

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E

HIGIENE OCUPACIONAIS



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Seleção de Sistemas de Segurança para Prensas Mecânicas Não Conformes

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre

Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Diogo Carlos Melo de Pinho Campos

Porto, Julho de 2010

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

Seleção de Sistemas de Segurança para Prensas Mecânicas Não Conformes

Diogo Carlos Melo de Pinho Campos

Orientador: Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel

Co-orientador: Professor Doutor Luís António de Andrade Ferreira

O Presidente do Júri

Porto, Julho de 2010

À Susana

Aos meus pais

“In the middle of difficulty lies opportunity”

Albert Einstein

Agradecimentos

Para a realização da dissertação, muitos foram os que proporcionaram o desenvolvimento do estudo. A todos os envolvidos os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Sérgio Miguel, pelo seu companheirismo, amizade, mas sobretudo pelo apoio, incentivo e acompanhamento prestado durante a execução da dissertação.

O meu agradecimento vai também, e de uma forma especial, para o co-orientador, Prof. Dr. Luís Andrade Ferreira, pela sua disponibilidade e apoio prestados ao longo do estudo.

Um obrigado ao Eng.º José Bessa Pacheco e ao Eng.º António Guedes, pela partilha de conhecimentos essenciais sobre prensas mecânicas.

E por último, mas não menos importante, agradeço ao Sr. Domingos Guedes, pois sem a sua ajuda o estudo não se teria consumado.

Resumo

Apesar de no início da década de 1990 surgirem as primeiras directivas de segurança a aplicar pelos Estados-membros para melhorar o nível de segurança dos equipamentos de trabalho e possibilitar a criação de um mercado comunitário único, actualmente ainda é possível encontrar equipamentos em serviço que não correspondem aos requisitos exigidos pelas mesmas.

Este estudo surge como um contributo para situar a selecção de sistemas de segurança para máquinas em serviço na Indústria, neste caso específico, prensas mecânicas que não apresentam os requisitos mínimos de segurança estabelecidos pela legislação existente, como medida fundamental na Prevenção de Acidentes. O estudo foi realizado com recurso a metodologias de avaliação de risco e sistemas de segurança estabelecidos nas normas europeias harmonizadas.

Os resultados sugerem que os principais perigos, existentes na prensa mecânica em estudo, surgem a nível da zona das ferramentas e do ruído provocado pelo impacto do punção com o material e matriz, durante o tempo de execução dos processos operativos. Contudo há a possibilidade diminuir o risco existente através da aplicação de sistemas de segurança adequados.

Abstract

Although in the beginning of the 1990s have appeared the first safety directives to be implemented by Member States to improve the safety of work equipment and enable the creation of a single EU market, it is still possible to find equipment in service that do not correspond to the directives requirements.

This study aims at making the selection of security systems for machines at service in Industry, in this specific case, mechanical presses which do not have the minimum safety requirements established by existing legislation, a fundamental measure in Accident Prevention. The study was conducted using methodologies of risk assessment and security systems established in the harmonized European standards.

The results suggest that the main hazards in the mechanical press under study arise in the tools' area and due the noise caused by the impact of the punch with the material and mold, during the time of execution of the operational processes. However there is the possibility to reduce the presented risk by application of appropriate security systems.

Índice

Agradecimentos.....	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	x
1. Introdução e definição de objectivos	1
2. Enquadramento legislativo e normativo	4
2.1 Definição de máquina.....	4
2.2 Definição de acidente de trabalho.....	5
2.3 Directivas e normas europeias harmonizadas	7
2.3.1 Directivas de cariz económico (Nova Abordagem)	9
2.3.1.1 Directiva 2006/42/CE (Directiva “Máquinas”).....	12
2.3.2 Directivas de cariz social	20
2.3.2.1 Directiva 89/655/CEE (Directiva “Equipamentos de Trabalho”).....	22
3. Uma breve revisão sobre prensas mecânicas e acidentes de trabalho	26
3.1 Introdução às prensas mecânicas	26
3.1.1 Prensas mecânicas excêntricas.....	27
3.1.2 Prensas de fricção com accionamento por fuso	30
3.2 Acidentes de trabalho com prensas.....	32
4. Principais perigos e medidas de protecção de prensas mecânicas	36
4.1 Perigos típicos de máquinas	38
4.1.1 Perigos mecânicos	40
4.1.2 Perigos eléctricos	42
4.1.3 Perigos térmicos.....	43
4.1.4 Perigos devido ao ruído	43
4.1.5 Perigos devido às vibrações	44
4.1.6 Perigos devido à radiação.....	44
4.1.7 Perigos devido a materiais/substâncias	45
4.1.8 Perigos devido a falhas ergonómicas	45
4.1.9 Perigos relacionados com ambiente de trabalho	46
4.2 Perigos de prensas mecânicas de revolução completa.....	47
4.3 Métodos de protecção para perigos mecânicos das máquinas.....	50
4.3.1 Guardas de protecção.....	54
4.3.1.1 Guarda fixa	54
4.3.1.2 Guardas de distância	55

4.3.1.3 Guardas ajustáveis.....	56
4.3.1.4 Guardas móveis	56
4.3.1.5 Guardas com interbloqueamento.....	58
4.3.1.6 Guardas com interbloqueamento com travamento da guarda.....	61
4.3.1.7 Guardas com interbloqueamento com função de início.....	61
4.3.2 Dispositivos de protecção	62
4.3.2.1 Dispositivo do tipo “segurar para accionar”	62
4.3.2.2 Dispositivo de comando a duas mãos	63
4.3.2.3 Equipamento de protecção sensível	64
4.3.2.4 Dispositivo limitador	65
4.3.2.5 Dispositivo limite de controlo de movimento	66
4.3.3 Barreiras.....	66
4.3.4 Sistema de comando.....	66
4.3.5 Botão de emergência	69
4.3.6 Selecção do método de protecção.....	70
4.4 Protecções para outros tipos de perigos de máquinas.....	72
4.5 Outros sistemas de protecção	73
4.6 Sistemas de segurança utilizados em prensas mecânicas de revolução completa	74
5. Avaliação dos riscos.....	80
5.1 Determinação dos limites da máquina	83
5.2 Identificação dos perigos.....	84
5.3 Estimativa do risco	85
5.3.1 Matriz de risco	89
5.3.2 Gráfico de risco	91
5.3.3 Pontuação numérica	93
5.4 Valoração do risco.....	95
5.5 Redução do risco	95
6. Metodologia	98
6.1 Definição da empresa	98
6.1.1 História da empresa	98
6.1.2 Missão	99
6.1.3 Organograma	99
6.2 Selecção do tipo de prensa a analisar	100
6.3 Procedimento para a avaliação dos riscos	100
7. Aplicação das metodologias estudadas.....	101
7.1 Descrição da prensa mecânica de revolução completa	101
7.2 Determinação dos limites da prensa	104
7.3 Identificação, estimativa e valoração dos perigos.....	106

7.4 Selecção de medidas de protecção	116
8. Discussão dos resultados e conclusão	128
9. Propostas de trabalho futuro	132
10. Referências	133
11. Anexos: Listas de verificação.....	137

Índice de figuras

Figura 1 - Procedimentos de avaliação da conformidade das máquinas. (Instituto de Soldadura e Qualidade, 2010)	17
Figura 2 - Pirâmide representativa da hierarquia das normas harmonizadas. (Tricker, 2000)...	18
Figura 3 - Estrutura Normativa e exemplos de normas dos três tipos A, B, C. (Instituto de Soldadura e Qualidade, 2010)	19
Figura 4 - Abordagem a tomar para o cumprimento da Directiva Equipamentos de Trabalho. (Inspeção Geral do Trabalho, 2005)	25
Figura 5 - Esquema simplificado de uma prensa de excêntrico: 1 - motor eléctrico; 2 - volante; 3 – excêntrico/veio; 4 - biela; 5 - corrediça; 6 - guias; 7 - matriz; 8 - estrutura/banca. (Polack, 2004)	28
Figura 6 - Prensa de fuso com discos de fricção. (Polack, 2004).....	31
Figura 7 - Exemplo de alguns elementos rotativos. (Ridley & Pearce, 2006)	40
Figura 8 - Exemplo de alguns movimentos alternativos. (Ridley & Pearce, 2006).....	41
Figura 9 - Exemplo de alguns movimentos de translação contínua. (Ridley & Pearce, 2006)...	41
Figura 10 - Divisão dos métodos de protecção. (Macdonald, 2004)	52
Figura 11 - Métodos de protecção para as guardas de protecção. (Macdonald, 2004)	53
Figura 12 - Método de protecção para dispositivos de protecção. (Macdonald, 2004)	54
Figura 13 - Exemplo de uma guarda fixa. (IRSST & CSST, 2009).....	55
Figura 14 - Exemplo de uma guarda de distância. (IRSST & CSST, 2009)	55
Figura 15 - Exemplo de uma guarda móvel. (IRSST & CSST, 2003).....	57
Figura 16 - Princípio de funcionamento de uma guarda com interbloqueamento. (IRSST & CSST, 2003).....	58
Figura 17 - Interruptor manual. (Ridley & Channing, 2002)	60
Figura 18 - Interruptor de limite, na figura da direita a guarda está fechada, enquanto na figura de esquerda está aberto. (Ridley & Channing, 2002)	60
Figura 19 - Princípio de funcionamento de uma guarda com interbloqueamento e travamento da guarda. (IRSST & CSST, 2003)	61
Figura 20 - Grelha utilizada para obter a categoria para o sistema de comando. (Freitas, 2009)	67
Figura 21 - Guia de orientação para a escolha de protecções contra os perigos provenientes das partes móveis. (ISO 12100-2:2003)	70
Figura 22 - Processo iterativo para a redução do risco. (ISO 14121-1:2007)	82
Figura 23 - Princípios e elementos da estimativa do risco. (Macdonald, 2004)	86
Figura 24 - Gráfico de risco para a estimativa do risco. (ISO 14121-2:2007)	92
Figura 25 – Abordagem de redução de risco definindo as obrigações do projectista e do utilizador. (Silva, 2004).....	97
Figura 26 - Organograma geral da empresa.....	99

Figura 27 - Prensa mecânica de revolução completa, na imagem da esquerda é possível a zona posterior à zona das ferramentas, onde está situado o motor eléctrico. E na imagem da direita encontra-se a zona das ferramentas.....	102
Figura 28 - Zona das ferramentas no processo de embutidura (imagem esquerda) e processo de curvatura (imagem da direita).	102
Figura 29 - Imagem frontal da prensa, nesta imagem é possível verificar que as partes móveis da zona das ferramentas encontram-se desprotegidas. É possível verificar também o mau estado das protecções da zona de transmissão de potência.	103
Figura 30 - Na imagem da esquerda é possível visualizar o travão da prensa, enquanto na direita é possível visualizar a cambota, biela e volante.	104
Figura 31 - Gráfico de risco para a estimativa do risco. (ISO 14121-2:2007)	108
Figura 32 - Prensa mecânica de revolução completa projectada tendo em consideração os itens de segurança fundamentais. (Ridley & Channing, 2002)	127

Índice de tabelas

Tabela 1 - Exemplo dos perigos e riscos associados às máquinas. (ISO 14121-2:2007)	40
Tabela 2 - Perigos e riscos para prensas mecânicas excêntricas. (NP EN 692:1996)	49
Tabela 3 - Descrição das características para cada categoria. (Freitas, 2009)	68
Tabela 4 - Medidas de protecção possíveis de aplicar para tipos de perigos mais frequentes. (Ridley & Pearce, 2006) (ISO 12100-2:2003)	72
Tabela 5 - Sistema de seguranças para o operador no caso de produção ciclo simples com alimentação e remoção manual. (NP EN 692:1996).....	77
Tabela 6 - Sistema de seguranças para o operador no caso de produção ciclo automático com alimentação e remoção manual ou unicamente automáticos. (NP EN 692:1996)	78
Tabela 7 - Exemplo de um formulário para identificação dos perigos. (ISO 14121-2:2007)	85
Tabela 8 - Matriz de estimativa do risco de acordo com ANSI B11 TR3:2000. (ISO 14121-2:2007)	89
Tabela 9 - Matriz de estimativa do risco de acordo com a IEC 61508. (ISO 14121-2:2007)	90
Tabela 10 - Nível de risco em função da pontuação. (ISO 14121-2:2007)	94
Tabela 11 - Avaliação dos riscos durante a fase de operação.	112
Tabela 12 - Avaliação dos riscos durante a fase de ajuste/mudança do processo.	114
Tabela 13 - Avaliação dos riscos durante a fase de manutenção.	115
Tabela 14 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de operação.....	123
Tabela 15 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de ajuste/mudança do processo.	125
Tabela 16 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de manutenção.....	126
Tabela 17 - Cabeçalho para registo de informações utilizado nas listas de verificação.	137
Tabela 18 - Lista de verificação criada a partir da norma ISO 14121-1:2007	143
Tabela 19 - Lista de verificação criada a partir do Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro.	147

1. Introdução e definição de objectivos

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2010), estima que a cada três minutos e meio, morre uma pessoa na UE por causas relacionadas com o trabalho. Isto significa que morrem anualmente cerca de 167000 pessoas na sequência de acidentes relacionados com o trabalho (7500) ou de doenças profissionais (159500). A cada quatro segundos e meio, um trabalhador na UE tem um acidente que o força a permanecer em casa pelo menos três dias úteis. O número de acidentes de trabalho que resultam em três ou mais dias de ausência por doença é muito elevado, excedendo 7 milhões por ano.

Estas situações implicam custos económicos enormes, mas são incalculáveis os custos pessoais e sociais, que originam perdas de milhões de vidas e sofrimento para as famílias. Uma grande parte das empresas e instituições desconhece os números de sinistralidade existente no trabalho e não tem consciência dos benefícios que as empresas podem ter com o investimento em Segurança e Higiene do Trabalho, não só a nível de ganho financeiro, mas também garantindo a protecção dos valores fundamentais da vida, integridade física e saúde de todos quantos intervêm no seu processo de exploração económica.

A nível nacional a aplicação das condições de Segurança e Higiene do Trabalho, consagradas em diplomas normativos vários, constitui obrigação legal do empregador ficando este sujeito a inspecções e fiscalizações por parte do Estado, quanto ao seu cumprimento. Esta intervenção do Estado deve-se ao facto de os valores de Segurança e Saúde do Trabalho serem reconhecidos pela lei como direitos subjectivos públicos dos trabalhadores.

Com efeito, a Constituição da República Portuguesa, no seu art. 59º, estabelece que todos os trabalhadores, indiscriminadamente, têm direito à prestação de trabalho em condições de higiene e segurança e dispõe que compete ao Estado assegurar as condições de trabalho, bem como garantir a especial protecção do trabalho das mulheres durante a gravidez e o parto, bem como do trabalho de menores, dos diminuídos e dos que desempenham actividades particularmente violentas ou em condições insalubres, tóxicas ou perigosas. (Busto & Vieira, 2005)

Estas linhas orientadoras e programáticas contidas na Lei fundamental do Estado Português foram desenvolvidas pela Lei 102/2009, de 10 de Setembro. O diploma perpassa a fulcral preocupação em prevenir, na fonte, ou reduzir todos os factores potencialmente geradores de risco de acidente de trabalho ou de doença profissional. Esta lei foi transposta da Directiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, alterada pela Directiva n.º 2007/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Junho, geralmente denominada por “Directiva-Quadro”, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.

Um dos aspectos que este diploma define é a questão da segurança de máquinas e equipamentos de trabalho (art. 13º), exigindo que todas as máquinas estejam em conformidade com os requisitos de segurança e saúde para elas aplicáveis, de modo a que a sua interacção com o homem seja segura.

De forma a cumprir com os requisitos de segurança surge a Directiva Máquinas e a Directiva Equipamentos de Trabalho. A primeira veio fornecer os requisitos necessários a utilizar durante a projecção e concepção das máquinas, para que estas cumpram com as questões de segurança e saúde, enquanto a segunda veio “complementar” a Directiva Máquinas no que toca à utilização segura das máquinas. É da responsabilidade do empregador a sua aplicação, bem como, a obrigação de identificar os perigos que estejam associados a cada equipamento de trabalho e avaliar os riscos relacionados com a sua utilização concreta e em contexto de trabalho real.

Contudo, actualmente ainda são utilizadas nas empresas máquinas fabricadas antes da aplicação da Directiva Máquinas e que não foram recondiçionadas segundo a Directiva Equipamentos de Trabalho, levando assim a que os seus utilizadores possam estar sujeitos a diversos riscos físicos e psicológicos, diminuindo a qualidade do ambiente laboral.

Devido a esse facto, é importante dotar esse tipo de máquinas de sistemas e/ou equipamentos que sejam capazes de eliminar o risco, ou quando isso não é possível, permitir reduzi-lo a níveis “aceitáveis”, mantendo a produtividade, fiabilidade e operacionalidade da máquina.

Em função do que foi retratado no parágrafo anterior, surge o caso específico do estudo de máquinas designadas como prensas mecânicas.

A importância da aplicação de sistemas de segurança em prensas mecânicas não conformes, deve-se ao facto de serem um dos tipos de máquinas mais perigosas utilizadas na indústria, sendo a amputação um dos principais tipos de lesão causados por acidentes de trabalho com prensas. (Health and Safety Executive, 1998)

De acordo com o cenário anteriormente descrito e a sua pertinência a nível empresarial, o principal objectivo deste estudo consiste em identificar, através de uma avaliação de risco executada de acordo com as normas relativas a segurança de máquinas, as falhas de segurança existentes numa prensa mecânica utilizada em contexto laboral e seleccionar os componentes de segurança a aplicar, de acordo com a legislação e normas existentes, de forma a contribuir para um ambiente industrial mais seguro.

O objectivo secundário do estudo é verificar qual a aplicabilidade e adequabilidade das directivas e normas existentes a nível de segurança de máquinas, a prensas mecânicas não conformes colocadas em serviço na Indústria antes de 1 de Janeiro de 1993. A única referência na legislação, a nível de máquinas não conformes existentes, colocadas em serviço antes de 1 de Janeiro de 1993, é a Directiva n.º 89/655/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, alterada pela Directiva n.º 95/63/CE, do Conselho, de 5 de Dezembro, e pela Directiva n.º 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Junho, denominada Directiva de Equipamentos de Trabalho.

2. Enquadramento legislativo e normativo

2.1 Definição de máquina

Uma grande parte das pessoas associa o termo máquina a um equipamento utilizado para realizar uma dada tarefa. No entanto, a definição de máquina não é assim tão simples pois compreende outras características importantes que fazem a diferença entre um equipamento ser ou não considerado uma máquina.

A norma ISO 12100-1:2003, máquina é definida como um conjunto de peças ou componentes ligados entre si, onde pelo menos um é móvel, que estão associados, caso necessário, a actuadores, circuitos de controlo e potência, unidos para uma aplicação específica, incluindo processamento, tratamento, deslocação e acondicionamento de um material.

A norma IEC 62061:2005 vai mais longe e acrescenta à definição anterior que, o termo máquina é também um conjunto de máquinas que, a fim de contribuir para uma mesmo fim, são organizadas e comandadas de modo solidário durante a respectiva operação.

A Directiva Máquinas (Directiva 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio) estabelece o conceito legal de máquina. Esta directiva, transposta para a legislação Portuguesa pelo Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho, estabelece que uma máquina pode ser:

1. O conjunto, equipado ou destinado a ser equipado com um sistema de accionamento diferente da força humana ou animal directamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida;
2. O conjunto referido na subalínea anterior a que faltam apenas elementos de ligação ao local de utilização ou de conexão com as fontes de energia e de movimento;
3. O conjunto referido nos pontos 1) e 2) pronto para ser instalado, que só pode funcionar no estado em que se encontra após montagem num veículo ou instalação num edifício ou numa construção;
4. O conjunto de máquinas referido nos pontos 1), 2) e 3) e ou quase -máquinas referidas no ponto 6) que, para a obtenção de um mesmo resultado, estão dispostas e são comandadas de modo a serem solidárias no seu funcionamento;
5. O conjunto de peças ou de componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, reunidos de forma solidária com vista a elevarem cargas, cuja única fonte de energia é a força humana aplicada directamente;

6. O conjunto quase-máquina que quase constitui uma máquina mas que não pode assegurar por si só uma aplicação específica, como é o caso de um sistema de accionamento e que se destina a ser exclusivamente incorporado ou montado noutras máquinas ou noutras quase -máquinas ou equipamentos com vista à constituição de uma máquina.

De acordo com esta definição, apenas os equipamentos que cumpram pelo menos um dos pontos mencionados podem ser considerados máquinas.

2.2 Definição de acidente de trabalho

O conceito de acidente de trabalho varia de autor para autor. Eis alguns exemplos transcritos de Stranks (2002):

- a) Um acontecimento não planeado e não controlado através do qual a acção ou a reacção de um objecto, substância, pessoa ou radiação, resulta em dano pessoal ou probabilidade de tal ocorrência (H. W. Heinrich);
- b) Um acontecimento não intencional ou não planeado que pode ou não resultar em lesões corporais, danos materiais, paralisação do processo de trabalho, ou qualquer combinação destas condições sob tais circunstâncias em que o prejuízo pessoal possa resultar (Frank Bird);
- c) Um acontecimento inesperado não planeado numa sequência de eventos que ocorre através de uma combinação de causas, resultando em danos físicos (lesões ou doenças) num indivíduo, danos materiais, interrupção de negócios ou qualquer combinação destes efeitos (Health and Safety Unit, University of Aston in Birmingham).

Para a Japan Industrial Safety and Health Association (2006), acidente de trabalho é definido como, morte, ferimento ou doença sofrida por um trabalhador devido a causas atribuíveis aos edifícios, equipamentos, matérias-primas, gases, vapores, poeiras e outros fenómenos relacionados com o trabalho ou como resultado de uma postura do trabalhador. No entanto, acidentes durante o transporte para e do trabalho não estão incluídos.

A Lei n.º 98/2009, de 4 de Setembro, regulamenta o regime de reparações de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, incluindo a reabilitação e reintegração profissionais, nos termos do artigo 284.º do Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro.

Segundo o n.º1 do artigo 8.º da Lei n.º 98/2009, de 4 de Setembro, é acidente de trabalho aquele que se verifique no local e tempo de trabalho e produza directa ou indirectamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte.

Contudo, a Lei admite algumas extensões deste conceito, considerando, também, como acidentes de trabalho certos acidentes ocorridos fora do local ou tempo de trabalho e na ida para o local de trabalho ou no regresso deste.

Segundo o artigo 9.º da Lei (Extensão do Conceito):

1. Considera-se também acidente de trabalho o ocorrido (o conceito de acidente de trabalho compreende três elementos essenciais que se têm de verificar cumulativamente: a) um elemento espacial [o local de trabalho]; b) um elemento temporal [o tempo de trabalho]; c) um elemento causal [nexo de causa-efeito entre o evento e a lesão])

a) No trajecto de ida para o local de trabalho ou de regresso deste, nos termos referidos no número seguinte;

b) Na execução de serviços espontaneamente prestados e de que possa resultar proveito económico para o empregador;

c) No local de trabalho e fora deste, quando no exercício do direito de reunião ou de actividade de representante dos trabalhadores, nos termos previstos do código de trabalho;

d) No local de trabalho, quando em frequência de curso de formação profissional ou, fora do local de trabalho, quando exista autorização expressa do empregador para tal frequência;

e) No local de pagamento de retribuição, enquanto o trabalhador aí permanecer para tal efeito;

f) No local onde o trabalhador deva receber qualquer forma de assistência ou tratamento em virtude de anterior acidente e enquanto aí permanecer para esse efeito;

g) Em actividade de procura de emprego durante o crédito de horas para tal concedido por lei aos trabalhadores com processo de cessação do contrato de trabalho em curso;

h) Fora do local ou tempo de trabalho, quando verificado na execução de serviços determinados pelo empregador ou por ele consentidos.

2. A alínea a) do número anterior compreende o acidente de trabalho que se verifique nos trajectos normalmente utilizados e durante o período de tempo habitualmente gasto pelo trabalhador:

a) Entre qualquer dos seus locais de trabalho, no caso de ter mais de um emprego;

- b) Entre a sua residência habitual ou ocasional e as instalações que constituem o seu local de trabalho;
 - c) Entre qualquer dos locais referidos na alínea precedente e o local de pagamento da retribuição;
 - d) Entre qualquer dos locais referidos na alínea b) e o local onde o trabalhador deva ser prestada qualquer forma de assistência ou tratamento por virtude de anterior acidente;
 - e) Entre o local de trabalho e o local de refeição;
 - f) Entre o local onde por determinação do empregador que presta qualquer serviço relacionado com o seu trabalho e as instalações que constituem o seu local de trabalho habitual ou a sua residência habitual ou ocasional.
3. Não deixa de se considerar acidente de trabalho o que ocorrer quando o trajecto normal tenha sofrido interrupções ou desvios determinados pela satisfação de necessidades atendíveis do trabalhador, bem como por motivo de força maior ou por caso fortuito.
4. No caso previsto na alínea a) do n.º2, é responsável pelo acidente o empregador para cujo local de trabalho o trabalhador se dirige.

2.3 Directivas e normas europeias harmonizadas

No mundo actual as máquinas têm uma importância muito grande na produtividade das empresas. Inicialmente havia sobretudo preocupação com o desempenho funcional renunciando os aspectos relacionados com a saúde e segurança das pessoas que as usam, como se verifica actualmente. Efectivamente as atitudes mudaram e todos os equipamentos de trabalho devem agora ser projectados e construídos de modo a não colocar o operador em risco. Os padrões de segurança que as máquinas devem cumprir são estabelecidos através da legislação Portuguesa maioritariamente resultante das directivas europeias.

Antes da criação do Mercado Único Europeu em 31 de Dezembro de 1992, os sistemas legislativos dos países da União Europeia (UE) divergiam entre si, o que levava à existência de níveis de segurança distintos para os mesmos produtos, colocando assim entraves à livre troca comercial entre os mesmos. Foi então necessário criar instrumentos para eliminar essas barreiras de modo a possibilitar a livre troca comercial de produtos em iguais condições competitivas. Desta forma a EU (inicialmente CEE) criou um conjunto de directivas comunitárias, aceite pelos dos Estados-membros, que visam a harmonização da regulamentação a nível europeu. Estas directivas especificam requisitos essenciais e gerais de segurança e apelam à utilização de normas harmonizadas para o seu cumprimento. Os Estados-membros ficam assim obrigados à transposição integral das directivas, sem que estes possam fazer qualquer modificação ao seu conteúdo. (Silva, 2004)

As directivas comunitárias de cariz económico, também conhecidas por directivas “New Approach” (Nova Abordagem) foram criadas para conseguir eliminar as barreiras à livre circulação de produtos, impondo regulamentação necessária a ser cumprida pelos Estados-membros. Para complementar estas directivas foi criada a política de Abordagem Global, para avaliação da conformidade dos produtos. Esta política nascida da Resolução de 21 de Dezembro de 1989 do Conselho, define vários princípios orientadores para a política comunitária de avaliação de conformidade. (Silveira, 2011)

A Abordagem Global introduziu uma abordagem modular, que subdivide a avaliação da conformidade numa série de operações (módulos). Esses módulos variam em função do estado de desenvolvimento do produto (por exemplo: projecto, protótipo, produção final), verifica o tipo de avaliação em causa (por exemplo, listas de documentação, homologação, controlo de qualidade), e da pessoa que efectua a avaliação (o fabricante ou de terceiros). A Abordagem Global foi completada pela Decisão do Conselho 90/683/CEE, e mais tarde substituída e actualizada pela Decisão 93/465/CEE. Estas decisões estabelecem orientações gerais e detalhes para o processo de avaliação de conformidade, que deve ser utilizado nas directivas da Nova Abordagem. Desta forma, a avaliação da conformidade baseia-se:

- a) Nas actividades do fabricante a nível de concepção, produção e controlo interno;
- b) No exame CE de tipo efectuado por terceiros, combinado com as actividades do fabricante a nível de controlo interno de produção;
- c) No exame CE ou de concepção por um terceiro, combinado com aprovação de um terceiro dos sistemas de garantia de qualidade da produção ou dos produtos, ou verificação do produto por um terceiro;
- d) Na verificação de unidades por um terceiro, a nível de concepção e produção;
ou
- e) Na aprovação dos sistemas de garantia total por um terceiro.

Além de estabelecer orientações para a utilização de procedimentos de avaliação de conformidade nas directivas de harmonização técnica, a Decisão 93/465/CEE, harmoniza as regras de aposição e de utilização da marcação CE. (European Commission, 2000)

Por outro lado, a nível comunitário foi rapidamente reconhecido que havia necessidade de criar a vertente social, assim surgindo as directivas de cariz social de forma a promover a melhoria da segurança e saúde dos trabalhadores.

