O metal é vazado para o canal de alimentação verticalmente, diretamente do cadinho ou com uma colher de vazamento. Uma vez solidificado, a caixa é aberta e a peça retira-se do seu interior. O gito é cortado e a areia aderente ao metal é retirada por granalhagem.

Fundição em Coquilha

A fundição em coquilha caracteriza-se pela utilização de um molde metálico (coquilha) em aço, ferro fundido ou grafite, revestido exteriormente com silicato de etilo ou sílica coloidal, e pelo facto do vazamento ser por gravidade. Este processo consiste na utilização de um molde e um macho que fecham um sobre o outro. O molde deve ser previamente aquecido e protegido no seu interior, regra geral com uma película isolante, para que não haja um arrefecimento prematuro da peça. Após o metal ser vazado, deixa-se solidificar e de seguida abre-se o conjunto retirando-se a peça. Por último cortam-se os gitos.

Fundição por Injeção

Neste processo o metal líquido é injetado sob pressão no molde (através do acionamento de um pistão). Devido à velocidade de enchimento do molde, este processo permite a produção de peças complexas, com paredes mais finas do que nos anteriores processos (por gravidade). O

molde é constituído por duas peças que fecham hermeticamente uma sobre a outra no momento do vazamento, estando revestidas no seu interior com uma solução desmoldante (reduz a aderência da peça às paredes do molde). Existem dois tipos de máquinas de fundição por injeção: câmara quente e câmara fria. Na câmara quente o pistão está colocado diretamente no banho de metal líquido. Na câmara fria, o pistão não se encontra em contacto permanente com o metal fundido. Existe um forno separado no qual o metal é mantido a uma dada temperatura, sendo transportado através de uma colher de vazamento para a zona de injeção.

Corte

Por corte, entende-se a obtenção de uma peça extraída de uma chapa ou peça metálica, segundo um determinado contorno. Basicamente, existem dois processos de corte: corte de perfis e corte de chapa. O corte de perfis é um processo pelo qual se acerta o comprimento de uma peça e é normalmente efetuado com um disco de serra. No entanto também pode ser feito com uma guilhotina. No corte de chapa a peça tem uma forma convexa. Para um contorno reto pode-se utilizar a guilhotina ou prensa de corte. Para contornos mais complexos existem outros sistemas de corte, nomeadamente o oxicorte, o corte por laser, por plasma e por jatos de água. Estes processos de corte, por regra, utilizam um sistema de comando numérico.

Guilhotina

As guilhotinas são máquinas ferramentas para corte de chapas ou lâminas de metal. O seu modo de funcionamento é muito simples: uma lâmina desce de encontro a outra lâmina (a contra lâmina) e por cisalhamento a chapa metálica é cortada. Esta máquina é utilizada principalmente para acertar o comprimento ou largura de uma peça.

Prensa de Corte

Mediante a adaptação de um punção cortante a uma prensa é possível cortar peças com formas ligeiramente complexas. O princípio de corte é semelhante ao da guilhotina: um movimento relativo entre uma lâmina móvel e uma lâmina fixa secciona a chapa.

Serra de Corte

Na operação de serrar é arrancado material da peça a maquinar com uma fita metálica (ou disco de corte) provida de dentes (serra) e dotada de movimento linear alternativo (ou rotativo, no caso do disco) e de avanço em profundidade. Esta operação é realizada com uma serra mecânica. Neste processo de corte é necessário utilizar um fluido de corte cujo objetivo é arrefecer a lâmina de corte, facilitando o processo.

Oxicorte

O oxicorte é um método de corte que tem por base a oxidação dos metais. Neste processo, o metal é aquecido por uma chama até atingir o ponto de combustão. Neste ponto, é projectado um jacto de oxigénio com elevado grau de pureza (cerca de 99,5%) que reage com o material, resultando no seccionamento do mesmo. Avançando com o maçarico sobre o metal a cortar, cria-se uma fenda ao logo da peça. Avançando com o maçarico sobre o metal a cortar, cria-se uma fenda ao logo da peça. Os maçaricos podem ser de dois tipos (tanto para o corte manual como para o corte com máquina)

1. Maçaricos de sucção com bico de pressão: a mistura dos gases é feita num tubo misturador, chegando o gás já misturado ao bico
2. Maçaricos de sucção sem bico de pressão: a mistura dos gases é feita no bico de pressão

Corte por Laser

No corte de metais é utilizado um laser de CO₂, cuja radiação se obtém excitando eletricamente uma mistura de gases: hélio, azoto e dióxido de carbono. O feixe é focado com uma lente que se situa na cabeça de corte e projetado na superfície do metal. O corte pode ser obtido utilizando vários métodos, nomeadamente o de combustão (o oxigénio inflama o material aquecido pelo raio laser) e o de fusão (o azoto e o árgon a alta pressão arrastam o material fundido pelo raio laser). Através deste último método de corte as peças não necessitam de acabamento uma vez que as superfícies não apresentam rebarbas. No corte por laser são utilizadas máquinas com comandos numéricos para maximizar as potencialidades de corte.

Corte por Jato de Água

Este processo é utilizado para cortar diversos materiais, como por exemplo o bronze, o aço inoxidável, o alumínio, o cobre, etc., com elevada precisão. Os materiais são cortados pela ação de um jato de água (que pode conter abrasivos) de elevada pressão, que passa por um orifício de diâmetro reduzido, que pode elevar a velocidade do jato até 1000 m/s.

Maquinagem

Dobragem

Este processo permite dobrar perfis e chapas de metal de forma a se poderem obter peças com determinadas curvaturas. As peças são dobradas por aplicação de uma força exterior.

Estampagem

A estampagem pode ser realizada a frio ou a quente, dependendo do grau de deformação e do material a maquinar. Neste processo chapas finas são deformadas em peças côncavas, por prensagem. A chapa é colocada sobre uma matriz com uma determinada forma e prensada por ação de um punção. Em alguns casos de estampagem a chapa a maquinar é previamente engordurada.

Calandragem

A calandragem é um processo através do qual se dobram chapas metálicas. O metal, ao passar por um conjunto de cilindros, adquire progressivamente a curvatura desejada. Neste processo podem-se obter, no extremo, formas cilíndricas.

Enrolamento

É um processo através do qual se obrigam tubos a passar pelo meio de uma série de cilindros enrolados sobre si para formar uma espiral ou apenas uma parte desta.

Estiramento

No estiramento a peça a maquinar é sujeita a uma força de tração. Esta força irá provocar uma deformação na peça de carácter definitivo. Este processo é realizado a frio mas a temperatura sobe durante a maquinação da peça. O estiramento é muito utilizado no fabrico de varões, arame e tubos de elevada qualidade.

Quinagem

O objetivo da quinagem é conformar chapas planas para que se obtenham dobras lineares com ângulos muito pequenos ou quinas vivas.

As máquinas utilizadas para este processo são as quinadoras e podem ser de dois tipos: movimento ascendente ou movimento descendente, consoante o avental móvel seja o inferior ou o superior, respetivamente.

Extrusão

Neste processo o material a maquinar é forçado a passar através de uma matriz aberta, por ação de uma pressão elevada, tendo como resultado final a produção de materiais com secções transversais constantes e com formas complexas. A extrusão pode ser a quente ou a frio dependendo das características do metal e do resultado que se quer obter. Este processo é

realizado em prensas mecânicas ou hidráulicas. Para melhorar o processo podem ser utilizados lubrificantes especiais.

Forjamento

O processo de forjamento consiste em deformar plasticamente elementos metálicos. Os metais são maquinados, a quente ou a frio, por meio de máquinas animadas de movimentos de translação. Os equipamentos que mais vulgarmente são utilizados são os martelos de forja (que imprimem rápidos golpes de impacto na superfície do metal) e as prensas (que deformam o material através da aplicação de forças progressivas de compressão).

Laminagem

Na laminagem as peças passam pelo meio de rolos que possuem movimento em sentidos opostos, para que se reduza a área da sua secção transversal. Neste processo a maquinagem das peças pode ser feita a quente ou a frio. Existem diversos processos de laminagem que diferem consoante o produto que se quer obter: perfis, tubos, chapas entre outros.

Trefilagem

Este processo é utilizado no fabrico de varões, arames e tubos de elevada qualidade, e consiste em forçar a passagem de um varão por uma frierira através da aplicação de uma força de tração no lado oposto da frieira (na saída). O metal é assim deformado obtendo-se como resultado final um produto com secção inferior à original e comprimento superior. Este processo é realizado a frio mas durante o estiramento do metal a sua temperatura aumenta. São utilizadas substâncias lubrificantes que evitam situações de atrito que possam surgir durante o processo.

Prensagem

Através da aplicação de uma força de compressão o material a maquinar é comprimido dentro de uma matriz. Neste processo também se podem embutir duas peças com diâmetros idênticos.

Torneamento

No torneamento geram-se peças cilíndricas através da utilização de uma ferramenta de um único ponto de contacto. A ferramenta encontra-se fixa e é deslocada de encontro à peça a maquinar, que se encontra em rotação. As operações que podem ser realizadas num torno são: roscagem, corte, torneamento de superfícies cónicas, torneamento de formas, torneamento de superfícies planas (facejamento) e superfícies cilíndricas interiores. Para realizar estas operações são utilizados óleos de corte, que facilitam a maquinagem da peça.

Frezagem

É um processo através do qual uma ferramenta (fresa) em rotação arranca material da peça a maquinar. A peça é deslocada de encontro à fresa (que se encontra presa a uma mesa) através da deslocação da mesa móvel onde se encontra fixa. Existem diversos tipos de fresadoras (horizontais, verticais, planas, paralela, etc.) e de fresas (cónica dupla, de módulo, convexa, de haste, etc.) que podem ser utilizadas consoante o trabalho e acabamento que se pretende dar à peça (ranhuras, dentes de engrenar, caixas de chavetas, lombas de meia-cana, etc.). Neste processo são utilizados óleos de corte (emulsões) para facilitar a maquinagem da peça.

Furação

Este processo é utilizado quando se pretendem abrir furos cilíndricos na peça a maquinar. Através da utilização de uma ferramenta de corte rotativa (broca) o furo é obtido pressionando a ferramenta de encontro à peça a maquinar (esta encontra-se fixa). Este processo pode ser feito com uma máquina concebida especialmente para este fim (engenho de furar) ou recorrendo a outras máquinas (torno ou fresadora). Neste processo também é utilizado um óleo de corte para facilitar a operação.

Retificação

Este processo tem por objetivo arrancar material da peça a maquinar para corrigir deformações mais ou menos acentuadas e permite obter um melhor acabamento ao nível da rugosidade e estado superficial da peça. Esta operação é feita através da utilização de uma ferramenta redonda (mó retificadora) que possui a sua superfície granulada. A mó encontra-se montada num veio que lhe atribui um movimento de rotação a alta velocidade. A operação é executada colocando a peça a maquinar de encontro à mó do esmeril. Durante este processo pode ser utilizada uma emulsão cujo objetivo é lubrificar, arrefecer e arrastar as partículas que se desagregam do material.

Rebarbagem

A rebarbagem é considerada uma operação de acabamento das peças. Nesta operação utiliza-se uma ferramenta portátil dotada de um disco de corte (rebarbadora) que funciona a elevada rotação. A máquina é levada de encontro à peça e o seu disco remove o material excedente.

Soldadura

A soldadura tem por objetivos unir duas peças metálicas de modo permanente. Esta união pode ser obtida recorrendo a duas técnicas: através da fusão das duas peças metálicas na zona de contacto ou adicionando um material (solda) na zona a unir. Os vários processos de soldadura distinguem-se entre si, basicamente, pela fonte de calor utilizada na soldadura.

Dos vários processos de soldadura existentes destacam-se os seguintes:

Soldadura MIG-MAG (Metal Inert Gas – Metal Active Gas)

Neste processo utiliza-se um fio eléctrodo consumível nu, que é fundido por um arco eléctrico envolto num gás inerte, no caso da soldadura MIG, e quimicamente ativo, no caso da soldadura MAG. A alimentação do fio eléctrodo é contínua (automática).

Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

Utiliza-se um eléctrodo de tungsténio não consumível, sendo a soldadura feita por arco eléctrico sob um gás inerte, podendo ser utilizado, ou não, um segundo eléctrodo consumível.

Soldadura Oxiacetilénica

Neste processo utiliza-se um maçarico onde uma mistura de acetileno e oxigénio entra em combustão e por ação do seu calor provoca a fusão dos metais a soldar. Pode-se utilizar um metal de adição que, por norma, é da mesma natureza da peça a soldar.

Soldadura a Arco Eléctrico

Neste processo a fusão do metal das peças a soldar consegue-se aplicando uma diferença de potencial entre a peça a soldar e um eléctrodo (consumível ou não). Forma-se um arco eléctrico voltaico que atinge temperaturas na ordem dos 4000°C. A soldadura pode ser por fusão do próprio eléctrodo ou por eléctrodo não consumível.

Soldadura por Pontos

São utilizados dois eléctrodos não consumíveis. A fusão ocorre apenas nos pontos de contacto dos eléctrodos por aquecimento (devido à passagem de uma corrente de intensidade elevada) e pressão local das zonas das peças a unir.

2.3.3 Preparação de superfícies

É uma operação indispensável e obrigatória sempre que as peças sejam sujeitas a tratamentos superficiais posteriores. Esta operação também pode englobar a lavagem / desgorduramento das peças após a fase de maquinagem, uma vez que o material, na maioria das vezes, vem impregnado de óleos ou emulsões de lubrificação. O objetivo principal desta operação é eliminar as impurezas que se encontram na superfície das peças. Na preparação da superfície de um metal podem ser utilizados diversos métodos consoante o material da peça, o objetivo do tratamento (ex.: desgordurar, diminuir a rugosidade, proteger) e os tratamentos posteriores (revestimento, conversão, transformação).

Lixagem

A lixagem é muitas vezes a primeira operação de acabamento de superfície, antecedendo o polimento. O seu objetivo consiste em desbastar a peça de forma a conferir-lhe um aspeto ou rugosidade determinados. Os métodos utilizados nesta operação são mecânicos e podem ser realizados recorrendo a lixas ou escovas.

Polimento

O polimento é utilizado para conferir um acabamento mais fino e específico à peça após esta ter passado por um processo de lixagem. Através do polimento podem-se obter os seguintes resultados: desbastar a peça, diminuir a rugosidade superficial, melhorar as propriedades do material e dar brilho. Esta operação é mais complexa que a sua precedente, existindo diversos métodos para se conseguir um determinado acabamento. Os principais métodos de polimento são: calcamento, mecânico, vibratório, eletrolíticos e químicos.

Calçamento

Consiste no alisamento da superfície do metal através da aplicação de uma força / pressão, utilizando para tal uma ferramenta pesada de aço inoxidável ou pedra dura; durante este processo a superfície da peça é mantida molhada com uma solução diluída de ácido acético.

Polimento mecânico

Através deste método podem ser utilizados diversos equipamentos para polir, nomeadamente rodas de polimento, cintas de polimento e discos, onde são empregues materiais diversos (cabedal, felpo, etc.), dependendo do metal, do acabamento pretendido, da forma e dimensão da peça, etc.; o polidor empregue é muito variado, sendo o tripoli (utilizado para metais não ferrosos) e a alumina (utilizada para metais ferrosos e alumínio) os mais utilizados; o polimento pode ser manual, semiautomático ou automático.

Polimento vibratório

O polimento é conseguido introduzindo a peça numa solução de polimento (mistura de abrasivos, compostos de polimento e água) e imprimindo um movimento vibratório contínuo; através deste método é possível obter um desbaste uniforme em toda a superfície da peça.

Polimento eletrolítico

Através deste método consegue-se dotar de brilho a superfície da peça em questão ao colocá-la como ânodo num eletrólito apropriado; este método também melhora a superfície dos materiais na medida em que remove estruturas deformadas e impurezas inclusas, forma um filme de passivação muito fino à superfície do metal e remove a camada de crómio que muitos materiais metálicos possuem impregnada.

Polimento químico

Neste processo as peças são mergulhadas em soluções ácidas que se encontram a uma temperatura específica (varia entre 20°C e 95°C); este método é muito eficaz no tratamento de peças com contornos e/ou relevos muito acentuados

Desengorduramento

Este processo tem como objetivo limpar totalmente a superfície das peças de gorduras, óleos, lubrificantes, resíduos de polimento, poeiras, resíduos de soldadura, etc. O desengorduramento é feito obrigatoriamente sempre que a peça metálica passe por um processo de revestimento da sua superfície. Assim, o tratamento e o método de desengorduramento utilizados dependem do estado da peça, do material e de tratamentos subsequentes. Para realizar o desengorduramento podem ser utilizados 3 tipos de agentes: solventes orgânicos (hidrocarbonetos clorados), soluções alcalinas e emulsões. Já os métodos utilizados são: imersão em substância líquida ou em vapor (a quente ou a frio), projeção do solvente sobre a peça, ultrassons e eletrólise.

Decapagem

Este processo tem por objetivo eliminar os óxidos que se formam na superfície das peças metálicas para que os tratamentos posteriores (por exemplo, a aplicação de um revestimento) tenham uma aderência perfeita e homogénea. Existem 3 métodos para se aplicarem nas peças a tratar: decapagem mecânica (conseguida através da projeção de jatos de areia ou gralha), decapagem eletroquímica (as peças são mergulhadas numa solução e podem ser o ânodo, o cátodo ou ser atravessadas por uma corrente alternada) e a decapagem química (as peças são mergulhadas em soluções específicas).

Proteções temporárias

A aplicação de proteções temporárias tem por objetivo conferir um certo grau de isolamento à superfície da peça para se evitarem agressões exteriores tais como abrasão, rasuras, corrosão, etc. Este processo é utilizado quando as peças necessitam de ser armazenadas temporariamente, transportadas ou simplesmente quando existe um espaço de tempo de espera entre várias etapas do processo de fabrico. A aplicação das proteções temporárias pode ser feita utilizando diversas substâncias, tais como óleos, solventes, termoadesivos, etc., sendo aplicadas com pincel, por imersão ou pulverização ou sob a forma de filme.

2.3.4 Tratamento de Superfícies

Na sequência da preparação da superfície das peças metálicas surge o tratamento de superfícies. Os principais métodos utilizados para o tratamento de superfícies são os revestimentos, as conversões e as transformações estruturais. No primeiro método o material utilizado para depositar na superfície das peças não reage quimicamente (ou reage muito pouco) com o material de que a peça é constituída. Já no segundo caso o tratamento da superfície baseia-se nas transformações físico-químicas que a camada superficial da peça sofre, podendo mesmo haver modificações estruturais. Por último, e conforme o nome sugere, a peça sofre transformações estruturais que podem ser induzidas por vários métodos.

Revestimentos

Os principais tipos e métodos de tratamentos utilizados para revestir a superfície de peças metálicas são:

- Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por projeção de materiais sólidos (ex.: metalização, esmaltagem, pintura eletrostática, plastificação)
- Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por via eletrolítica (ex.: esmaltagem electroforética, cromagem, estanhagem, latonagem, zincagem)
- Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por deposição física em fase de vapor (ex.: PVD, deposição iónica, pulverização catódica, evaporação a vácuo)
- Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por deposição química em fase de vapor (ex.: CVD, PECVD)
- Metálicos, por via mecânica (ex.: galvanização mecânica)
- Metálicos, por via electroless (ex.: niquelagem, cobreagem, platinagem, prateagem, douragem)
- Cerâmicos ou orgânicos, por imersão em tintas líquidas ou esmaltes (ex.: pintura e esmaltagem)
- Cerâmicos ou orgânicos, por projeção de tintas líquidas ou esmaltes (pintura e esmaltagem)

Conversões

Os principais métodos de conversão da superfície dos metais são:

- Por via eletrolítica (ex.: anodização, oxidação anódica)
- Por via química (ex.: fosfatação, coloração, passivação crômica, cromatação)
- Por difusão, através de tratamento termoquímico (em fase sólida ou gasosa) (ex.: cementação, nitruração, carbonitruração, carburação gasosa ou iónica, nitrocarburação, sulfuração iónica)
- Por difusão, através de tratamento termoelectroquímico em fase líquida ou pastosa (ex.: cementação, nitruração, sulfuração)
- Por difusão, através de imersão (ex.: galvanização, estanhagem, com alumínio, com chumbo)

Transformações Estruturais

Os três principais métodos utilizados nas transformações estruturais são:

- Por tratamento térmico superficial (ex.: operações de têmpera efectuadas com chama, por plasma, com laser ou por indução).
- Por tratamento mecânico superficial (ex.: granalhagem).
- Por implantação iónica (ex.: implantação de crómio e cobalto).

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Objetivos da Dissertação colocar verbos no infinitivo

Esta dissertação tem como objetivo principal a comparação de alguns métodos de avaliação de riscos. A segurança em engenharia tem vindo a desenvolver-se continuamente, existindo, atualmente, uma série de técnicas comprovadas que podem ser aplicadas para identificar potenciais situações de perigo e que se têm mostrado cada vez mais essenciais na civilização industrializada.

Geralmente, são utilizados mais do que um método de avaliação de riscos, visto que alguns métodos têm objetivos distintos. Uns focam-se na identificação dos perigos, outros na análise de risco e existem ainda alguns, que incluem a componente de quantificação do risco.

Desta forma, foi efetuada uma análise comparativa de vários métodos de avaliação de risco de forma a tentar compreender as diferenças entre eles, os métodos mais adequados para cada atividade, a comparação dos diferentes resultados obtidos em atividades nas mesmas condições.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Metodologia global

Esta dissertação prevê as seguintes fases:

- Pesquisa bibliográfica sobre a avaliação de riscos com enfoque na indústria metalomecânica.
- Análise dos vários métodos de avaliação de riscos a estudar.
- Identificação das várias atividades para estudo
- Identificação dos perigos e avaliação de riscos
- Estabelecimento das medidas preventivas.
- Avaliação dos vários riscos pelos diferentes métodos.
- Definição de novas medidas preventivas.
- Atualizar as avaliações de riscos efetuadas com as novas medidas preventivas.
- Efetuar um tratamento e análise dos dados obtidos.

Os métodos de avaliação utilizados foram:

- Método simplificado
- Método matricial
- Método William Fine
- NTP 330
- MIAR

Para a realização deste trabalho foi efetuado um levantamento dos vários riscos existentes onde foram tidos em consideração os seguintes riscos por atividades:

- Atividade a desenvolver (riscos existentes resultantes diretos da atividade)
- Condicionais existentes no local
- Compatibilidade de atividades
- Condicionais existentes
- Conhecimento ou aptidões para a realização da atividade

A avaliação de riscos só por si é uma atividade com algum grau de subjetividade. A mesma atividade em condições idênticas poderá ter valores diferentes, quando realizadas por pessoas diferentes. Ainda, a avaliação efetuada pela mesma pessoa em alturas diferentes poderá condicionar essa mesma avaliação (ex. coatividade de trabalhos etc.)