2.3.1 Directivas de cariz económico (Nova Abordagem)

As primeiras Directivas Nova Abordagem introduzidas pela base legal do Art.º100A do Tratado de Roma, actualmente artigo 95º do Tratado CE, criam um conjunto de requisitos essenciais respeitantes à saúde e segurança de pessoas, bens e animais domésticos, aos quais os produtos devem obedecer de maneira a poderem ser introduzidos no mercado, e/ou em serviço. (Silva, 2004)

A base legal para adoptar as directivas Nova Abordagem é o artigo 95º do Tratado CE, de acordo com o processo de co-decisão previsto no artigo 251º desse mesmo tratado, as directivas aprovadas são publicados na série L do Jornal Oficial das Comunidades Europeias. Estas directivas estabelecem um conjunto de requisitos essenciais referentes à saúde e segurança de pessoas, bens e animais domésticos, e são baseadas nos seguintes princípios:

- a) A harmonização está limitada aos requisitos essenciais;
- b) Só os produtos que satisfaçam os requisitos essenciais podem entrar no mercado e ser colocados em serviço;
- c) As normas harmonizadas, cujos números de referência tenham sido publicadas no Jornal Oficial da UE, e que tenham sido transposta para as normas nacionais, são consideradas conformes para os correspondentes requisitos essenciais;
- d) Aplicação das normas harmonizadas ou outras especificações técnicas continua a ser voluntária, e os fabricantes são livres para escolher qualquer solução técnica que prevê o cumprimento com os requisitos essenciais;
- e) Os fabricantes podem escolher entre diferentes processos de avaliação de conformidade previstos na directiva aplicável. (European Commission, 2009)

A transposição das directivas Nova Abordagem pelos Estados membros deve ser realizada de acordo com certos princípios, tais como:

- a) As directivas Nova Abordagem são directivas de harmonização total: as disposições destas directivas substituem todas as disposições nacionais correspondentes;
- b) As directivas Nova Abordagem são dirigidas aos Estados-membros, que têm a obrigação de as transpor em sua legislação nacional de forma apropriada;
- c) As leis, regulamentos ou disposições administrativas nacionais, que transpõem a directiva devem incluir uma referência à directiva em causa ou ser acompanhadas dessa referência aquando da sua publicação oficial;
- d) As leis, regulamentos ou disposições administrativas nacionais, que são aprovadas e publicadas, transpondo uma directiva, devem ser comunicadas à Comissão. (European Commission, 2009)

As directivas Nova Abordagem aplicam-se a produtos para os quais há intenção de virem a ser colocados (ou postos em serviço) no Mercado da Comunidade Europeia. Desta forma, as directivas aplicam-se a produtos novos, fabricados nos Estados-membros, e a produtos novos ou usados importados de países terceiros. De seguida são apresentadas algumas considerações a ter em conta na aplicação das directivas aos produtos:

- a) O conceito de produto varia entre as directivas Nova Abordagem e é da responsabilidade do fabricante verificar se o produto se encontra homologado em uma ou mais directivas;
- b) Os produtos que tenham sido objecto de alterações importantes podem ser considerados como novos produtos e têm de dar cumprimento às disposições das directivas aplicáveis, quando colocados no mercado comunitário e postos em serviço. Estes têm de ser avaliados caso a caso, a menos que uma disposição estabeleça o contrário;
- c) Produtos que tenham sido reparados sem alterar o desempenho original, finalidade ou tipo, não estão sujeitos à avaliação de conformidade de acordo com as directivas Nova Abordagem;
- d) Produtos especialmente ou exclusivamente destinados a fins militares ou policiais estão expressamente excluídos do âmbito de aplicação de determinadas directivas Nova Abordagem. Para as outras directivas, os Estados-Membros podem, sob certas condições, excluir do seu campo de aplicação nos termos do artigo 296º do Tratado CE, os produtos destinados especificamente a fins militares. (European Commission, 2009)

As directivas Nova Abordagem abrangem uma vasta gama de produtos e perigos, podendo sobrepor-se ou complementar-se entre eles. Como resultado várias directivas poderão, eventualmente, ser tidas em conta para um produto. A respectiva colocação no mercado e entrada em serviço só pode ter lugar quando o produto está em conformidade com todas as disposições aplicáveis. As directivas Nova Abordagem são projectadas para garantir a livre circulação dos produtos com elevado nível de protecção, portanto, os Estados-membros não podem proibir, restringir ou impedir a colocação no mercado desses produtos. No entanto, os Estados-membros podem manter ou adoptar, em conformidade com o Tratado (em especial os artigos 28º e 30º do Tratado CE), disposições nacionais complementares relativas à utilização de determinados produtos que se destinam à protecção dos trabalhadores ou de outros utilizadores. Tais disposições nacionais não podem exigir modificações de um produto fabricado em conformidade com as indicações das directivas aplicáveis, nem influenciar as condições para a sua colocação no mercado comunitário. (European Commission, 2009)

O fabricante é considerado qualquer pessoa singular ou colectiva, que é responsável pela concepção e fabrico de um produto com vista à sua colocação no mercado comunitário em seu próprio nome. O fabricante tem a obrigação de assegurar que um produto, destinado a ser colocado no mercado comunitário é projectado, fabricado, e respectiva conformidade avaliada, com os requisitos essenciais, de acordo com as disposições aplicáveis nas directivas. De acordo com as directivas Nova Abordagem o fabricante pode estar sediado na CE ou noutro local, e em ambos os casos o fabricante pode nomear um representante autorizado na CE para agir em seu nome na realização de determinadas tarefas requeridas nas directivas aplicáveis. O representante pode ser abordado pelas autoridades dos Estados-Membros em nome do fabricante no que diz respeito às obrigações destes sob directiva Nova Abordagem em questão. (European Commission, 2009)

De forma a cumprir os requisitos essenciais estabelecidos pelas directivas foram estabelecidas especificações técnicas, que passaram por um processo de harmonização dando origem as normas técnicas europeias harmonizadas. Estas normas técnicas são elaboradas pelos Organismos Europeus de Normalização, nomeadamente o Comité Europeu de Normalização (CEN) e o Comité Europeu de Normalização Electrotécnica (CENELEC). Estas duas organizações europeias surgidas no início da década de 70 e Portugal participou nelas desde o início e ainda as integra. (Begonha & Ferreira, 2006)

As normas técnicas são elaboradas de acordo com as orientações gerais estabelecidas entre a Comissão Europeia e os Organismos Europeus de Normalização e obedecem a um mandato emitido pela comissão, após consulta aos Estados-membros. (Silveira, 2009)

As normas europeias harmonizadas são formadas de acordo com directiva correspondente e servem para determinar a presunção de conformidade com os requisitos essenciais dessa directiva. Essas normas são referenciadas pela Comissão Europeia no Jornal Oficial das Comunidades, e implicam a retirada de todas as normas nacionais que entrem em contradição com estas. Grande parte das normas referenciadas no Jornal Oficial das Comunidades são transpostas em cada Estado-membro, sendo referenciadas nos instrumentos legais nacionais. (Silveira, 2009)

A utilização correcta destas normas europeias harmonizadas por parte do fabricante na concepção e fabrico da máquina garante uma presunção de conformidade do seu produto. Caso o fabricante não siga as normas, deverá provar a conformidade do seu produto. Nesta prova (que não se trata de uma prova jurídica) o fabricante deve, da forma mais detalhada possível, descrever todas as opções e soluções a nível de segurança que empregou. (Silveira, 2009)

No entanto, os fabricantes podem também optar por utilizar normas internacionais, normas essas elaboradas pela Comissão Técnica e suas subcomissões pertencentes à Organização Internacional de Normalização (ISO). A ISO é uma federação mundial de organismos nacionais de normalização de cerca de 157 países, à razão de um organismo por país, tendo um carácter não governamental. Os projectos de normas internacionais são submetidos aos organismos membros, para votação e requer pelo menos aprovação de 75% dos organismos membros. (Silveira, 2009)

2.3.1.1 Directiva 2006/42/CE (Directiva “Máquinas”)

A Directiva 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio é uma versão revista da anterior Directiva “Máquinas” (Directiva n.º 98/37/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Junho), sendo que a primeira versão foi aprovada em 1989. Esta directiva, que entrou em vigor em 29 de Dezembro de 2009, tem o duplo objectivo de harmonizar os requerimentos de segurança e saúde aplicáveis às máquinas e assegurar a livre circulação de máquinas no mercado comunitário. A revisão da Directiva Máquinas não introduziu mudanças significativas em comparação com as versões anteriores, apenas esclarecendo e consolidando as disposições da mesma com o objectivo de melhorar a sua aplicação prática.

A base jurídica da Directiva "Máquinas" está estabelecida no artigo 95º do Tratado CE, que permite à UE adoptar medidas para harmonizar as legislações dos Estados-Membros, a fim de assegurar o estabelecimento e o funcionamento do mercado interno. Estas medidas devem ter como base um nível elevado de protecção da saúde e da segurança das pessoas e do ambiente. Na sequência da proposta da Comissão, a directiva máquinas foi aprovada pelo Parlamento Europeu e seu Conselho, após consulta do Comité Económico e Social, de acordo com o processo de co-decisão previsto no artigo 251º do Tratado CE. (European Commission, 2009)

Quando a primeira Directiva Máquinas (Directiva n.º 89/392/CEE do Conselho, de 14 de Junho) foi adoptada, excluía um certo número de máquinas para fins especiais, devido à pressão dos sectores especializados, alegando que tinham necessidades especiais que não poderiam ser cobertos pelos requerimentos gerais de segurança que são aplicados as máquinas “normais”. Essas exclusões foram autorizadas por forma a evitar o atraso na adopção da directiva. No entanto, desde 1993, a Comissão Europeia tem estudado esses casos especiais e altera a directiva de forma a incluir condições adicionais tendo aplicação específica, de modo a que estes casos especiais possam ser introduzidos dentro da sua área. (Ridley & Channing, 2002)

A primeira directiva máquinas (Directiva n.º 89/392/CEE) entrou em vigor em Portugal no dia 1 de Janeiro de 1993, após ter sofrido uma alteração através da Directiva n.º 91/368/CEE, de 20 de Junho, incluindo no seu âmbito de aplicação as máquinas móveis e dos equipamentos de elevação de cargas e o conceito de “equipamento intermutável”. Após ter entrado em vigor a directiva teve um período de transição que terminou em 31 de Dezembro de 1994, passando a ser obrigatória a partir de 1 de Janeiro de 1995, durante o tempo de transição a directiva coexistiu com a legislação nacional. A segunda alteração da Directiva Máquinas aconteceu através da Directiva n.º 93/44/CEE, de 14 de Junho, que inclui os componentes de segurança quando incluídos no mercado isoladamente, e também os equipamentos de elevação e deslocação de pessoas. Além disso nesse mesmo ano surge a Directiva n.º 93/68/CEE, de 22 de Julho, que introduziu importantes alterações tais como a alteração de “marca CE” por “marcação CE” e dos procedimentos de avaliação de conformidade. Posteriormente, em 23 de Junho de 1998, por motivos de lógica e clareza do texto é editado no Jornal Oficial das Comunidades a Directiva n.º 98/37/CE, que codifica a Directiva n.º 89/392/CEE e as suas respectivas alterações (Directivas n.º 91/368/CEE e n.º 93/44/CEE). No mesmo ano da edição da Directiva n.º 98/37/CE esta sofre uma alteração do seu artigo 1.º através da Directiva n.º 98/79/CE de 27 de Outubro. A Directiva n.º 98/37/CE foi transposta para a legislação nacional através do Decreto-Lei n.º 320/2001, de 12 de Dezembro. O Decreto-lei n.º 320/2001 foi revogado em 29 de Dezembro de 2009 pelo Decreto-lei n.º 103/2008 de 24 de Junho que corresponde à mais recente directiva, a Directiva n.º 2006/42/CE. (Silveira, 2009)

A Directiva Máquinas aplica-se a máquinas que sejam postas no mercado ou entrem em serviço, a partir da data da sua aplicação obrigatória, ou seja:

- a) Máquinas novas produzidas no espaço económico europeu;
- b) Máquinas novas produzidas fora do espaço económico europeu;
- c) Máquinas alteradas após a data de entrada em vigor da Directiva Máquinas;
- d) Máquinas em segunda mão provenientes do exterior do espaço económico europeu;
- e) Máquinas existentes na comunidade, mas colocadas em serviço a partir da entrada em vigor da Directiva. (Silva, 2004)

No entanto, o âmbito de aplicação desta directiva não é universal, isto é, a directiva não se aplica a todo tipo de máquinas existentes. No artigo 2.º são definidos os produtos a que esta se aplica e as suas exclusões. De seguida são apresentados os produtos e suas definições a que esta directiva se aplica:

- a) Máquinas – “Conjunto, equipado ou destinado a ser equipado com um sistema de accionamento diferente da força humana ou animal directamente aplicada, composto por peças ou componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida; Conjunto de peças ou de componentes ligados entre si, dos quais pelo menos um é móvel, reunidos de forma solidária com vista a elevarem cargas, cuja única fonte de energia é a força humana aplicada directamente”;
- b) Equipamento intermutável – “dispositivo que após a entrada em serviço de uma máquina ou de um tractor, é montado nesta ou neste pelo próprio operador para modificar a sua função ou introduzir uma nova função”;
- c) Componente de segurança – qualquer componente:
 - 1. Que serve para garantir uma função de segurança; e
 - 2. Que é colocado isoladamente no mercado; e
 - 3. Cujas avarias e ou mau funcionamento ponham em perigo a segurança das pessoas; e
 - 4. Que não é indispensável para o funcionamento da máquina ou que pode ser substituído por outros componentes que garantam o funcionamento da máquina;
- d) Acessório de elevação – “o componente ou equipamento não ligado à máquina de elevação que permite a apreensão da carga e é colocado entre a máquina e a carga ou sobre a própria carga ou destinado a fazer parte integrante da carga e que é colocado isoladamente no mercado; são igualmente considerados como acessórios de elevação as lingas e seus componentes”;
- e) Correntes, cabos e correias - as correntes, os cabos e as correias concebidas e construídas para efeitos de elevação como componentes das máquinas ou dos acessórios de elevação;
- f) Dispositivo amovível de transmissão mecânica – “o componente amovível destinado à transmissão de potência entre uma máquina automotora ou um tractor e uma máquina receptora, ligando -os ao primeiro apoio fixo, sendo que sempre que seja colocado no mercado com o protector deve considerar -se como um só produto”;
- g) Quase-máquina – “o conjunto que quase constitui uma máquina mas que não pode assegurar por si só uma aplicação específica, como é o caso de um sistema de accionamento e que se destina a ser exclusivamente incorporada ou montada noutras máquinas ou noutras quase-máquinas ou equipamentos com vista à constituição de uma máquina”. (Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho)

Nesse mesmo artigo encontram-se também os produtos não incluídos na Directiva Máquinas, que são:

- a) Os componentes de segurança destinados a substituir componentes idênticos, fornecidos pelo fabricante da máquina de origem;
- b) Os materiais específicos para feiras e ou parques de atrações;
- c) As máquinas especialmente concebidas ou colocadas em serviço para utilização nuclear cuja avaria possa causar uma emissão de radioactividade;
- d) As armas, incluindo as armas de fogo;
- e) Os seguintes meios de transporte:
 - 1. Tractores Agrícolas ou Florestais, Seus Reboques e Máquinas Intermutáveis Rebocadas, e dos Sistemas, Componentes e Unidades Técnicas;
 - 2. Veículos a motor e seus reboques;
 - 3. Veículos a Motor de Duas e Três Rodas;
 - 4. Veículos a motor exclusivamente destinados à competição;
 - 5. Meios de transporte aéreo, aquático e ferroviário, excepto as máquinas montadas nesses meios de transporte;
- f) Os navios de mar e as unidades móveis off shore, bem como as máquinas instaladas a bordo desses navios e ou unidades;
- g) As máquinas especialmente concebidas e construídas para fins militares ou de manutenção da ordem pública;
- h) As máquinas especialmente concebidas e construídas para efeitos de investigação para utilização temporária em laboratórios;
- i) Os ascensores para poços de minas;
- j) As máquinas destinadas a mover artistas durante representações artísticas;
- k) Aparelhos domésticos destinados a utilização doméstica;
 - 1. Equipamentos áudio e vídeo;
 - 2. Equipamentos da tecnologia da informação;
 - 3. Máquinas de escritório comuns;
 - 4. Aparelhos de conexão e de controlo de baixa tensão;
 - 5. Motores eléctricos;
- l) Os seguintes equipamentos eléctricos de alta tensão:
 - 1. Dispositivos de conexão e de comando;
 - 2. Transformadores. (Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho)

As máquinas sujeitas à aplicação da Directiva Máquinas só podem ser colocadas no mercado se cumprirem as disposições estipuladas no seu anexo I e não comprometam a saúde e segurança das pessoas e, se for caso, dos animais domésticos ou dos bens, quando convenientemente instaladas, e utilizadas de acordo com o fim a que se destinam, segundo consta no art. 4º. E é da responsabilidade do fabricante ou seu mandatário antes de colocar uma máquina no mercado e ou em serviço:

- a) Certificar -se de que a máquina cumpre os requisitos essenciais pertinentes em matéria de saúde e de segurança enunciados no anexo I;
- b) Certificar -se de que o processo técnico descrito na parte A do anexo VII do presente decreto-lei, que dele faz parte integrante, está disponível;
- c) Fornecer, nomeadamente, as informações necessárias, tais como o manual de instruções;
- d) Efectuar os procedimentos de avaliação da conformidade adequados nos termos do artigo 7º;
- e) Elaborar a declaração CE de conformidade nos termos da parte A do n.º1 do anexo II e certificar -se de que a mesma acompanha a máquina;
- f) Apor a marcação «CE» nos termos do artigo 10º. (Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho)

O procedimento para a avaliação da conformidade das máquinas pode ser dividido em 2 grupos, um das máquinas que se encontram no anexo IV e o grupo das máquinas que não pertencem ao anexo IV. Quando as máquinas pertencem ao anexo IV e cumprem as normas harmonizadas a declaração de conformidade pode ser obtida através de um controlo interno de fabrico (anexo VIII do decreto-lei), através do exame CE de tipo (anexo IX do decreto-lei) ou de um Sistema de garantia de qualidade total (Anexo X). As máquinas que não cumprem as normas harmonizadas necessitam de ser submetidas a um exame CE de tipo, ou de um sistema de garantia da qualidade total. Na figura seguinte são apresentados os sistemas de avaliação de conformidade para cada situação.

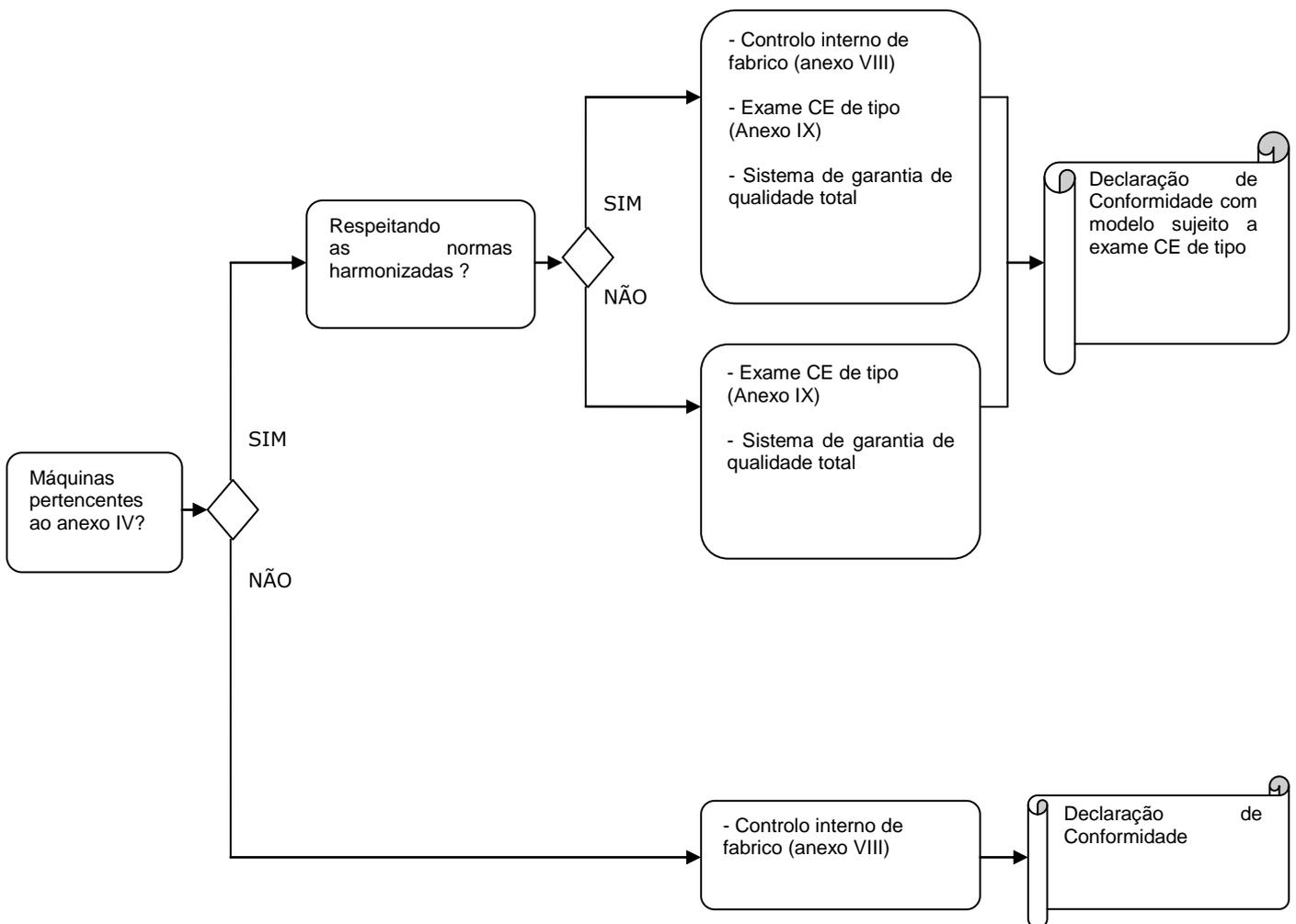


Figura 1 - Procedimentos de avaliação da conformidade das máquinas. (Instituto de Soldadura e Qualidade, 2010)

A aplicação das normas harmonizadas confere o cumprimento dos requisitos essenciais de saúde e segurança previstos pela Directiva Máquinas. O CEN definiu três tipos de normas harmonizadas para a Directiva Máquinas, apresentando uma hierarquia e estando definidas do seguinte modo:

- a) Normas tipo A – são normas gerais de segurança e definem com rigor conceitos fundamentais, princípios de concepção e aspectos gerais válidos para todo o tipo de máquinas;
- b) Normas tipo B – são normas de segurança relativas a um grupo e tratam de um aspecto ou de um dispositivo condicionador da segurança, aplicáveis a uma gama extensa de máquinas. Encontra-se dividida em dois subgrupos:

1. Normas tipo B1 – são normas que abarcam aspectos particulares da segurança que interessam a um determinado número de máquinas, exemplo: distâncias de segurança, temperaturas superficiais, etc.
 2. Normas tipo B2 – são normas relativas a dispositivos condicionadores da segurança utilizando num grande número de máquinas, exemplo: protectores fixos e móveis, etc.
- c) Normas tipo C – são normas que definem de forma detalhada, prescrições de segurança exclusivamente para um tipo de máquina em específico ou um grupo de máquinas em particular, exemplo: prensas mecânicas. (Silveira, 2009)

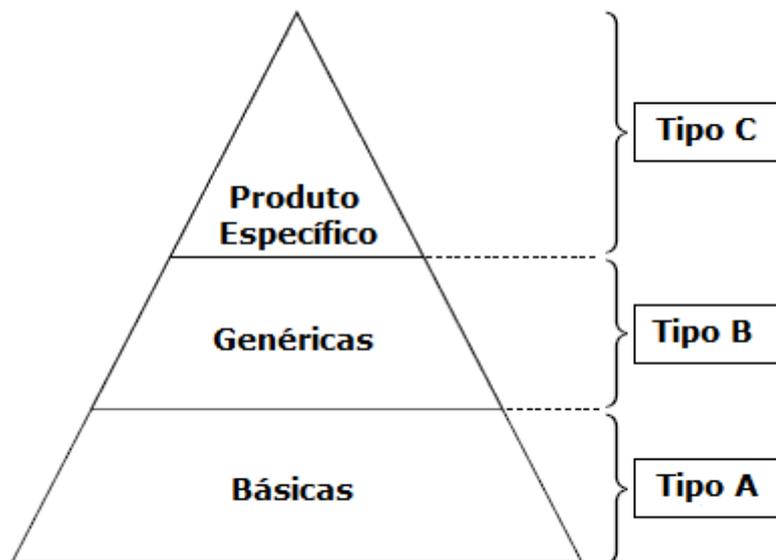


Figura 2 - Pirâmide representativa da hierarquia das normas harmonizadas. (Tricker, 2000)

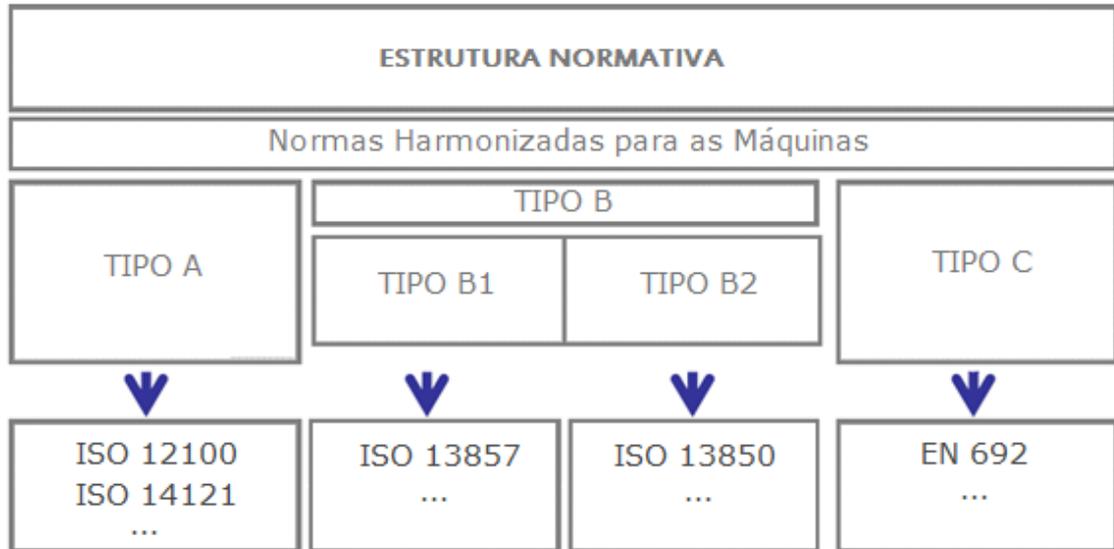


Figura 3 - Estrutura Normativa e exemplos de normas dos três tipos A, B, C. (Instituto de Soldadura e Qualidade, 2010)

As normas europeias harmonizadas são elaboradas com o objectivo de serem utilizadas na concepção e no fabrico de máquinas novas, não apresentando a mesma eficácia para adequar máquinas em serviço aos critérios de conformidade previstos na Directiva Equipamentos de Trabalho, relativamente às prescrições mínimas de Segurança e Saúde para a utilização, por parte dos trabalhadores, de equipamentos de trabalho, no trabalho. (Silveira, 2009)

Por fim, o acompanhamento da aplicação global da Directiva Máquinas, e a ligação com a Comissão Europeia e outros Estados-membros é promovido pela Direcção-Geral das Actividades Económicas (DGAE), enquanto a fiscalização do cumprimento da Directiva Máquinas compete à Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE) e à Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT). (Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho)

2.3.2 Directivas de cariz social

As directivas comunitárias de cariz social emergem com base legal no Art.º 118A do Tratado de Roma, actualmente artigo 137º do Tratado CE, devido à necessidade de criar uma vertente social a nível comunitário, e aplicam-se à prevenção de acidentes e à melhoria da segurança e saúde dos trabalhadores, nos seus postos de trabalho. Estas directivas dizem respeito ao ambiente social em que o trabalho se desenrola podendo os Estados membros ampliar as suas exigências, no momento da sua transposição.

Neste enquadramento, surgiu a Directiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, alterada pela Directiva n.º 2007/30/CE, do Conselho, de 20 de Junho, geralmente denominada por “Directiva-Quadro”, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho. Com efeito ela:

- a) Estabelece o seu carácter enquadrador das Directivas Especiais no que toca aos diversos domínios da segurança e saúde do trabalho;
- b) Define um sistema de comando comunitário para implementação efectiva da legislação comunitária a nível de segurança e saúde do trabalho nos Estados membros, com consulta obrigatória aos Parceiros Sociais;
- c) Designa um Programa de actos comunitários decorrentes (Directivas Especiais) apontando a abordagem de riscos prioritários e de sectores prioritários;
- d) É uma Directiva para gestão de segurança e não de prescrições técnicas sobre riscos determinados;
- e) Tais medidas definem princípios e linhas gerais de aplicação (incluindo o sistema de organização da prevenção nos locais de trabalho);
- f) Estas medidas propõem-se a abranger todas as situações de trabalho, incluindo:
 - 1. Todos os sectores de actividade;
 - 2. Todos os factores de perigo;
 - 3. Todas as organizações produtivas e todas as formas empresariais;
- g) Aclama a filosofia da prevenção integrada (integrar a segurança nos actos de gestão);
- h) Cria uma filosofia de gestão para a prevenção nos locais de trabalho, representada pelos seguintes princípios:
 - 1. Responsabilidade do Empregador em assegurar a prevenção dos riscos profissionais;
 - 2. Esta responsabilidade envolve todos os riscos (reais e potenciais e de qualquer natureza) e todos os trabalhadores;
 - 3. Esta filosofia de acção propõe a obtenção de objectivos elevados de segurança, saúde e bem-estar;

4. Tais objectivos provocam a necessidade de se organizarem as actividades de prevenção e de protecção na empresa, com os devidos recursos (humanos, técnicos e tecnológicos) para o desenvolvimento de uma acção qualificada, programada e coerente;
5. Esta acção preventiva deverá seguir a metodologia dos princípios gerais de prevenção, que são:
 - Eliminar os perigos;
 - Avaliar os riscos não evitáveis;
 - Combater os riscos na origem;
 - Adaptar o trabalho ao Homem, especialmente no que se refere à concepção dos postos de trabalho, à correcta escolha dos equipamentos de trabalho e dos métodos de trabalho e de produção, deve forma a atenuar o trabalho monótono e o trabalho repetitivo e reduzir os efeitos destes sobre a saúde;
 - Ter em conta o estado da evolução da técnica;
 - Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;
 - Planificar a prevenção com um sistema coerente que integre a técnica, a organização do trabalho, as condições de trabalho, as relações sociais e a influência dos factores ambientais no trabalho;
 - Dar prioridade às medidas de prevenção colectiva em relação às medidas de protecção individual;
 - Formar e informar. (Cabral, 2009)

Esta directiva foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro. Na sequência da Directiva-Quadro, surgiram as directivas especiais tais como: Directiva Equipamentos de Trabalho, Directiva Atmosferas Explosivas, entre outras.

2.3.2.1 Directiva 89/655/CEE (Directiva “Equipamentos de Trabalho”)

A utilização de equipamentos de trabalho, por parte dos trabalhadores, nos locais de trabalho é regulada pela Directiva n.º 89/655/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, que constitui a segunda directiva especial, na acepção do n.º1 do artigo 16.º da Directiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho. Esta directiva foi alterada pela Directiva n.º 95/63/CE, do Conselho, de 5 de Dezembro, que determinou a verificação obrigatória dos equipamentos de trabalho no início da sua utilização, a intervalos regulares e quando ocorrerem factos excepcionais que possam afectar gravosamente a sua segurança. Foram regulamentados os requisitos mínimos de segurança de alguns equipamentos de trabalho, designadamente equipamentos móveis e para elevação de cargas, e foram, ainda, definidas regras sobre a utilização dos equipamentos de trabalho. Posteriormente, a Directiva Equipamentos de Trabalho foi alterada pela Directiva n.º 2001/45/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Junho. Esta nova directiva acrescentou a regulamentação da utilização de equipamentos destinados à execução de trabalhos em altura, para proteger a segurança e saúde dos trabalhadores. As escadas, os andaimes e as cordas constituem os equipamentos habitualmente utilizados na execução de trabalhos temporários em altura. A segurança no trabalho depende ainda de adequada formação dos trabalhadores que utilizam os referidos equipamentos, a qual constitui uma obrigação dos empregadores de acordo com o regime geral do Código do Trabalho. (Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro)

Actualmente a Directiva 89/655/CEE, de 30 de Novembro, alterada pela Directiva 95/63/CE de 5 de Dezembro e pela Directiva 2001/45/CE de 27 de Junho, foi codificada pela Directiva 2009/104/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Setembro, mas ainda não transposta para legislação nacional.

A Directiva Equipamentos de Trabalho regula as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho. A directiva e suas alterações foram transpostas para legislação nacional através do Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro.

A Directiva Equipamentos de Trabalho é dirigida ao empregador e às condições efectivas da utilização no trabalho dos equipamentos, definindo como conceito de equipamento de trabalho qualquer máquina, ferramenta, aparelho ou instalação utilizada no trabalho. Portanto para cada equipamento de trabalho o empregador tem a obrigação de identificar os perigos que lhe estejam associados e avaliar os riscos relacionados com a sua utilização concreta e em contexto de trabalho real.

Sendo assim, e de acordo com o artigo 3º do Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro o empregador deve:

a) Assegurar que os equipamentos de trabalho colocados à disposição dos trabalhadores sejam adequados e garantam a sua segurança e saúde, levando em conta os riscos e a especificidade do trabalho:

1. Através da adaptação do equipamento de trabalho já existente aos requisitos mínimos de segurança necessários, de acordo com o n.º 1.º do artigo 4.º; a adaptação referida deve basear-se numa avaliação dos riscos, executada pelos serviços de SHST da empresa, cujo resultado, bem como as medidas de prevenção a adoptar, devem constar de documento;
2. Ou através da compra de equipamentos que satisfaçam a segurança e saúde previstos pela legislação específica (Ex. Directiva máquinas) sobre concepção, fabrico e comercialização segundo consta no n.º 2.º do artigo 4.º;

b) Assegurar que os equipamentos de trabalho mencionados anteriormente satisfaçam os requisitos de segurança durante todo o período de utilização, mediante manutenção adequada,

c) Fazer com que sejam aplicadas as regras de utilização dos equipamentos de trabalho, Capítulo III, enquadrados da seguinte forma:

1. À generalidade dos equipamentos;
2. Aos equipamentos móveis automotores ou não;
3. Aos equipamentos de elevação de cargas;
4. Aos equipamentos disponibilizados para trabalho temporário em altura (Equipamento geral, escadas, andaimes e meios de acesso e de posicionamento por cordas).

d) Fazer com que sejam feitas verificações aos equipamentos de trabalho, artigo 6.º, de forma a garantir o seu bom funcionamento e as condições de segurança e saúde durante o tempo de vida útil do equipamento:

1. Sempre que a segurança dependa das condições de instalação, devem ser realizadas verificações após a instalação e antes da entrada em serviço do equipamento.
2. Caso o equipamento esteja sujeito a causas que possam provocar deteriorações susceptíveis de causar riscos, devem ser realizadas verificações ou ensaios periódicos que permitam detectar atempadamente as referidas deteriorações.
3. Se ocorrerem acontecimentos excepcionais, tais como transformações, acidentes, fenómenos naturais ou períodos prolongados de não utilização, que possam afectar a sua segurança, deve ser realizadas verificações extraordinárias.