Desta forma, torna-se crucial, para uma correta comparação dos vários métodos em estudo, que os parâmetros possíveis de subjetividade sejam reduzidos ao mínimo. Para isso, as várias avaliações foram efetuadas na mesma altura com condições idênticas, bem como garantiram que a aplicação dos métodos fosse idêntica para as várias atividades.

3.2.2 Métodos de Avaliação Simplificado

No Método Matricial, a classificação do risco é efetuada com base na definição de valores para a probabilidade e para a gravidade, com os quais se constrói a matriz de risco de acidente, conforme se apresenta na tabela.

O valor de probabilidade ou gravidade poderá ser 1 com baixa probabilidade, de 2 com probabilidade média ou de 3 com probabilidade elevada, conforme se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3- 3- Método Simplificado – Valor de probabilidade e gravidade (P e G)

Método Simplificado			
Valor da probabilidade (P)		Valor da gravidade (G)	
1	Baixa	1	Baixa
2	Média	2	Média
3	Elevada	3	Alta

O valor do risco (VR) é estimado multiplicando os dois valores de probabilidade (P) e gravidade (G) reportados ao evento que se pretende analisar, conforme se pode observar na Tabela 4.

$$VR = P \times G$$

Tabela4 - 4 – Método Simplificado – Valor do Risco (VR)

Valor do Risco				
P x G		Valor da gravidade (G)		
		1	2	3
Valor da probabilidade (P)	1	1	2	3
	2	2	4	6
	3	3	6	9

Com o valor do risco sabemos o nível de intervenção, conforme se pode observar na Tabela 5.

Tabela 5 - 5 – Método Simplificado – Nível de Intervenção (NI)

Nível de intervenção	
Valor do Risco	Nível de intervenção
1 e 2	Baixo
3 e 4	Médio
6 e 9	Elevado

3.2.3 Métodos de Avaliação Matricial

No Método Matricial, a classificação de risco é efetuada com base na definição de valores para a probabilidade (P) e para a gravidade (G), com os quais se constrói a matriz de risco de acidente, conforme se apresenta na Tabela em 6.

A probabilidade poderá ter valor de A, B C ou D. Para probabilidades improváveis terá o valor de A, e para probabilidades frequentes o valor de D.

A gravidade poderá ter valor de A para acidentes com consequência sem incapacidade ou valor de B para acidentes com incapacidade temporária para o trabalhador inferior ou igual a 30 dias- Se essa incapacidade for superior a 30 dias, o valor da gravidade é C. Para as situações com incapacidade permanente ou consequências mortais o valor da gravidade é D.

Tabela 6- 6 – Método Matricial – Valor de probabilidade e gravidade (P e G)

Método Matricial			
Valor da probabilidade (P)		Valor da gravidade (G)	
A	Improvável	A	Sem incapacidade
B	Raro	B	Com incapacidade temporária \leq 30 dias
C	Ocacional	C	Com incapacidade temporária $>$ 30 dias
D	Frequente	D	Com incapacidade permanente ou morte

O valor de risco (VR) é estimado multiplicando os dois valores (probabilidade e gravidade) reportados ao evento que se pretende analisar, conforme se pode observar na Tabela 7.

Desta forma, obtemos um valor de risco que poderá ser de 1 a 5.

Tabela 7 - 7 – Método Matricial – Valor do Risco (VR)

Valor do Risco					
P / G		Valor da gravidade (G)			
		A	B	C	D
Valor da probabilidade (P)	A	1	2	2	3
	B	2	2	3	4
	C	2	3	4	5
	D	3	4	5	5

Com o valor de risco, identificamos qual a classificação do nível de intervenção necessário. Para valor de risco 1, o nível de intervenção é muito baixo e para valor de risco 5, o nível de intervenção é muito alta, conforme se pode observar na Tabela 7.

Tabela 8 - 8 – Método Matricial – Nível de Intervenção (NI)

Nível de intervenção	
Valor do Risco	Nível de intervenção
1	Muito Baixo
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Muito Alto

3.2.4 Método de Avaliação William Fine

O Método de William Fine tem como objetivo estabelecer prioridades, integrando o grau de risco com a limitação económica. Por intermédio dele, o departamento de Segurança pode projetar o “*timing*” de implementação, o esforço e a previsão de verba, de acordo com o nível de perigosidade de cada risco.

Tal sistema de prioridade está alicerçado numa fórmula simples, que calcula o perigo de cada situação, e tem como resultado o Grau de Perigosidade ou Risco. Este grau determina a urgência da tomada de decisão, ou seja, se o risco deve ser tratado com maior ou menor urgência.

A Justificação dos Investimentos na segurança deverá estar diretamente relacionada com o Grau de Perigosidade. É óbvio que, se por exemplo, o investimento em sistemas de segurança e o grau de perigosidade for baixo, deve haver uma forma de balancear o investimento. Com este método obtém-se um parâmetro para realizar e justificar o investimento na segurança.

O método assenta na caracterização do nível de risco tendo por base três variáveis:

- Consequência (C) – o resultado mais provável de um potencial acidente;
- Exposição ao risco (E) – a frequência com que ocorre a situação de risco;
- Probabilidade (P) – representando a probabilidade associada à ocorrência do acidente.

Tendo por base as variáveis referidas, o grau de perigosidade ou risco vem definido como o produto da extensão das consequências, pela exposição e pela probabilidade.

$$\text{Risco} = C \times E \times P$$

Consequência (C)

O valor do nível de consequência depende de fatores humanos, como seja o tipo de lesão ou fatalidades, resultante do acidente e de danos materiais resultante do valor monetários dos danos causados. Este nível de consequência poderá ter valor de 1, para as situações menos graves ou valor máximo de 100, para situações mais graves.

O valor do nível de consequência encontra-se expressa na tabela seguinte:

Tabela 9- 9 – Método William Fine – Valor da gravidade das consequências (C)

Valor da Gravidade das Consequência (C)	
Classificação	Código Numérico
Várias fatalidades ou danos na ordem dos 600000€	100
Fatalidades ou danos superiores a 300000€	40
Fatalidades ou danos superiores a 120000€	15
Lesões permanentes ou danos superiores a 60000€	7
Lesões de natureza temporária ou danos superiores a 6000€	3
Primeiros socorros ou danos superiores a 600€	1

Exposição ao risco (E)

O valor do nível de exposição poderá ter valor entre 0,5 e 10 sendo o valor de 10 a situação mais desfavorável, onde o trabalhador está continuamente exposto ao risco.

O valor do nível de exposição encontra-se expressa na tabela seguinte:

Tabela 10- 10 – Método William Fine – Valor da Exposição ao risco (E)

Valor da Exposição ao Risco (E)	
Classificação	Código Numérico
Continuadamente – várias vezes ao dia	10
Frequentemente – aproximadamente uma vez por dia	6
Ocasionalmente – uma ou duas vezes por semana	3
Pouco usual – uma ou duas vezes por mês	2
Raramente – uma ou duas vezes por ano	1
Muito dificilmente – não se registou em anos mas é possível	0,5

Probabilidade (P)

O valor da probabilidade poderá ter valor entre 0,2 e 10, sendo o valor de 10 a situação mais desfavorável, onde é mais provável a ocorrência de um acidente.

O valor do nível de probabilidade encontra-se expresso na tabela seguinte:

Tabela 11- 11 – Método William Fine – Valor da Probabilidade ao risco (P)

Valor da Probabilidade ao Risco (E)	
Classificação	Código Numérico
Consiste no resultado mais provável e esperado se a situação de risco se registar – ocorre frequentemente	10
É perfeitamente possível e nada improvável – valor de probabilidade de cerca de 50%	6
Corresponde a uma sequência ou coincidência rara, não é expectável que ocorra – probabilidade de cerca de 10%	3
Corresponde a uma sequência remotamente possível. Sabe-se que já foi registada – probabilidade de cerca de 1%	1
Nunca ocorreu em muitos anos de exposição, mas pode registar-se	0,5
É praticamente impossível que se registre – probabilidade de cerca de um num milhão.	0,2

Risco

O valor do risco é calculado pela expressão :

$$\text{Risco} = C \times E \times P$$

Com o valor de risco, identificamos qual a classificação do nível de intervenção necessário. Para valor de risco inferior a 85 o nível de intervenção é baixo e para valor de risco superiores a 400 o nível de intervenção é extremo necessitando de uma intervenção urgente.

A definição da atuação em função do nível de risco identificado e quantificado pode ser efetuada através das orientações expressas na Tabela seguinte:

Tabela 12- 12 – Método William Fine – Classificação de Risco (R)

Classificação de Risco (P)	
Valor do Risco	Classificação de Risco
400	Extremo
$250 \leq \text{Risco} < 400$	Muito elevado
$200 \leq \text{Risco} < 250$	Elevado
$85 \leq \text{Risco} < 200$	Médio
< 85	Baixo

Justificação (J)

Tendo por base os parâmetros já referidos, o método prossegue com a determinação de uma variável designada de “justificação” – esta visa representar a pertinência e eficácia das medidas passíveis de serem implementadas, considerando não apenas o nível de risco associado mas também o custo da intervenção e a mais-valia esperada.

A fórmula é:

$$\text{Justificação (J)} = R / (CC \times GC)$$

Onde:

R – representa o risco (determinado com base nas matrizes anteriores)

CC – representa o custo expectável da intervenção

GC – representa o grau de correcção (por outras palavras o quanto se espera que a medida implementada reduza o valor do risco)

Para a quantificação dos custos de correcção (CC), e do grau de correcção (GC), apresentado na Tabela seguinte, o método propõe as seguintes classificações:

Depois de determinado o valor para a justificação sugere-se que o mesmo seja interpretado de acordo com o seguinte princípio:

- Valor $J > 10$ Justificada
- Valor $J \leq 10$ Injustificada

Na fórmula, o resultado da Justificação do Investimento deverá ser superior a 10, para que o investimento seja considerado justificado.

É obvio que quanto mais alto for este índice, maior será o interesse do programa de prevenção.

Tabela 13 - 13 – Método William Fine – Valor de custo e grau de correção (CC e GC)

Método Matricial			
Custo de Correção		Grau de Correção	
Custo Estimado (€)	Pontuação	Correcção	Pontuação
Superior a 30000	10	Esperada eficácia na ordem dos 100%	1
Entre 15000 e 30000	6	Eficácia na ordem dos 75%	2
Entre 6000 e 15000	4	Correção entre 50 e 75%	3
Entre 3000 e 6000	3	Correção entre 25% e 50%	4
Entre 600 e 3000	2	Correção inferior a 25%	5
Entre 300 e 600	1		
Inferior a 300	0,5		

3.2.5 Métodos de Avaliação NTP 330

O Método NTP 330 Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente possibilita quantificar a magnitude dos riscos existentes, e como consequência hierarquizar racionalmente a sua prioridade de correção.

Para tal, inicia-se a deteção das deficiências existentes nos locais de trabalho para, posteriormente estimar a probabilidade de ocorrer um acidente e, tendo em conta a magnitude esperada das consequências, avaliar o risco associado a cada uma das deficiências.

Atendendo ao objetivo de simplicidade que se pretende, nesta metodologia não se aplicarão os valores reais absolutos de risco, probabilidade e consequência mas, sim os seus respetivos níveis, neste sentido

Falar-se-á de:

- Nível de deficiência (ND);
- Nível de exposição (NE);
- Nível de probabilidade; (NP)
- Nível de consequência (NC);
- Nível de risco (NR).

Com efeito, no presente método considera-se que:

- Nível de Probabilidade (NP) é função do Nível de Deficiência (ND) e da frequência ou Nível de Exposição (NE).
- Consequentemente, o Nível de Risco (NR) é função do Nível de Probabilidade (NP) e do Nível de Consequência (NC).

$$NP = ND \times NE \text{ e } NR = NP \times NC$$

Nível de deficiência (ND)

O termo ND é utilizado para traduzir a magnitude da relação esperada entre o conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação causal direta com o possível acidente.

São considerados quatro possíveis níveis de deficiência: Muito Deficiente, Deficiente, Melhorável e Aceitável, em função dos fatores de risco presentes.

A cada um dos níveis de deficiência fez-se corresponder um valor numérico a dimensional, exceto ao nível “Aceitável”, em cujo caso não se realiza uma valoração, já que não foram detetadas deficiências.

Neste contexto, os valores numéricos empregados nesta metodologia e a sua respetiva interpretação encontram-se referenciados na Tabela.

Tabela 14 - 14 – Método NTP 330 – Nível de Deficiência (ND)

Nível de Deficiência		
Muito Deficiente	10	Existência de fatores de risco significativos. O conjunto de medidas preventivas existentes é ineficaz.
Deficiente	6	Existência de alguns fatores de risco que precisam ser corrigidos. Há pouca eficácia nas medidas preventivas existentes.
Melhorável	2	Fatores de risco de menor importância. Há alguma eficácia do conjunto de medidas preventivas relativamente ao risco.
Aceitável	-	Não se detetam anomalias. O risco está controlado.

Nível de exposição (NE)

Relativamente ao termo NE, é a medida da frequência com que se dá a exposição ao risco, ou seja traduz o tempo que um trabalhador está exposto.

Contudo, para um risco específico o NE pode estimar-se em função dos tempos de permanência de exposição ao risco.

Os valores numéricos, como se pode visualizar na Tabela abaixo indicada, são ligeiramente inferiores aos valores que atingem os níveis de deficiência, dado que por exemplo, se a situação de risco está controlada, uma exposição alta não deveria ocasionar o mesmo nível de risco que uma deficiência alta com exposição baixa.

Tabela 15 - 15 – Método NTP 330 – Nível de Exposição (NE)

Nível de Exposição (NE)		
Exposição contínua	4	Continuadamente. Várias vezes na sua forma com tempo prolongado.
Exposição Frequente	3	Várias vezes na sua jornada, em tempos curtos.
Exposição Ocasional	2	Algumas vezes na sua jornada, em tempos curtos.
Exposição Esporádica	1	Irregularmente.

Nível de probabilidade (NP)

Deste modo, em função do ND das medidas preventivas e do NE ao risco é exequível determinar-se o termo NP, o qual pode ser obtido como sendo o produto de ambos os termos.

Tabela 16 16 – Método NTP 330 – Nível de Probabilidade (NP)

Nível de Probabilidade (NP) NP = ND x NE					
P / G		Nível de Exposição (NE)			
		4	3	2	1
Nível 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

Tabela 17 - 17 – Método NTP 330 – Enquadramento do Nível de Probabilidade (NP)

Enquadramento do Nível de Probabilidade (NP)		
Nível de Probabilidade (NP)		Significado
Muito Alto (MA)	24-40	Situação deficiente com exposição prolongada muito deficiente com exposição frequente. Normalmente a materialização do risco ocorre com frequência.
Alto (A)	10-20	Situação deficiente com exposição frequente ou ocasional, a materialização do risco pode ocorrer várias vezes na jornada.
Médio (M)	6-8	Situação deficiente com exposição esporádica; é possível que aconteça alguma vez dano.
Baixo (B)	2-4	Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não se espera que se materialize o risco.

Nível de consequência (NC)

No que diz respeito ao termo NC, consideraram-se igualmente quatro níveis para a classificação das consequências.

Estabeleceu-se um duplo significado ou seja, classificaram-se os danos físicos e os materiais. Porém, ambos os conteúdos devem ser considerados independentemente, tendo mais peso os danos pessoais que os danos materiais.

A escala numérica de consequências é muito superior à das probabilidades. Esta situação verifica-se devido ao fator consequência ter sempre um maior peso na valorização. Consta-se também, que os acidentes com baixa consideram-se como consequência grave. Com esta

consideração, pretende-se ser mais exigente na hora de penalizar as consequências sobre as pessoas, devido a um acidente.

Tabela 18 - 18 – Método NTP 330 – Nível de Consequências (NC)

Nível de Consequências (NC)			
Nível de Consequência (NC)		Danos Pessoais	Danos Materiais
Mortal ou catastrófico	100	Morte	Destruição total do sistema (difícilmente renovável)
Muito Grave	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis	Destruição parcial do sistema (reparação complexa e custosa)
Grave	25	Lesões com incapacidade laboral transitória	Requer paragem do processo para se efetuarem reparações
Leve	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização	Reparações sem necessidade de paragem de todo o processo

Nível de risco.

Com efeito, o termo NR será então função do termo NP e conseqüentemente do NC e pode ser calculado recorrendo à expressão matemática

$$NR = NP \times NC$$

A Tabela permite estabelecer o nível de risco e mediante o agrupamento dos diferentes valores obtidos, estabelecer blocos de prioridade de intervenção, através do estabelecimento dos quatro níveis indicados na tabela com algarismos romanos.

Os níveis de intervenção representam valores de cariz orientativo, dado que para priorizar um programa de investimentos e melhorias, é imprescindível introduzir a componente económica e o âmbito de influência da intervenção, designa o agrupamento dos níveis de risco que originam os níveis de intervenção e o seu respectivo sentido.

Tabela 19 - 19 – Método NTP 330 – Nível de Risco (NR)

Nível de Probabilidade (NP) NP = ND x NE							
P / G		Nível de Probabilidade (NP)					
		40-24	20-10		8-6	4-2	
Nível Consequencia (NC)	100	I 4.000-2.400	I 2.000-1.200		I 800-600	II 400-200	
	60	I 2.400-1.440	I 1.200-600		II 480-360	II 240	III 10
	25	I 1.000-600	II 500-250		II 250-150	III 100-50	
	10	II 400-240	II 200	III 100	III 80-60	III 40	IV 20

Tabela 20 - 20 – Método NTP 330 – Nível de Intervenção (NI)

Nível de Intervenção (NI)		
NI	NR	Significado
4.000 – 600	I	Situação Crítica. Necessita de correção urgente.
500 – 150	II	Corrigir e adaptar medidas de controlo.
120 – 40	III	Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a sua intervenção e a sua rentabilidade.
20	IV	Não necessita de intervenção.

(Fonte: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en El Trabajo INSHT)

3.2.6 Método integrado de Avaliação de Riscos Ocupacionais e de Impactes Ambientais (MIAR)

O MIAR é um método que pretende uma integração do sistema de gestão de qualidade, ambiente e ocupacional. Desta forma pretende potenciar o aparecimento de sinergias.

As atividades da organização são detalhadas através da identificação das entradas (input), as funções e as saídas (output) de cada processo. Esta metodologia adota assim, princípios da abordagem por processos utilizada em NP EN ISO 9001:2008 (Antunes, Baptista, and Diogo 2010).

Numa primeira fase para a sistematização e organização da informação relativa à identificação dos aspetos ambientais e ocupacionais, o método sugere a utilização das tabelas apresentadas em na tabela 21 e 22.

Os parâmetros que devem ser tidos em conta na avaliação da significância do impacte são cinco:

- 1) Gravidade (G) que quantificação do aspeto (Q) conjugada com o nível de perigosidade (P);
- 2) Extensão do impacte (E);
- 3) Exposição/frequência de ocorrência do aspeto (EF);
- 4) Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo (PC);
- 5) Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção/correção do aspeto (C);

Os impactos ambientais não são apresentados, pois esta vertente da avaliação não foi avaliada

A pontuação do Índice de Risco (IR) é obtida pela multiplicação da pontuação de cada um dos parâmetros:

$$\mathbf{IR= G \times E \times EF \times PC \times C}$$

onde:

- G é a gravidade (quantificação do aspeto Q, conjugada com o nível de perigosidade, P);
- E é a Extensão do impacte;
- EF é a exposição/frequência de ocorrência do aspeto;
- PC é o desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
- C os custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do especto

A pontuação total varia entre 1 e 1800 dentro de 4 níveis de risco em função da seguinte pontuação

Tabela 21 - 21 – Método MIAR – Índice de Risco (IR)

Índice de Risco (IR)		
IR	Valor	Significado
Nível 1	1-90	Valor menor
Nível 2	91-250	Valor médio
Nível 3	251-500	Elevado
Nível 4	501-1.800	Muito Elevado

Tabela 22 – Método MIAR – Parâmetros de Avaliação (G, E, EF, PC, C)

Parâmetros de Avaliação			
Parâmetro de avaliação	Tipo de Aspecto	Descrição	Valor
Gravidade do aspect (G)	Todos os aspectos (Q+P)	- Substâncias explosivas, oxidantes, muito Tóxicas (T+), Cancerígenas e com efeitos na reprodução. - Substâncias associadas às frases de risco: R1 a R9, R14, R16, R18, R19, R26 a R28, R32, R33, R39, R45 a R49, R60 a R64, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39/26, R37/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28. - Excede em mais de 250% o valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que podem causar morte ou lesão com incapacidade permanente absoluta.	10
		Substâncias Extremamente inflamáveis, Tóxicas (T), sensibilizantes e corrosivas. - Substâncias com identificação de risco: R12, R15, R23, R24, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R41, R42, R43, R14/15, R15/29, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R42/43, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25. - Entre 151% e 250% do valor limite aplicável / valores de referência. -Aspectos que podem causar lesões graves, com incapacidade temporária absoluta ou permanente parcial, mas de pequena percentagem;	5
		-Substâncias facilmente inflamáveis e Nocivas (Xn). - Substâncias com identificação de risco R11, R17, R20, R21, R22, R65, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22. - Entre 101% e 150% do valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos causadores de lesões menores com incapacidade temporária parcial mas de baixa gravidade;	3
		-Substâncias inflamáveis. - Substâncias Irritantes (Xi) ou produtos sem identificação de risco mas com limites aplicáveis (entre 51 % até 100% do valor limite aplicável). - Substâncias com identificação de risco R10, R36, R37, R38, R66 a R68, R36/37, R36/37/38, R37/38. - Aspectos que podem causar lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade;	2
		-Substâncias que não apresentam perigosidade. - Até 50% do valor limite aplicável / valores de referência. - Aspectos que não causam lesões.	1
Extensão do impacto (E)	Aplicável a todos os aspectos	Aspecto cuja extensão atinge mais do que 80% dos trabalhadores afetos a esse processo.	4
		Aspecto cuja extensão atinge entre 51 a 80% dos trabalhadores afetos a esse processo.	3
		Aspecto cuja extensão atinge entre 11 a 50% dos trabalhadores afetos a esse processo	2
		Aspecto cuja extensão atinge até 10 % dos trabalhadores afetos a esse processo.	1
Exposição/frequência de ocorrência do aspecto (EF)	Aplicável a todos os aspectos	Ocorrência contínua ou c/ periodicidade alta, correspondente às condições normais de operação (N).	3
		Ocorrência periódica – operação de arranque, paragem, ou condições de operação anormais (P).	2
		Ocorrência reduzida – correspondente a situações de emergência, acidentais ou pontuais (A).	1
Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo (PC)	Aplicável a todos os aspectos	Não existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado.	5
		Existe um sistema de controlo implementado mas sem evidências da sua adequada funcionalidade.	4
		Não existe um sistema de prevenção mas sim um sistema de controlo implementado que é funcional.	3
		Existe um sistema de Prevenção e Controlo implementado mas não existem evidências objetivas da sua adequada funcionalidade.	2
		Há um sistema de Prevenção e Controlo implementado e evidências da sua adequada funcionalidade.	1
Custos e complexidade técnica de prevenção/correção do aspecto (G)	Aplicável a todos os aspectos	Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica reduzidas.	3
		Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica médias.	2
		Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnicas elevadas.	1

(Fonte: Antunes, Baptista, and Diogo 2010)

PARTE 2

4 RESULTADOS

4.1 Sectores avaliados

Para realizar este trabalho foi efetuada a avaliação de riscos numa metalomecânica.