4. As verificações devem ser realizadas por uma pessoa competente que, deve determinar a natureza das verificações ou ensaios tendo em conta o tipo de riscos que o equipamento apresenta e as informações provenientes do fabricante; e elaborar relatórios contendo o resultado das verificações, a identificação do equipamento e do utilizador, o tipo de verificação, local e data de realização, o prazo estipulado para reparar as deficiências detectadas e a sua identificação.
- e) Definir que seja reservada a trabalhadores especificamente habilitados a utilização dos equipamentos de trabalho que possam apresentar um certo tipo de risco específico para a saúde e segurança dos trabalhadores, tais como, equipamentos de trabalho móveis, de elevação de cargas e para trabalho em altura. (Inspecção Geral do Trabalho, 2005)

Os períodos de transição para a adaptação dos equipamentos de trabalho aos requisitos segurança e saúde desde a entrada em vigor da directiva são os seguintes:

- a) Todos os equipamentos de trabalho postos à disposição dos trabalhadores antes de 30 de Setembro de 1993 (data de entrada em vigor da Directiva Equipamentos de Trabalho 89/655/CEE) deveriam ter sido colocados em conformidade com as disposições legais até 31 de Dezembro de 1996;
- b) Os equipamentos móveis e os equipamentos destinados à elevação de cargas colocados à disposição dos trabalhadores antes de 8 de Dezembro de 1998 devem satisfazer os requisitos mínimos de segurança até 8 de Dezembro de 2002 (de acordo com a alteração da Directiva Equipamentos de Trabalho efectuada pela Directiva n.º 95/63/CE);
- c) Os equipamentos destinados a trabalhos temporários em altura devem ser utilizados de acordo com as regras previstas nos artigos 36º a 42º até 31 de Dezembro de 2005 ou, no caso de microempresa ou pequena empresa (até ao máximo de 50 trabalhadores), até 19 de Julho de 2006 (de acordo com a alteração da Directiva Equipamentos de Trabalho efectuada pela Directiva n.º 2001/45/CE);
- d) E, por fim, todos os equipamentos colocados pela primeira vez à disposição dos trabalhadores devem:
1. No caso de máquinas novas, cumprir com a Directiva Máquinas;
 2. No caso de máquinas usadas, cumprir com o Decreto-Lei n.º 214/95 de 18 de Agosto, que regulamenta o comércio de máquinas em segunda mão, e a sua Portaria n.º 172/2000, de 23 de Março;
 3. Outros equipamentos de trabalho, cumprir com a sua legislação específica, a nível de concepção, fabrico e comercialização dos mesmos. (Inspecção Geral do Trabalho, 2005)

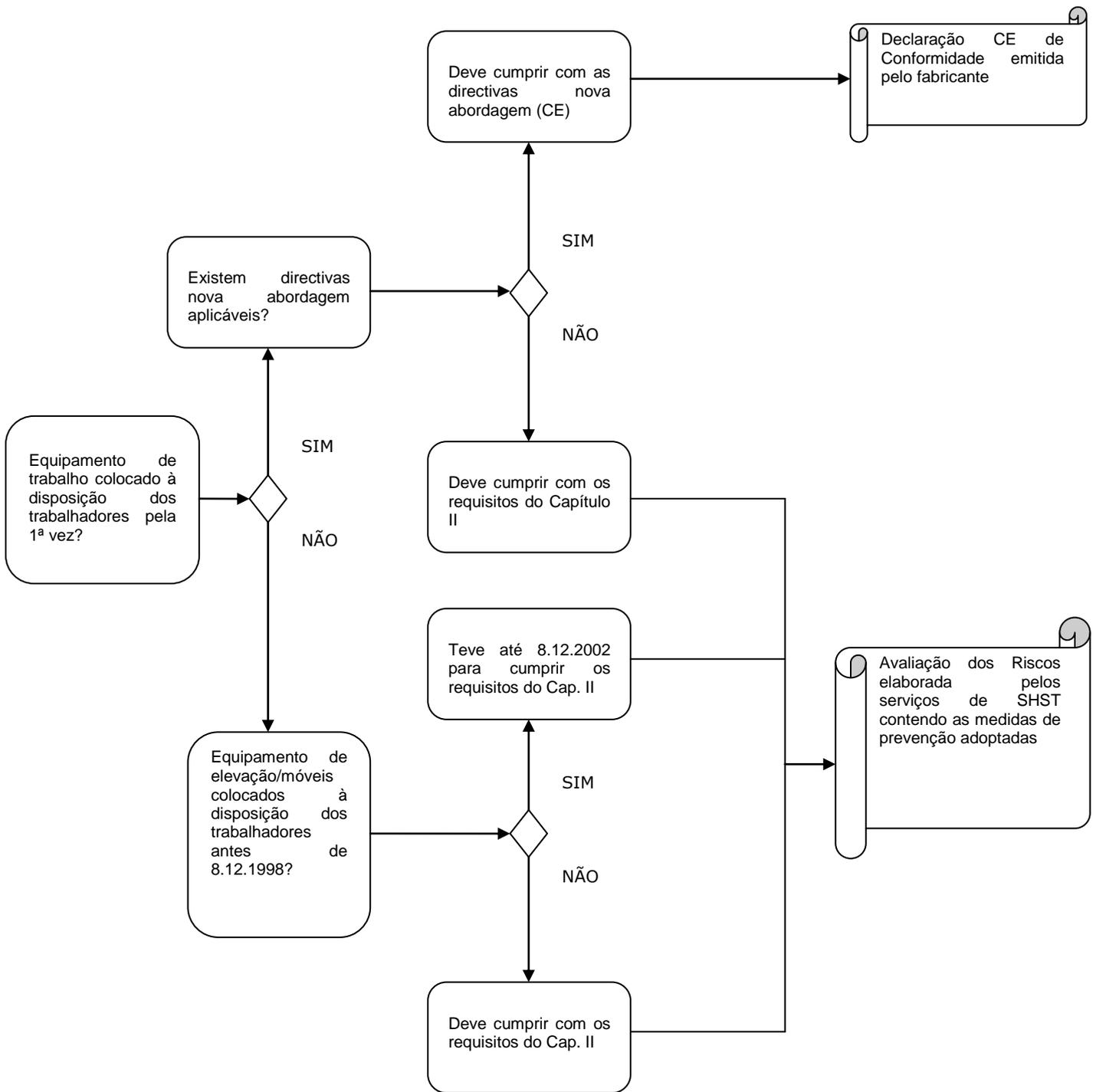


Figura 4 - Abordagem a tomar para o cumprimento da Directiva Equipamentos de Trabalho. (Inspeção Geral do Trabalho, 2005)

3. Uma breve revisão sobre prensas mecânicas e acidentes de trabalho

3.1 Introdução às prensas mecânicas

As prensas mecânicas são máquinas extremamente perigosas, existentes principalmente na indústria transformadora e são responsáveis por inúmeros acidentes envolvendo os membros superiores. Apesar dos esforços existentes actualmente para eliminar ou recondicionar certos tipos de prensas mecânicas, muitas ainda se encontram em funcionamento sobretudo nas pequenas e médias empresas. Essas máquinas estão obsoletas e não apresentam as condições mínimas de segurança para o operador. No entanto, em termos de produção, conseguem igualar as máquinas actuais, visto que o princípio de funcionamento das prensas não se alterou significativamente, ao longo do tempo.

O conceito de prensa mecânica varia de autor para autor mas, a sua essência, mantêm-se inalterada. De seguida são apresentados alguns conceitos para prensas mecânicas, de acordo com alguns autores.

De acordo com Pacheco & Guedes(1993), entende-se por prensas mecânicas, as prensas nas quais a energia cinética do volante é transmitida à corrediça por intermédio de uma embraiagem (rígida ou de fricção) e um sistema mecânico, tal como:

- Uma cambota ou veio excêntrico e uma biela;
- Um parafuso;
- Um joelho ou cunha;
- Uma came.

Para a norma NP EN 692:1996, a prensa mecânica é uma máquina concebida ou prevista para realizar a transferência da energia de um sistema de accionamento primário para uma ferramenta com a finalidade de trabalhar (por exemplo enformar ou moldar) metal frio ou um material constituído em parte por metal frio entre as partes da ferramenta. Essa energia pode ser transferida por um volante e uma embraiagem ou através de um mecanismo de accionamento directo.

Polack (2004) define prensa mecânica como uma máquina capaz de proporcionar uma forte pressão, aproveitando a energia mecânica previamente acumulada e, geralmente, trabalha com um impacto “seco”.

As prensas mecânicas podem ser divididas em três categorias, que são:

- Prensas mecânicas excêntricas de revolução total (embraiagem rígida);
- Prensas mecânicas excêntricas de revolução parcial (embraiagem de fricção);
- Prensas de fricção com accionamento por fuso.

3.1.1 Prensas mecânicas excêntricas

As prensas mecânicas excêntricas são as mais comuns dentro de todos os tipos de prensas mecânicas existentes. Este tipo de máquinas pode ser dividido em três partes:

a) Cadeia cinemática – este sistema é constituído por um motor eléctrico, que se encontra acoplado a um volante (de massa proporcional à potência de máquina), através de uma correia de transmissão de potência. O volante é utilizado para armazenar energia que será removida durante a fase de trabalho, sendo reposta antes do início da operação de trabalho, o que torna necessário o funcionamento continuado do motor eléctrico. A utilização do volante minimiza também as exigências energéticas sobre o motor eléctrico.

b) Sistema de trabalho – este sistema é constituído normalmente pela cambota, biela e corrediça. Quando a cambota entra em movimento rotativo (accionada pela embraiagem), produz na biela um movimento rectilíneo alternado. A biela está ligada à corrediça, que desliza através de guias. Sobre a corrediça fixa-se uma das partes da matriz (normalmente punção), enquanto a outra parte deste permanecerá fixa na mesa.

c) Embraiagem – a embraiagem é o órgão principal das prensas mecânicas excêntricas. É através dela que se dá a ligação entre o sistema energético e o mecanismo de trabalho. A embraiagem tem como função transmitir e controlar o fluxo energético necessário para trabalhar o material. Quando a prensa está a operar de um modo contínuo, a embraiagem transmite apenas o binário requerido pelo trabalho. Se a prensa está a operar ciclo a ciclo, a embraiagem necessita de acelerar todos os elementos, desde uma velocidade nula até à velocidade operacional, bem como transmitir o binário necessário. Em conjunto com a embraiagem existe um freio que tem por finalidade imobilizar o sistema mecânico e a corrediça final de cada ciclo. O freio deve ter a capacidade necessária para parar em situações de emergência ou de ajuste da ferramenta o sistema mecânico. As embraiagens para as prensas mecânicas excêntricas podem ser divididas em dois tipos: embraiagens rígidas e de fricção. (Pacheco & Guedes, 1993)

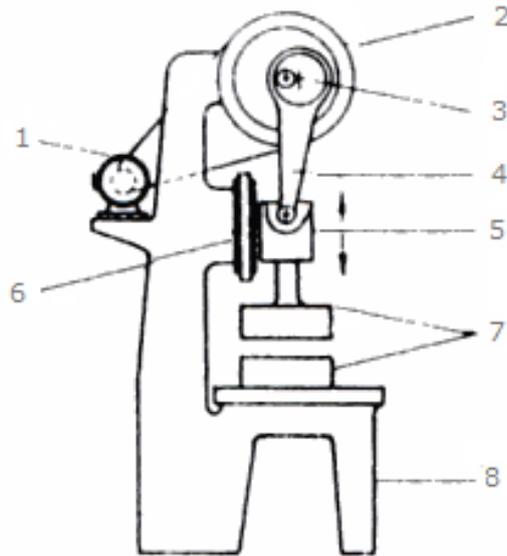


Figura 5 - Esquema simplificado de uma prensa de excêntrico: 1 - motor eléctrico; 2 - volante; 3 - excêntrico/veio; 4 - biela; 5 - corredeira; 6 - guias; 7 - matriz; 8 - estrutura/banca. (Polack, 2004)

Embraiagens rígidas

As embraiagens rígidas são utilizadas em prensas de pequeno e médio porte, sendo o tipo mais utilizado a embraiagem de linguete. Estas são accionadas de forma mecânica ou através de um cilindro pneumático e caracterizam-se por permitirem apenas um único embraiamento durante o ciclo da prensa. O linguete encontra-se normalmente montado num alojamento da cambota ou veio excêntrico e tem a capacidade de rodar em torno do respectivo eixo. Quando se encontra em repouso, o linguete permite ao volante rodar livremente, sem que exista transmissão de movimento à cambota. Quando é accionado, o linguete roda e liberta-se da cambota o que possibilita que se encastre num dos alojamentos existentes no volante, possibilitando assim o embraiamento do sistema energético com o mecanismo de trabalho. O volante pode comportar 2, 3 ou 4 alojamentos permitindo assim embraiar mais rapidamente. (Pacheco & Guedes, 1993)

O linguete é sujeito a enormes esforços no momento de engate podendo levar à respectiva ruptura devido à fadiga. De forma a garantir um bom funcionamento da embraiagem de linguete é necessário a utilização de um freio.

O freio permite manter o sistema cambota-corredeira no ponto morto superior e contribui para amortecer a energia cinética, de modo a evitar que esta energia seja toda absorvida pelo sistema de desengate e do linguete.

Existem vários tipos de freios sendo o mais comum o freio de maxilas, o qual é constituído na sua estrutura por duas maxilas articuladas numa das extremidades. As maxilas possuem guarnições de fricção que actuam sobre uma polia presente na cambota, e a pressão de contacto é regulada por uma mola presente na outra extremidade das maxilas. Este tipo de freio é geralmente montado na extremidade contrária ao volante e pode ter accionamento permanente ou através de uma came. No primeiro caso o freio encontra-se sempre actuado, possibilitando tempos de resposta mais curtos, mas pelo contrário não é indicado para ciclos de funcionamento contínuo devido ao desgaste e aquecimento provocado no freio. No segundo caso o freio é desactuado no início ciclo e actuado no fim do ciclo. (Pacheco & Guedes, 1993)

Este sistema de embraiagem-freio apenas permite parar a prensa após o ciclo se completar, isto é, uma vez iniciado o ciclo, a paragem da máquina só pode ocorrer no ponto morto superior (fim de ciclo). Esta é uma das razões que tornam este tipo de sistema muito perigoso para os operadores de prensas pois não possibilita parar a cambota após esta entrar em funcionamento.

Embraiagens de fricção

As embraiagens de fricção, tal como o nome indica, usam a fricção para estabelecer um acoplamento entre o volante e a cambota. Para ser possível realizar o acoplamento entre as duas superfícies de fricção é necessário utilizar um cilindro pneumático numa das superfícies. Por seu turno o funcionamento do cilindro tem de criar uma força de contacto suficientemente forte para que o acoplamento funcione correctamente. O desembraiamento é realizado através de um conjunto de molas. Além da embraiagem deve existir sempre um freio de construção idêntico à embraiagem de actuação positiva, isto é, a travagem deve ser executada através de um conjunto de molas de modo assegurar sempre a paragem da máquina.

As embraiagens de fricção podem-se encontrar numa combinação embraiagem freio ou em elementos separados. A principal vantagem das unidades combinadas é assegurar automaticamente a sincronização da embraiagem e do freio. No entanto, as unidades separadas são de aplicação corrente em prensas de grande porte, uma vez que neste tipo de prensas os binários desenvolvidos são elevados, sendo necessária a utilização de embraiagens e freios individuais. (Pacheco & Guedes, 1993)

Este tipo de embraiagens possibilita parar a corredeira em qualquer ponto de funcionamento, sem necessidade de o ciclo se completar primeiro. Na produção actual de prensas mecânicas excêntricas este tipo de embraiagens é muito utilizado, pois assegura um significativo incremento da segurança para o operador, ao contrário das embraiagens rígidas.

3.1.2 Prensas de fricção com accionamento por fuso

As prensas de fricção de accionamento por fuso, também conhecidas como prensas de parafuso, são prensas com estrutura normalmente em ferro fundido ou aço fundido e podem ser divididas em dois sistemas:

- a) Cadeia cinemática – corresponde a todas as peças que geram movimento para transmitir ao parafuso, tais como os discos de fricção, motor e correia de transmissão;
- b) Zona de trabalho – é a zona onde ocorre a transformação do material a ser trabalhado através da aplicação de uma força pelo parafuso. Esta zona é composta pelo parafuso, corredeira e matriz superior.

Neste tipo de prensas mecânicas existe um parafuso vertical de enormes dimensões unido na sua parte superior por um volante dotado de um aro em material de fricção. Este volante é accionado por meio de um dos dois discos posicionados verticalmente existentes e movidos pelo motor. Para accionar a prensa, um dos discos fricciona o volante e através de atrito, comunica-lhe movimento de descida para efectuar a moldagem ou a estampagem do material. Após efectuada a operação o primeiro disco retira-se e aproxima-se o outro, que lhe confere movimento contrário para a subida do parafuso. Neste tipo de prensas, a embraiagem dos discos é accionada por amortecedores graduáveis. (Polack, 2004)

Este tipo de prensa não apresenta ciclo completo, sendo possível parar o parafuso durante o respectivo movimento de descida. No entanto, a grande inércia existente no sistema não permite precisão da paragem.

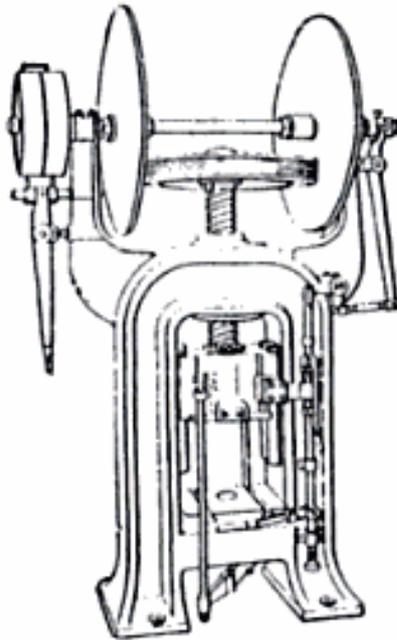


Figura 6 - Prensa de fuso com discos de fricção. (Polack, 2004)

Por fim, para melhor compreender o funcionamento da prensa e a interacção com o operador, é descrito no parágrafo seguinte um resumo dos pontos fundamentais.

Desta forma é importante compreender que o movimento da corrediça, desde o seu ponto morto superior até ao ponto morto inferior (ponto onde se dá a junção do punção com a matriz), e de volta ao ponto inicial corresponde a um ciclo de trabalho. Sempre que este ciclo tem de ser continuamente iniciado pelo operador é denominado por ciclo simples, quando basta apenas uma ordem de início e a prensa mantém-se em funcionamento, ciclo após ciclo, até receber uma ordem de paragem é denominado ciclo automático. Durante o ciclo de trabalho é necessário alimentar/extrair com matérias-primas/peças a prensa, este modo operatório pode ser classificado de manual, caso seja o operador a efectuar ou automático, com recurso a dispositivos mecânicos.

3.2 Acidentes de trabalho com prensas

Os acidentes com máquinas contribuem significativamente para o número global de acidentes de trabalho ocorridos anualmente.

Em Portugal, um estudo realizado pelo Departamento de Estatísticas do Transporte, Emprego e Formação Profissional sobre Acidentes de Trabalho e de Trajecto em 1998, indica que nos inquéritos realizados a trabalhadores sinistrados 44% dos sinistrados referem os “riscos de ferimentos com máquinas” e 40% “risco de quedas” como as duas principais razões de acidentes de trabalho.

Outro estudo realizado em 2006 pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento, sobre Estatísticas de Acidentes de Trabalho em Portugal, refere que 28,4% dos 237392 acidentes ocorridos nesse ano teve como principal desvio a “Perda total ou parcial de controlo de máquina ou meio de transporte (equipamento manuseado, ferramenta manual, objecto, animal)”, correspondendo a um total de 107 acidentes mortais (42,3%). De todos os desvios ocorridos relativamente aos acidentes de trabalho 5,5% foi devido a máquinas e equipamento fixos e 0,8% relativo a máquinas e equipamentos portáteis ou móveis.

O tipo de contacto-modalidade da lesão mais frequente nos acidentes de trabalho é o “Esmagamento em movimento vertical/horizontal sobre/contra objecto imóvel”, correspondendo a 25,0% de todos os acidentes, sendo que deste tipo de causa ocorreram 37,2% de mortes. Para todo o tipo de contacto-modalidade das lesões ocorridas as máquinas e equipamentos fixos contribuíram com 3,6% do total de acidentes e as máquinas e equipamentos de trabalho portáteis ou móveis corresponderam a 0,4% do total de acidentes.

As amputações (perdas de partes do corpo e esmagamentos) e feridas/lesões superficiais correspondera a 0,3 e 40,8%, respectivamente, das lesões ocorridas. As extremidades superiores corresponderam à parte do corpo mais afectada, com 33%, relativamente a todo o tipo de lesões ocorridas.

No Brasil, Mendes (2001) considera que 25% dos acidentes de trabalho graves e incapacitantes se devem a máquinas e equipamentos obsoletos. No seu estudo, Mendes refere que dos 72489 acidentes de trabalho ocorridos em 1997, 27371 referiam-se a acidentes traumáticos envolvendo as mãos dos trabalhadores. De todos os acidentes envolvendo as mãos dos trabalhadores, os ferimentos dos dedos da mão (5754) constituem o tipo de lesão mais frequente, seguindo-se a fractura dos dedos das mãos (5252), as feridas dos dedos das mãos e respectivas complicações (3776), a amputação traumática da mão (3045), a fractura aberta da mão (1905), a fractura de punho fechada (1775), a fractura do carpo (1280), a contusão da mão e punho (1118), as feridas das mãos e tendões (1079), a contusão dos dedos e mãos (905), a amputação traumática dos dedos das mãos (794).

Um estudo referente a 4.895 acidentes identificados pelo Programa de Saúde dos Trabalhadores da Zona Norte de São Paulo, classifica como graves 790 acidentes ocorridos, sendo que neste conjunto as máquinas são responsáveis por 196 casos, ou seja 24,8%. (Vilela, 2000)

No Japão um estudo efectuado pela Japan Industrial Safety and Health Association (2006), refere que em 2004 ocorreram na indústria transformadora 37593 acidentes, sendo que 32% foram devidos a trabalhadores apanhados e esmagados por equipamentos de trabalho, sendo que destes 32% acidentes resultaram 95 mortes.

As prensas apresentam grande número de acidentes em relação a outros tipos de máquinas devido à longevidade do equipamento, ao desgaste dos elementos provocado pelas operações normalmente efectuadas, à elevada intervenção do operador na zona de perigo e, ao elevado número de prensas existentes. No entanto, estatísticas de acidentes de trabalho com prensas, a nível nacional é escassa, sendo necessário recorrer a participações a seguradoras e/ou relatórios de investigação de acidentes para ser possível obter alguma informação. Contudo um estudo realizado por Silva (2004), indica que entre 1995, desde a aplicação da directiva máquinas, até 2002, ocorreram 168 acidentes de trabalho com prensas em 14 empresas da zona norte de Portugal. Do total de acidentes 46% ocorreram em prensas mecânicas, 12% em prensas hidráulicas, 8% em prensas pneumáticas. Para os restantes 34% não havia informação suficiente para a caracterização. Dos acidentes resultaram 13% de trabalhadores com incapacidade permanente, 37% com incapacidade temporária, 7% sem incapacidade. Para os restantes 43% não existe informação suficiente. (Silva, 2004)

Mendes (2001) refere, no seu trabalho, que dos 196 acidentes graves com máquinas, 67 são casos com amputação de dedos ou mão, destacando-se as prensas como responsáveis por 36% dos acidentes seguidos de amputação. As prensas foram responsáveis por 42% dos casos de esmagamento de dedos ou mão, seguidas das impressoras e guilhotinas. O estudo mostra também que as prensas são responsáveis por:

- 15% de todos os acidentes de trabalho causados por máquinas;
- 25% de todos os acidentes graves causados por máquinas;
- 36% dos acidentes graves causados por máquinas, seguidos de amputação de dedos;
- 42% dos casos de esmagamento de dedos ou mão.

De acordo com um estudo realizado por Bélanger et al (2004) em 1989, dos 184 relatórios de acidentes de trabalho reportados, 149 estavam relacionados com máquinas. Destes, 86 (cerca de 58%) eram relativos a prensas, 85 inerentes a prensas mecânicas e 1 a prensas hidráulicas. O estudo mostrou, igualmente, que os acidentes atribuíveis directamente à máquina eram cerca de 5 vezes mais numerosos nas prensas (18%) do que nas quinadoras (4%) e 6 vezes mais numerosos do que os ocorridos com as guilhotinas (3%). No caso dos acidentes relacionados com os modos de operação de alimentação, posicionamento ou remoção das peças da zona operativa da máquina, esta proporção passa para 8 vezes entre as prensas (cerca de 33%) e quinadoras (cerca de 4%) e para 2 vezes entre as prensas e as guilhotinas (14%).

Bélanger et al (2004) referem ainda um estudo em que se constata o seguinte:

- a) A frequência de acidentes com prensas mecânicas e hidráulicas é 5 vezes mais elevada do que a dos ocorridos com os 25 principais tipos de máquinas utilizadas na indústria metalomecânica, nos Estados Unidos da América;
- b) A severidade das lesões causadas pelas prensas mecânicas e quinadoras é, em média, duas vezes maior do que a associada às restantes máquinas que trabalham metal;
- c) 50% dos acidentes ocorridos com prensas mecânicas resultaram em amputações dos membros superiores;
- d) 62% dos acidentes associados a prensas mecânicas estiveram relacionados com o modo de actuação por pedal;
- e) 20% dos acidentes com este tipo de prensas e estiveram associados ao modo de operação, alimentação e remoção manual de peças resultaram da inexistência de meios de protecção complementares, ou quando existentes teriam sido mal utilizados.

Bélanger et al (2004) indicam no seu estudo que dos 38 acidentes graves ocorridos, no período de 1976 a 1988, apurados em empresas de fabrico de produtos metálicos utilizando prensas, quinadoras e guilhotinas, cerca de 66% foram devidos à utilização de prensas mecânicas. Concluíram ainda que em 25 acidentes de trabalho estiveram envolvidas prensas mecânicas e 3 relacionados com as prensas hidráulicas, perfazendo 28 acidentes com prensas, num total de 38 acidentes com máquinas. Além disso, dos 28 acidentes com prensas, 16 deles originaram a amputação de parte ou da totalidade dos membros superiores, 10 resultaram em entalamentos dos membros superiores e 1 foi mortal.

Vilela (2000), no seu trabalho, menciona uma pesquisa realizada em Osasco – SP no início da década de 70 que analisou 1.000 acidentes graves e conclui que as máquinas foram responsáveis por 85,5% dos acidentes, sendo que as prensas por si só foram responsáveis por 31,8% do total das ocorrências. Essas máquinas são encontradas, na sua maioria sem dispositivos de protecção, sendo fornecidas desta forma pelos fabricantes e revendedores.

Ainda Vilela (2000) refere outro estudo realizado no Brasil, que considera a protecção insuficiente das máquinas e a utilização de máquinas antigas e obsoletas, como a causa de elevado número de acidentes. Através da análise das condições operacionais de 290 prensas mecânicas na Zona Norte de S. Paulo, em 1989, foi constatado que 52,75% das máquinas eram accionadas por pedais e 26,55% por meio de botoneiras simples. Somente 43 máquinas operam com comandos bimanuais. A pesquisa avalia ainda os riscos junto aos pontos de operação de 74 máquinas, verificando que 37,8% destas exigem o acesso das mãos à zona de prensagem, seja para alimentação, para retirada das peças ou em ambas situações. Observa-se que esse acesso às zonas de prensagem é feito sem nenhum mecanismo de atenuação, como cortinas de luz, barreiras, sensores de proximidade, ou dispositivos de afastamento.

Mendes (2001) cita o Sindicato dos Metalúrgicos de Osasco, considera que o problema das mutilações causadas pelas máquinas deveria ser analisado sob quatro ângulos distintos, mas complementares, a saber:

- Máquinas sem manutenção;
- Máquinas que não possuem dispositivos de protecção;
- Máquinas que possuem dispositivos de protecção e que são tornados inoperacionais;
- Falta de formação para manipular os equipamentos.

Dos itens, anteriormente mencionados é dada mais importância, ao longo do estudo, ao problema das máquinas em funcionamento nas empresas mas que não possuem os sistemas de segurança necessários.

4. Principais perigos e medidas de protecção de prensas mecânicas

As máquinas apresentam grande número de perigos, contudo, grande parte podem ser eliminados durante a fase de projecto o que permite obter máquinas com elevado nível de segurança. No entanto, para as máquinas adquiridas e mantidas em serviço sem que possuam sistemas de segurança não é fácil proceder à sua adaptação e o resultado final não é o mesmo das máquinas com sistemas de segurança desde a origem.

Macdonald (2004) estabelece que o primeiro passo a ter em conta para qualquer projecto de segurança de máquinas é identificar os perigos e considerar o nível de risco que está presente.

Ridley & Pearce (2006) dizem também que um elemento essencial para a utilização segura da máquina é a identificação de perigos para que as medidas a ser tomadas possam removê-los antes da ocorrência de ferimentos ou danos para a saúde.

De acordo com a norma ISO 14121-1:2007, apenas quando os perigos são identificados se pode tomar os passos para os eliminar ou reduzir o risco.

Assim sendo uma das fases mais importante a nível de segurança de máquinas é identificar os perigos presentes. O termo perigo pode ser definido como algo com potencial para criar uma situação de risco que possa levar a uma lesão ou dano para a saúde.

Macdonald (January 2004) estabelece que um perigo é uma característica inerente física ou química que tem o potencial para causar danos às pessoas, bens ou o ambiente. No entanto, para a norma ISO 12100-1:2003, perigo resume-se apenas a potencial fonte para causar danos.

O objectivo da identificação dos perigos é produzir uma lista de perigos, que possam levar a possíveis cenários de acidente. A identificação dos perigos é um dos passos mais importantes em qualquer avaliação de risco. Apenas quando um perigo for definido é que se torna possível tomar uma acção para reduzir o risco associado a ele. Os perigos indefinidos podem levar a danos, portanto é de importância vital assegurar que a identificação dos perigos deve ser sistemática e o mais abrangente possível. (ISO 14121-2:2007)

Os métodos mais eficazes de identificação de perigos são aqueles que estão estruturados para assegurar que todas as fases do ciclo de vida de máquinas, todos os modos de operação, todas as funções e todas as tarefas associadas com a máquina são cuidadosamente examinados. Os métodos de identificação de perigos podem seguir dois tipos de abordagem:

- A abordagem “top-down” é aquela que toma como ponto de partida uma lista de verificação das potenciais consequências e estabelece o que pode causar danos. Cada item da lista deve ser aplicado a todas as fases de utilização da máquina e cada parte/função e/ou tarefa de cada vez;
- A abordagem “bottom-up” começa por examinar todos os perigos e considerar todos os possíveis caminhos que possam levar ao dano. A abordagem “bottom-up” pode ser mais abrangente e profunda do que a abordagem “top-down”, mas também pode consumir mais tempo. (ISO 14121-2:2007)

Sempre que se fala de perigo e estejam presentes nessa zona de perigo, pessoas e bens, é necessário também falar de risco, visto ambos os conceitos estarem interligados. Assim, risco pode ser definido como fenómeno capaz de causar danos.

De acordo com o que apresenta Ridley & Pearce (2006), risco é normalmente definido como a combinação da gravidade e da probabilidade de um evento. Por as palavras, quantas vezes pode acontecer e quanto mal pode ele fazer.

Para Cabral (2009), risco pressupõe a interacção pessoa/componente do trabalho e, daí definir-se como a passibilidade de que um trabalhador sofra um dano provocado pelo trabalho.

Já Miguel (2010), caracteriza risco de duas formas, risco potencial, ao qual está associado um determinado conteúdo energético superior ao da resistência da zona do corpo eventualmente atingida, e risco efectivo, que resulta da interacção Homem/risco potencial no espaço e no tempo.

Em resumo, e de acordo com o que foi dito, o risco só existe na presença de um perigo e de uma pessoa ou bens podendo este ser quantificado de acordo com a sua gravidade e probabilidade.

4.1 Perigos típicos de máquinas

Os perigos das máquinas surgem a partir de um elevado número de fontes - o movimento, a energia, arestas afiadas, fontes eléctricas, materiais, agentes físicos e radiações. No entanto, não significa que todas as máquinas apresentem em si todos estes perigos, pois cada tipo de máquina tem a sua aplicação e função específica.

A tabela seguinte apresenta uma lista da maior parte dos perigos e riscos associados às máquinas, separados em secções pela sua tipologia. Contudo a lista não é exaustiva nem exclusiva, portanto pode sempre haver mais perigos ou riscos do que os mencionados na tabela. Esta é mais uma das razões para a importância de uma correcta identificação dos perigos e avaliação dos riscos.