Esta dividia-se em quatro sectores: escritório, setor de alumínio, setor de ferro e montagem em obras.

A atividade desta empresa consiste no apoio a uma empresa de construção civil, nomeadamente na fabricação de elementos metálicos de materiais para serem aplicados em obra.

Os principais trabalhos realizados consistem em elementos de alumínio (ex. fabrico de caixilharias para janelas) e estruturas metálicas (ex. estrutura para pavilhões industriais).

4.2 Avaliação de riscos inicial

Foi efetuada uma avaliação de riscos inicial, onde se tinham verificado valores de risco elevados e vários não admissíveis pelo que com a implementação do sistema de gestão de segurança, bem como atuando a nível preventivo, verificou-se que os valores de risco agora medidos pelos vários métodos se encontram com valores mais adequados.

As principais ações tomadas foram:

1º Efetuou-se uma primeira avaliação de riscos com valores elevados;

2º Implementaram-se várias medidas (como por exemplo a nível de formação, de equipamentos de proteção individual e coletivos, na organização e gestão das atividades, na atuação nas máquinas e ferramentas, entre outros.)

3º Efetuou-se nova avaliação de riscos;

4.3 Identificação de perigos

De acordo com o objetivo desta dissertação, foram avaliadas e verificadas as atividades das secções de ferro e alumínio, excluíram-se as secções de obra e escritório visto fugirem ao âmbito previsto.

Foram identificadas várias atividades. Foram selecionadas para análise vinte e sete actividades, que foram consideradas devido a relação entre a sua utilização e aos perigos identificados.

Após terem sido identificadas as atividades foram identificados vários perigos e consequentes riscos por atividade, tendo os mesmos sido registados nas matrizes de avaliação de riscos (MAR) que se encontram no anexo II, sendo o total de 272 riscos ou seja uma média de 10 riscos por atividade.

Dos 272 riscos identificados, não foi possível monitorizar 40 riscos (14,71%) devido à falta de dados acessíveis sobre relatórios de análise de medição de ruído e iluminação, ou seja foram monitorizados 232 riscos, representando 85,29% do total de riscos identificados.

Ao analisar os riscos, verificamos que do total, 272 riscos identificados alguns são o mesmo risco, mas associado a uma atividade diferente.

Tabela 23 - 23 – MAR e N.º Riscos

Nível de Intervenção (NI)				
MAR	Actividade	Riscos		
		Totais	Não Calculados	Calculados
1	Soldadura (Semi-Automática Tig)	17	2	15
2	Rebarbagem	12	2	10
3	Manipulação Manual de Cargas	7	0	7
4	Manipulação Mecânica Cargas (Ponte Rolante)	10	0	10
5	Manipulação de Produtos Químicos	6	0	6
6	Máquina de Corte de 2 Cabeças	23	3	20
7	Serrote de Fita Fat	13	3	10
8	Serrote de Fita Birlik	13	3	10
9	Serra de Mesa Atika	18	3	15
10	Fresadora de Abrir	9	3	6
11	Máquina Fresadora / Copiadora	10	3	7
12	Máquina Furar Vertical _ Euro Trapani	9	2	7
13	Maquina Furar Vertical _ WDM	9	2	7
14	Máquina de Corte Cobra	8	2	6
15		5	1	4
16	Prensa Hidráulica	5	1	4
17	Máquina de Furar Base Magnética	9	2	7
18	Ar Comprimido	2	0	2
19	Cargas e Descargas	7	0	7
20	Armazenamento de Botijas Gás	7	0	7
21	Cortar com o Maçarico	5	0	5
22	Pinturas Ligeiras	6	0	6
23	Puncionadora Geka	17	3	14
24	Balancé	11	2	9
25	Quinadeira Hidráulica Rico	13	1	12
26	Guilhotina Rico	12	2	10
27	Manutenção da Ponte Rolante	9	0	9
	SOMA	272	40	232

4.4 Medidas preventivas.

Foram identificadas algumas medidas preventivas e ações corretivas das várias atividades e / ou equipamentos. No anexo III encontram-se listadas várias medidas preventivas.

4.5 Comparação de vários métodos

Na tabela 24 encontram-se analisadas vários parâmetros do cálculo do risco para o diferentes métodos.

Tabela 24 24 – Comparação parâmetros de vários métodos

Parâmetro		Método de Avaliação de Riscos				
		Simplificado	Matricial	William Fine	NTP 330	MIAR
Probabilidade	Sigla	P	P	P	NP	----
	Descrição	Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade	Nível de Probabilidade	
	Níveis	3	4	6	---	
	Valores	1 / 2 / 3	A / B / C / D	10 / 6 / 3 / 1 / 0,5 / 0,2	40 / 30 / 24 / 20 / 18 / 12 / 10 / 6	
	Calculo	Tabela 3	Tabela 6	Tabela 11	NP = ND x NE	
Gravidade	Sigla	G	G	C	NC	G
	Descrição	Gravidade	Gravidade	Consequencias da gravidade	Nível de Consequencia	Gravidade
	Níveis	3	4	6	4	5
	Valores	1 / 2 / 3	A / B / C / D	100 / 40 / 15 / 7 / 3 / 1	100 / 60 / 25 / 10	10 / 5 / 3 / 2 / 1
	Calculo	Tabela 3	Tabela 6	Tabela 9	Tabela 17	Tabela 22
Exposição ao Risco	Sigla			E	NE	EF
	Descrição			Exposição ao Risco	Nível de Exposição	Exposição/ frequência de ocorrência do aspeto
	Níveis			6	4	3
	Valores	----	----	10 / 6 / 3 / 2 / 1 / 0,5	4 / 3 / 2 / 1	3 / 2 / 1
	Calculo			Tabela 10	Tabela 15	Tabela 22
Deficiencia / Desempenho sistema	Sigla				ND	PC
	Descrição				Nível Deficiencia	Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo
	Níveis	----	----	----	3	5
	Valores				10 / 6 / 2	5 / 4 / 3 / 2 / 1
	Calculo				Tabela 14	Tabela 22
Impacto	Sigla					E
	Descrição					Extensão do impacto
	Níveis	----	----	----	----	4
	Valores					4 / 3 / 2 / 1
	Calculo					Tabela 22
Custos	Sigla					C
	Descrição					Custos e complexidade técnica de prevenção/ correção
	Níveis	----	----	----	----	3
	Valores					1 / 2 / 3
	Calculo					Tabela 22

Na tabela 25 encontra-se a distribuição dos riscos por classe de riscos para os métodos em estudo.

Tabela 25 - 25 – Distribuição dos riscos por classes

Distribuição dos Riscos por classes					
	Simplificado	Matricial	William Fine	NTP 330	MIAR
Sigla	VR	VR	NR	NR	IR
Descrição	Valor Risco	Valor Risco	Nível de Risco	Nível de Risco	Índice de Risco
Calculo	P x G	P / G (Tabela)	P x G x E	NP x NC c/ NP = ND x NE	G x E x EF x PC x C
Níveis	3 Níveis	5 Níveis	5 Níveis	4 Níveis	4 Níveis
Valores	Elevado (6 e 9)	Muito Elevado (5)	Extremo (4.000)	I (600 a 4.000)	Muito Elevado (501 a 1.800)
			Muito Elevado (250 ≤ R < 400)		
	Médio (3 e 4)	Médio (3)	Elevado (200 ≤ R < 250)	II (500 a 1.500)	Elevado (251 a 500)
			Médio (85 ≤ R < 200)	III (40 a 120)	Médio (91 – 250)
	Baixo (1 e 2)	Baixo (2)	Baixo (85 ≤ R)	IV (1 a 20)	Baixo (< 90)
Muito Baixo (1)					

4.6 Distribuição dos riscos obtidos pelas classes de risco

Ao analisar os vários riscos de acordo com classificação, os mesmos foram distribuídos da seguinte forma:

Tabela 26 - 26 – Distribuição dos riscos por classes

Distribuição dos Riscos por classes				
Método	Actividade	Riscos		% Classes Riscos utilizadas
		Totais	%	
Simplificado	Baixo	193	83,19%	100%
	Médio	29	12,50%	
	Alto	10	4,31%	
Matricial	1 (mais baixo)	108	46,55%	60%
	2	113	48,71%	
	3	11	4,74%	
	4	0	0,00%	
	5 (mais elevado)	0	0,00%	
William Fine	Baixo	187	80,60%	60%
	Médio	44	18,97%	
	Elevado	1	0,43%	
	Muito Elevado	0	0,00%	
	Extremo	0	0,00%	
NTP 330	IV (mais baixo)	0	0,00%	75%
	III	185	79,74%	
	II	46	19,83%	
	I (mais elevado)	1	0,43%	
MIAR	Nível 1 (mais baixo)	183	78,88%	50%
	Nível 2	49	21,12%	
	Nível 3	0	0,00%	
	Nível 4 (mais elevado)	0	0,00%	

4.7 Análise da distribuição dos riscos pelas classes de risco

Da análise da tabela, verifica-se que a distribuição dos riscos não é uniforme e varia entre os vários métodos.

A maioria dos riscos apresenta valores de risco baixo, situação compreendida com várias medidas preventivas introduzidas antes desta avaliação, que permitem “colocar” os riscos em valores de risco aceitáveis.

Verifica-se que o método simplificado é o único que utiliza todos os níveis de classificação de riscos, o que pode ser justificado pelo facto de ser o único que tem apenas 3 classificações (Baixo, Médio e Alto).

O método matricial tem 5 utilizações de riscos, comparando com o método simplificado verifica-se que os dois níveis mais elevados (4 e 5) não tiveram nenhum risco. Verifica-se também que os níveis inferiores (1 e 2) obtiveram valores aproximados (46 e 48%) que é aproximadamente o valor do valor mais baixo do método simplificado. O valor intermédio do método matricial (nível 3) tem valor aproximado do nível alto do método simplificado (4%).

O método William Fine tem 5 valores de risco idêntico ao método matricial, verifica-se também que os dois valores de risco mais elevados (4 e 5) também apresentam valor de 0% idêntico, contudo verifica-se que este método tem tendência a apresentar valores mais baixos, visto o valor mais baixo (Baixo) representar 80% das avaliações face aos 46% do nível 1 e de 95% dos níveis 1 e 2 do método matricial.

O método NTP 330 apesar de ter só 4 níveis de intervenção verifica-se que nos níveis III, II e I tem valores aproximados dos níveis de Baixo, Médio e Elevado do método William Fine. O método NTP 330 não tem riscos no valor mais baixo, pelo que se verificam valores de risco mais elevados do que no método William Fine.

O método MIAR, apresenta valores muito próximos dos métodos William Fine e NTP 330 centrados em duas escalas (aproximadamente 80% e 20%). Contudo, a distribuição dos mesmos não é igual. O MIAR apresenta 4 níveis de distribuição e os valores encontram-se nos níveis inferiores I (78,88%) e II (21,12%). O método William Fine apresenta aproximadamente os mesmos valores também nas mesmas classes mais baixas (Baixa e Média) apesar de ter 5 níveis de classes de riscos. O método NTP 330 que apesar de ter 4 níveis de risco, à semelhança do método MIAR, tem a particularidade de, apesar de apresentar aproximadamente os mesmos valores, estes não estarem nas classes de risco mais baixas (IV e III), mas sim nas duas classes de risco superiores (III e II), ficando a classe de risco inferior (IV) com valor 0%.