Tipo ou grupo de perigos	Perigos	Consequências
Perigos mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Energia cinética (causada pela aceleração, desaceleração, velocidade constante...); - Partes angulares; - Aproximação de um elemento móvel a uma parte fixa; - Zonas cortantes; - Queda de objectos; - Energia armazenada (gravidade, reservatórios sob pressão); - Altura do solo; - Elevada pressão; - Movimentos da máquina; - Elementos móveis; - Elementos rotativos; - Acabamento superficial (rugoso ou escorregadio); - Arestas afiadas; - Vácuo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Atropelamento; - Esmagamento; - Cortes; - Entalamento; - Arrastamento; - Fricção ou abrasão; - Impacto; - Injecção; - Golpe; - Deslizamento, tropeçamento ou queda; - Perfuração; - Sufocamento;
Perigos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> - Arco-eléctrico; - Fenómenos electromagnéticos; - Fenómenos electrostáticos; - Partes activas; - Distância insuficiente das partes vivas sob alta voltagem; - Sobrecarga; - Partes tornam-se "vivas" sob falha de condições; - Curto-circuito; - Radiação térmica; 	<ul style="list-style-type: none"> - Queimadura; - Efeitos químicos; - Efeitos sobre implantes médicos; - Electrocussão; - Queda; - Fogo; - Projecção de partículas incandescentes; - Choque;
Perigos térmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Explosão; - Chama; - Materiais e objectos com alta ou baixa temperatura; - Radiação das fontes de calor; 	<ul style="list-style-type: none"> - Queimadura; - Desidratação; - Desconforto; - Congelação; - Exposição a radiação térmica;

Perigos devido ao ruído	<ul style="list-style-type: none"> - Fenómenos de cavitação; - Sistema de escape; - Alta velocidade de escoamento de gás; - Processos de fabrico; - Partes móveis; - Superfícies rugosas; - Desequilíbrio das partes rotativas; - Assobios pneumáticos; - Peças gastas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconforto; - Perda de consciência; - Perda de equilíbrio; - Permanente perda de audição; - Stress; - Zumbido; - Cansaço; - Interferência na comunicação e sinais acústicos;
Perigos devido às vibrações	<ul style="list-style-type: none"> - Fenómeno de cavitação; - Desalinhamento das partes; - Movimento do equipamento; - Superfícies desgastadas; - Desequilíbrio das partes rotativas; - Equipamentos de vibração; - Peças gastas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconforto; - Doença lombar; - Desordem neurológica; - Desordem osteo- articular; - Trauma na espinha dorsal; - Desordem cardiovascular;
Perigos devido à radiação	<ul style="list-style-type: none"> - Fontes de radiação ionizante; - Radiação electromagnética de baixa frequência; - Radiação óptica (infra-vermelho, visível, ultra-violeta, etc); - Radiação electromagnética de radiofrequência; 	<ul style="list-style-type: none"> - Queimadura; - Lesão dos olhos e pele; - Efeitos na capacidade reprodutiva; - Mutação genética; - Dores de cabeça, insónia;
Perigos devido a materiais/substâncias	<ul style="list-style-type: none"> - Aerossol; - Agentes biológicos ou microbiológicos; - Combustível; - Poeiras; - Explosivos; - Fibras; - Elementos inflamáveis; - Fluídos; - Fumo; - Gás; - Névoa; - Oxidantes; 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldades de respiração, sufocação; - Cancro; - Corrosão; - Efeitos na capacidade reprodutiva; - Explosão; - Fogo; - Infecções; - Mutações; - Envenenamento; - Sensibilizamento;
Perigos devido a falhas ergonómicas	<ul style="list-style-type: none"> - Acessos; - Localização e identificação das unidades visuais de controlo; - Localização ou identificação dos dispositivos de controlo; - Esforço; - Brilho, sombra, efeitos estroboscópicos; - Luz existente; - Sobrecarga ou baixa carga mental; - Postura; - Actividade repetitiva; - Visibilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconforto; - Fadiga; - Desordens músculo-esqueléticas; - Stress; - Consequências em erro humano;

Perigos associados com o ambiente onde é utilizada a máquina	<ul style="list-style-type: none"> - Poeira e nevoeiro; - Distúrbios electromagnéticos; - Raios; - Humidade; - Poluição; - Neve; - Temperatura; - Água; - Vento; - Falta de oxigénio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Queimadura; - Doença leve; - Escorregamento ou queda; - Sufocamento; - Qualquer outra consequência do efeito causado pelas fontes dos perigos da máquina ou partes da máquina.
---	---	--

Tabela 1 - Exemplo dos perigos e riscos associados às máquinas. (ISO 14121-2:2007)

4.1.1 Perigos mecânicos

A nível de máquinas existe um maior número de perigos mecânicos a elas associados do que dos restantes tipos de perigos. Pacheco & Guedes (1993), referem que os operadores das máquinas estão mais sujeitos a riscos mecânicos do que outros.

Uma boa parte dos perigos mecânicos existentes nas máquinas está associado as suas partes móveis, que podem apresentar basicamente três tipos de movimento, que são:

- O movimento rotativo - O movimento das partes rotativas pode ser perigoso e originar ferimentos graves. Junções, embraiagens, volantes, fusos e veios horizontais ou verticais são alguns exemplos típicos de mecanismos rotativos que podem ser perigosos. Existe perigo adicional quando pinos, chavetas, roscas ou parafusos fixos estão expostos nas partes rotativas das máquinas, podendo atingir uma pessoa ou ser projectados durante a rotação das mesmas; (Stellman, 2000)

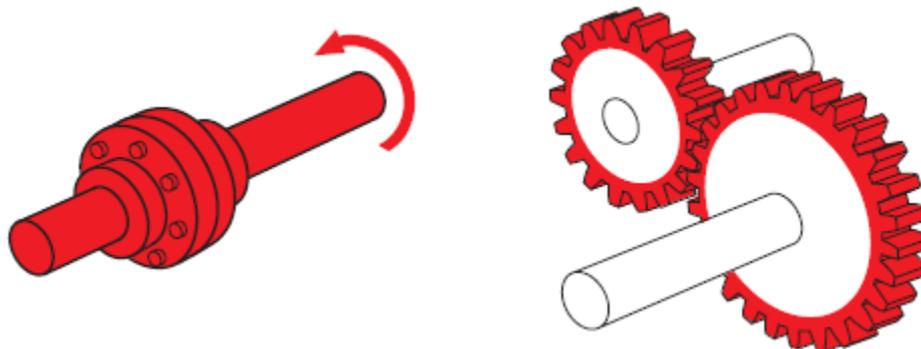


Figura 7 - Exemplo de alguns elementos rotativos. (Ridley & Pearce, 2006)

- O movimento alternativo - Pode ser perigoso porque durante a ida e a volta ou movimento de subida e descida, um trabalhador pode ser ferido ou pode ficar entalado entre uma parte móvel e uma parte fixa. (Stellman, 2000)

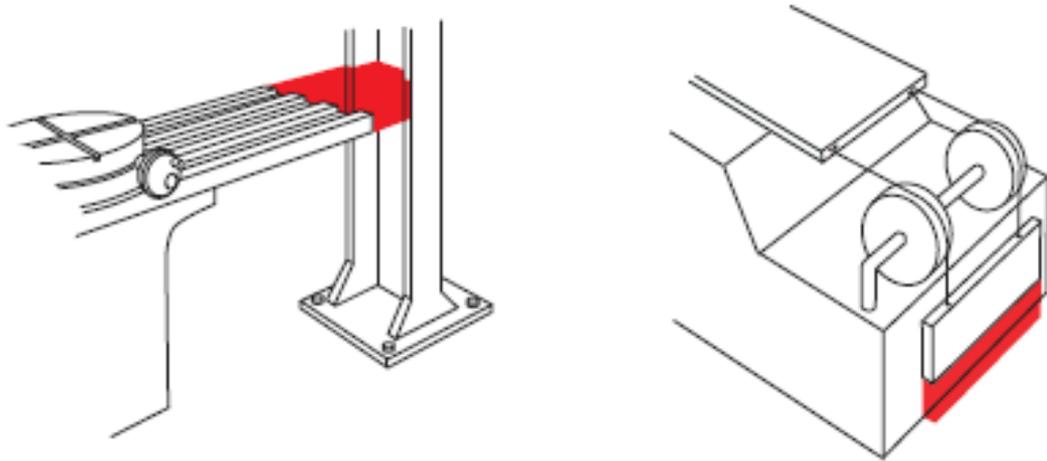


Figura 8 - Exemplo de alguns movimentos alternativos. (Ridley & Pearce, 2006)

- O movimento de translação contínua – é uma fonte de perigo em que o operador pode ser atingido por algum movimento ou, mais frequente, translação de um elemento sobre o qual alguém pode ser tentado a apoiar-se, por exemplo, uma banda transportadora. (Pacheco & Guedes 1993)

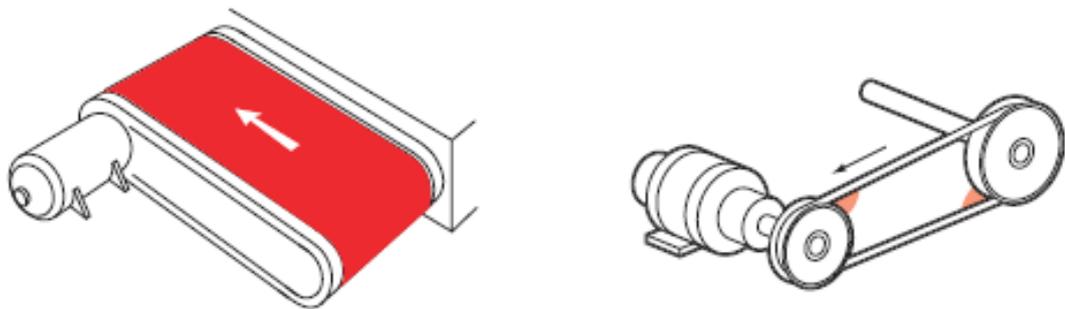


Figura 9 - Exemplo de alguns movimentos de translação contínua. (Ridley & Pearce, 2006)

Estes tipos de movimentos encontram-se essencialmente:

- a) Na zona de trabalho ou operação - o ponto onde é trabalhado o material, como ponto de corte, ponto de moldagem, ponto de perfuração, etc. (Pacheco & Guedes 1993)
- b) No sistema de transmissão de energia - qualquer componente do sistema mecânico que transmite energia para as partes da máquina que executam o trabalho. Estes componentes incluem volantes, polias, correias, conexões de veios, junções, engates, fusos, correntes, manivelas e engrenagens. (Stellman, 2000)
- c) Em outras partes móveis - que inclui todas as partes da máquina que se movem enquanto a máquina está a trabalhar, tal como movimento de ida e volta, partes rotativas, movimentos transversais, como também mecanismos de alimentação e partes auxiliares da máquina. (Stellman, 2000)

Os perigos mecânicos devidos à energia armazenada ou energia potencial encontram-se em grande parte devido a contrapesos, movimento de objectos, circuitos de ar a alta pressão, caldeiras, cilindros pneumáticos, molas sob pressão, robôs industriais e máquinas controladas por computador. As arestas afiadas e elementos cortantes são outro tipo de perigos mecânicos. Este tipo de perigos é inerente a ferramentas tais como lâminas de guilhotina, os discos de corte, fresas, serras circulares e banda, durante o seu funcionamento ou quando estão a ser manipulados. (Ridley & Pearce, 2006)

4.1.2 Perigos eléctricos

Os perigos eléctricos surgem devido a partes electricamente activas ou tornadas acidentalmente activas, sobrecargas, curto-circuito e arco-eléctricos. Nas máquinas estes tipos de perigo encontram-se essencialmente no armário eléctrico que centraliza todos os comandos das máquinas, e na interface homem-máquinas (botões de comando, ...). (Pacheco & Guedes, 1993). Pode definir-se risco de contacto com a corrente eléctrica como a probabilidade de circulação de uma corrente eléctrica através do corpo humano. A circulação de corrente eléctrica só se dá se:

1. existir um circuito eléctrico;
2. o circuito estiver fechado ou possa fechar-se;
3. no circuito existir uma diferença de potencial.

Além disso, é também necessário:

1. que o corpo humano seja condutor;
2. que o corpo humano faça parte do circuito;
3. que exista, entre os pontos de entrada e de saída da corrente eléctrica no corpo humano, uma diferença de potencial maior do que zero. (Miguel, 2010)

As electrizações são consequência quer de contactos directos, contacto directamente com partes activas de materiais ou máquinas, ou através de contacto indirecto, contacto com massas ou elementos condutores postos acidentalmente sob tensão. (Miguel, 2010)

4.1.3 Perigos térmicos

A temperatura pode ter efeitos deteriorativos sobre as características de resistência dos materiais e prejudicar gravemente a sua capacidade de manter o desempenho necessário levando à ocorrência de acidentes. As superfícies ou pontos quentes das máquinas transmitem calor aos corpos vizinhos por radiação, convecção e condução (caso estejam directamente em contacto), podendo provocar a auto-inflamação de misturas de ar/vapores ou até mesmo de fluídos combustíveis existentes nas proximidades levando à ocorrência de incêndios. Os perigos relacionados com a temperatura podem causar nos trabalhadores queimadura, desidratação, desconforto... (Miguel, 2010)

4.1.4 Perigos devido ao ruído

O ruído é reconhecido como um perigo que pode causar dificuldades auditivas e é uma causa de incómodo para o trabalho. O ruído complica as trocas de informação, podendo provocar fadiga geral e, em casos extremos, trauma auditivo e alterações fisiológicas extra – auditivas. As ondas sonoras podem transmitir-se desde a fonte ao ouvido, de forma directa através do ar, ou de forma indirecta por condução nos materiais (estruturas sólidas, paredes, pavimentos e tectos, ...). A nível físico o ruído pode definir-se como toda a vibração mecânica estatisticamente aleatória de um meio elástico, enquanto, do ponto de vista fisiológico será todo o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa. (Miguel, 2010)

4.1.5 Perigos devido às vibrações

Os perigos devidos às vibrações têm como fontes mais comuns impactos de martelos e prensas, máquinas mal ajustadas, motores a dois tempos, expansão de gases, entre outros, sendo que a resposta do corpo humano a essas vibrações depende da sua postura (de pé, sentado,...) e do seu ponto de aplicação. Gamas de frequência de 3 a 6 Hz apresentam um efeito particular de ressonância no tórax-abdómen e tornam muito difícil um isolamento das vibrações que afectam um individuo de pé ou sentado. Um efeito posterior de ressonância surge na região dos 20 aos 30 Hz e é causado pelo sistema cabeça-pescoço-ombros.

Na região dos 60 aos 90 Hz sentem-se perturbações que sugerem ressonâncias do globo ocular, bem como na dos 100 aos 200 Hz devidas ao efeito de ressonância no sistema maxilar inferior-crânio. (Miguel, 2010)

A utilização constante de ferramentas manuais, tais como motosserras, ferramentas de rebarbagem, martelos pneumáticos, pode causar o chamado Síndrome de vibração mão-braço. Este síndrome ocorre em frequências de vibração 2-1500 Hz e provoca um estreitamento dos vasos sanguíneos na mão. (Ridley & Pearce, 2006)

4.1.6 Perigos devido à radiação

As radiações têm aplicações na utilização de máquinas e podem apresentar riscos consideráveis para a saúde. Conforme o resultado da sua interacção com a matéria, as radiações dividem-se em ionizantes e não ionizantes. As radiações do primeiro grupo, onde se inclui os raios alfa, beta e gama têm a capacidade de produzir iões, directa ou indirectamente. Já as radiações não ionizantes, que compreendem toda a radiação electromagnética cuja energia por fóton seja inferior a 12 electrões-volt, caracterizam-se por não possuir energia suficiente para ionizar os átomos ou moléculas com os quais interactuam. (Miguel, 2010)

A radiação ionizante é produzida por diversos equipamentos, sendo que as fontes de radiação mais frequentes são os raios X que estão presentes em aparelhos de radiografia, para fins médicos e industriais, e alguns instrumentos de análise (espectrómetros e difractómetros de raios X). Podem ocorrer ainda como produção parasita em certos aparelhos (reguladores de tensão, microscópios electrónicos,...). (Miguel, 2010)

As radiações ionizantes têm comprimentos de onda abaixo de 10^{-8} metros, com frequências acima de 10^{14} kHz. Estas radiações podem causar danos internos às células do corpo e interferir com a formação de novas células sanguíneas. Podem originar, também, queimaduras, cataratas e infertilidade, sendo que todas estas causas dependem ou do tempo total de exposição ou do limite máximo admissível. (Ridley & Pearce, 2006)

As principais fontes de radiação não ionizante são a radiação ultravioleta, visível e infravermelha obtida a partir de radiação solar (responsável pela quase totalidade), aparelhos de soldadura por arco, lâmpadas (incandescentes, fluorescentes e de descarga), máquinas de corte por lasers. As micro-ondas são obtidas a partir das radiotelecomunicações, de aparelhos de fisioterapia, fornos de aquecimento (alimentação, soldadura de plásticos, secagem de papel), fornos de indução, aparelhos de esterilização, etc. (Miguel, 2010)

As radiações não-ionizantes abrangem uma gama de comprimentos de onda de 10^{-9} até 10^5 metros com frequências de 1 a 1014 kHz. A radiação ionizante obtida a partir de fontes de radiação ultravioleta, visível e infravermelha pode criar riscos para a pele e olhos, enquanto as micro-ondas podem causar riscos a nível de dos tecidos internos do corpo. (Ridley & Pearce, 2006)

4.1.7 Perigos devido a materiais/substâncias

Os materiais que são trabalhados ou substâncias que são utilizadas pelas máquinas podem ser uma fonte de perigos para a saúde dos trabalhadores. Nos materiais e substâncias podem estar presentes perigos mecânicos tais como arestas vivas, zonas cortantes, superfícies rugosas, mas também perigos de ordem química que ainda não foram mencionados, tais como poeiras, fumos, gases, vapores, etc. Estes perigos podem ter efeitos na saúde em função da sua categoria, tais como tóxico, nocivo, corrosivo, irritante, sensibilizante, cancerígenas, mutagénicas, ... Os perigos químicos podem ter origem a partir de discos abrasivos, processos de soldadura, fluidos sobreaquecidos, tratamentos químicos...

4.1.8 Perigos devido a falhas ergonómicas

Os princípios ergonómicos a ter em conta nas máquinas são fundamentais tanto a nível de segurança, saúde e bem-estar com o nível de eficiência, e cadência produtiva. Máquinas bem planeadas ergonomicamente podem eliminar muitos dos vários perigos já mencionados como também melhorar o conforto do trabalhador durante o processo produtivo. Os perigos ergonómicos na máquina verificam-se nos pontos de interacção homem-máquina (monitores, botoneiras, alavancas, ...), assento, ferramentas, ... Estes perigos podem contribuir para riscos físicos a nível músculo-esquelético, a nível psicológico, e podem potenciar erros humanos.

4.1.9 Perigos relacionados com ambiente de trabalho

O ambiente de trabalho onde se encontra a máquina pode ser também um perigo, contribuindo para potenciar ainda mais o risco de acidentes. Dois dos perigos mais recorrentes nos ambientes de trabalho é a iluminação e o ambiente térmico.

Uma iluminação adequada é uma importante condição para a obtenção de um bom ambiente de trabalho. A inobservância deste ponto resulta normalmente em consequências mais ou menos graves, tais como: danos visuais, menor produtividade e aumento do número de acidentes.

A iluminação ideal é a que é proporcionada pela luz natural, no entanto é de difícil aplicabilidade havendo necessidade de recorrer complementarmente à luz artificial. A qualidade da iluminação artificial de um ambiente de trabalho dependerá fundamentalmente:

1. da sua adequação ao tipo de actividade prevista;
2. da limitação do encandeamento;
3. da distribuição conveniente das lâmpadas;
4. da harmonização da cor da luz com as cores predominantes do local. (Miguel, 2010)

O ambiente térmico é um elemento que contribui directamente para melhores ou piores condições de trabalho, e também de qualidade de vida.

O homem é um animal homeotérmico, pois mantém a sua temperatura corporal sensivelmente constante, na ordem dos 37°C. A energia térmica produzida pelo organismo provem de reacções químicas internas a partir de elementos combustíveis orgânicos e é denominada por metabolismo. A manutenção da temperatura interna do organismo humano, em ambientes cujas condições térmicas são as mais variadas e variáveis, faz-se através do seu aparelho termorregulador, que comanda a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controlo. O corpo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termoregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com a sua actividade. (Frota & Schiffer, 2006)

A análise do conforto ou do stress térmico, num posto de trabalho, depende de uma série de grandezas físicas e características do ambiente em causa, sendo elas:

1. a temperatura do ar - a temperatura do ar intervém na determinação das trocas de calor por convecção ao nível Homem;
2. a humidade do ar - a humidade do ar intervém na determinação das trocas de calor por evaporação ao nível Homem;
3. a velocidade do ar - a velocidade do ar intervém na determinação das trocas de calor por convecção e evaporação ao nível do Homem;
4. o calor radiante – a exposição ao calor radiante influencia a temperatura corporal, potenciando o conforto ou stress térmico. (Miguel, 2010)

Quando as condições térmicas ideais não estão presentes no posto de trabalho, podem ter efeitos psicológicos (fadiga térmica, ...), psicofisiológicos (golpe de calor, esgotamento, ...) e patológicos (erupções, anidrose, ...) em caso de ambientes térmicos, e efeitos de termorregulação excessiva (frieiras, eritrocianose, enregelamento, ...) ou em caso raro falência de termorregulação (hipotermia, ...) no caso de ambientes térmicos frios.

4.2 Perigos de prensas mecânicas de revolução completa

As prensas mecânicas são equipamentos destinados em grande parte à conformação de metal a frio apresentado uma cadência produtiva enorme. No entanto, estas máquinas são operadas frequentemente por operadores não especializados, sujeitos a um movimento repetitivo vezes sem conta estabelecendo-se um certo ritmo de trabalho. Assim, se por algum motivo ocorre uma acção não programada, o operador pode entrar numa situação perigosa.

Os acidentes ocorridos em prensas mecânicas devem-se, fundamentalmente a: área desprotegida das ferramentas de trabalho, falhas humana, métodos de trabalho incorrectos e a eventuais falhas da prensa.

De acordo com os estudos de Trump e Etherton (1985, 1986), apresentados por Silva (2004), o principal contributo para as falhas humanas são os ritmos de trabalho elevados. Aliado a esta situação, o ciclo repetitivo de trabalho, em prensas sem sistemas de protecção, pode levar à tendência para actuar os comandos inadvertidamente. Assim, existem duas causas principais, relacionadas com ritmo de trabalho elevado, para a actuação dos pedais inadvertidamente, que são:

- a) tendência, por parte do operador, a corrigir o posicionamento da peça depois de actuado o comando; e
- b) falha na sequência de movimento dos pés com a descida da ferramenta, devido a perda de equilíbrio ou quebra do ritmo da tarefa.

Relativamente a métodos de trabalho incorrectos, as causas podem residir na não existência de cultura de segurança, não cumprimento de instruções definidas ou instruções inadequadas, falta de informação ou informação insuficiente.

No que toca a falhas da prensa mecânica, Pacheco & Guedes (1993), afirmam que se podem dever à fractura ou desgaste dos elementos de acoplamento, falhas do sistema de comando e erros de manutenção, que podem resultar nas seguintes consequências:

- a) Golpe duplo – execução de dois ou mais golpes seguidos por parte da prensa devido a um não desembraiamento accidental;
- b) Atraso accidental no embraiamento - o comando da embraiagem fica preso, mas esta situação extremamente instável é destruída pelas vibrações da máquina e o embraiamento produz-se intempestivamente;
- c) Queda da corrediça devido a:
 - 1. Embraiamento imprevisto - a prensa entra em funcionamento sem actuação da embraiagem;
 - 2. Embraiamento intempestivo - a prensa entra em funcionamento através dos comandos existentes, mas sem vontade do operador (gesto involuntário, queda de um objecto sobre um comando mal protegido ou mal colocado);
 - 3. Ruptura da ligação biela-corrediça.
 - 4. Frenagem deficiente da corrediça.

No entanto, os perigos existentes nas prensas mecânicas não terminam por aqui, existe também o perigo do ruído, que pode provocar consequências graves na saúde dos operadores e pessoas da envolvente.

Em indústrias utilizando prensas de corte o nível de pressão sonora pode situar-se entre 85 e 110dB (A). As fontes de ruído são principalmente originadas pelo contacto metal com metal. A origem deste tipo de ruído pode ser encontrada a nível:

- a) Das ferramentas – principalmente quando são ferramentas de corte que desenvolvem níveis sonoros elevados, devido ao contacto, a velocidade elevada, do punção com o material e também, pelo desaparecimento da resistência ao esforço desenvolvido a partir do momento em que o punção atravessa a chapa;
- b) Da manipulação dos materiais e peças – o movimento, o contacto entre materiais metálicos e equipamentos de manipulação implicam uma fonte suplementar de ruído;
- c) Do equipamento – movimento de transmissão; embraiagens rígidas, etc. (Pacheco & Guedes, 1993)

A norma EN 692:1996 apresenta uma lista dos principais perigos e riscos associados, existentes nas prensas mecânicas tanto de embraiagem rígidas como de embraiagem de fricção. A norma EN 692:1996 define também que a principal zona de risco nas prensas mecânicas é a área das ferramentas.

Tipo ou grupo de perigos	Perigos	Potenciais consequências
Perigos mecânicos	- Área das ferramentas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre as ferramentas em movimento; ▪ Corrediça em movimento; ▪ Amortecedores da matriz em movimento; ▪ Ejectores da peça de trabalho; ▪ Guardas; - Motores e transmissões; - Dispositivos mecânicos de manipulação;	- Esmagamento; - Rasgamento; - Corte ou amputação; - Arrastamento ou prisão; - Impacto;
	- Componentes de máquinas; - Peças a trabalhar e ferramentas;	- Ejecção;
	- Todos os trabalhos em altura;	- Escorregamento, tropeçamento e queda;
	- Áreas de pavimento em redor da prensa;	
Perigos eléctricos	- Equipamento eléctrico;	- Contacto directo;
	- Equipamento eléctrico; - Partes sob tensão devido a equipamentos eléctricos avariados;	- Contacto indirecto; - exposição a radiação térmica;
Perigos devido ao ruído	- Em qualquer área junto à prensa em que existe um risco para a audição;	- Perdas de audição;
Perigos devido às vibrações	- Partes da prensa em que existe esse risco (exemplo os postos de trabalho);	- Desconforto;
Perigo devido a materiais ou substâncias	- Materiais tóxicos;	- Inalação de gases, vapores ou poeiras;
Perigos devido a falhas ergonómicas	- Os postos de trabalho e os controlos dos operadores e ferramentas de manutenção;	- Desconforto; - Esforços excessivos;

Tabela 2 - Perigos e riscos para prensas mecânicas excêntricas. (NP EN 692:1996)

Os riscos existentes na tabela anterior têm em consideração o possível acesso à máquina por todas as direcções, assim como a ultrapassagem dos pontos de paragem, batidas inesperadas ou não intencionais ou quedas por gravidade. São também identificados os riscos tanto para os operadores como para outras pessoas que possam ter acesso às zonas perigosas, tendo em conta todos os riscos de utilização que podem ocorrer durante a vida útil da prensa. A lista apresentada não é exaustiva podendo haver outros perigos e riscos.

4.3 Métodos de protecção para perigos mecânicos das máquinas

Os sistemas de segurança para máquinas devem ser elaborados de forma a permitir uma operação segura, sem risco para a saúde dos operadores. A maneira mais eficaz e económica de alcançar esse resultado é a incorporação de medidas de segurança no projecto inicial da máquina.

A norma ISO 12100-2:2003 estabelece que medidas de segurança inerentes ao projecto de segurança são o primeiro e mais importante passo no processo de redução dos riscos porque medidas de protecção inerentes às características da máquina são mais eficazes, ao passo que a experiência tem demonstrado que, até o protector melhor concebido pode falhar, ser violado ou as informações para uso não serem seguidas.

Não importa o quanto extensivo ou efectivo é o protector, caso ele interfira com o funcionamento da máquina, resultando assim numa redução da produtividade, ou então por frustração do operador por quebra do seu ritmo de trabalho, levando a que a protecção seja removida. Não se pode considerar, por conseguinte, esta protecção adequada. É função da protecção, proteger o trabalhador contra o uso incorrecto da máquina, embora os possíveis perigos decorrentes do uso incorrecto previsto devam ser considerados na avaliação de risco. Com uma protecção devidamente projectada, o operador deve ser capaz de trabalhar de uma forma natural e efectiva.

Nas fases iniciais do projecto, o projectista deve ter em consideração aspectos importantes para o desenvolvimento das protecções, que são:

- a) Realizar uma avaliação inicial dos riscos na fase do projecto para identificar os perigos potenciais que com a mudança do projecto poderiam ser evitados;
- b) Estabelecer feedback com outros utilizadores de equipamentos similares de forma a identificar e eliminar perigos e melhorar aspectos ergonómicos;
- c) Cumprir exigências legais de fabricação;
- d) Garantir que os componentes, especialmente aqueles que são comprados, são compatíveis com os materiais e outros equipamentos com os quais possam ter contacto;

- e) Sempre que o equipamento de comando for ligado a outros controlos, deve garantir a compatibilidade dos sinais e respostas;
- f) Assegurar que, quando entrar em funcionamento, o equipamento não interfere com o funcionamento dos equipamentos adjacentes;
- g) As implicações de segurança das possíveis mudanças no uso e do uso indevido do equipamento. (Ridley & Pearce, 2006)

À medida que o projecto avança, outros factos podem surgir e que o projectista vai ter de resolver. Deve ser prestada particular atenção à forma como a máquina é operada - o que o operador deve fazer, ou seja, o método seguro de operação, ao contrário do que o operador quer fazer. Onde há movimento, ou se existe um perigo potencial na máquina, cabe ao projectista garantir que o maior número de peças móveis perigosas são mantidos dentro da estrutura da máquina, tanto quanto possível ou contidos por invólucros adequados, para não serem facilmente acessíveis. Ao considerar os aspectos de segurança da utilização de uma máquina, o projectista precisa de incluir operações como, adaptação, remoção de materiais atolados, manutenção preventiva, lubrificação, substituição de componentes ou ferramentas, limpeza, etc. O layout da máquina deve ter em conta os princípios da Ergonomia, tendo em atenção o método normal de funcionamento e com a necessidade de o operador se mover em redor da máquina. A lubrificação e a limpeza devem ser automáticas ou possíveis de realizar a partir do exterior das protecções. O projectista deve estar ciente e estimar os níveis sonoros gerados pela máquina e proporcionar isolamento adequado e as vibrações devem ser reduzidas ao mínimo, garantindo que as peças rotativas são equilibradas. Se a máquina for, posteriormente, modificada, o projectista da modificação deve garantir que a alteração não reduz o nível de segurança da máquina. Se a alteração reduz o nível de segurança, devem ser fornecidas protecções adicionais para restaurar, ou melhorar, o nível original de segurança. (Ridley & Pearce, 2006)

Como já foi mencionado anteriormente, nas máquinas novas as protecções devem ser concebidas como parte integrante da máquina, enquanto em máquinas existentes qualquer adição de protecções deve ser concebida para proporcionar a protecção necessária, permitindo que a máquina seja operada com o mínimo de perturbação. (Ridley & Channing, 2002) A maior subdivisão de protecções é entre guardas de protecção e dispositivos de protecção.

A norma ISO 12100-1:2003 define guarda de protecção como barreira física, projectado como parte da máquina, para fornecer protecção. Sendo dispositivo de protecção definido como outro sistema de protecção que não uma guarda de protecção.

Macdonald (2004) refere que as guardas de protecção servem para prevenir o acesso físico às áreas perigosas ao passo que os dispositivos de protecção são definidos como um dispositivo que trabalha em vários caminhos, de forma a prevenir o movimento das máquinas, caso haja pessoas na zona de perigo.

Dentro do grupo das guardas de protecção podemos encontrar uma série de elementos que vão desde guardas fixas, sem utilizar elementos eléctricos, até guardas que são móveis, com presença de elementos de interbloqueamento. As guardas de protecção são principalmente utilizadas para proteger o operador dos riscos mecânicos oriundos da zona das ferramentas e áreas associadas, como também na protecção contra os elementos de transmissão de potência. Já nos dispositivos de protecção podem ser empregues vários tipos de elementos de segurança para detectar pessoas na zona de perigo ou para confirmar que elas estão definitivamente fora da zona de perigo. Este sistemas são em grande parte aplicados em linhas de produção e produções automatizadas onde a interacção das pessoas com as máquinas deve ser o mais livre possível para se poderem mover nos espaços de trabalho necessários para produção sem a existência de obstáculos provenientes de guardas físicas.

Um dispositivo de protecção deve ser fornecido de tal forma que automaticamente impeça que o operador entre em contacto com uma parte perigosa da máquina. Um dispositivo de protecção deve garantir que:

- O movimento de uma parte perigosa será interrompido antes que qualquer pessoa possa alcançá-lo;
- Embora a parte perigosa esteja exposta, não se move. (Macdonald, 2004)

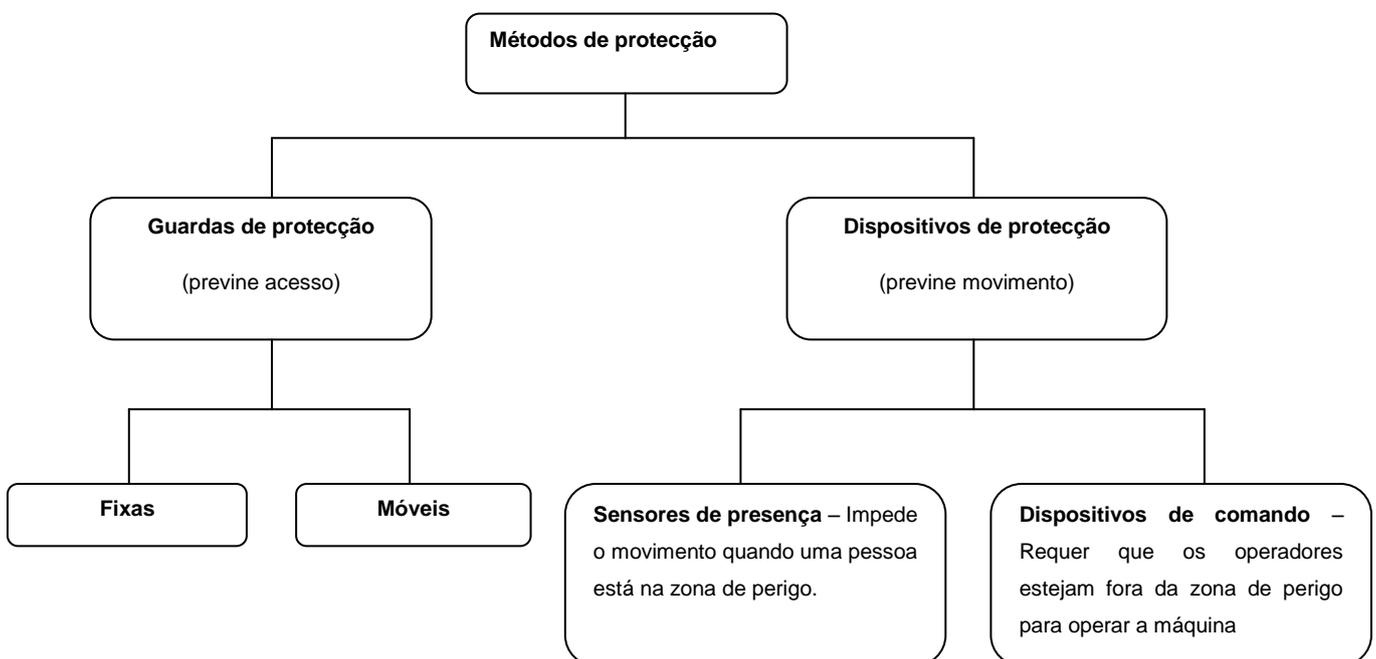


Figura 10 - Divisão dos métodos de protecção. (Macdonald, 2004)

Os dispositivos de controlo são controlos “start/run” posicionados fora da zona de perigo, indicando ao operador que está fora da zona de perigo. Quando ele activa o controlo a máquina entra em funcionamento. Os sensores de presença são dispositivos que detectam qualquer pessoa na zona de perigo e bloqueiam os controlos da máquina para parar todo o movimento perigoso quando a detecção ocorre. Logicamente os sensores de presença podem promover uma maior redução do risco mas isso depende da capacidade do dispositivo para detectar pessoas ou parte delas. (Macdonald, 2004)

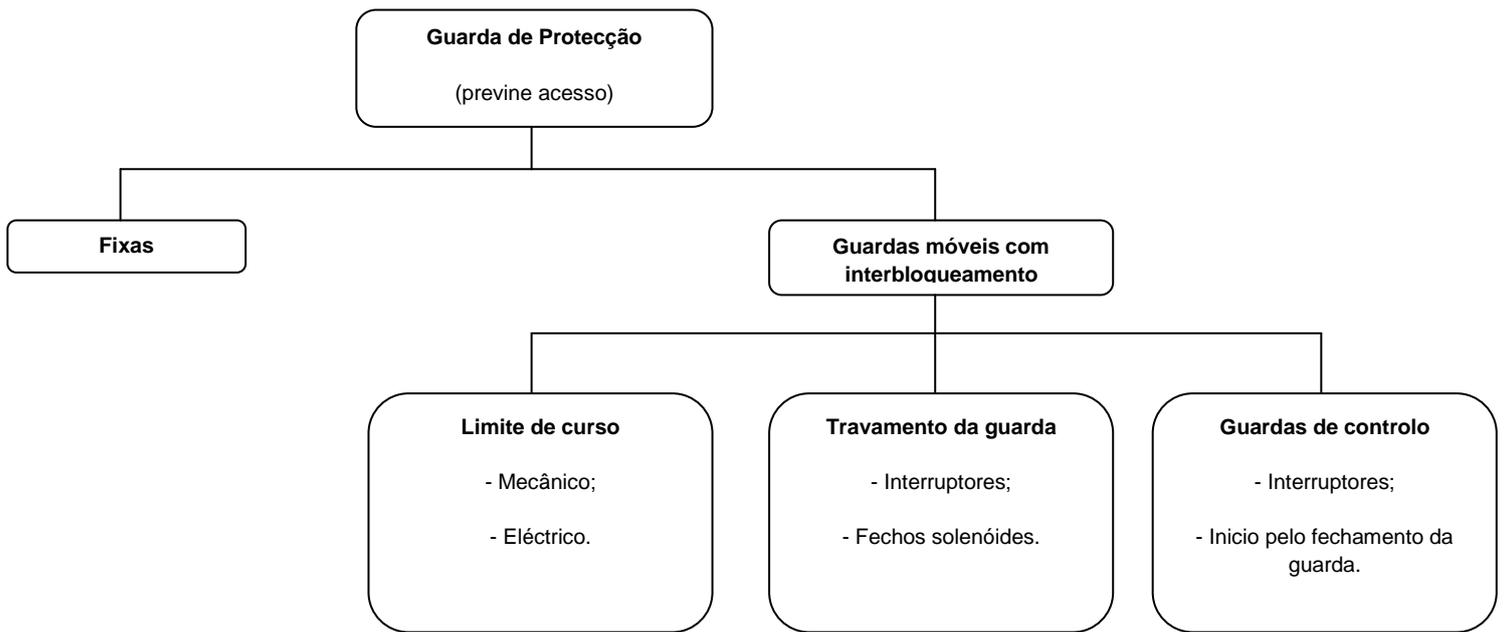


Figura 11 - Métodos de protecção para as guardas de protecção. (Macdonald, 2004)

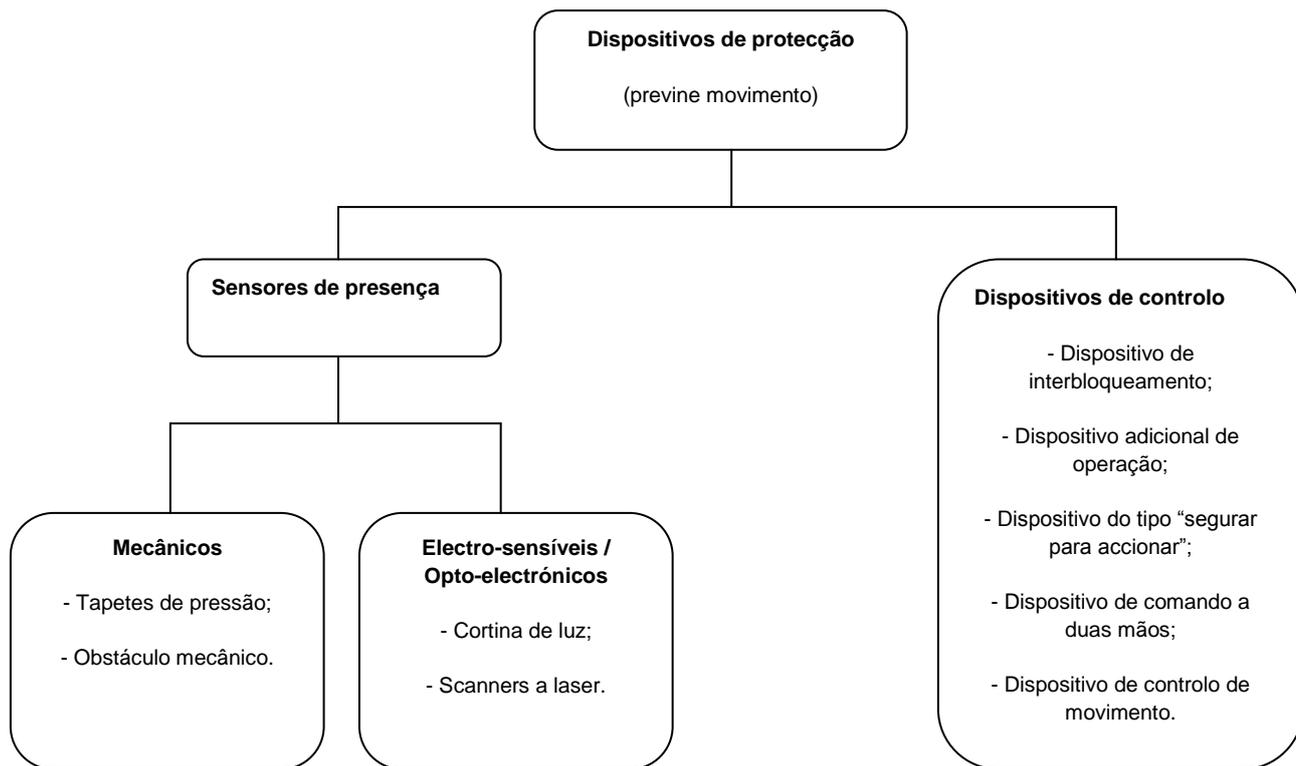


Figura 12 - Método de protecção para dispositivos de protecção. (Macdonald, 2004)

A escolha do tipo de protecção a utilizar depende das exigências operacionais da máquina. De seguida, será apresentada uma descrição de cada um dos tipos de protecção mais usuais.

4.3.1 Guardas de protecção

4.3.1.1 Guarda fixa

Ridley & Channing (2002) define guarda fixa como uma guarda que é mantida permanentemente no seu lugar, através de uma ligação soldada ou parafusos, e só pode ser removida através do uso de uma ferramenta e, quando em posição, não deve ser capaz de ser removida casualmente.

Para a norma ISO 12100-1:2003 guarda fixa é uma guarda assente (por exemplo por pinos, soldadura...) que só pode ser aberta ou removida com recurso a ferramentas ou através da destruição dos meios de fixação.

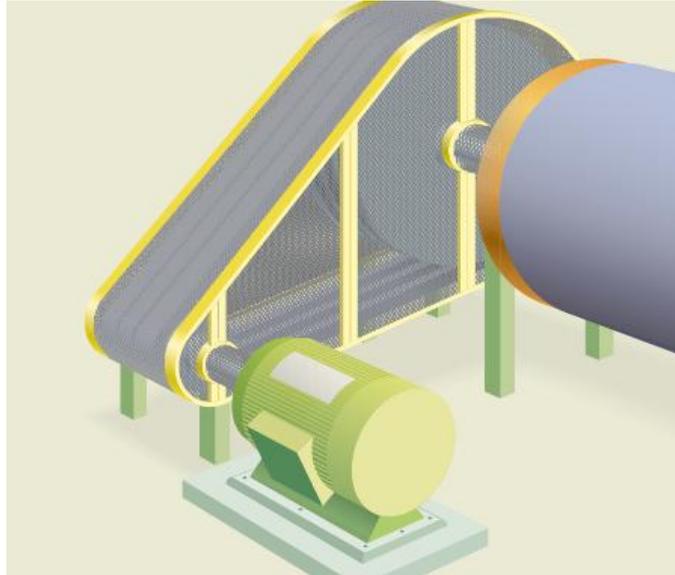


Figura 13 - Exemplo de uma guarda fixa. (IRSST & CSST, 2009)

4.3.1.2 Guardas de distância

Uma guarda de distância é simplesmente uma barreira a uma distância apropriada do perigo. O grau de risco que é enfrentado determinará se uma grade fixa ou cerca é necessário, no caso posterior, a distância da parte perigosa determinará a abertura do tamanho da malha, ou vice-versa. (Ridley & Channing, 2002)

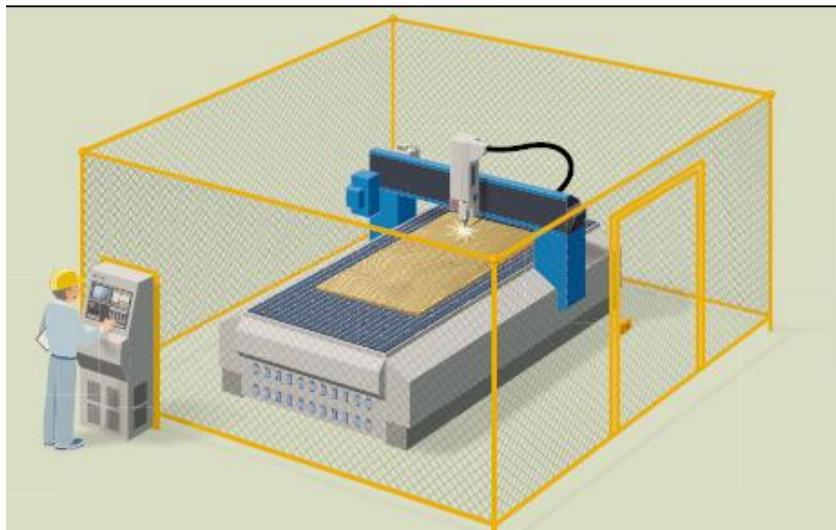


Figura 14 - Exemplo de uma guarda de distância. (IRSST & CSST, 2009)

4.3.1.3 Guardas ajustáveis

Ridley & Channing (2002) define guardas ajustáveis como guardas fixas com elementos ajustáveis, que o operador tem de posicionar para poder fazer o trabalho.

No entanto, a norma ISO 12100-1:2003 vai mais longe e define guarda ajustável como guarda fixa ou móvel capaz de ser ajustada como um todo ou em parte. Os ajustes mantêm-se fixos durante a operação.

Este tipo de guardas deve ser usado para permitir o acesso a áreas essenciais. Nos locais onde as guardas ajustáveis são usadas, é importante que os operadores sejam treinados em como ajustá-las para assim se poder retirar o maior partido da protecção. Os ajustes devem poder ser realizados manualmente ou de forma automática, sem recurso a ferramentas. (Ridley & Channing, 2002) (Macdonald, 2004)

4.3.1.4 Guardas móveis

A norma ISO 12100-1:2003 define guarda móvel como guarda que pode ser aberta sem o uso de ferramentas.

Já Ridley e Pearce (2006) estabelecem um conceito mais específico, definindo guarda móvel como uma guarda fixa que pode ser facilmente movida para fora da sua posição mas não pode ser separada da máquina.

No entanto este tipo de guarda para ser usado em partes móveis da máquina, quer seja na zona de transmissão de energia, quer na zona de trabalho, deve ter aliada a si um dispositivo de interbloqueamento, tal como refere a norma ISO 12100-2:2003.

A norma ISO 12100-2:2003 estabelece os requisitos que este tipo de guardas deve apresentar estando dividido em dois sub-tipos, em função da aplicação da guarda.

1. Guardas móveis que providenciem protecção contra perigos gerados pelas partes de transmissão móveis, devem:
 - a) Sempre que possível manter-se fixas à máquina ou outra estrutura quando abertas;
 - b) Ser guardas de interbloqueamento;

2. Guardas móveis contra os perigos gerados pelas partes móveis de não transmissão devem ser projectadas e associadas ao sistema de comando da máquina, de forma a que:

- a) As partes móveis não possam entrar em funcionamento enquanto as guardas permitirem o alcance do operador ou que o operador não possa alcançar as partes móveis quando estas tiverem em funcionamento. Tal é possível com o uso de guardas de interbloqueamento, com fecho de guarda quando necessário;
- b) As guardas podem ser ajustadas apenas pela acção intencional, com recurso a uma ferramenta ou chave;
- c) A ausência ou fracasso de um dos componentes da guarda deve prevenir a activação das partes móveis ou então pará-las. Isto pode ser alcançado através de monitorização automática.

De forma a cumprir com os requerimentos do tipo 1, o interruptor da guarda deverá operar da mesma forma que um botão de emergência, isto é, imobilizar a máquina. Este tipo de interbloqueamento é, normalmente, utilizado em situações de infrequente acesso, tais como montagem das ferramentas, ajuste das transmissões ou lubrificação. Para cumprir com os requerimentos do tipo 2, o método e integridade do circuito do controlo de guarda têm de ser avaliados como um item individual e as suas especificações devem ser consultadas. Este tipo de interbloqueamento é chamado de interbloqueamento de controlo. (Macdonald, 2004)

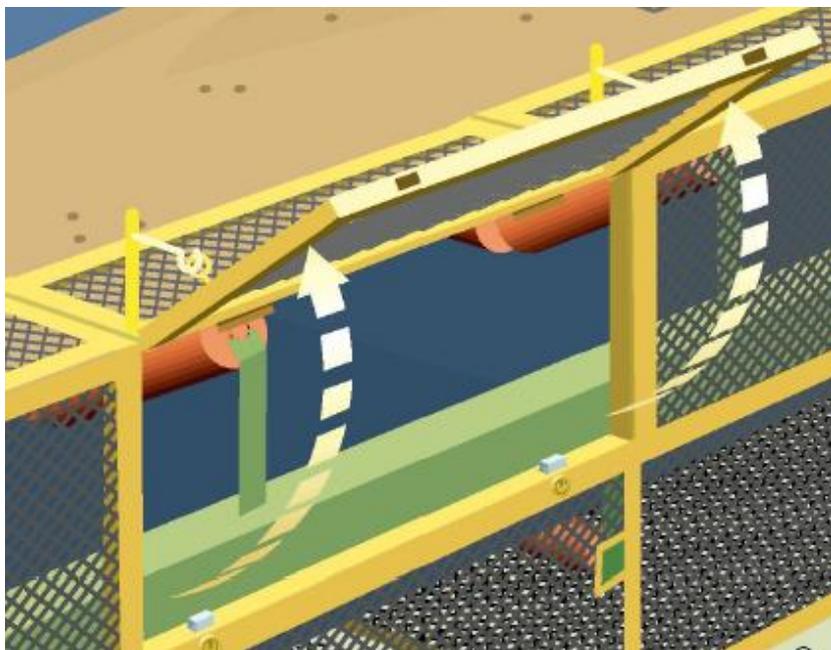


Figura 15 - Exemplo de uma guarda móvel. (IRSST & CSST, 2003)

Assim, a guarda móvel também pode ser considerada como guarda com interbloqueamento, sendo abordada de seguida.

4.3.1.5 Guardas com interbloqueamento

A norma ISO 12100-1:2003 define guarda com interbloqueamento como uma guarda associada a um dispositivo de interbloqueamento de forma a que, juntamente com o sistema de comando da máquina, as seguintes funções são executadas:

- a) As funções perigosas da máquina “cobertas” pela guarda não podem funcionar até a guarda estar fechada;
- b) Se a guarda for aberta enquanto funções perigosas da máquina estiverem em operação, uma ordem de paragem é dada;
- c) Quando a guarda é fechada, as funções perigosas da máquina “cobertas” por esta guarda podem operar. O fecho da guarda não vai, por si próprio, activar as funções perigosas da máquina.

As guardas de interbloqueamento podem operar mecanicamente, electricamente, pneumaticamente, hidraulicamente, ou através de uma combinação desses elementos, assegurando que o perigo não está presente quando a guarda é aberta. Se as guardas forem capazes de provocar dano, devido à queda por gravidade, deve ser providenciado um dispositivo anti-queda. A operação das guardas deve ser feita com o mínimo de esforço para evitar que a guarda se torne num perigo. (Macdonald, 2004)

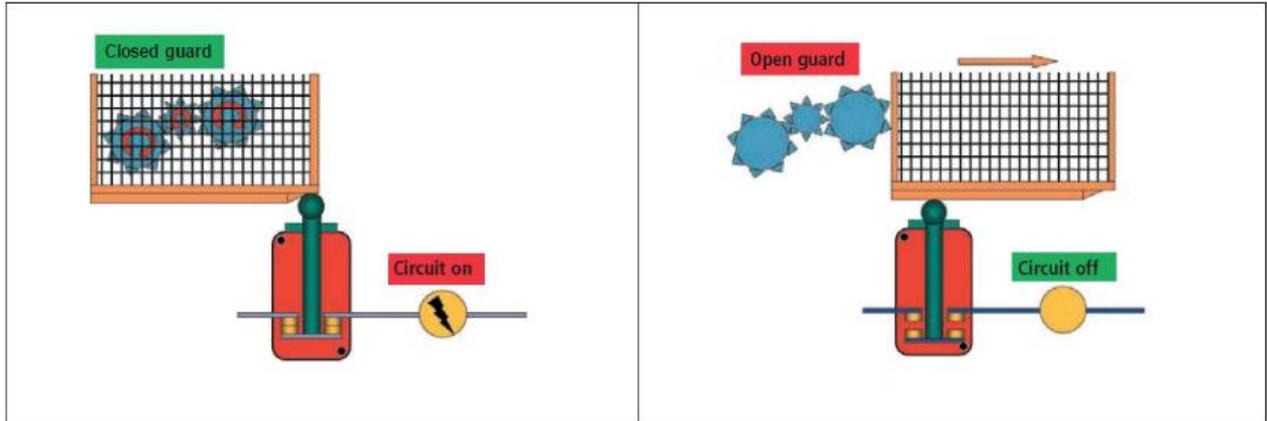


Figura 16 - Princípio de funcionamento de uma guarda com interbloqueamento. (IRSST & CSST, 2003)

A escolha do método de interbloqueamento dependerá da fonte de alimentação, do grau de risco das consequências de falha do dispositivo de segurança. A escolha do sistema deve ser tão directa e simples quanto possível. Sistemas complexos podem ser potencialmente incertos, frequentemente difíceis de entender e ter baixa aceitabilidade por parte do operador. (Ridley & Channing, 2002)

O interbloqueamento mecânico é feito por meio de um acoplamento mecânico directo entre a guarda e a fonte de alimentação da máquina de forma que:

- a) A máquina não pode entrar em funcionamento até a guarda estar fechada; e
- b) Após a máquina ter entrado em funcionamento a guarda não pode ser aberta até o ciclo de operação estar completo e a máquina parada. (Ridley & Pearce, 2006)

O interbloqueamento mecânico pode ser aplicado à alavanca de operação na válvula de controlo manual do operador em pneumáticos e hidráulicos circuitos de controlo na forma de uma porta moldada que previne o movimento da válvula da alavanca até a guarda estar fechada. (Ridley & Pearce, 2006)

Os interbloqueadores eléctricos podem ser de vários tipos e a sua integridade pode aumentar com a inclusão no circuito de controlo de monitorização e sistemas electrónicos de detecção de erros. Os interbloqueadores eléctricos podem ser:

- a) Actuados mecanicamente através de uma came rotativa ou linear;
- b) Interruptor de proximidade com transmissor e receptor magnético;
- c) Interruptor electrónico com transmissor e receptor de ressonância. (Ridley & Pearce, 2006)

Os interbloqueadores hidráulicos podem ser:

- a) Interbloqueador no qual a alimentação principal do óleo hidráulico passa por uma guarda operando a válvula de interbloqueamento;
- b) Interbloqueador de controlo no qual um alimentador piloto da guarda actua a válvula de interbloqueamento, actuando as válvula ou válvulas de controlo interpostas na linha de alimentação principal no cilindros da máquina. (Ridley & Pearce, 2006)

Os interbloqueadores pneumáticos podem ser:

- a) Interbloqueador da fonte principal de ar pela actuação da válvula da guarda;
- b) Interbloqueador de controlo da válvula de interbloqueamento actuando uma válvula ou válvulas interpostas na fonte principal de alimentação da máquina. (Ridley & Pearce, 2006)

De seguida são apresentados alguns exemplos de tipos de interbloqueadores:

- a) Interruptor manual ou válvula de interbloqueamento - o interruptor ou válvula controlam a fonte de energia não podendo entrar em funcionamento até que a guarda seja fechada, e a guarda não pode ser aberta enquanto o interruptor estiver actuado;

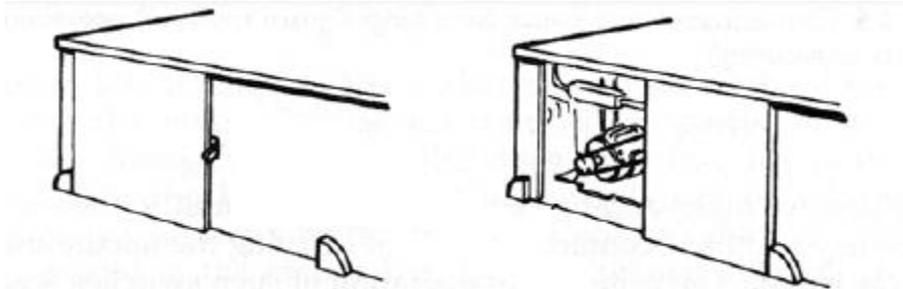


Figura 17 - Interruptor manual. (Ridley & Channing, 2002)

- b) Interbloqueadores mecânicos – providenciam uma ligação mecânica directa desde a guarda até ao veio/cambota;
- c) Interruptor de limite – Pode ser rotativo ou linear. Na posição de segurança o interruptor está relaxado e qualquer movimento da guarda, fora da posição de segurança, quebra o circuito de segurança.

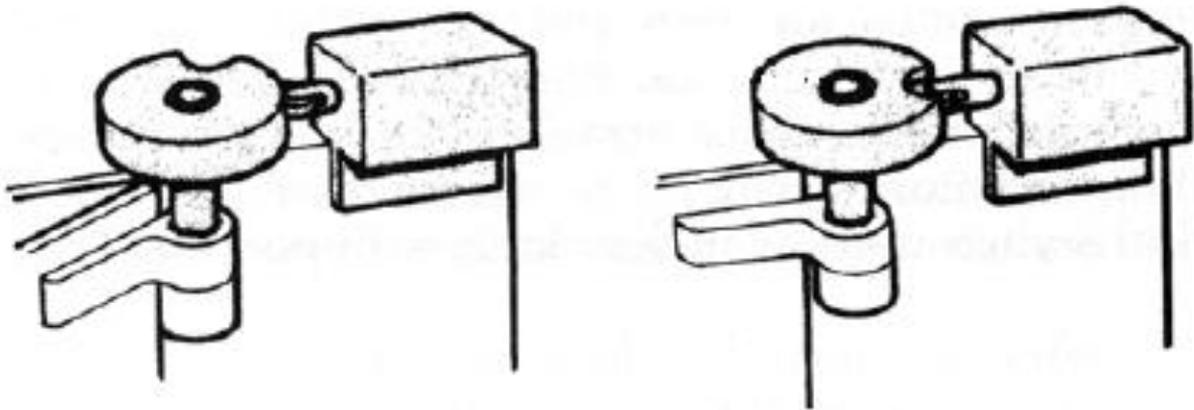


Figura 18 - Interruptor de limite, na figura da direita a guarda está fechada, enquanto na figura de esquerda está aberta. (Ridley & Channing, 2002)

4.3.1.6 Guardas com interbloqueamento com travamento da guarda

A diferença deste tipo de guardas para as anteriores é a existência de um dispositivo que as bloqueia não permitindo a sua abertura enquanto houver perigo.

A norma ISO 12100-1:2003 define guardas com interbloqueamento com travamento da guarda como guarda associada a um dispositivo interbloqueador e um dispositivo de fecho que, juntamente com o sistema de comando da máquina assegura as seguintes funções:

- a) As funções perigosas da máquina “cobertas” pela guarda não podem operar até a guarda estar fechada e bloqueada;
- b) A guarda mantém-se fechada e bloqueada até ao risco devido às funções perigosas da máquina “cobertas” pela máquina desaparecer;
- c) Quando a guarda está fechada e bloqueada, as funções perigosas da máquina “cobertas” pela guarda podem operar. O fecho e o bloqueamento da guarda não podem elas próprias iniciar as funções perigosas da máquina.

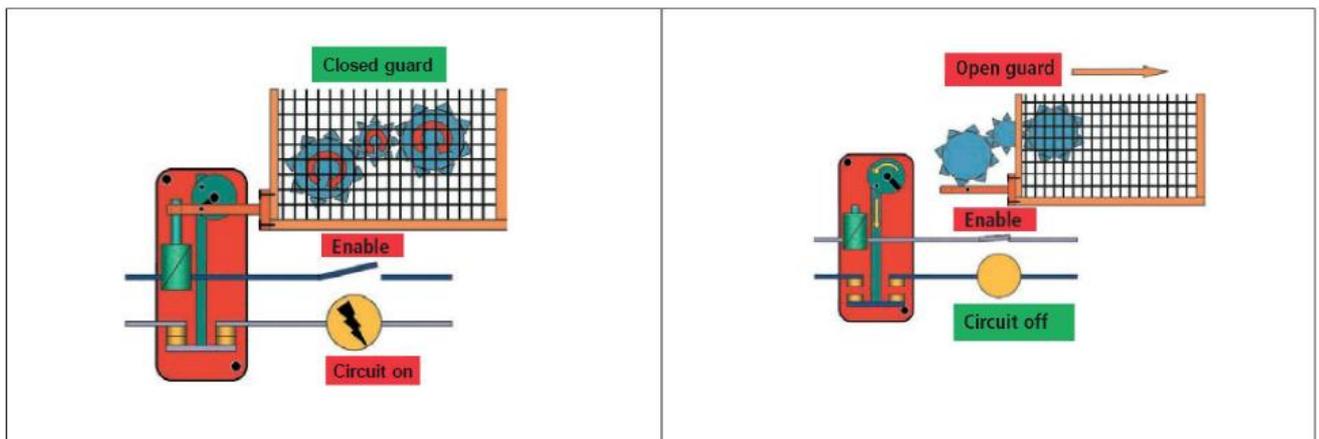


Figura 19 - Princípio de funcionamento de uma guarda com interbloqueamento e travamento da guarda. (IRSST & CSST, 2003)

4.3.1.7 Guardas com interbloqueamento com função de início

Este tipo de guarda apresenta um controlo do sistema de funcionamento da máquina, isto é, quando é fechada inicia o ciclo de trabalho da máquina sem necessidade de recorrer a outro tipo de accionamento.

A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de guardas como uma guarda de interbloqueamento especial que, uma vez alcançada a sua posição de fecho, dá um comando para iniciar as funções perigosas da máquina, sem necessidade de um controlo início adicional.

Os requisitos para o uso deste tipo de guarda estão definidos na norma ISO 12100-2:2003 e são os seguintes:

1. Todos os requerimentos para guardas com interbloqueamento devem ser satisfeitos;
2. O tempo de ciclo da máquina deve ser curto;
3. O tempo máximo de abertura da guarda deve ter um valor baixo (por exemplo igual ao tempo do ciclo). Quando este tempo é excedido, as funções perigosas não podem ser inicializadas pelo fecho da guarda e o “reset” é necessário antes do reinício da máquina;
4. As dimensões ou forma da máquina não podem permitir que uma pessoa, ou parte do corpo, fiquem na zona de perigo ou entre a zona de perigo e a guarda, enquanto esta é fechada;
5. Todas as outras guardas, sejam elas fixas ou móveis, devem ser guardas com interbloqueamento;
6. O dispositivo de interbloqueamento associado à guarda deve ser projectado de tal forma que, caso falhe, não possa levar a arranque da máquina um não intencional ou inesperado;
7. A guarda deve estar bem segura quando aberta (por exemplo através de um contra peso) para não iniciar a máquina devido a queda da guarda por gravidade.

4.3.2 Dispositivos de protecção

4.3.2.1 Dispositivo do tipo “segurar para accionar”

Este dispositivo é um elemento de accionamento da máquina mas só activa a máquina enquanto é pressionado, parando a máquina quando deixa de ser accionado.

A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de dispositivo como dispositivo de controlo que inicia e mantém as funções perigosas da máquina apenas durante o tempo que o controlo manual é actuado.

Este tipo de dispositivo aplica-se a máquinas que por necessidade precisam das guardas abertas para a adaptação ou ajuste de ferramentas, materiais, etc. As características do dispositivo do tipo “segurar para accionar” devem:

1. Apenas um comando por máquina;
2. Quando o comando é seleccionado todos os outros são isolados;
3. O movimento da máquina apenas pode ocorrer quando o botão de controlo é pressionado;
4. Quando o botão deixa de ser pressionado a máquina pára;

5. A velocidade de movimento da máquina deve ser o mínimo possível para a realização da adaptação ou ajuste (cerca de 10% ou menos da velocidade máxima);
6. Em máquinas grandes ou longas o controlo deve ser:
 - a. Ter apenas um botão cobrindo a máquina toda;
 - b. Poder ser posicionado em mais de que um sitio desde que, quando pressionado, os outros se tornem inactivos;
 - c. Ser posicionado em volta da máquina e, quando pressionado, isolar todos os outros controlos;
7. O botão de paragem de emergência deve sobrepor-se ao controlo de segurar para accionar. (Ridley & Pearce, 2006)

4.3.2.2 Dispositivo de comando a duas mãos

Os dispositivos de comando a duas mãos são sistemas com dois dispositivos de accionamento da máquina que necessitam de ser pressionados em simultâneo para comandar a máquina.