4.8 Comparação das Classes de Riscos

Após verificar a percentagem de riscos

Tabela 27 - 27 – Comparação de Classes de Risco

Simplificado		Matricial		William Fine		NTP 330		MIAR	
						IV	0,00%		
Baixo	83,19%	1	46,55%	Baixo	80,60%	III	79,74%	Nível 1	78,88%
Médio	12,50%	2	48,71%	Médio	18,97%	II	19,83%	Nível 2	21,12%
		(1 e 2 95%)							
Alto	4,31%	3	4,74%	Elev	0,43%	I	0,43%	Nível 3	0,00%
		4	0,00%	M. Ele	0,00%				0,00%
		5	0,00%	Ext.	0,00%			Nível 4	

4.9 Influência de cada parâmetro no valor do risco para cada método

4.9.1 Método Simplificado

Por este método verificamos que o “peso” da gravidade no valor final do risco é igual ao valor da probabilidade que corresponde a 50%.

Tabela 28 – Influência de cada parâmetro – Método Simplificado

		Probabilidade		
		1	2	3
Gravidade	1	1	2	3
	2	2	4	6
	3	3	6	9

4.9.2 Método Matricial

Neste método, à semelhança do método simplificado não apresenta a exposição dos trabalhadores nem parâmetros relacionados com custos.

Verifica-se que os casos limites de gravidades, o valor de risco é igual para os casos com consequências de incapacidades permanentes ou morte.

Tabela 29 - 29 – Influência de cada parâmetro – Método Matricial

		Probabilidade			
		A	B	C	D
Gravidade	A	1	2	2	3
	B	2	2	3	4
	C	2	3	4	5
	D	3	4	5	5

4.9.3 Método William Fine

O método William Fine apresenta um terceiro parâmetro de medida em relação aos dois últimos métodos anteriores, com a inclusão de um parâmetro referente à exposição a que os trabalhadores estão sujeitos.

Este método apresenta a vantagem de poderem ser monitorizados não só danos físicos, mas também danos causados a nível monetário, danos, avaliados no parâmetro “Consequências da Gravidade”.

Neste método, a gravidade tem uma importância maior no cálculo do risco. Na análise de uma situação mais grave, com a exposição e probabilidade máxima, a influência da gravidade pode ter uma influência no valor de risco de 13 vezes, como seja a diferença de 300 para 4.000.

Na situação analisada anteriormente entre a diferença de valor de risco em acidentes com consequências mortais ou incapacidades permanentes. Verifica-se na situação mais graves um valor entre 700 e 1.500 com valores de consequências de gravidade entre 7 e 15 para valores de exposição e probabilidade de 10.

Verifica-se também que para casos de mais que uma fatalidade existem valores diferenciados podendo ter um peso no valor final 6 vezes maior, como se verifica para os valores de riscos de 1.500 e 10.000 para os valores de consequência de gravidade entre 15 e 100, para os valores máximos de exposição e probabilidade.

Tabela 30 - 30 – Influência de cada parâmetro – Método William Fine

Exposição		3			6			10		
Probabilidade		3	6	10	3	6	10	3	6	10
Consequências da Gravidade	100	600	1.800	3.000	1.800	3.600	6.000	3.000	6.000	10.000
	40	360	720	1.200	720	1.440	2.400	1.200	2.400	4.000
	15	135	270	450	270	540	900	450	900	1.500
	7	63	126	210	126	252	420	210	420	700
	3	27	54	90	54	108	180	90	180	300
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 31 -31 – Influência de cada parâmetro – Método William Fine (2º)

Exposição ou Probabilidade		3						6						10					
Consequências da Gravidade		1	3	7	15	40	100	1	3	7	15	40	100	1	3	7	15	40	100
Probabilidade de ou Exposição	10	30	90	210	450	1.200	3.000	60	180	420	900	2.400	6.000	100	300	700	1.500	4.000	10.000
	6	18	54	126	270	720	180	36	108	252	540	1.440	3.600	60	180	420	900	2.400	6.000
	3	9	27	63	135	360	90	18	54	126	270	720	1.800	30	90	210	450	1.200	3.000

4.9.4 NTP 330

Este método à semelhança do método William Fine apresenta 3 parâmetros de análise, sendo que em vez de utilizar o parâmetro Probabilidade utiliza parâmetro ND, nível de deficiência.

Este método tem valor máximo inferior ao método William Fine de apenas 4.000 contra os 10.000, fator influenciado pelo valor do parâmetro exposição que o máximo é de apenas 4 contra o valor de 10 do método anterior.

Apesar do nível de consequência máximo ser idêntico ao método anterior, a influência da gravidade nos restantes casos é superior.

Tabela32 - 32 – Influência de cada parâmetro – Método NTP 330

NE		2			3			4		
ND		2	6	10	2	6	10	2	6	10
NC	100	400	1.200	2.000	600	1.800	3.000	800	2.400	4.000
	60	240	720	1.200	360	1.080	1.800	480	1.440	2.400
	25	100	300	500	150	450	750	200	600	1.000
	10	40	120	200	60	180	300	80	240	400

4.9.5 MIAR

O método MIAR é um método que é diferente dos métodos apresentados anteriormente. O método simplificado e matricial são semelhantes bem como o método Willian Fine e NTP 330.

Este método avalia 5 parâmetros:

- 1) Gravidade / quantificação do aspeto conjugada com o nível de perigosidade;

- 2) Extensão do impacto;
- 3) Exposição / frequência de ocorrência do aspeto;
- 4) Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
- 5) Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

Este método apresenta a vantagem de ter 3 parâmetros novos em relação aos sistemas anteriores que são

- Extensão do impacto;
- Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
- Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

Não quantifica diretamente o risco com o parâmetro da probabilidade de ocorrer o acidente, mas aponta parâmetros relacionados com desempenho do sistema de prevenção e controlo e da custos e complexidade das medidas de prevenção e correção.

O método NTP 330 já apresentava o valor da probabilidade como conjugação dos parâmetros Deficiência e Consequência.

Se verificarmos a comparação dos parâmetros do método MIAR em relação ao método NTP 330, verifica-se que o valor do risco total é quase metade (4.000 para 1.800). Contudo, tratando-se do valor do risco obtido por uma multiplicação o valor da gravidade que no NTP 330 tem um valor máximo de 100, no MIAR apresenta o valor máximo de 10, a percentagem da gravidade no valor final do risco 2% face aos 4% do método NTP 330 e 1% do William Fine.

Em relação a exposição ao risco, constata-se que este método apresenta uma influência maior, apesar de ser um valor com pouca relevância no valor do risco final. Verifica-se que tem valor de exposição máximo de 3 em relação ao valor de risco máximo de 1.800 ou seja 0,17%, contras os 0,1 % dos métodos William Fine (10 em 10.000) e NTP 330 (4 em 4.000).

As tabelas 33, 34 e 35 apresentam a influência de cada parâmetro no método MIAR. Devido aos vários parâmetros existentes neste método foram separadas em 3 tabelas com C (custos) de 1, 2 e 3.

Tabela33 - 33 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=1)

Gravidade			1				2				3				5				10			
Extensão			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
C	E	P																				
F	C	C																				
1	1	1	1	2	3	4	2	4	6	8	3	6	9	12	5	10	15	20	10	20	30	40
		2	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40				
		3	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		4	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		5	5	10	15	20	10	20	30	40	15	30	45	60	25	50	75	100	50	100	150	200
	2	1	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40	20	40	60	80
		2	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		3	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		4	8	16	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	160	80	160	240	320
		5	10	20	30	40	20	40	60	80	30	60	90	120	50	100	150	200	100	200	300	400
	3	1	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		2	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		3	9	18	27	36	18	36	54	72	27	54	81	108	45	90	135	180	90	180	270	360
		4	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
		5	15	30	45	60	30	60	90	120	45	90	135	180	75	150	225	300	150	300	450	600

Tabela34 - 34 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=2)

Gravidade			1				2				3				5				10			
Extensão			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
C	E	P																				
F	C																					
2	1	1	1	2	3	4	2	4	6	8	3	6	9	12	5	10	15	20	10	20	30	40
		2	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40				
		3	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		4	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		5	5	10	15	20	10	20	30	40	15	30	45	60	25	50	75	100	50	100	150	200
	2	1	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40	20	40	60	80
		2	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		3	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		4	8	16	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	160	80	160	240	320
		5	10	20	30	40	20	40	60	80	30	60	90	120	50	100	150	200	100	200	300	400
	3	1	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		2	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		3	9	18	27	36	18	36	54	72	27	54	81	108	45	90	135	180	90	180	270	360
		4	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
		5	15	30	45	60	30	60	90	120	45	90	135	180	75	150	225	300	150	300	450	600

Tabela35 - 35 – Influência de cada parâmetro – Método MIAR (C=3)

Gravidade			1				2				3				5				10			
Extensão			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
C	E	P																				
F	C																					
3	1	1	1	2	3	4	2	4	6	8	3	6	9	12	5	10	15	20	10	20	30	40
		2	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40				
		3	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		4	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		5	5	10	15	20	10	20	30	40	15	30	45	60	25	50	75	100	50	100	150	200
	2	1	2	4	6	8	4	8	12	16	6	12	18	24	10	20	30	40	20	40	60	80
		2	4	8	12	16	8	16	24	32	12	24	36	48	20	40	60	80	40	80	120	160
		3	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		4	8	16	24	32	16	32	48	64	24	48	72	96	40	80	120	160	80	160	240	320
		5	10	20	30	40	20	40	60	80	30	60	90	120	50	100	150	200	100	200	300	400
	3	1	3	6	9	12	6	12	18	24	9	18	27	36	15	30	45	60	30	60	90	120
		2	6	12	18	24	12	24	36	48	18	36	54	72	30	60	90	120	60	120	180	240
		3	9	18	27	36	18	36	54	72	27	54	81	108	45	90	135	180	90	180	270	360
		4	12	24	36	48	24	48	72	96	36	72	108	144	60	120	180	240	120	240	360	480
		5	15	30	45	60	30	60	90	120	45	90	135	180	75	150	225	300	150	300	450	600

4.10 Percentagem de influência de cada parâmetro no valor do risco

Na tabela 36 efetuou-se uma comparação em cada método do valor que cada parâmetro representava para o valor total do risco.

Visto o objetivo principal da avaliação de riscos e a salvaguarda dos trabalhadores verificou-se também o valor que representava para o risco entre um acidente com consequências de incapacidade parciais temporárias (IPT) e incapacidade parciais absolutas (IPA) e também entre IPA e Morte.

De forma a compreender a análise efetuada podemos ver um exemplo:

Considerando o valor de risco com amplitude de 100 (entre 0 e 100) e o valor de risco máximo dos parâmetros com valor de gravidade zero – 60%, logo a percentagem da gravidade no valor de risco representa 40% (dos 60 para 100).