A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de controlo como dispositivo de comando que exige a actuação simultânea de ambas as mãos, a fim de iniciar e manter as funções perigosas da máquina, proporcionando assim uma medida segura apenas para quem acciona a máquina.

Para muitas aplicações simples o uso do comando a duas mãos providencia uma função simples de protecção que possibilita que a máquina de seja operada sem o inconveniente e a perda de tempo da guarda mecânica. Quando queremos ter o operador perto do ponto de operação mas queremos ter a certeza que as mãos são mantidas fora da zona de operação, o comando a duas mãos constitui a medida indicada protegendo, também, contra o accionamento accidental. (Macdonald, 2004)

As principais características deste tipo de comando são:

1. A actuação dos dois botões de controlo separados é requerida para iniciar o ciclo da máquina;
2. Os dois botões devem ser accionados em simultâneo;

3. Os dois botões de comando devem ser projectados e posicionados de forma a que seja impossível com uma mão accionar os dois ou então com recurso a outra parte do corpo;
4. Ambos os botões devem ser pressionados durante toda a parte perigosa do ciclo operativo;
5. A libertação de qualquer botão faz com que a máquina volte a uma condição segura;
6. Os botões devem ser libertados antes de ser possível iniciar outro ciclo. (Ridley & Pearce, 2006)

4.3.2.3 Equipamento de protecção sensível

Este tipo de equipamento constitui um sistema capaz de detectar pessoas ou parte do corpo, perto ou dentro de uma zona de perigo. A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de equipamentos como equipamento para detectar pessoas ou parte delas, que gera um sinal apropriado ao sistema de comando de forma a reduzir o risco para as pessoas detectadas. O sinal pode ser gerado quando uma pessoa ou parte do corpo ultrapassa um limite predefinido ou quando uma pessoa é detectada numa zona predeterminada, ou ambos os casos.

A zona de detecção é a área total na qual o dispositivo é efectivo. A sua capacidade de detecção, especificada pelo fabricante, é o menor tamanho do objecto que será detectado. Os sensores podem ser do tipo opto-electrónico, ultrasom, radar, laser ou outro emissor com capacidade de detecção e adequado nível de integridade. O tipo mais comum é o dispositivo opto-electrónico. (Ridley & Pearce, 2006)

A norma ISO 12100-1:2003 define dispositivo de protecção opto-electrónico como um dispositivo cuja função de detecção é feita por elementos emissores e receptores opto-electrónicos, que detectam a interrupção das radiações ópticas, geradas dentro do aparelho, por um objecto opaco presente na zona de detecção.

A montagem do dispositivo de protecção pode ser vertical, horizontal, ou em qualquer ângulo, mas a sua posição é fundamental para a eficácia do sistema. O dispositivo deve ser posicionado suficientemente longe dos pontos de perigo, de forma a assegurar que o operador não pode acede-los. (Ridley & Pearce, 2006)

De seguida são apresentados alguns exemplos de sistemas de protecção sensível. Os tapetes de protecção sensíveis à pressão são dispositivos utilizados no chão em redor da máquina. Uma matriz de tapetes interligados é colocada em volta da área de perigo e qualquer pressão fará com que a unidade controladora do tapete envie um sinal de paragem para a máquina. (Macdonald, 2004)

O meio de funcionamento dos tapetes sensíveis à pressão pode ser:

1. Eléctrico, constituído por dois elementos de um material condutor. Quando o tapete é pisado os elementos condutores entram em contacto, mudando as características eléctricas do circuito que são monitorizados pela unidade de controlo;
2. Pneumático, no tapete existem tubos flexíveis de baixa pressão que quando pisados causam um impulso de ar no sistema. Este impulso move-se até um interruptor pneumático que transmite um sinal para os controlos da máquina;
3. Fibras ópticas, a luz é transmitida constantemente através das fibras ópticas e quando o tapete é pisado as fibras ópticas são deslocadas e causam uma mudança na luz recebida por um sensor. Isto gera um sinal que é transmitido ao equipamento de controlo. (Ridley & Pearce, 2006)

As bordas sensíveis à pressão são elementos montados com uma tira contendo um condutor sensível à pressão e pode ser usado em aplicações onde existe um risco de ficar preso. A deflexão da superfície do dispositivo causa mudanças nas suas propriedades eléctricas ou ópticas que são monitorizadas pelo equipamento de controlo. O design do dispositivo deve garantir que pára todo o movimento antes de a lesão poder ser causada. (Ridley & Pearce, 2006)

Um feixe de lasers de baixa potência pode ser usado com um único feixe de verificação numa área ou como um grupo providenciando protecção contra perigos discretos. Um único dispositivo laser pode verificar uma área de trabalho e ser programado para reconhecer partes fixas da máquina enquanto reage a qualquer invasão da área, iniciando um sinal de alerta para a unidade de controlo. (Ridley & Pearce, 2006)

4.3.2.4 Dispositivo limitador

Os dispositivos limitadores são dispositivos utilizados para limitar uma dada função antes de esta entrar em valores que podem levar a algum tipo de perigo. Por exemplo: limite de pressão, limite de carga, etc.

A norma ISO 12100-1:2003 define dispositivos limitadores como dispositivos que impedem que uma máquina ou condição perigosa de uma máquina excedam um determinado limite.

Uma das principais aplicações dos dispositivos limitadores é nos sistemas pneumáticos ou hidráulicos de forma a evitar que a pressão máxima admissível não seja atingida nos circuitos. (ISO 12100-2:2003)

4.3.2.5 Dispositivo limite de controlo de movimento

O dispositivo limite de controlo de movimento é um dispositivo usado para limitar o curso de movimento de algum elemento da máquina.

A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de dispositivo como dispositivo de controlo, que com uma actuação única junto com o sistema de comando da máquina, permite apenas uma quantidade limitada de curso de um elemento da máquina.

Este tipo de controlo aplica-se onde é necessário, devido a mudança de processos, programação, limpeza ou manutenção mover elementos da máquina com as guardas abertas. (ISO 12100-2:2003)

4.3.3 Barreiras

As barreiras são impedimentos físicos tais como grades, cabos, etc, utilizados para evitar a aproximação dos operadores às zonas perigosas da máquina. Normalmente este tipo de protecção é utilizado em processos automatizados em que é pouco frequente a interacção entre o operador e a máquina.

A norma ISO 12100-1:2003 define este tipo de protecção como qualquer obstáculo físico que, sem impedir totalmente o acesso a uma zona de perigo, reduz a probabilidade de acesso a essa zona, oferecendo um obstáculo ao livre acesso.

4.3.4 Sistema de comando

O sistema de comando utilizado para controlar a máquina também pode ser um meio importante para a segurança dos operadores, no entanto o sistema de comando não é considerado um sistema de protecção porque a sua principal função é controlar o funcionamento da máquina e não ser um sistema de protecção.

A selecção do sistema de comando adequado em termos segurança para a máquina deve ser realizados de acordo com uma avaliação de riscos, tendo em conta as consequências de avarias, deteriorações ou defeitos do mesmo para a segurança do operador. (Silveira, 2009)

De forma a ser possível obter o sistema de comando adequado ao tipo de máquina e ao nível de segurança, a norma europeia harmonizada EN 954-1:1996 – “Elementos de segurança em sistemas de comando - Parte 1: Princípios Fundamentais de concepção”, estabelece a abordagem a necessária a ser tomada, de forma a obter a melhor solução.

No entanto esta norma já tem uma sucessora, a EN ISO 13849-1, que entrou em uso a partir do final de 2009. A aplicação da EN 954-1 ainda garante a presunção de conformidade até 31/12/2011.

A norma EN954-1 usa uma escala de 5 categorias, estando a sua escolha dependente do nível da sua contribuição para a diminuição do risco. Assim, o nível de contribuição é definido pelos seguintes parâmetros:

- a) Qual o dano que pode ser provocado pelo acidente:
 - 1. S1 – Lesão ligeira, normalmente reversível;
 - 2. S2 – Lesão grave, normalmente irreversível;
- b) Frequência ou duração da exposição do operador ao risco:
 - 1. F1 – Com alguma ou bastante frequência e/ou por tempo curto;
 - 2. F2 – Frequente ou contínua e/ou por tempo longo de exposição;
- c) Possibilidade de evitar o perigo:
 - 1. Possível, dentro de determinadas condições;
 - 2. Raramente possível. (Freitas, 2009)

Após definidas as características, é utilizada uma grelha de selecção (figura seguinte) de onde é possível obter a categoria necessária para o sistema de comando.

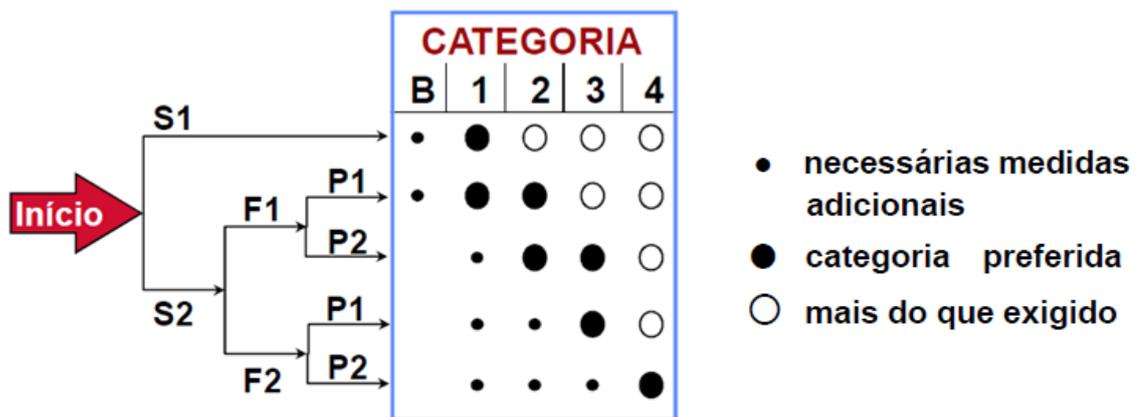


Figura 20 - Grelha utilizada para obter a categoria para o sistema de comando. (Freitas, 2009)

Cada categoria apresenta determinadas exigências que estão apresentadas na tabela seguinte.

Categoria	Requisitos	Comportamento
B	O sistema de comando com funções de segurança devem ser seleccionados de modo a cumprirem com a função necessária à aplicação.	Uma avaria pode levar a uma falha do sistema de segurança
1	Cumprir os requisitos de B e utilizar elementos bem testados e princípios de segurança bem robustos.	Uma avaria pode levar à perda da função de segurança, mas a sua probabilidade é reduzida
2	Cumprir os requisitos de B e 1 mais a função de segurança deve ser verificada a certos intervalos pelo sistema de comando	Uma avaria pode levar à perda de segurança caso ela ocorra entre verificações
3	Cumprir os requisitos B e 1 incluindo também que qualquer avaria singular dos elementos do sistema de segurança não devem provocar uma falha na função de segurança e, onde possível, a falha deve ser detectada.	A função de segurança não é perdida, caso uma avaria ocorra, mas nem todas as falhas poderão ser detectadas. Em caso de acumulação de avarias, a função de segurança poderá ser perdida
4	Cumprir os requisitos de B e 1 incluindo também que qualquer avaria singular nos elementos do sistema de segurança não devem fazer perder a função de segurança e, sempre que possível, a avaria deverá ser detectada. Caso não seja possível, então uma acumulação de falhas não deve levar à perda da função de segurança	A função de segurança não é perdida se uma avaria ocorrer, mas nem todas as avarias serão detectadas. A acumulação de avarias não detectadas não deve conduzir à perda da função de segurança.

Tabela 3 - Descrição das características para cada categoria. (Freitas, 2009)

A ordenação das categorias representa uma forma fácil de representar os modelos de cada tipo de exigências.

As categorias 3 e 4 podem ser obtidas através da utilização de redundância, isto é, deve ser utilizado uma conjunção de duas acções simultâneas para que ocorra a função. Assim caso uma acção falhe a outra assegura a segurança. No entanto caso seja utilizada redundância é necessário monitorizar a ocorrência de falha que ocorra em qualquer elemento que assegure a segurança. (Freitas, 2009)

4.3.5 Botão de emergência

Os botões de emergência referidos pela norma ISO 12100-1:2003 não fazem parte do grupo das guardas de protecção nem dos dispositivos de protecção. No entanto os controlos de paragem são parte essencial do sistema de comando eléctrico para qualquer máquina.

O botão de emergência deve sobrepor-se a todos os outros controlos de forma a parar a máquina. Todas as máquinas devem estar providas de um comando de emergência, a menos que o uso do controlo não contribua para diminuir o risco. Caso os controlos sejam apenas destinados a uma parte específica da máquina deve ser claramente especificada a sua zona de acção. Quando accionado o controlo deve fechar o circuito e requerer uma nova acção para abri-lo. A máquina não pode voltar a funcionar enquanto o botão não for liberto. Depois da sua actuação e da sua libertação os controlos da máquina devem voltar à reposição inicial antes de voltarem a ser iniciados. A localização dos dispositivos de emergência deve ser feita em zonas da máquina de fácil visualização e acesso. Estes dispositivos não devem ser utilizados para interromper o funcionamento da máquina. (Ridley & Pearce, 2006)

A norma ISO 12100-1:2003 estabelece que o botão de emergência deve evitar perigos eminentes, ou reduzir perigos existentes para as pessoas, danos para a máquina e para o processo, devendo ser iniciado através de acção humana.

O botão de emergência pode ser dividido em duas categorias:

- Categoria 0, nesta categoria pode ser removida a fonte de alimentação; ou fazer uma desconexão mecânica através de embraiagem; se necessário incluir sistema de frenagem;
- Categoria 1, nesta categoria é usado o sistema de comando para parar a máquina e de seguida reverte para a categoria 0. (Ridley & Pearce, 2006)

Como o controlo de emergência não é frequentemente utilizado, é recomendado que a sua função seja verificada de forma regular para verificar possíveis falhas. (Macdonald, 2004)

4.3.6 Selecção do método de protecção

O método de protecção a escolher deve ser feito de acordo com os resultados obtidos através de uma avaliação de risco.

A norma ISO 12100-2:2003, no ponto 5.2, apresenta uma abordagem a ter em conta selecção e implementação de guardas e dispositivos de protecção que tem como principal objectivo assegurar a protecção das pessoas contra os perigos das partes móveis, de acordo com a sua natureza e da sua necessidade de acesso à zona de perigo.

A selecção da protecção a utilizar deve ter em conta as suas características, a frequência de acesso à zona de perigo e as características do perigo. Muitas vezes pode ser necessário uma combinação de protecções para assim ser possível obter o nível de segurança necessário.

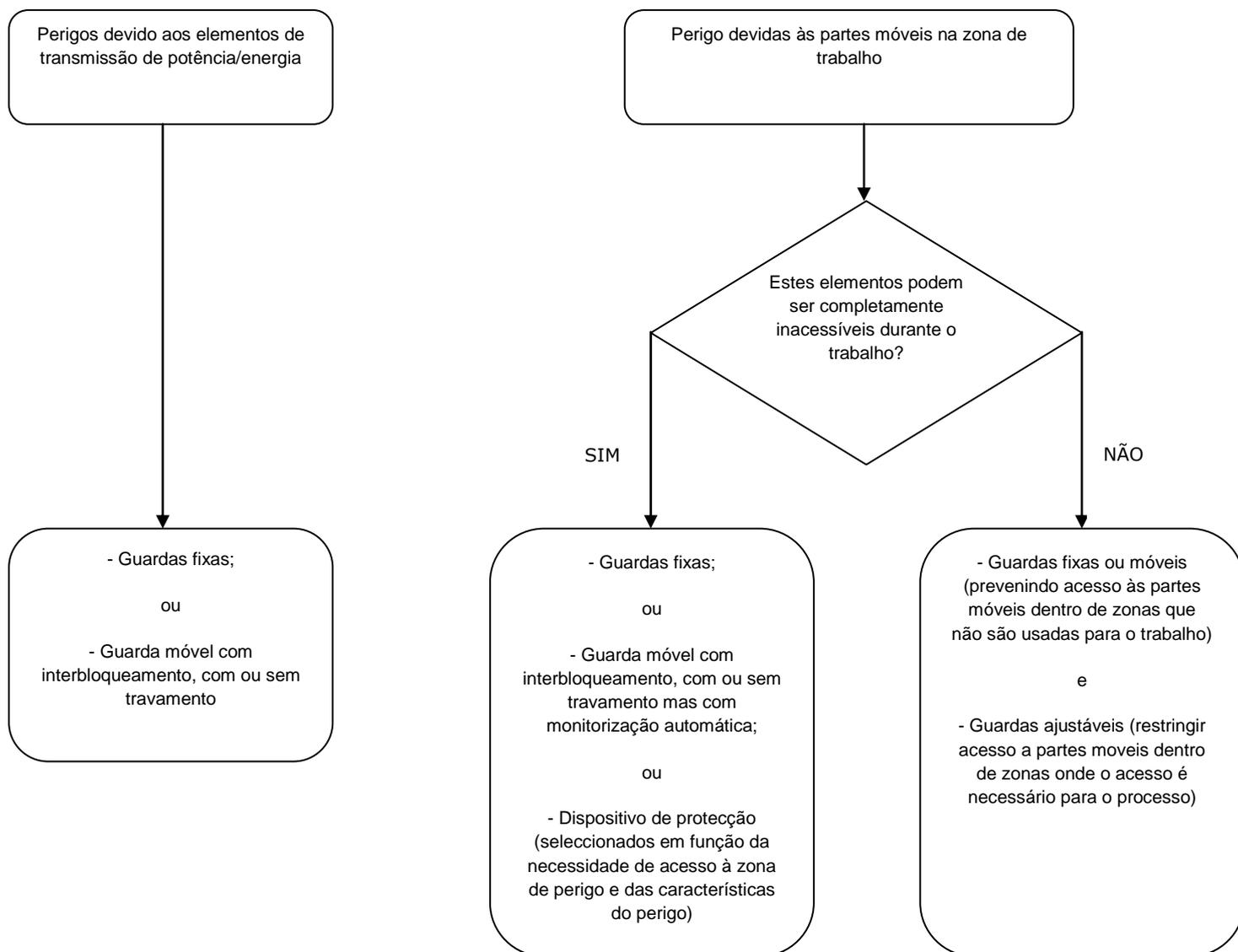


Figura 21 - Guia de orientação para a escolha de protecções contra os perigos provenientes das partes móveis. (ISO 12100-2:2003)

Na figura anterior é possível visualizar a abordagem a tomar para a correcta selecção de protecções para as partes móveis da máquina. No entanto, e como já foi mencionado anteriormente, é sempre necessário efectuar uma avaliação de riscos.

Contudo, nem sempre a melhor protecção para um perigo é a protecção utilizada, isto porque existem outras características a ter em conta na escolha da protecção.

Macdonald (2004) explica que muitas vezes a escolha do método de protecção envolve um equilíbrio entre:

- Atingir a segurança adequada;
- Encontrar a solução mais rentável ou viável;
- Encontrar solução que oferece maior produtividade;
- Aceitabilidade por parte do operador;
- Necessidades de manutenção.

Uma abordagem possível para encontrar um equilíbrio é começar por escolher protecções de segurança mais simples, gradualmente, considerar as mais sofisticadas e verificar quais os prós e contras de cada solução. (Macdonald, 2004)

4.4 Protecções para outros tipos de perigos de máquinas

No que toca a questões de segurança relativas a outros perigos existem várias soluções possíveis de aplicar, sendo que as soluções mais eficazes são as aplicadas quando do projecto da máquina. Na tabela seguinte é apresentado um resumo de diversas medidas e soluções de protecção possíveis para os perigos em causa.

Perigos	Medidas de protecção
Ruído	<ul style="list-style-type: none">- reduzir o número de contactos entre metais;- substituir rolamentos gastos, correias;- isolar acusticamente equipamentos ruidosos (compressores, bombas de vácuo);
Vibrações	<ul style="list-style-type: none">- Balancear partes rotativas;- montar máquina sob bases anti-vibrações;- mudar os parâmetros do processo (frequência, amplitude de movimentos);
Materiais / substâncias	<ul style="list-style-type: none">- diminuir o uso de substâncias perigosas;- ventilação com filtro na área da máquina;- uso de equipamentos de protecção individual
Radiação	<ul style="list-style-type: none">- evitar o uso de fontes de radiação;- usar o menor nível de radiação dentro do bom funcionamento da máquina;- aumentar a distância entre a fonte e o operador;- utilizar controlo à distancia da máquina;- usar telas ou guardas de atenuação;- usar equipamentos de protecção individual;
Electricidade	<ul style="list-style-type: none">- Isolamento de condutores;- fecho de cabinas eléctricas;- ligação à terra;
Ergonómicos	<ul style="list-style-type: none">- Adequar o nível de iluminação ao trabalho em causa;- Usar equipamentos que garanta um ambiente térmico adequado ao trabalho;- ter em conta os movimentos repetitivos;

Tabela 4 - Medidas de protecção possíveis de aplicar para tipos de perigos mais frequentes. (Ridley & Pearce, 2006) (ISO 12100-2:2003)

Na tabela não são apresentadas todas as medidas de segurança existentes para cada tipo de perigo, sendo que a melhor forma de encontrar a solução correcta deve ser feito de acordo com as normas de segurança existentes para cada tipo de perigo.

4.5 Outros sistemas de protecção

Protecção pela localização ou distância - Para proteger uma máquina através da localização, a máquina ou suas partes móveis perigosas devem ser de tal modo posicionadas que as áreas perigosas não sejam acessíveis ou não apresentam um perigo para o trabalhador durante a operação normal da máquina. Isto pode ser conseguido com uma localização planeada, ou com cercas que impedem o acesso às máquinas. Outra possibilidade é localizar as partes perigosas em pontos altos para estar fora do alcance normal de qualquer trabalhador. (Stellman, 2000)

Sistemas de protecção ao nível da alimentação e extracção - Muitos métodos de alimentação e de extracção do material não exigem que os operadores coloquem as mãos na área de perigo. Contudo, em alguns casos os operadores necessitam alimentar manualmente a máquina. Alguns métodos de alimentação e de extracção podem criar riscos adicionais, tais como o robot que pode criar um perigo adicional pelo movimento do seu braço. O uso de um dos cinco métodos seguintes de alimentação e de extracção, não elimina a necessidade de outras protecções ou dispositivos, que devem ser usados na medida do necessário para assegurar a protecção contra os riscos mecânicos.

1. Alimentação automática - A alimentação automática reduz a exposição do operador durante o processo de trabalho, e frequentemente não requer nenhum esforço do mesmo após a programação e funcionamento da máquina;
2. Alimentação semi-automática - Na alimentação semi-automática o operador usa um mecanismo para colocar a peça que é processada debaixo do êmbolo a cada golpe. O operador não precisa aceder a área de perigo;
3. Extracção automática - A extracção automática pode empregar ar comprimido ou um sistema mecânico para remover a peça pronta de uma prensa, e pode ser interconectada com os controles operacionais para prevenir a operação da máquina até que a extracção seja concluída;
4. Extracção semi-automática - De modo análogo à alimentação semi-automática vários mecanismos como gaveta, prato rotativo, ou braço mecânico podem ser usados para substituir a utilização das mãos na área de risco, desde que a zona de operação seja fechada para a entrada das mãos e dedos do operador;
5. Robots - São dispositivos complexos que alimentam e retiram peças das máquinas, montam peças, transferem objectos ou executam trabalhos anteriormente feitos por um operador, eliminando deste modo a exposição do operador a perigos. Eles são usados em processos de alta produção que requerem rotinas repetitivas, podendo proteger os operadores contra outros perigos. Os robots podem criar riscos adicionais, sendo necessária a instalação de protecções específicas.

Outros mecanismos auxiliares de protecção – são mecanismos que podem proporcionar aos operadores uma margem extra de segurança. É necessário um julgamento cuidadoso antes da aplicação e uso dos mesmos. Exemplo de alguns mecanismos auxiliares de protecção:

1. Ferramentas fechadas – São ferramentas que devido ao modo como foram projectadas não apresentam espaço suficiente para a introdução dos membros superiores;
2. Barreiras de aviso - Embora estes mecanismos auxiliares não garantam a protecção completa dos riscos em máquinas, eles podem proporcionar para os operadores uma margem extra de segurança;
3. Escudos de protecção - Podem ser usados escudos para assegurar a protecção contra arremesso de partículas, ou gotículas de fluidos;
4. Ferramentas manuais - são usadas para colocar e remover peças do ponto de operação de uma máquina. Existem diversas ferramentas que podem ter essa finalidade: alicates, pinças, ganchos magnéticos. As ferramentas manuais são consideradas complementos de segurança e não devem substituir outras protecções de máquina. (Stellman, 2000)

4.6 Sistemas de segurança utilizados em prensas mecânicas de revolução completa

As prensa mecânicas de revolução completa são máquinas especiais que não permitem travar o movimento da corrediça após ser iniciado o ciclo e, por esse motivo, não é possível aplicar a estas máquinas qualquer tipo de protecção existente no mercado.

Pacheco & Guedes (1993) definem que a segurança de uma prensa mecânica deve ser assegurada a dois níveis:

- a) Ao nível da máquina (sistema de comando),
- b) Ao nível da área da ferramenta (protectores e dispositivos de segurança).

Estes dois pontos principais estão interligados visto que o tipo de protecção a utilizar vai influenciar no tipo de sistema de comando necessário, assim é abordado inicialmente os tipos de sistemas de protecção possíveis de utilizar para este tipo de prensas.

As guardas e dispositivos de protecção possíveis de se utilizar neste tipo de prensas são:

- a) Ferramentas fechadas;
- b) Guarda fixa envolvente;
- c) Guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda;
- d) Guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda e função de início. (NP EN 692:1996)

Ferramentas fechadas

As ferramentas fechadas são projectadas de forma a não haver espaço suficiente para a colocação dos membros superiores durante o processo de produção. Normalmente este tipo de ferramentas é utilizado no processo de corte progressiva de chapa em banda. A placa superior deve ter dimensões adequadas de forma a que o punção não saia para o exterior. Com esta protecção não são necessárias protecções complementares. (Pacheco & Guedes 1993)

Guarda fixa envolvente

As guardas fixas envolventes são barreiras físicas utilizadas na envolvente da área das ferramentas de forma a impedir o acesso do operador às zonas de perigo. Este protector pode ser fixo ao equipamento, estrutura rígida, não sendo que a sua remoção exige a utilização de uma ferramenta própria. (Pacheco & Guedes 1993)

Guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda

O interbloqueamento e travamento da guarda é feito com recurso a um dispositivo mecânico, eléctrico, pneumático ou outro tipo cuja função consiste em impedir o funcionamento da prensa enquanto o protector não está fechado. Este tipo de guarda possui as seguintes características:

- A máquina só arranca depois da guarda estar fechada;
- O acesso às zonas perigosas da ferramenta só é possível após a cambota estar na posição de repouso e na posição correcta de paragem. (Pacheco & Guedes 1993)

Guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda e função de início

A guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda e função de início é idêntica à guarda anterior contudo as suas características são:

- a) A prensa não entra em funcionamento enquanto a guarda não estiver fechada e bloqueada;
- b) Após realizada a acção de fecho e bloqueamento a prensa entra em funcionamento;
- c) A guarda mantém-se fechada e bloqueada a prensa parar. (Pacheco & Guedes 1993)

A utilização deste tipo de guarda só é possível se existirem as seguintes condições:

- a) As prensas apresentarem pequenas dimensões, de forma a que não seja possível uma pessoa colocar-se na zona perigosa ou entre o protector e a máquina;
- b) O dispositivo de interbloqueamento apresente elevada fiabilidade, pois a sua falha pode provocar um arranque intempestivo. (Pacheco & Guedes 1993)

As guardas móveis com interbloqueamento para prensas mecânicas de revolução completa em que é feita alimentação manual, sendo necessária a introdução dos membros superiores, devem apresentar os seguintes requisitos:

- a) Quando a guarda se encontra parcialmente ou completamente aberta o dispositivo de interbloqueamento deve bloquear o disparador do linguete na posição de desembraiamento;
- b) A abertura da guarda deve ser impedida através do posicionamento do disparador em qualquer posição, que não a de desembraiamento, impossibilitando o movimento do dispositivo de interbloqueamento;
- c) Só é possível abrir a guarda após a cambota se imobilizar no ponto morto superior;
- d) A guarda deve apresentar complementarmente um dispositivo de bloqueio. (Pacheco & Guedes 1993)

Nas tabelas seguintes são apresentados os tipos de sistema de segurança a utilizar para prensas mecânicas de revolução completa em função do método operativo.

Produção ciclo simples, com alimentação e remoção manual				
Sistema de segurança de operador	Iniciação do ciclo	Sistema de comando da embraiagem e do travão		Comentários
		Electricidade	Válvulas	
Ferramentas fechadas	Qualquer	Sistema único	Sistema único	As aberturas e correspondentes distâncias devem satisfazer os requisitos da norma EN 13857, e os riscos de esmagamento adicionais devem ser evitados seguindo os requisitos da norma EN 349.
Guarda fixa envolvente	Qualquer	Sistema único	Sistema único	As guardas envolventes fixas devem estar em conformidade com os requisitos da norma EN 953
Guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda	Outro que não seja a guarda	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Não são permitidas portas com abertura prematura. As guarda com interbloqueamento com travamento da guarda devem cumprir com os requisitos da EN 953. Os dispositivos de interbloqueamento devem ser concebidos de acordo com a norma EN 1088 e estar em conformidade com a categoria 4 da EN 954-1.
		Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	
Guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda e função de início	A própria guarda	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Não são permitidas portas com abertura prematura. As guarda com interbloqueamento com travamento da guarda devem cumprir com os requisitos da EN 953. Os dispositivos de interbloqueamento devem ser concebidos de acordo com a norma EN 1088 e estar em conformidade com a categoria 4 da EN 954-1.
		Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	

Tabela 5 - Sistema de seguranças para o operador no caso de produção ciclo simples com alimentação e remoção manual. (NP EN 692:1996)

Produção ciclo automático, com alimentação e remoção manual ou unicamente automáticos				
Sistema de segurança de operador	Iniciação do ciclo	Sistema de comando da embraiagem e do travão		Comentários
		Electricidade	Válvulas	
Ferramentas fechadas	Qualquer	Sistema único	Sistema único	As aberturas e correspondentes distâncias devem satisfazer os requisitos da norma EN 13857, e os riscos de esmagamento adicionais devem ser evitados seguindo os requisitos da norma EN 349.
Guarda fixa envolvente	Qualquer	Sistema único	Sistema único	As guardas envolventes fixas devem estar em conformidade com os requisitos da norma EN 953. Não deve ser possível introduzir a mão entre as ferramentas durante a produção (alimentação manual feita fora da guarda, por exemplo através de uma ranhura).
Guarda com interbloqueamento e função de início com travamento da guarda	Outro que não seja a guarda	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Redundância e monitorização caso exista interbloqueamento mecânico	Não são permitidas portas com abertura prematura. As guardas com interbloqueamento com travamento da guarda devem cumprir com os requisitos da EN 953. Os dispositivos de interbloqueamento devem ser concebidos de acordo com a norma EN 1088 e estar em conformidade com a categoria 4 da EN 954-1.
		Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	
		Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	Não é necessária redundância nem monitorização se não houver interbloqueamento mecânico	

Tabela 6 - Sistema de seguranças para o operador no caso de produção ciclo automático com alimentação e remoção manual ou unicamente automáticos. (NP EN 692:1996)

Protecções contra o ruído e vibrações

As possibilidades de protecção a utilizar para a outra grande problemática das prensas mecânicas de revolução completa, o ruído, podem ser principalmente de dois tipos:

- a) Redução do ruído na fonte;
- b) Redução da propagação do ruído.

A insonorização das fontes de ruído em prensas mecânicas pode ser alcançada através de melhoramentos introduzidos na máquina tais como:

- a) Utilizar coberturas insonorizantes sobre os elementos ruidosos;
- b) Revestir superfícies vibrantes com amortecedores;
- c) Substituir elementos metálicos por elementos de plástico que possam cumprir a mesma função.
- d) Lubrificação. (Pacheco & Guedes, 1993)

O melhoramento da insonorização dos locais de trabalho pode ser alcançado tendo em conta o local de instalação das prensas mecânicas e a disposição dos postos de trabalho.

Assim, a instalação da prensa deve ter em conta as seguintes considerações:

- a) Local da instalação – instalação fora de locais onde exista aglomerado de operadores na envolvente, instalação dentro de cabines, painéis isolantes e absorventes;
- b) Instalação propriamente dita – utilização de equipamentos anti-vibratórios, suspensões elásticas, etc. (Pacheco & Guedes, 1993)

Desta forma é possível diminuir a intensidade sonora da fonte e também a propagação do ruído pela envolvente.