Desta forma comparando entre acidentes com consequências com ITA e IPA podemos verificar qual a percentagem de influência no valor de riscos. Situação idêntica entre IPA e morte,

Tabela36 -36 – Percentagem de influência de cada parâmetro no valor do risco

		Risco Total			Outros parâmetros		Parâmetro estudo		Diferença ITP - IPA		Diferença IPA - Morte	
Método	P	Mínimo	Máximo	Amplitude	Val. Max	%	Val Max	%	Val	%	Val	%
Exemp	G	0	100	100	60	60%	40	40%	10	10%	15	15%
Simplificado	P	1	9	8	3	3/9	3	3/9	-	-	-	-
	G	1	9	8	3	3/9	3	3/9	1	33%	0	0
Matricial	P	1	5	4	2	50	2	50	-	-	-	-
	G	1	5	4	2	50	2	50	1	25%	0	0
WF	P	0,1	10.000	10.000	1.000	10%	10	1%	-	-	-	-
	G	0,1	10.000	10.000	100	1%	100	1%	25 (40-15)	0,25%	60 (100-60)	0,6%
	E	0,1	10.000	10.000	1.000	10%	10	0,1%	-	-	-	-
NTP 330	N E	0	4.000	4.000	1.000	25%	4	0,1%	-	-	-	-
	N D	0	4.000	4.000	400	10%	10	0,25%	-	-	-	-
	N C	0	4.000	4.000	40	1%	100	2,5%	35 (60-25)	0,9%	40 (100-60)	1%
MIAR	G	1	1.800	1.800	180	10%	10	0,6%	2 (5-3)	0,1%	5 (10-5)	0,3%
	E	1	1.800	1.800	450	25%	4	0,2%	-	-	-	-
	E F	1	1.800	1.800	480	27%	3	0,2%	-	-	-	-
	P C	1	1.800	1.800	360	20%	5	0,3%	-	-	-	-
	C	1	1.800	1.800	600	33%	3	0,2%	-	-	-	-

5 DISCUSSÃO

Na tabela 37, apresentam-se os principais aspectos positivos e negativos de cada método.

Verifica-se contudo alguma dificuldade em distinguir o que é positivo e negativo, visto que uma determinada situação poderá ser negativa mas para uma pessoa, organização ou situação ser vista com positivo.

Em algumas situações um aspecto negativo e consequência da influência de outro aspecto positivo (ex. método simplificado método simples, fácil e rápido de aplicar contudo, é um método pouco aprofundado e muito subjetivo).

Tabela 37 - 37 – Aspectos positivos e negativos de cada método

Distribuição dos Riscos por classes		
Método	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
Simplificado	<ul style="list-style-type: none"> - Único método que utilizou os 3 níveis de classe de riscos medidos. - Valor da gravidade com 50% do peso do valor do risco. - Valor da consequência (ex. morte ou incapacidade permanentes) no valor do risco. - Método simples, fácil e rápido de aplicar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tem apenas 3 classes de risco. - Não tem parâmetro de análise de exposição, custos. Deficiências - Método pouco aprofundado e muito subjetivo.
Matricial	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta melhor distribuição de valores inferiores, mais distribuídos (classe 1 e 2) - Valor da gravidade com 50% do peso do valor do risco. - Valor da consequência (ex. morte ou incapacidade permanentes) no valor do risco. - 5 Níveis de risco - 2 Níveis de risco Baixo (Baixo e Muito Baixo) - Método simples, fácil e rápido de aplicar 	<ul style="list-style-type: none"> - Não tem parâmetro de análise de exposição, custos, deficiências - Dois parâmetros mais elevados medidos sem riscos. - Consequência (ex. morte ou incapacidade permanentes) com pouco acréscimo no valor do risco. - Método pouco aprofundado e muito subjetivo.

Distribuição dos Riscos por classes		
Método	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
William Fine	<ul style="list-style-type: none"> - Parâmetro Exposição dos trabalhadores (não existente nos métodos Simplificados e Matricial). - Parâmetro referente aos danos causados a nível monetário. - Apresenta influência diferente entre uma ou varias fatalidades. - 5 Níveis de risco sendo que 3 são níveis elevados 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores concentrados no nível de risco inferior. - Inclui parâmetro de probabilidade mas não de deficiência. - Não utiliza os valores mais elevados, utilizando apenas 60% dos vários valores de risco - 2 Classes de risco superiores não utilizados
NTP 330	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta parâmetro para deficiência. - Influência do valor da gravidade superior aos métodos William Fine e Miar. Riscos situados nas classes superiores em relação aos outros métodos Classe de risco inferior (IV) sem risco. Componente nível de deficiência do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuição dos riscos pelas classes inadequada. - Riscos centrados nas 3 classes mais altas (III, II e I) - Classe de risco mais alta (I) com riscos, situação que não acontece com outros métodos apesar de não existir nenhuma situação grave. - Classe de risco inferior (IV) sem riscos apesar de serem apresentado valores de risco baixos. (nos outros métodos aproximadamente 80% das situações estavam nesta classe).
MIAR	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema privilegia integração no sistema de gestão - Componente ambiental -Parâmetro Gravidade detalhado - Parâmetro para Exposição / Impacto - Parâmetro para desempenho dos sistemas de prevenção e controlo; - Parâmetro para custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto - Percentagem do valor exposição ao risco superior aos métodos Willian fine e NTP 330 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor da gravidade reduzido face ao valor do risco total. - Valor subjetivo do parâmetro custo.

Após a realização deste trabalho, verifica-se a existência de vários métodos de avaliação de riscos.

O caso em estudo de uma metalomecânica que apresentava melhorias significativas face à última realização de avaliação de riscos pelo que a maioria dos valores obtidos enquadraram-se nas classes de risco mais baixas e médias, como era de esperar.

Cada método apresenta pontos positivos e negativos descritos na tabela 37. Não existe um método perfeito contudo cada um deles adequa-se a situações diferentes.

Verifica-se que a aplicação de uma só metodologia nem sempre é suficiente pelo que é aconselhável a aplicação de mais que uma metodologia em simultâneo.

O objetivo principal da avaliação de risco prende-se com a salvaguarda dos trabalhadores e a eliminação dos danos causados a estes. É frequente na análise aprofundar as consequências mais graves dos acidentes como seja incapacidades absolutas ou morte.

A avaliação de riscos é sempre uma atividade subjetiva pelo que se torna importante a existência de um histórico, metodologia de aplicação adequada de forma a reduzir ao mínimo essa subjetividade.

Desta forma é aconselhável:

- a metodologia a adotar ser menos genérica de forma a adaptar-se melhor ao detalhe.
- Existir um histórico de avaliações de riscos e suas aplicações de forma a obter valores adequados.
- Incluir inputs como seja histórico de acidentes de trabalho.
- Conhecer de forma aprofundada as atividades da empresa e trabalhadores, como seja os conhecimentos técnicos ou de atividades incompatíveis.

A indústria é uma atividade que se encontra em constante atualização. Cada dia ganha mais importância os setores da segurança, ambiente e qualidade. Cada vez mais, estes sistemas de gestão se encontram relacionados e integrados, de forma a criar sinergias para a otimização de resultados.

Desta forma a avaliação de riscos tem uma natural adequação ao tecido industrial e às exigências das empresas.

A integração de uma avaliação de riscos nestas componentes acaba por se tornar uma vantagem acrescida.

O método MIAR veio trazer uma vantagem em relação aos restantes métodos com a inclusão da componente ambiental na integração de um sistema de avaliação de riscos, apesar de não ter sido monitorizada a componente ambiental nesta dissertação.

Este método apresenta outras inovações como seja a não inclusão do parâmetro probabilidade, que só por si era um fator de elevada subjetividade, ou ainda, com a inclusão de outros parâmetros como seja a exposição / impacto que esse risco causa, o desempenho dos sistemas de prevenção e controlo; e os custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

É um método que privilegia o desempenho dos sistemas de prevenção em detrimento da componente probabilidade.

Revelou ser o método que melhor se enquadra no setor em causa.

O parâmetro gravidade apresenta uma vantagem e uma desvantagem. A vantagem é o grau de pormenorização com que o mesmo foi realizado. Contudo tem um ponto menos favorável que se prende com o valor atribuído à gravidade, em função do valor do risco total, principalmente em casos com acidentes com consequências como danos de incapacidade permanentes ou mortes.

O MIAR inclui na sua avaliação um parâmetro fundamental nas organizações e empresas, os custos e a complexidade técnicas de prevenção/correção do aspeto, permitindo assim uma análise mais aproximada da realidade laboral. No entanto, acaba por introduzir uma componente importante, e por muito que se pretenda a componente custo acaba por estar sempre ligada à segurança. Este parâmetro acaba por introduzir uma componente subjetiva visto que o custo acaba por ter componente de custo de investimento da prevenção, como também o custo associado a implementação das ações de melhoria / reparação.

Os métodos simplificados e matriciais são métodos simples de fácil e rápida aplicação, mas são métodos muito pouco fiáveis (subjetividade elevada), que poderão ter vantagem para situações de curta duração e / ou de riscos reduzidos.

Os métodos William Fine e NTP 330 apresentam, em relação aos métodos anteriores, a componente exposição ao risco. Ambos obtiveram valores semelhantes apesar de se situarem em classe de risco diferentes.

O método NTP 330 apresenta o parâmetro nível de deficiência para o cálculo da probabilidade. O método William Fine tem como principal desvantagem a classificação dos valores obtidos se enquadram maioritariamente nas classe baixo com 80,60%, enquanto no método NTP 330 os mesmos se encontra na classe Médio (nível III com 79,74%), ficando a componente mais baixa (nível IV) sem nenhum risco.

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

6.1 Conclusões

Após a obtenção dos resultados verifica-se que os objetivos propostos foram alcançados. Foi efetuado um levantamento das atividades e subactividades desta indústria da Metalomecânica e detetados os vários riscos, no total 272. Por fim, foi efetuada a avaliação de riscos por 5 métodos diferentes.

Para a obtenção destes valores foram utilizados as seguintes indicadores:

- Análise comparativa de cada parâmetro dos vários métodos, com seus valores, medida de cálculo relacionado com o mesmo parâmetro por métodos etc. (ver tabela 24)
- Análise comparativa das Formulas de cálculo entre métodos dos valores do risco (ver tabela 24)
- Análise comparativa das Distribuição da classe de riscos de cada método (ver tabela 25)
- Análise comparativa da distribuição dos valores de risco obtidos pelas classes de risco de cada método (ver tabela 25)
- Distribuição percentual das classes de risco utilizadas nos diferentes métodos (ver tabela 26)
- Análise crítica da distribuição dos riscos pelas classes de risco e sua influência (ver ponto 4.7)
- Enquadramento das classes de riscos por valores obtidos e comparação da distribuição das classes de risco (ver tabela 27)
- Influência de cada parâmetro e por método no valor do risco (ver tabela 28 a 35)
- Percentagem de influência de cada parâmetro no valor do risco (ver tabela 36)
- Percentagem de influência de consequência com incapacidades temporárias para incapacidades definitivas (ver tabela 36)
- Percentagem de influência de consequência com incapacidades temporárias para incapacidades definitivas (ver tabela 36)
- Aspectos positivos e negativos por cada método (ver pagina 37)

Estes parâmetros foram analisados para os 5 métodos em estudo.

Os valores obtidos permitiram efetuar uma análise crítica e comparativa dos diferentes métodos utilizados.

As empresas encontram-se em constante adaptação e evolução. A avaliação de riscos como instrumento de gestão de uma organização deverá evoluir de forma a adaptar-se à realidade existente no tecido empresarial.

Conclui-se que os vários métodos apresentam aspectos positivos e negativos e que cada um se enquadra melhor em cada situação, de acordo com a tabela apresentada na tabela do ponto 5.

Deverá ser retirado o que de positivo cada método tem pelo que será sempre conveniente a utilização de mais de que um método de análise.

É determinante que a avaliação dos riscos seja bem efetuada de forma a evitar subjetividades ou valores inadequados. Importa por isso conhecer bem o processo e organização, bem como a sistematização da aplicação do método.

O método MIAR, visto ser um método mais aprofundado e detalhado, bem como privilegiar os sistemas de gestão demonstra ser aquele que se enquadra melhor para esta indústria da Metalomecânica, e o que está mais adequado com a realidade existente nas empresas atualmente,

6.2 Perspetivas Futuras

As avaliações de risco devem ser vistas como uma ferramenta dos sistemas de gestão. Desta forma, é importante que as mesmas sejam adequadas às necessidades e evoluções reais das empresas e não como um documento apenas necessário para cumprimento das formalidades legais exigidas.