Quando depois de aplicadas as soluções construtivas de protecção na máquina, ou na sua envolvente, continuam níveis sonoros inaceitáveis, é necessário utilizar equipamentos de protecção individual (EPI). O EPI utilizado para a protecção auditiva pode ser de dois tipos, abafador ou tampão auditivo.

Os abafadores são constituídos por materiais rígidos e interiormente por materiais pouco densos ou absorventes, devendo adaptar-se ao pavilhão auditivo. Os abafadores apresentam maior facilidade de colocação e remoção, facilidade de uso e adaptação. No entanto, tornam-se desconfortáveis quando usados por longos períodos. Os tampões auditivos têm um tamanho pequeno, são leves e mais confortáveis. No entanto, existem dificuldades no seu controlo e uso, necessitam de cuidados extra de limpeza e o seu tamanho tem de ser individualizado. (Miguel, 2010)

Outro dos perigos das prensas mecânicas, mas não tão preocupante como do ruído, são o das vibrações. Algumas medidas apresentadas anteriormente servem também para diminuir a exposição a vibrações e os seus efeitos para os operadores e locais de trabalho. Uma das medidas mais eficazes é a utilização de equipamentos anti-vibracionais, evitando assim que a vibrações seja transmitida ao local onde está apoiada a máquina, e daí para as zonas envolventes. Este equipamento absorve as vibrações permitindo assim um nível de conforto superior para o operador.

5. Avaliação dos riscos

A avaliação dos riscos é uma das etapas fundamentais da gestão da segurança e saúde, pois através dela é possível quantificar os riscos existentes nos locais de trabalho. Através de uma abordagem sistemática dos locais de trabalho, a avaliação dos risco é capaz de proporcionar medidas e soluções para os riscos evidenciados.

A Agencia Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho define que a avaliação de riscos é o processo de avaliação dos riscos para a saúde e a segurança dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. Sendo uma análise sistemática de todos os aspectos do trabalho, identifica:

- aquilo que é susceptível de causar lesões ou danos;
- a possibilidade de os perigos serem eliminados e, se tal não for o caso;
- as medidas de prevenção ou protecção que existem, ou deveriam existir, para controlar os riscos. (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2010)

Ridley & Pearce (2006) estabelecem que a avaliação de riscos é uma técnica para avaliar o risco de lesão física ou dano para a saúde que poderia resultar dos perigos identificados.

Já Main (2001) definem que avaliação de riscos é uma ferramenta para os fabricantes identificar em possíveis perigos e fornecer uma base para considerar designs alternativos para reduzir ou controlar o risco. A avaliação dos riscos oferece a oportunidade para identificar os perigos associados com a utilização prevista e uso indevido, e tomar as medidas para os eliminar e controlar antes da lesão ocorrer.

Main (2001) apresentam uma definição de avaliação de riscos mais indicada para o projecto de produtos. No entanto, a avaliação e risco é uma etapa do Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho, aplicando-se a todos os ramos de actividade e a todas as situações onde possam existir perigos para a segurança e saúde do trabalhador.

A norma ISO14121-1:2007 define avaliação de riscos como um processo global que inclui uma análise de risco e uma valoração de risco. Esta norma define análise de risco como combinação da especificação dos limites da máquina, identificação dos perigos e estimativa de risco, enquanto a valoração de risco é definida como julgamento, com base na análise de risco, e nos objectivos da redução dos riscos se são ou não atingidos.

A norma ISO 14121-1:2007 estabelece um conjunto de princípios gerais de avaliação de risco para ser possível atingir os objectivos pela redução do risco. Esses princípios englobam uma série de factores que vão desde o design até ao ciclo de vida da máquina.

A avaliação de riscos presente na norma ISO 14121-1:2007 é uma série de passos que permite de uma forma sistemática, a análise e valoração do risco associado a máquinas. A avaliação de risco encontra-se dividida em três grupos:

1. A análise de risco – que fornece informações para a realização da valoração do risco. Este grupo apresenta três etapas que são a determinação dos limites da máquina; identificação dos perigos e estimativa do risco;
2. Valoração do risco – compara o grau de risco com os padrões definidos e estabelece a aceitabilidade do mesmo;
3. Redução do risco – reduz o risco ao mínimo, em conformidade com os requisitos legais e o actual estado da arte. (ISO 14121-1:2007) (ISO 12100-1:2003)

Na figura seguinte é apresentado um diagrama de todos os passos necessários efectuar para se atingir o nível de risco aceitável.

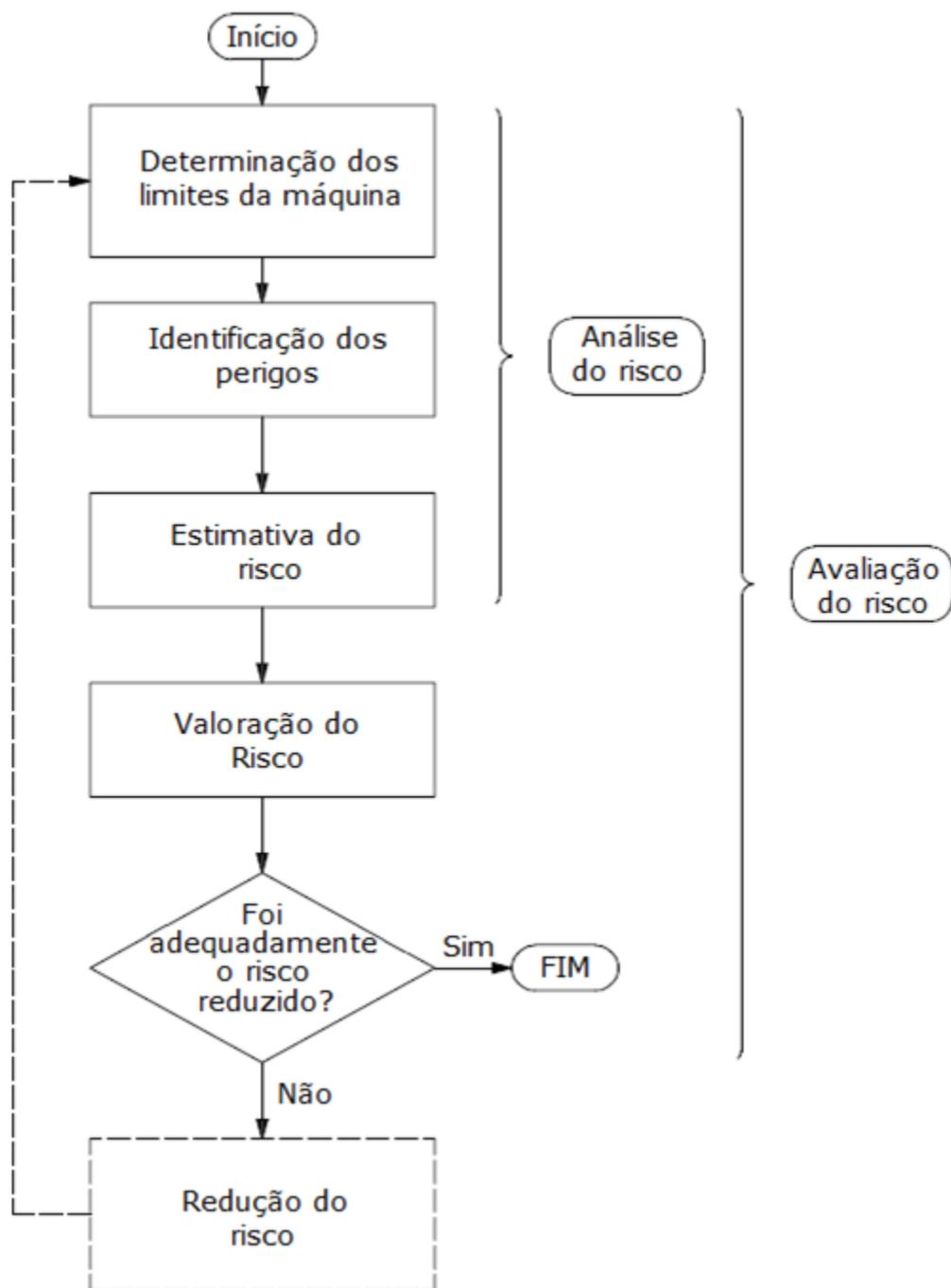


Figura 22 - Processo iterativo para a redução do risco. (ISO 14121-1:2007)

A avaliação do risco pode ser feita por uma ou mais pessoas, que devem reunir a maior e melhor informação possível acerca da máquina tal como a descrição da mesma e toda a documentação a ela aplicável, bem como o histórico de uso. Só assim se torna possível obter resultados fiáveis e seleccionar as medidas de protecção adequadas.

5.1 Determinação dos limites da máquina

A primeira etapa da avaliação do risco é a determinação dos limites da máquina tendo em consideração todas as fases de vida da máquina. As fases de vida da máquina podem ser classificadas da seguinte forma:

- a) Transporte;
- b) Instalação e/ou agrupamento;
- c) Programação, mudança de processo;
- d) Operação;
- e) Limpeza, manutenção; solução de problemas;
- f) Desmantelamento. (ISO 14121-1:2007)

Os limites da máquina podem ser divididos em quatro grupos que são:

- a) Limites de uso – estes limites incluem não só a utilização prevista da máquina como também a má utilização previsível. Devem ter-se em consideração os seguintes aspectos:
 - 1. Todos os modos de operação da máquina e procedimentos necessários a efectuar pelos operadores;
 - 2. Onde será utilizada a máquina (ambiente industrial, doméstico,...), e por que tipo de pessoas (idade, sexo, capacidades físicas e intelectuais,...)
 - 3. O nível de formação, experiência e habilidade relacionadas directa ou indirectamente com a máquina;
 - 4. Exposição a outras pessoas tais como trabalhadores na envolvente da máquina, terceiras pessoas, etc, aos perigos associados com a máquina;
- b) Limites de espaço – este tipo de limite tem em conta o espaço necessário para o movimento da máquina, o espaço necessário para os operadores interagirem com a máquina durante a operação ou outra tarefa;
- c) Limite de tempo – o limite de tempo corresponde ao tempo previsto de funcionamento da máquina ou dos seus componentes e deve ter em conta a utilização prevista e má utilização previsível e os intervalos de serviço;
- d) Outros limites - neste limites pode ser considerado o ambiente envolvente à máquina, tais como temperatura, humidade, poeira, nível de limpeza requerido e propriedades do material a ser trabalhado. (ISO 14121-1:2007)

5.2 Identificação dos perigos

A segunda etapa da avaliação de riscos é identificar os perigos da máquina. Os perigos devem ser identificados tendo em consideração as fases de vida da máquina, as operações por ela executadas e o tipo de tarefas das pessoas que interagem com ela, pois a totalidade dos perigos não se encontra apenas durante um tipo de operação, para uma dada tarefa. A identificação dos perigos é uma etapa importante porque só quando os perigos forem identificados se torna possível eliminá-los ou reduzir o risco a níveis aceitáveis.

As principais tarefas executadas pela pessoas em máquinas, tendo em conta todas as fases de vida da máquina, estão listadas na tabela A.3 do anexo A da norma ISO 14121-1:2007, sendo de seguida apresentado alguns exemplos: transporte, teste, ensaios, mudança de ferramentas, alimentação, operação dos controlos, lubrificação, verificação dos componentes, etc.

Os perigos propriamente ditos existentes na máquina, foram já abordados em capítulo anterior.

O principal objectivo da identificação dos perigos é encontrar todos perigos não deixando nenhum de fora. Existem diversos métodos de identificação dos perigos sendo o seu objectivo final o mesmo, identificar todos os perigos existentes. A norma ISO 14121-2:2007 apresenta um método de identificação de perigos pela aplicação de formulários.

O objectivo deste método é criar um documento com os resultados da identificação dos perigos em função de listas de verificação criadas a partir das tabelas A.2 a A.4 da norma ISO 14121-1:2007. A lista de verificação é uma ferramenta que permite identificar, analisar e avaliar, equipamentos, actividades e processos existentes numa organização. Este instrumento permite obter, de forma rápida, informação expedita sobre segurança, qualidade, manutenção dos equipamentos, actividades ou processos que estão a ser analisados. As listas de verificação possuem uma série de itens/tarefas que devem ser observados pelo técnico de verificação, contribuído assim para uma análise estruturada, coerente e eficaz, evitando a omissão ou esquecimento de itens/tarefas a serem verificados. Contudo, a aplicação apenas das listas de verificação da norma ISO 14121-1:2007 pode não ser suficiente, sendo necessário recorrer a regulamentos, a outras normas e a ter em conta também conhecimentos de Engenharia. Este método pode ser complementado com outros métodos tais como comparação com máquinas idênticas, análise de dados com máquinas idênticas, etc. Este método pode ser aplicado a todas as fases de vida da máquina.

O primeiro passo deste método é determinar a extensão do sistema a ser analisado, tendo em conta os limites da máquina e sua fase de vida. O segundo passo é identificar as tarefas executadas pelos operadores da máquina, pelas pessoas junto da máquina e pelas operações da própria máquina, tendo em conta a fase de vida da máquina. Por fim, o terceiro passo consiste em examinar para cada tarefa ou operação numa dada zona em particular, os perigos existentes e possíveis cenários de acidentes. Pode ser utilizada uma abordagem “top-down”, caso o ponto de partida seja o dano, ou então utilizar a abordagem “bottom-up” se o ponto de partida é a origem do perigo.

IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS					
Máquina:		Método utilizado:			
Objectivos:		Responsável pela verificação:			
Fase da vida da máquina:		Data:			
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Situação de perigo	Evento perigosos / risco
1					
2					

Tabela 7 - Exemplo de um formulário para identificação dos perigos. (ISO 14121-2:2007)

5.3 Estimativa do risco

Após identificados os perigos é necessário proceder à estimativa dos riscos a eles associados. O princípio da estimativa do risco é baseado na combinação da gravidade do dano com a probabilidade de ocorrência do dano. A probabilidade de ocorrência do dano depende da exposição ao perigo, da ocorrência do evento perigoso e das capacidades técnicas e humanas para evitar ou limitar o dano.

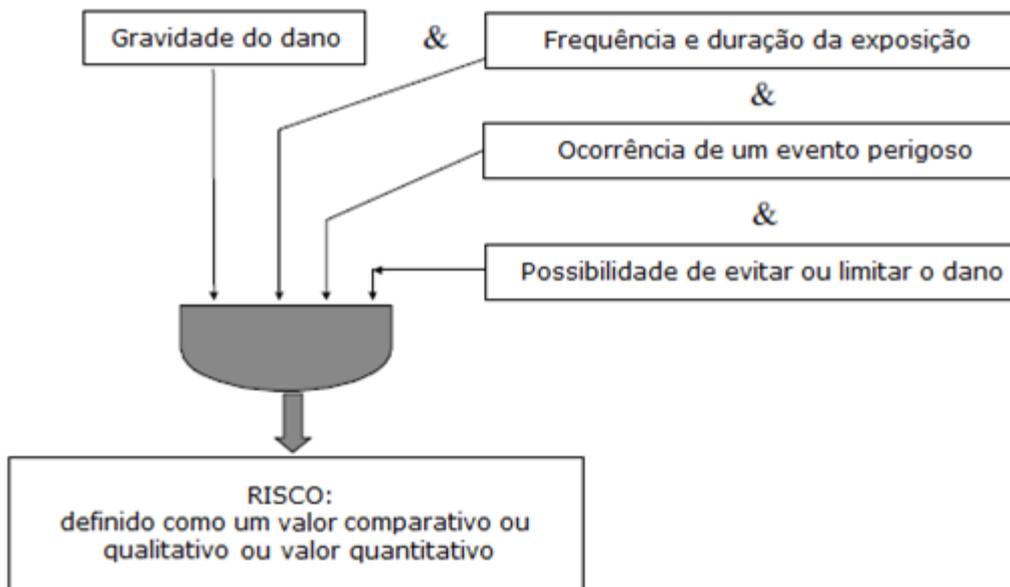


Figura 23 - Princípios e elementos da estimativa do risco. (Macdonald, 2004)

A gravidade do dano pode ser obtida tendo em conta a potencialidade do mesmo em relação a lesões e danos para a saúde, podendo ser classificado como baixo, alto, ou morte, podendo afectar uma ou mais pessoas. No entanto, a avaliação da gravidade deve ser realizada tendo em conta uma base de dados do historial do número de mortes, lesões, valor do equipamento destruído, tempo de produção perdida, e outros factores (ISO 14121-1:2007)

A frequência e duração da exposição ao perigo pode ser influenciado pela necessidade de acesso às zonas perigosas pelas pessoas, a forma como o acesso é feito (com ou sem protecção), o tempo em que estão na zona de perigo, o número de pessoas e a frequência com que o acesso é feito. (ISO 14121-1:2007)

A ocorrência de um evento perigoso pode ser estimada tendo em conta a frequência e a duração da exposição, dados estatísticos, histórico de acidentes, comparação do risco com outras máquinas. (ISO 14121-1:2007)

A possibilidade de evitar ou limitar os danos é influenciada por um número de factores, tais como:

1. O tipo de pessoas que está exposta ao perigo (por exemplo se é ou não treinada);
2. A velocidade a que ocorre o perigo e a sua extensão (por exemplo se é rápido ou lento);

3. Os meios que induzem a consciência do risco (por exemplo através de aviso, visualização directa,...)
4. A capacidade humana para evitar ou limitar o dano (por exemplo reflexos, agilidade,...)
5. A experiência e o conhecimento da máquina, de uma máquina semelhante, ou falta de experiência. (ISO 14121-1:2007)

No entanto, a estimativa do risco para perigos em que a gravidade do dano está directamente ligada ao nível e tempo de exposição do operador, a abordagem anterior necessita de ser alterada. Assim, é efectuada a substituição da probabilidade de ocorrência do dano pela probabilidade de ocorrência de dano cumulativo. A probabilidade de ocorrência de dano cumulativo depende da exposição cumulativa ao perigo. Portanto, exceder o limite de exposição ao perigo, ao fim de um certo limite de tempo, pode resultar em danos para a saúde e deve ser considerado como evento perigoso. A dose total que um operador pode suportar sem que exista perigo para a saúde é dada de acordo com o número de exposições, dose de exposição e duração da exposição. A diferença entre dano causado subitamente e o dano causado pela exposição prolongada, para a manipulação de uma carga, pode ser representado pelo seguinte exemplo:

1. O dano causado subitamente pode ser causado através da manipulação de uma carga esporádica muito pesada, enquanto,
2. O dano causado pela exposição prolongada pode ser causado pela manipulação de cargas leves frequentemente. (ISO 14121-2:2007)

O ruído, vibrações, radiações, agentes químicos e biológicos são alguns tipos de perigos que frequentemente levam ao dano devido à exposição cumulativa.

A estimativa dos elementos do risco deve ter em conta certos aspectos tais como:

1. Pessoas expostas – este ponto não inclui só os operadores mas também outras pessoas na envolvente que também possam vir a sofrer qualquer tipo de dano, caso o evento perigoso ocorra;
2. Tipo, frequência e duração da exposição – isto inclui a necessidade de exposição a todos os modos de operação da máquina e os métodos de trabalho. A análise deve ter em conta o acesso durante a instalação, ensaios, manutenção, operação, mudança de processo;
3. Relação entre exposição e efeitos – a relação entre exposição e efeitos deve ser tida em conta para cada situação de perigo considerada. Devem ser também tidos em consideração os efeitos cumulativos. Estes efeitos devem ser baseados em dados reconhecidos;

4. Factor humano – O factor humano tem um papel fundamental no controlo do efeito e na extensão do dano. Alguns dos factores são: interacção entre a pessoa e a máquina; interacção entre pessoas, aspectos ergonómicos; consciência do risco pelas pessoas que estão na situação, fadiga;
5. Medidas de protecção adequadas – as medidas de protecção não devem contribuir para um novo perigo, logo a estimativa do risco deve ter em conta a adequação das medidas de protecção e deve: identificar as circunstâncias que podem resultar em danos, quando necessário usar métodos quantitativos para comparar alternativas as medidas de protecção e fornecer informações que permitam a selecção de medidas de protecção adequadas;
6. Possibilidade de eliminar ou contornar as medidas de protecção – a estimativa do risco deve ter em conta a possibilidade de eliminar ou contornar as medidas de protecção. O incentivo à não eliminação ou contorno das medidas de protecção deve ser levado em conta: a interferência com a produção ou outras actividades, a dificuldade de utilização, pessoas, que não o operador, que estejam envolvidas, a não aceitabilidade por parte do operador;
7. Capacidade para manter as medidas de protecção – a estimativa do risco deve determinar a capacidade para as medidas de protecção se manterem de modo a assegurar o nível adequado de segurança;
8. Informação para o uso – a estimativa do risco deve ter em conta a qualidade das informações de uso transmitidas aos operadores. Esta informação abrange os sinais de alerta, as instruções adequadas para manutenção e a questão de como são transmitidas as informações. (Macdonald, 2004)

Os métodos para a estimativa do risco podem ser qualitativos ou quantitativos. No entanto, tanto um como outro podem criar dificuldades na definição do risco. Qualquer método de estimativa de risco deve lidar com os dois principais parâmetros que representam os elementos de risco, a gravidade do dano e a probabilidade de este ocorrer. A norma ISO 14121-2:2007 apresenta alguns métodos para a estimativa do risco em máquinas, os quais se apresentam a seguir.

5.3.1 Matriz de risco

A matriz de risco é uma tabela multidimensional que permite a combinação dos parâmetros gravidade e probabilidade de ocorrência de um dano. Quando é identificado um perigo este apresentará uma classe para cada parâmetro definido, o nível de risco corresponde ao conteúdo presente na célula, obtida através da intersecção da linha com a coluna de cada um dos parâmetros. O nível de risco pode ser expresso através de um índice numérico ou em termos qualitativos. O número de células da tabela pode variar de acordo com a dimensão da tabela, sendo que as células podem ser agrupadas por nível de risco para assim diminuir o índice de classificação. A classificação utilizando poucas células pode ser pouco útil, enquanto que demasiadas células a podem tornar confusa. É necessário, portanto, encontrar um equilíbrio para os resultados serem os mais eficazes possíveis. (ISO 14121-2:2007)

O método da matriz de risco é simples, rápido e eficaz na obtenção do nível de risco. É, no entanto, um pouco subjectivo dependendo do bom senso das pessoas que avaliam o risco. Esta é uma metodologia que obtém melhores resultados quando aplicada em equipa com pessoas que conhecem e têm experiência a nível de máquinas. Quando é necessário maior precisão deve-se optar por outros métodos, que geralmente são mais complexos mas apresentam maior precisão. (ISO 14121-2:2007)

Probabilidade de ocorrência do dano	Gravidade do dano			
	Catastrófico	Sério	Moderado	Pequeno
Muito frequente	alto	alto	alto	médio
Frequente	alto	alto	médio	baixo
Pouco frequente	médio	médio	baixo	insignificante
Remoto	baixo	baixo	insignificante	insignificante

Tabela 8 - Matriz de estimativa do risco de acordo com ANSI B11 TR3:2000. (ISO 14121-2:2007)

Frequência	Consequência			
	Catastrófica	Crítica	Marginal	Insignificante
Frequente	I	I	I	II
Provável	I	I	II	III
Ocasional	I	II	III	III
Remota	II	III	III	IV
Improvável	III	III	IV	IV
Inconcebível	IV	IV	IV	IV

Tabela 9 - Matriz de estimativa do risco de acordo com a IEC 61508. (ISO 14121-2:2007)

Os critérios utilizados para a avaliação da gravidade são:

1. Catastrófico – morte ou lesão permanente ou doença incapacitante (impossibilidade de voltar ao trabalho);
2. Sério - grave - lesão grave ou doença debilitante (pode voltar a trabalhar, mas não ao mesmo trabalho);
3. Moderado – lesão significativa ou doença, que exigem mais do que primeiros socorros (capaz de regressar ao mesmo posto de trabalho);
4. Pequeno - nenhum ferimento ou lesão leve não exigindo mais do que primeiros socorros (pouco ou nenhum tempo de trabalho perdidos). (ISO 14121-2:2007)

A nível de probabilidade de ocorrência as classes mais normais são:

1. Muito frequente – quase certo que ocorra;
2. Frequente – pode ocorrer;
3. Pouco frequente – pouco provável que ocorra;
4. Remoto – a probabilidade de ocorrer é praticamente nula. (ISO 14121-2:2007)

5.3.2 Gráfico de risco

O gráfico de risco é baseado numa árvore de decisão em que cada nó da árvore representa um parâmetro do risco (gravidade, probabilidade de ocorrência...) e em cada ramo de um nó está representada uma classe do parâmetro (alto, baixo,...). Para cada situação perigosa identificada, deve ser atribuída uma classe a cada parâmetro, sendo o caminho iniciado no ponto de partida. O caminho a seguir na árvore é dado em função da classe de cada parâmetro. Quando chegado ao último ramo, este aponta para o índice de risco associado. O resultado final é um índice de risco qualificado por termos como "alto", "médio", "baixo", ou através de escala numérica, por exemplo, 1-6. Os gráficos de risco são úteis para demonstrar a quantidade de redução de risco previstas por uma medida de protecção ou pelo parâmetro pelo qual o risco é influenciado. Os gráficos de risco tornam-se complicados e confusos se houver mais de dois ramos para mais do que um parâmetro de risco. (ISO 14121-2:2007)

Os quatro parâmetros definidos correspondem aos quatro elementos do risco definidos pela norma ISO 14121-2:2007, sendo que cada um deles apresenta limites particulares.

- a) Gravidade do dano (S):
 - 1. S1 – Lesão ligeira, normalmente reversível (exemplo: arranhões, contusão,...);
 - 2. S2 – Lesão grave, normalmente irreversível (fracturas, problemas musculoesqueléticos, morte,...);
- b) Frequência ou duração da exposição do operador ao perigo (F):
 - 1. F1 – duas ou menos vezes por turno de trabalho, ou menos de 15 minutos de exposição acumulada por turno de trabalho;
 - 2. F2 – mais de duas vezes por turno de trabalho ou superior a 15 minutos de exposição acumulada por turno de trabalho;
- c) Probabilidade de ocorrência do evento perigoso (O):
 - 1. O1 - tecnologia comprovada e reconhecida na aplicação de segurança, robustez;
 - 2. O2 – falha técnica observada nos últimos 2 anos;
 - 3. O3 – falha técnica observada regularmente (de seis em seis meses ou menos);
- d) Possibilidade de evitar dano (A):
 - 1. A1 – possível sob certas condições;
 - 2. A2 – impossível. (ISO 14121-2:2007)

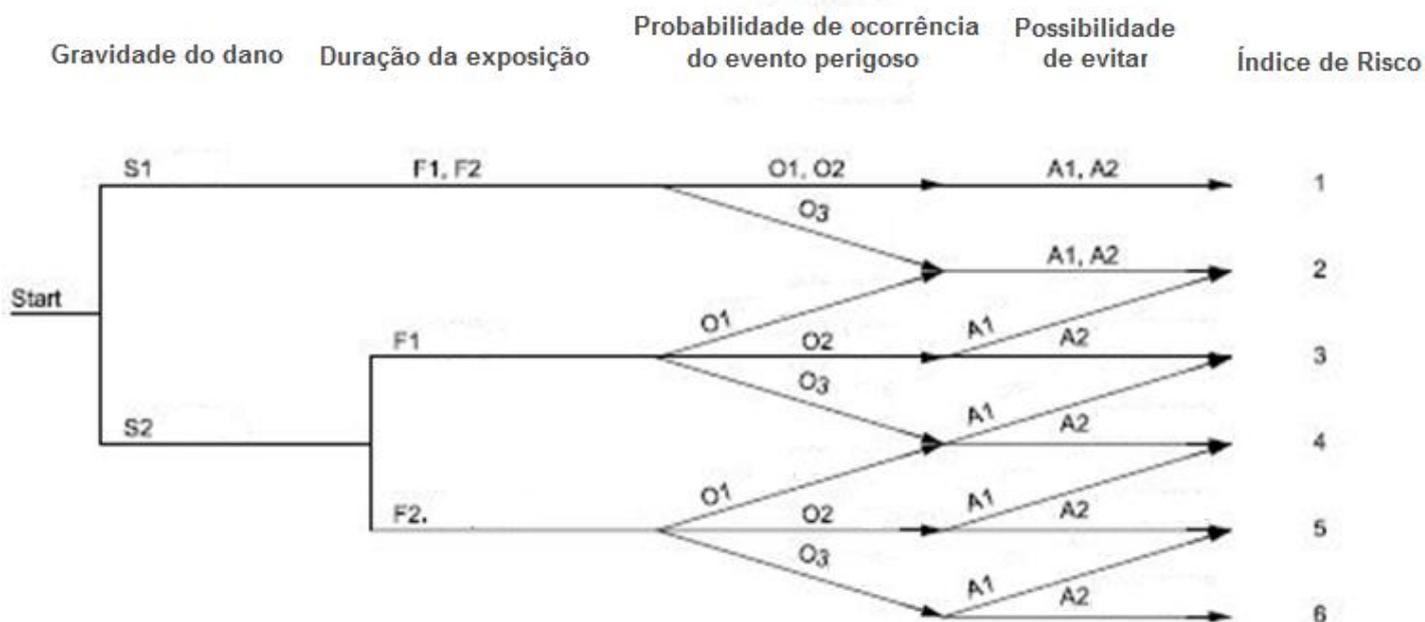


Figura 24 - Gráfico de risco para a estimativa do risco. (ISO 14121-2:2007)

Após obtido o valor do índice de risco é possível enquadrá-lo nos seguintes parâmetros para verificar qual a prioridade de acção.

- Índice de risco entre 1 e 2 – corresponde a baixa prioridade de acção (nível de risco I);
- Índice de risco entre 3 e 4 – corresponde a média prioridade de acção (nível de risco II);
- Índice de risco entre 5 e 6 – corresponde a prioridade alta de acção (nível de risco III).

Se após aplicadas as medidas de protecção relativas à primeira estimativa de risco, e realizada a segunda estimativa, o índice de risco for igual ou inferior a 2 não é necessária nenhuma medida adicional para a redução de risco. (ISO 14121-2:2007)

Caso o perigo existente possa contribuir para o dano devido à exposição cumulativa, nesse caso serão apenas contabilizados no gráfico de risco os parâmetros da gravidade do dano e da probabilidade de ocorrência de dano, neste caso dano cumulativo. Os critérios para definir estes parâmetros podem ser os mesmos de acima contudo, quando se está em presença de perigos em que o dano devesse a uma exposição cumulativa é fundamental recorrer-se a meios próprios para verificar os valores presentes e compará-los com os definidos pelas normas específicas de cada tipo. O índice de risco nesta situação apresenta apenas três valores, 1, 3 e 5, estando a prioridade de acção definida da seguinte forma:

- a) Índice de risco entre 1 – corresponde a baixa prioridade de acção (nível de risco I);
- b) Índice de risco entre 3 – corresponde a média prioridade de acção (nível de risco II);
- c) Índice de risco entre 5 – corresponde a prioridade alta de acção (nível de risco III).

5.3.3 Pontuação numérica

O método de pontuação numérica apresenta entre dois a quatro parâmetros, que estão divididos em várias classes, tais como, a matriz e o gráfico de riscos. Cada classe de cada grupo apresenta uma gama de valores definidos, sendo que cada classe apresenta uma gama diferente de valores entre as classes do mesmo parâmetro. No entanto, essa gama de valores é contínua, não podendo duas classes diferentes apresentarem o mesmo valor. A escala difere para cada classe sendo, no final, somado o valor de cada um dos parâmetros, recorrendo-se a uma tabela com os níveis de risco para obter a escala correspondente. A utilização de números pode dar uma impressão de objectividade na determinação do nível de risco, ainda que a atribuição de pontuação para cada elemento de risco seja altamente subjectivos. No entanto, esta pode ser compensada pelo agrupamento da pontuação em classificações qualitativas de risco como alto, médio e baixo. (ISO 14121-2:2007)

Neste exemplo existem dois parâmetros, gravidade e probabilidade, que serão divididos em quatro classes, catastrófico, sério, moderado, pequeno e muito frequente, frequente, pouco frequente, remoto, respectivamente.