No MIAR verificou-se uma integração dos sistemas de segurança e ambiental.

A avaliação de risco tem como principal importância os danos causados aos trabalhadores, no entanto, existem vários parâmetros que têm influência na ocorrência de um acidente de trabalho e que não são quantificados nas avaliações de risco.

Poder-se-á ir mais além e incluir outros pontos e outros sistemas que acabam por ser afetados na ocorrência de um acidente:

- Valor Económico - Danos materiais (máquina, instalações, matéria primas)
- Vertente Produção - Danos produção (quebra produção, data chave)
- Vertente Gestão da Qualidade - Imagem e satisfação cliente, perda de imagem empresa
- Vertente Gestão do Risco (não risco de segurança) – Imagem da empresa, Datas Chaves,
- Vertente Social - Fator humano nem todos trabalhadores são iguais (ex. desrespeito regras segurança, afetação por acidentes causados terceiros, disposição nem sempre igual), danos causados a outros trabalhadores e família, etc.
- Vertente Patrimonial - Gravidade e consequência Ex. Património genético

Algumas das situações que interferem com as causas dos acidentes de trabalho e que se devem ter em consideração como objetivo numa avaliação de riscos:

- Consequência mais aprofundada dos acidentes de trabalho para o trabalhador, nomeadamente com incapacidades permanentes e morte. A gravidade para incapacidades permanente é igual independente do grau de incapacidade.
- Consequências materiais para as empresas resultantes do acidente, nomeadamente das instalações, matéria-prima, ferramentas, equipamentos entre outros.

- Influência no produto final ex. consequência do produto final não ser igual ou não satisfazer as necessidades ou expectativas do cliente. Neste parâmetro poderá existir uma ligação ao Sistema de Gestão de qualidade.
- Imagem que poderá resultar para o exterior, e poderá incluir por exemplo a perda de clientes ou reputação da empresa. Aqui poderá existir uma ligação com Sistema de Gestão de Risco.
- Danos causados a outros trabalhadores como seja a perda de produtividade, receio na realização de tarefa idêntica e/ou estarem mais sujeitos a acidentes idênticos, danos psicológicos entre outros.
- Danos causados a familiares Ex. apoio ao trabalhador vitimado
- Influência na produção, principalmente em atividades críticas.
- Processo de substituição de trabalhador permanente ou temporário com custos, perda produção aí causados.
- Melhoria na avaliação dos danos resultantes do acidente.
- Melhoria dos inputs para a avaliação de risco.
- Melhoria nos conhecimentos das atividades, para correta avaliação de riscos
- Componente humana, na quantificação do risco
- Proteção do património genético.

7 BIBLIOGRAFIA

Antunes, F. A., J. S. Baptista, and M. T. Diogo. 2010. Methodology of integrated evaluation of environmental and occupational risks. Edited by P. Arezes, J. S. Baptista, M. P. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, N. Costa, R. Melo, A. S. Miguel and G. P. Perestrelo, Sho2010: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene. Guimarães: Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.

Antunes, Fernando José Artilheiro. 2009. Metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais. Porto: [s. n.].

Aven, Terje. 2011. "A risk concept applicable for both probabilistic and non-probabilistic perspectives." *Safety Science* no. 49 (8–9):1080-1086. doi: 10.1016/j.ssci.2011.04.017.

Bull, Nils (2001). Mandatory use of eye protection prevents eye injuries in the metal industry. Highwire Press, pp 2.

Cordeiro, Ricardo (2002). Suggestion of an inverse relationship between perception of occupational risks and work-related injury, Pubmed, *Cad. Saúde Pública* vol.18 no.1 Rio de Janeiro.

Dastous, P. A., J. Nikiema, D. Maréchal, L. Racine, and J. P. Lacoursière. 2008. "Risk management: All stakeholders must do their part." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* no. 21 (4):367-373. doi: 10.1016/j.jlp.2008.01.003.

Ediciones CEAC (1998). *Tecnologia mecânica*, Ediciones CEAC, Edição Portuguesa – Plátano Editora, pp 262.

Fonseca, Fernanda Rodrigues e Pina; Baptista, (1998). *Conceção de Locais de Trabalho – Guia de Apoio*, IDICT, pp 63.

ILO, (International Labour Organization). 2012. *Encyclopaedia of occupational health and safety 2012a* [cited 20.04.2012 2012]. Available from http://www.ilo.org/safework_bookshelf/english?d&nd=170000102&nh=0.

ILO, (International Labour Organization) 2012. 2012b [cited 20-04-2012 2012]. Available from <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm>.

ISO/IEC. 1999. *Safety Aspects - Guidelines for their inclusion in standards*. In Guide 51.

ISTAS, Institut Sindical de trabajo, Ambiente y Salud 2012. *La prevención de riesgos en los lugares de trabajo 2012* [cited 20.04.2012 2012]. Available from <http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/ILUMINACION.pdf>.

Koivisto, Raija, Nina Wessberg, Annele Eerola, Toni Ahlqvist, Sirku Kivisaari, Jouko Myllyoja, and Minna Halonen. 2009. "Integrating future-oriented technology analysis and risk assessment methodologies." *Technological Forecasting and Social Change* no. 76 (9):1163-1176. doi: 10.1016/j.techfore.2009.07.012.

Macedo, Ricardo Jorge. 2006. *Manual de higiene do trabalho na indústria*. Vol. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Marhavidas, P. K., D. Koulouriotis, and V. Gemeni. 2011. "Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* no. 24 (5):477-523. doi: 10.1016/j.jlp.2011.03.004.

Miguel, Alberto Sérgio S. R. 2010. *Manual de higiene e segurança do trabalho*. Vol. 11ª ed. Porto: Porto Editora.

Milazzo, Maria Francesca, and Terje Aven. 2012. "An extended risk assessment approach for chemical plants applied to a study related to pipe ruptures." *Reliability Engineering & System Safety* no. 99 (0):183-192. doi: 10.1016/j.ress.2011.12.001.

Monteiro, José Manuel. 2002. *Gestão da Prevenção*. Edited by INDEG/ISCTE. 13 vols. Vol. 13, *Manuais de Segurança, Higiene e Saúde do trabalho*. 74 Bibliografia

OSHA, European Agency for safety and Health at work. 2012. A European campaign on Risk Assessment, 2009 [cited 19-04-2012 2012]. Available from <http://osha.europa.eu/en/campaigns/hw2008/campaign/6powerpoints/>.

Papadakis, G. A., and A. A. Chalkidou. 2008. "The exposure–damage approach in the quantification of occupational risk in workplaces involving dangerous substances." *Safety Science* no. 46 (6):972-991. doi: 10.1016/j.ssci.2007.11.009.

Reniers, G. L. L., W. Dullaert, B. J. M. Ale, and K. Soudan. 2005. "Developing an external domino accident prevention framework: Hazwim." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* no. 18 (3):127-138. doi: 10.1016/j.jlp.2005.03.002.

Tixier, J., G. Dusserre, O. Salvi, and D. Gaston. 2002. "Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* no. 15 (4):291-303. doi: 10.1016/s0950-4230(02)00008-6.

van Bommel, W. J. 2006. "Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work." *Appl Ergon* no. 37 (4):461-6. doi: 10.1016/j.apergo.2006.04.009.

van Duijne, Freija H., Dirk van Aken, and Evert G. Schouten. 2008. "Considerations in developing complete and quantified methods for risk assessment." *Safety Science* no. 46 (2):245-254. doi: 10.1016/j.ssci.2007.05.003.

Avaliação de riscos: Aplicação a um processo de Construção, Francisco Claro da Silva Carneiro, 2011., Dissertação de Mestrado

Metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais, Fernando José Artilheiro Antunes, 2009, Dissertação de Mestrado

ANÁLISE DE RISCO EM PROJECTOS DE CONSTRUÇÃO, MARTA FILIPA OLIVEIRA RODRIGUES, 2009, Dissertação de Mestrado

Aplicação de metodologia integrada de avaliação de riscos de SHO e impactes ambientais, Ricardo António de Jesus Queirós Pereira, 2010, Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DE RISCOS NA REPARAÇÃO DE MOLDES PARA VIDRO DE EMBALAGEM
Cátia Carina Guerra Ferreira, 2012, Dissertação de Mestrado

RUÍDO OCUPACIONAL E PERDAS AUDITIVAS NUMA EMPRESA DO RAMO DA METALOMECAÂNICA António Manuel da Silva Beça, 2013, Dissertação de Mestrado

ESTUDO TÉCNICO PARA ESTABELECIMENTO DE PROCEDIMENTOS DE ACTUAÇÃO, HIGIENE E SEGURANÇA EM OFICINA METALOMECAÂNICA André Filipe Curvelo Tavares, 2011, Dissertação de Mestrado

Análise de acidentes de trabalho em contexto do setor laboral – Metalomecânica , Lúcia Mariana Areias da Costa 2012, Dissertação de Mestrado

CONTRIBUTO PARA A AVALIAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NO SETOR PETROLÍFERO: ESTUDO DE CASO NUMA REFINARIA Ana Gonçalves Cardoso, 2013, Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS E PROFISSIONAIS NA INDÚSTRIA METALOMECAÂNICA, Lúcia de Jesus Gonçalves Afonso, 2012, Dissertação de Mestrado

Análise e Avaliação de Riscos para Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais numa Indústria Transformadora de Polímeros, Cláudia Filipa Tavares de Matos, 2012, Dissertação de Mestrado

Análise de Acidentes de Trabalho numa Indústria Metalomecânica, Ana Duarte Alves, Dissertação de Mestrado

ANEXOS
(EM SUPORTE INFORMÁTICO)

ANEXO I
MODELOS DAS TABELAS

Identificação de riscos e medidas preventivas.

N.º MATRIZ	N.º RISCO		LOCAL				ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			MEDIDAS PREVENTIVAS
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	SA	SF	O	E	Actividade	Sub-Activ.	Perigo	Risco	N.º	

Tabela de Matriz de cálculo de risco pelo método simplificado

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			SIMPLIFICADO			
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub-Activ.	Perigo	Risco	N.º	P	G	MR P x G	Clas.

Tabela de Matriz de cálculo de risco pelo método matricial

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			MATRICIAL		
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub-Activ.	Perigo	Risco	N.º	P	G	R (Risco) P / G

Tabela de Matriz de cálculo de risco pelo método William Fine

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			WILLIAM FINE							
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub-Activ.	Perigo	Risco	N.º	C	E	P	R (Risco) C x E x P	Valor do Risco	CC	GC	JUSTIFICAÇÃO R / (CC x GC)

Tabela de Matriz de cálculo de risco pelo método NTP 330

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			NTP 330					
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub- Activ.	Perigo	Risco	N.º	ND	NE	NP	NC	NR	Nível de Intervenção

Tabela de Matriz de cálculo de risco pelo método MIAR

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			MIAR						
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub- Activ.	Perigo	Risco	N.º	G	EF	E	PC	C	IR	VR

Tabela comparativa dos vários métodos

N.º MATRIZ	N.º RISCO		ACTIVIDADE		IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS			COMPARAÇÃO DE METODOS						
	N. RISCO MATRIZ	N.º RISCO TOTAL	Actividade	Sub- Activ.	Perigo	Risco	N.º	SIMPLIFICADO	MATRICIAL	WILLIAN FINE		NTP		MIAR
										Risco	Valor	Risco	Intervenção	

ANEXO II
TABELAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS E MEDIDAS PREVENTIVAS
(EM SUPORTE INFORMÁTICO)