O parâmetro da gravidade tem a seguinte divisão de pontuação:

Catastrófico (100 < valor < ∞);

Sério (90 < valor < 99);

Moderado (30 < valor < 89);

Pequeno (0 < valor < 29)

O parâmetro da probabilidade tem a seguinte divisão de pontuação;

Muito frequente (100 < valor < ∞);

Frequente (90 < valor < 99);

Pouco frequente (30 < valor < 89);

Remoto (0 < valor < 29)

Os critérios deste método são os mesmos que o utilizado na matriz de risco, apesar de o índice de risco ser obtido através da soma dos dois valores definidos para a gravidade e para a probabilidade. Recorre-se à tabela seguinte para verificar o nível de risco obtido. (ISO 14121-2:2007)

160 <	Alto	-
120 <	Médio	< 159
90 <	Baixo	< 119
0 <	Insignificante	< 89

Tabela 10 - Nível de risco em função da pontuação. (ISO 14121-2:2007)

5.4 Valoração do risco

A valoração do risco corresponde à avaliação da importância do risco, isto é, verificar se o risco existente tem ou não potencial para afectar, significativamente, o operador ou as pessoas envolvidas à máquina.

Carvalho (2007), cita o autor Roxo, 2003, que define a valoração de risco como a fase final da avaliação de riscos e visa comparar a Magnitude do risco com padrões de referência e estabelecer o grau de aceitabilidade do mesmo. Trata-se de um processo de comparação entre o valor obtido na fase anterior, a análise de risco, e um referencial de risco aceitável.

A valoração do risco deve ser efectuada para verificar se é ou não necessário efectuar a redução dos riscos. Se a redução dos riscos é necessária deve procede-se à escolha das medidas de protecção adequadas e repetir o processo de avaliação de riscos. Devem ser identificados, caso existam, os riscos adicionais ou o aumento de outros perigos devido às medidas de protecção aplicadas. Se ocorrerem riscos adicionais, estes devem ser acrescentados à lista dos riscos e devem ser tomadas medidas de protecção para os combater. (ISO 14121-2:2007)

5.5 Redução do risco

A redução do risco é um processo através do qual são obtidas as soluções para combater os riscos definidos na valoração do risco. Um perigo existente na máquina, mais tarde ou mais cedo pode levar a um dano caso nenhuma medida de protecção seja aplicada. A operação contínua e segura da máquina só é possível se as medidas de protecção aplicadas e não dificultarem a sua utilização. O objectivo da redução do risco deve ter em conta quatro factores:

- a) A segurança da máquina durante todas as fases de vida;
- b) A capacidade da máquina em executar a sua função;
- c) A extensão do uso da máquina;
- d) Os custos de fabricação, operação e desmantelamento da máquina. (ISO 12100-1:2003)

A realização da redução de riscos segue três passos, ordenados de acordo com a sua prioridade:

- a) Os perigos devem ser eliminados ou os riscos reduzido durante a fase de projecto da máquina (cumprindo princípios de Ergonomia, substituindo materiais ou substâncias perigosas por outras menos perigosas, minimizando o uso de cantos ou arestas cortantes, limitando as vibrações e o ruído, ...);
- b) O risco é reduzido pela aplicação de guardas ou dispositivos de protecção não apenas para o uso normal da máquina, mas também para o uso indevido;
- c) Quando as duas medidas anteriores não são possíveis de eliminar completamente os perigos e o correspondente risco, permanecendo um certo risco residual, é necessário fornecer informação para o uso da máquina. Essa informação deve conter:
 1. Procedimentos operacionais para o uso da máquina de acordo com a capacidade prevista do pessoal que a utiliza e outras pessoas que estejam na envolvente da máquina;
 2. As práticas seguras de trabalho recomendadas para a utilização da máquina e a formação necessária;
 3. Informação suficiente (sinais, aviso de perigo,...), incluindo o risco residual para todas as fases de vida da máquina;
 4. Descrição de qualquer equipamento de protecção recomendado, incluindo detalhes para a sua necessidade, bem como a formação para o uso. (ISO 14121-2:2007)

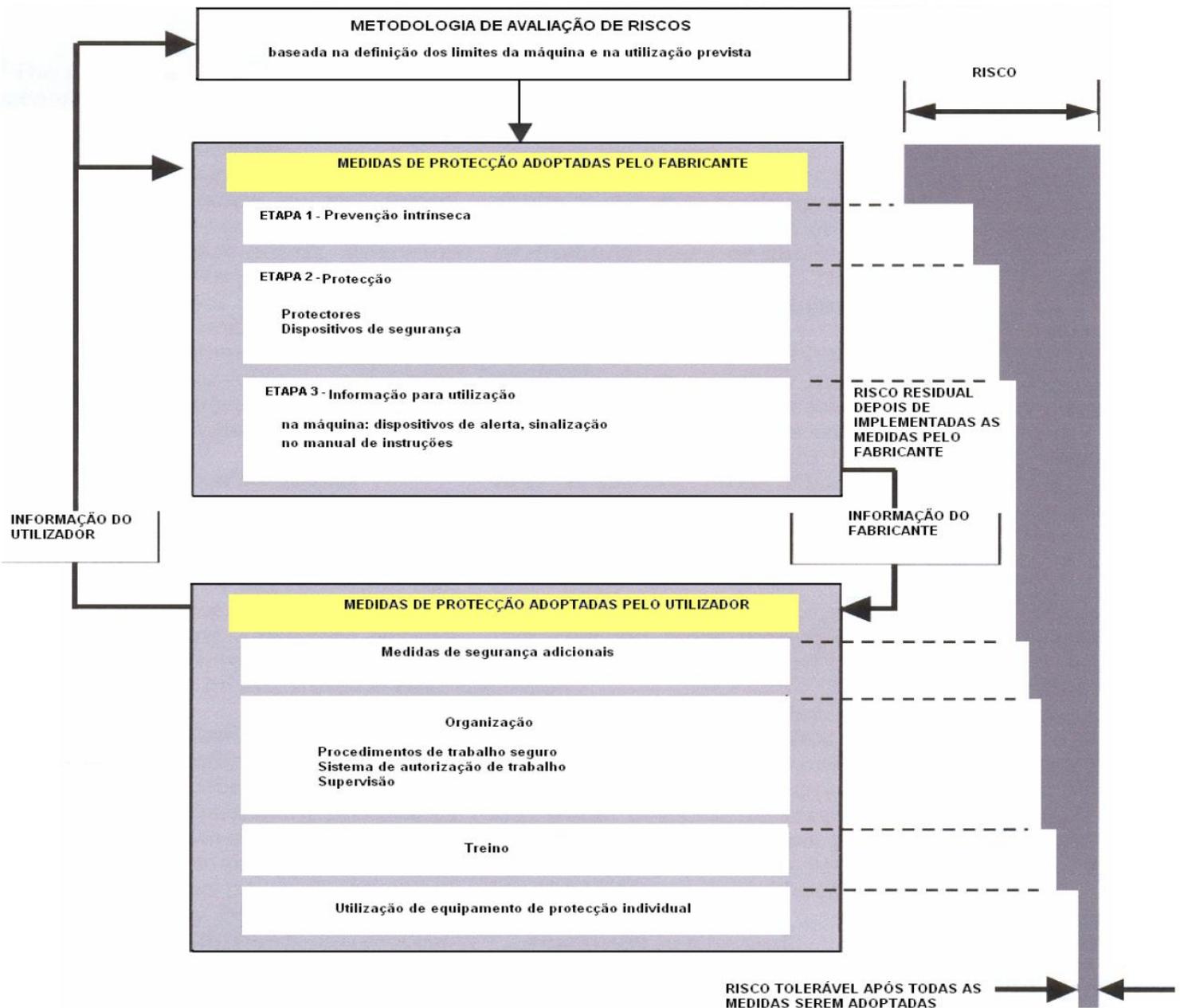


Figura 25 – Abordagem de redução de risco definindo as obrigações do projectista e do utilizador. (Silva, 2004)

A redução do risco pode dar-se como concluída quando todas as condições de operação e processos de intervenção forem considerados, os perigos forem eliminados e os riscos mantidos a um nível aceitável. Qualquer risco introduzido por uma medida de protecção esteja adequadamente controlado, os utilizadores da máquina estejam informados e avisados sobre os riscos residuais e a utilização indevida da máquina para fins que não os seus, as medidas protectoras forem compatíveis entre si e não afectem o trabalho do operador nem a utilização da máquina. (Vilela, 2000)

6. Metodologia

A revisão realizada permitiu criar uma abordagem possível para a avaliação dos riscos e a selecção de sistemas de segurança a utilizar em prensas mecânicas de revolução completa já em uso. De seguida serão descritas, com maior detalhe, todas as etapas necessárias para atingir os objectivos propostos.

6.1 Definição da empresa

Para ser possível elaborar este trabalho foi necessário descobrir uma empresa onde existissem prensas mecânicas, não conformes, em laboração. Foram estabelecidos contactos com algumas empresas, conseguindo-se o acolhimento por uma delas, que apresentava o material ideal para poder ser trabalhado. A empresa insere-se no ramo da estampagem de metais possuindo uma vasta gama de prensas, nomeadamente prensas mecânicas de revolução completa, prensas mecânicas de parafuso e prensas hidráulicas. De todas as prensas, as mecânicas eram as únicas que não tinham sido projectadas com sistemas de segurança.

6.1.1 História da empresa

A referida empresa foi criada em Maio de 1980 e gradualmente veio a tornar-se numa das empresas mais versáteis do sector, conseguindo conquistar, com a sua qualidade, criatividade e diversidade, vários mercados internacionais.

A empresa começou inicialmente por ser uma pequena ourivesaria dedicada a trabalho de brincos, pulseiras, anéis, em metais não ferrosos, principalmente prata, sendo grande parte da produção exportada para o Brasil. Pensando numa perspectiva mais abrangente, criou laços com técnicos do sector da numismática e medalhística de Barcelona, na qual esteve integrado durante alguns anos, contribuindo no desenvolvimento de novos métodos de trabalho e começando na produção de medalhas, pinos, etc.

Após a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia, actualmente União Europeia, a empresa decidiu apostar no mercado dos artigos de prata grossa que era uma área que estava em vias de extinção. Este conjunto de factores assegurou a entrada da empresa no mercado europeu.

A partir dos contactos obtidos durante a permanência em Espanha, surge a oportunidade de recuperar uma empresa espanhola fundada em 1840, de onde foi adquirido e recuperado grande parte dos seus moldes, máquinas e alguns clientes, desta forma foi possível aumentar a diversidade produtiva e entrar na área da cutelaria.

Mais recentemente a empresa tem apostado na produção e reabilitação de peças de arte sacra.

A maior parte da produção é exportada para fabricantes, armazenistas, e cadeias de lojas da Noruega, Suécia, Inglaterra, Holanda, Espanha e EUA.

A empresa tem vindo a ser certificada anualmente pela sua solidez financeira, desempenho económico e capacidade de inovação, tendo uma distinção conjunta da Escola de Gestão do Porto, da Universidade do Porto e do Millennium bcp.

6.1.2 Missão

A empresa está orientada para o fabrico de produtos segundo as exigências do cliente, com a melhor qualidade, a preços competitivos e comprometendo-se com as datas de entrega exigidas.

6.1.3 Organograma

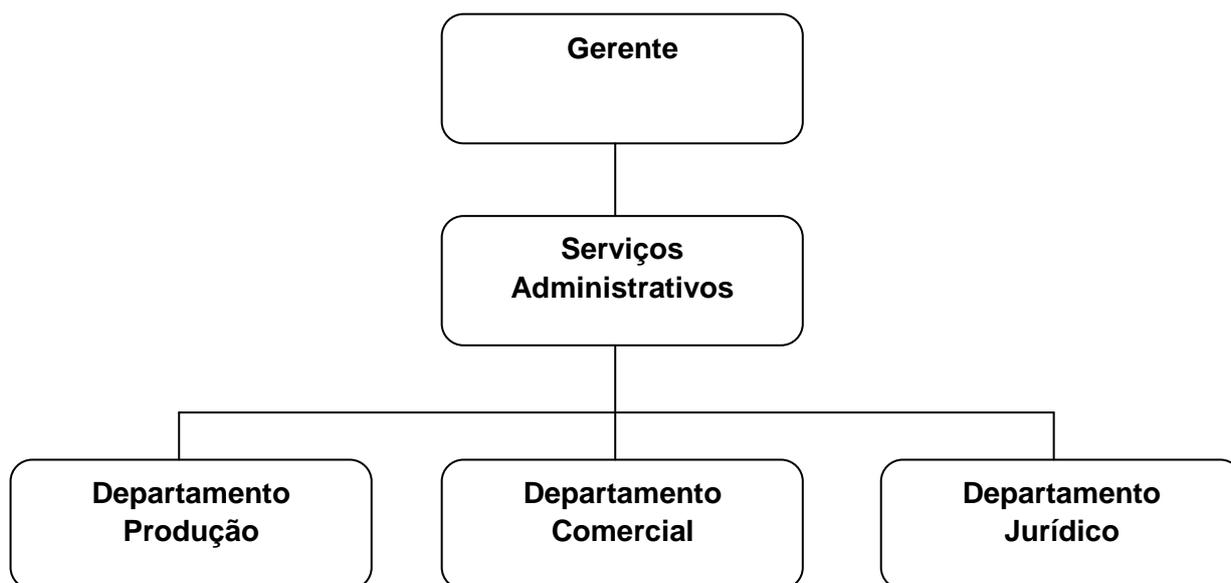


Figura 26 - Organograma geral da empresa.

6.2 Selecção do tipo de prensa a analisar

A prensa seleccionada para desenvolver o trabalho foi a prensa mecânica de revolução completa. Na base desta escolha esteve o número de acidentes de trabalho a que este tipo de prensa costuma estar associado, como foi referido no capítulo 2. Outro factor que contribuiu para a escolha foi o facto de a norma EN 692:1996 apenas fazer referência, no seu conteúdo, a prensas mecânicas de revolução completa e prensas mecânicas de revolução parcial. A prensa hidráulica não foi seleccionada pois este trabalho visa apenas o estudo de prensas mecânicas.

6.3 Procedimento para a avaliação dos riscos

Após definida a prensa mecânica em estudo, foi criada uma série de listas de verificação tendo em conta a revisão legislativa e normativa efectuada no capítulo 3. As listas de verificação foram obtidas a partir da norma ISO 14121-1:2007 (segurança de máquinas – avaliação de risco) e do Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro (regula as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho), sendo utilizado o formulário descrito na norma ISO 14121-2:2007 (segurança de máquinas – avaliação de risco – parte 2) para registar os perigos. As listas têm a função de identificar todos os perigos existentes na prensa e também verificar as necessidades da prensa tendo em vista a conformidade com a legislação vigente. Para ser possível aplicar o formulário foi necessário identificar os limites existentes na máquina, tais como as fases do ciclo de vida actual, função da máquina e o tempo médio de vida. A identificação dos perigos também teve em conta as tarefas executadas em cada fase do ciclo de vida, bem como as principais zonas de perigo.

O método de avaliação de riscos seleccionado foi o método de gráfico de risco presente na norma ISO 14121-2:2007. Apesar de, com a utilização de qualquer um dos métodos, ser possível atingir bons resultados, visto que o mais importante é a disciplina e a precisão utilizadas na obtenção dos dados relativos aos parâmetros existentes para estimar o risco. Desta forma a escolha recaiu sobre o método de gráfico de risco por ser um método equilibrado, pois não é muito simples nem muito complexo, está bem estruturado, e é claro na aplicação em estudo.

Após aplicado o método de gráfico de risco para cada perigo, e obtido o nível de risco correspondente, é efectuada a sua valoração, de forma a verificar as necessidades da máquina e a prioridade de aplicação dos sistemas/medidas de segurança. Os sistemas/medidas de segurança estão em grande parte definidos na norma EN 692:1996, no entanto é preciso efectuar a sua selecção de acordo com as suas características, local de aplicação e o seu acesso durante a operação.

A etapa seguinte é realizar novamente a avaliação dos riscos para verificar:

- a) a existência de novos riscos provocados pelas medidas definidas;
- b) a eficácia dos sistemas/medidas de protecção, e;
- c) a existência de risco residual.

Caso o risco obtido seja residual é necessário criar e disponibilizar avisos e informações aos utilizadores, sobre procedimentos de trabalho, formação necessária e eventual necessidade de uso de equipamento de protecção individual. Este equipamento será definido com recurso ao Manual de Higiene e Segurança do Trabalho.

7. Aplicação das metodologias estudadas

Neste capítulo são apresentadas todas as informações relevantes para a avaliação dos riscos e a selecção dos sistemas/medidas de segurança necessários. Também serão apresentados os resultados da avaliação dos riscos, bem como todas as escolhas de sistema/medidas de segurança para a máquina.

7.1 Descrição da prensa mecânica de revolução completa

A prensa mecânica de revolução completa encontrada na empresa apresentava apenas uma guarda de protecção, situada na zona de transmissão de potência. Esta guarda impede o acesso as partes móveis existentes nessa zona mas apenas da parte de fora da máquina, pois era possível aceder a essas mesmas partes pela zona interior da máquina. A corrediça e todo o seu sistema não se encontram protegidos sendo possível aceder a todos os seus elementos. O sistema de accionamento é feito com recurso a um pedal, sem “cobertura” de protecção contra queda de objectos. O pedal está directamente ligado ao linguete, que engata e desengata a embraiagem, através de um sistema mecânico utilizando apenas uma mola para o “obrigar” a voltar ao seu posicionamento inicial após ser libertado. Assim que é engatada a embraiagem, a corrediça entra em funcionamento. Se o pedal é pressionado continuamente a prensa trabalha em ciclo contínuo. Caso o pedal seja pressionado momentaneamente a prensa faz um ciclo completo (vai-vem da corrediça). Para auxiliar a travagem existe um travão situado na extremidade contrária ao sistema de transmissão de potência. Este travão é actuado no fim do ciclo, ajudando a parar corrediça e mantendo-a no ponto morto superior. O motor eléctrico funciona quando é accionado o botão de arranque e pára quando é accionado o botão de paragem. Estes botões estão situados na caixa eléctrica, colocada lateralmente, ao mesmo nível da zona de ferramentas ou de trabalho. O motor pode ser parado enquanto a embraiagem está engatada e também é possível desengatar a embraiagem com o motor desligado.

A zona de trabalho está completamente desprotegida, podendo o acesso ser efectuado de qualquer direcção. As ferramentas de trabalho utilizadas são ferramentas para corte, curvatura e embutidura. A colocação das ferramentas na corredeira é feita através de recurso a uma ligação adesiva. Na parte posterior da zona de trabalho encontra-se o motor eléctrico, que não apresenta qualquer protecção, podendo ser acedido por qualquer operador.



Figura 27 - Prensa mecânica de revolução completa, na imagem da esquerda é possível a zona posterior à zona das ferramentas, onde está situado o motor eléctrico. E na imagem da direita encontra-se a zona das ferramentas.



Figura 28 - Zona das ferramentas no processo de embutidura (imagem esquerda) e processo de curvatura (imagem da direita).



Figura 29 - Imagem frontal da prensa, nesta imagem é possível verificar que as partes móveis da zona das ferramentas encontram-se desprotegidas. É possível verificar também o mau estado das protecções da zona de transmissão de potência.



Figura 30 - Na imagem da esquerda é possível visualizar o travão da prensa, enquanto na direita é possível visualizar a cambota, biela e volante.

7.2 Determinação dos limites da prensa

É uma prensa mecânica de revolução completa, com corredeira de movimento vertical, podendo o corpo da prensa ser inclinável. É uma prensa destinada ao uso interior, em ambiente industrial e foi projectada para o trabalho com apenas um operador. A alimentação e a extracção são feitas manualmente e a fonte de alimentação é a electricidade.

Esta prensa tem como função trabalhar chapas metálicas, principalmente de metais com baixa dureza: pratas, bronze, latão, através de processos de corte, curvatura e embutidura. O curso da corredeira pode ser alterado em função do material e do processo. A prensa não é indicada para o trabalho de metais com elevada dureza nem para processos de estampagem e cunhagem.

Na envolvência da prensa encontram-se dois acessos sendo um deles principal e o outro secundário. O acesso principal situa-se paralelamente à zona da prensa onde se encontra o motor eléctrico e dá passagem para as áreas de acabamento, tratamento químico e fundição, sendo também um local por onde entram matérias-primas e saem produtos acabados. O caminho secundário situa-se lateralmente à prensa, mais propriamente em paralelo com a zona de transmissão de energia. Por este local é feito o acesso à zona e posto de trabalho da prensa como também a outras máquinas. Na zona posterior à transmissão de potência a prensa faz “fronteira” com outra prensa e, finalmente, na zona de trabalho, encontra-se um espaço onde o operador se situa para poder executar as suas tarefas.

Neste local de trabalho onde está situada a prensa encontram-se normalmente 3 pessoas a trabalhar (incluído o operador da prensa). No entanto nem sempre se encontram a trabalhar em simultâneo. Como um dos principais acessos entre as áreas da empresa passa por este local, é normal existirem pessoas a circular pela via principal existente, seja a transportar material, ou a mudar de área.

Na operação, a prensa realiza: processos de curvatura, que correspondem a dar uma forma curva numa chapa; processos de corte, que correspondem à perfuração de uma chapa com recurso a um punção, penetrando este num orifício com a mesma forma situado na matriz e; processos de embutidura, que consistem em dar uma forma “oca” à chapa metálica ou a peças obtidas a partir de chapa metálica. Todos estes processos são realizados com alimentação e extracção manual da chapa, sem uso por parte do operador de qualquer medida de protecção, nem recurso a EPI's. Durante estes processos surge, por vezes, a necessidade de posicionar a chapa e também remover material excedente (principalmente no processo de corte) e também limpar a zona onde se coloca o material, uma vez que, devido ao impacto, qualquer impureza existente na zona pode provocar tensões adicionais durante os processos. Após a colocação e o posicionamento do material é accionado o pedal para colocar a zona das ferramentas em funcionamento. Muitas vezes, mesmo sem a corrediça ter atingido o ponto morto superior, já o operador se encontra a retirar a chapa transformada, principalmente nos processos de curvatura e embutidura. Qualquer um dos processos pode ser realizado de forma contínua, pois o accionamento contínuo do pedal permite o funcionamento contínuo da corrediça.

O transporte das matérias-primas e dos produtos transformados na prensa é efectuado com recurso a uma caixa que, normalmente, nunca é transportada totalmente cheia, mas sim mais de metade, pois de um lado existe uma abertura para facilitar o acesso à matéria-prima e/ou produto. O operador da prensa frequentemente executa o transporte.

A mudança do processo é efectuada quando há necessidade de mudar o tipo de produção, pois numa semana pode haver necessidade de utilizar os três processos, sendo necessário efectuar as mudanças das ferramentas para cada processo. No entanto, pode haver semanas em que seja apenas executado um processo. Durante o processo de mudança de ferramentas o curso da corrediça é ajustado com recurso a uma ferramenta própria sendo efectuados ensaios até ao curso estar correctamente definido. Durante a mudança das ferramentas o motor eléctrico encontra-se parado, voltando a entrar em funcionamento a partir do início dos ensaios. Aproveitando a mudança de ferramentas é feita a limpeza da zona das ferramentas e também lubrificado a corrediça. Sendo que a manutenção das zonas de transmissão e do travão só é realizada quando se visualiza a insuficiência de operação de alguma das partes não havendo uma data específica para sua mudança. A prensa não apresenta nenhum tipo de registo histórico, nem de manutenção nem de acidentes, e também não apresenta manual de funcionamento nem das suas características mecânicas. A prensa foi adquirida já usada e foi necessário, antes de entrar em funcionamento, efectuar algumas reparações.

A prensa é normalmente operada por 3 pessoas diferentes, não em simultâneo, sendo que uma delas é também a responsável pela mudança das ferramentas para os diferentes processos. Estas pessoas não receberam uma formação específica para trabalho com a prensa, sendo a sua formação adquirida com a experiência. Mostram ser pessoas calmas e concentradas, não se deixando distrair durante a execução da sua função. Regista-se que qualquer pessoa pode aceder e trabalhar na prensa, apesar das restrições evidenciadas pelo gerente. Diariamente a prensa trabalha, normalmente, entre 2 a 6 horas, não havendo um limite de tempo específico e podendo em casos excepcionais exceder o tempo normal de trabalho, ou até nem entrar em funcionamento.

Através de entrevistas ao gerente e operadores da prensa foi possível saber que já ocorreram incidentes e acidentes na prensa, mas todos pouco significativos pois os operadores puderam continuar com a sua função. No entanto, não foi possível saber qual a frequência dos incidentes ou dos acidentes, tendo sido apenas mencionado que tais ocorrências raramente acontecem.

7.3 Identificação, estimativa e valoração dos perigos

A identificação dos perigos foi realizada com recurso às listas de verificação presentes no anexo A. Estas listas foram criadas a partir da norma ISO 14121-1:2007 e do Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro.

Os perigos foram identificados tendo em conta as fases de vida actuais da máquina, operação, ajuste/mudança do processo e manutenção. Em cada fase estão definidas as tarefas normalmente executadas pelos operadores. Muitas das vezes os perigos mantêm-se, mesmo quando as tarefas se alteram.

De forma a facilitar a identificação dos perigos a máquina foi dividida em três zonas:

1. Zona de trabalho – corresponde ao local onde estão as ferramentas de trabalho, acesso aos botões de funcionamento/paragem do motor, acesso ao pedal;
2. Zona de transmissão de potência/energia – corresponde ao local onde se encontram os elementos de transmissão, volante, correia, o motor eléctrico, e também foi considerado o sistema de travagem;
3. Zona envolvente – corresponde às restantes zonas da máquina não mencionadas anteriormente como também à área à volta da máquina.

A estimativa do risco foi elaborada tendo em conta o método gráfico de risco. Os parâmetros para a estimativa de risco são quatro e foram definidos da seguinte forma:

- a) Gravidade do dano (S) – está definida em dois ramos que são a lesão ligeira e grave. Quando um perigo pode levar a uma lesão tanto grave como ligeira a factor a escolher é sempre o de maior gravidade.
 1. S1 – Lesão ligeira – aqui foram consideradas todas as lesões que não afectam gravemente a saúde física do operador, tais como stress, queimaduras, desconforto;
 2. S2 – Lesão grave – aqui foram consideradas todas as lesões que, caso ocorram, podem afectar gravemente o operador, tais como entalamento, esmagamento, corte, lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho, lesões auditivas e choque eléctrico;
- b) Frequência ou duração da exposição do operador ao perigo (F) – a frequência está definida em dois ramos, esporádica ou contínua:
 1. F1 – esporádica – quando o acesso ao perigo é efectuado poucas vezes por turno ou tempo de exposição inferior a 15 minutos;
 2. F2 – continua – quando o acesso ao perigo é repetitivamente efectuado durante o turno ou o tempo de exposição superior a 15 minutos;
- c) Probabilidade de ocorrência do evento perigoso (O) – a probabilidade de ocorrência foi definida em função da repetitividade dos eventos perigosos apresentados na identificação dos riscos, pois a prensa não apresentava um histórico de acidentes. Quando as consequências podem levar a mais do que um tipo de probabilidade opta-se sempre pela probabilidade mais alta. As probabilidade foram definidas como:
 1. O1 – improvável – eventos perigosos devido acesso a cabos e equipamentos eléctricos;
 2. O2 – provável – eventos perigosos devido à manipulação de cargas pesadas;
 3. O3 – muito provável – eventos perigosos causados por movimento/queda da corrediça/punção, acesso a partes móveis, contacto com arestas/ferramentas cortantes;
- d) Possibilidade de evitar o dano (A) – está definida em dois ramos, que são:
 1. A1 – possível;
 2. A2 – impossível.

Após obtido o valor do índice de risco é possível enquadrá-lo dentro dos seguintes parâmetros para verificar qual a prioridade de acção.

1. Índice de risco entre 1 e 2 – corresponde a baixa prioridade de acção (nível de risco I);
2. Índice de risco entre 3 e 4 – corresponde a média prioridade de acção (nível de risco II);
3. Índice de risco entre 5 e 6 – corresponde a prioridade alta de acção (nível de risco III).

No caso de o dano ocorrer devido à exposição cumulativa são utilizados apenas os parâmetros de gravidade do dano e frequência ou duração da exposição do operador ao perigo para ser obtido o índice de risco correspondente. A definição destes parâmetros se mantém a mesma que foi definida anteriormente. O índice de risco apresenta apenas três valores, 1, 3 e 5, estando a prioridade de acção definida da seguinte forma:

1. Índice de risco 1 – corresponde a baixa prioridade de acção (nível I);
2. Índice de risco 3 – corresponde a média prioridade de acção (nível II);
3. Índice de risco 5 – corresponde a prioridade alta de acção (nível III).

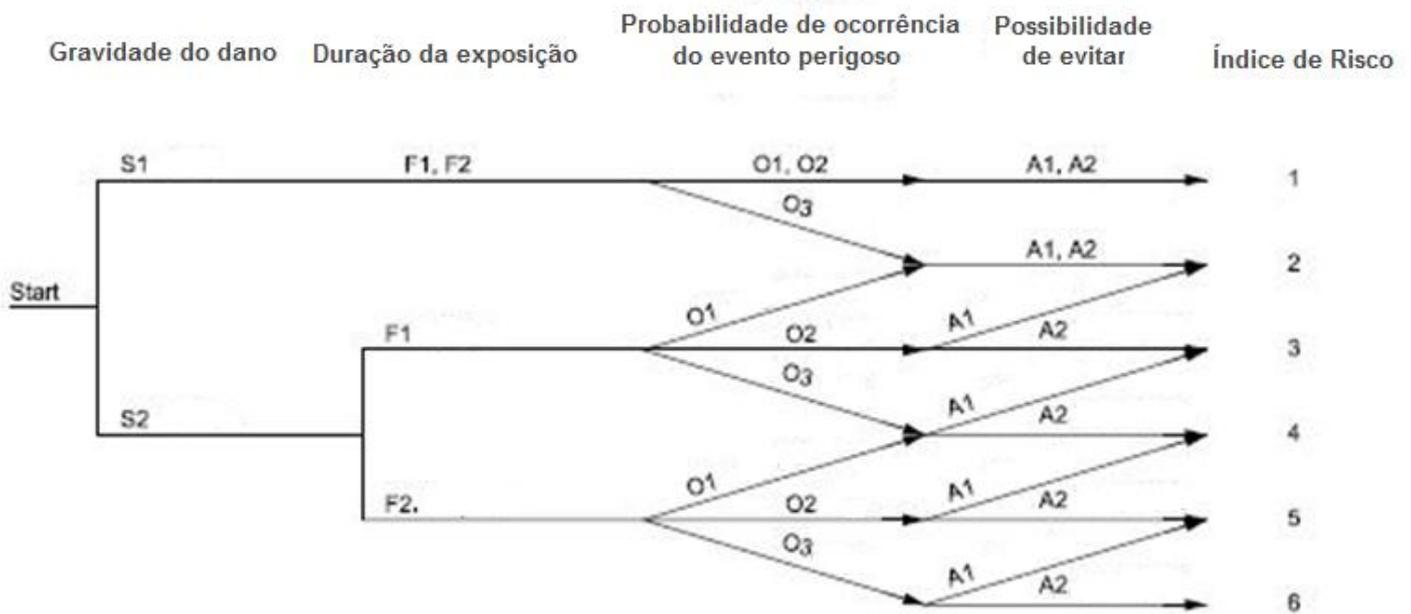


Figura 31 - Gráfico de risco para a estimativa do risco. (ISO 14121-2:2007)

IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS / AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Máquina:	Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:	Listas de verificação					
Objectivos:	Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:	Diogo Campos					
Fases/ciclo:	Operação			Data:	29 de Junho de 2010					
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Situação de perigo	Evento Perigoso / Risco	Estimativa do risco inicial				
						S	F	O	A	ÍR
1	Zona de trabalho	Alimentação e extracção manual de matéria-prima e seu posicionamento	Conjunto corredeira e punção	Colocação das matérias-primas e extracção do produto trabalhado, com as mãos, debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda por ultrapassagem ou recuo da cambota ou por gravidade, do conjunto corredeira e punção devido a falhas mecânicas	2	2	3	2	6
2			Punção	Colocação das matérias-primas e extracção do produto trabalhado, com as mãos, debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda por gravidade do punção devido a falha das ligações adesivas	2	2	3	2	6
3			Matéria-prima, produto trabalhado	Manipulação com as duas mãos de matérias-primas ou produto trabalhado	Contacto com arestas cortantes, ângulos vivos	2	2	3	1	5
4		Accionamento do sistema de funcionamento	Pedal	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas) Trabalho debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Acesso a partes móveis, originadas pelo accionamento acidental do pedal, devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção	2	2	3	1	5

5			Mola da embraiagem	Trabalho debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda do conjunto corrediça e punção devido a falha no desengate da embraiagem	2	2	3	2	6
6			Motor/embraiagem	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas) Trabalho debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Início inesperado de funcionamento da prensa devido ao accionamento do motor com embraiagem engatada / Início inesperado de funcionamento da prensa devido ao engate da embraiagem com motor desligado	2	1	3	1	3
7		Processo de corte	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas)	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção Trabalho junto a componentes com possibilidade de projecção devido a rotura de elementos	2	2	3	2	6
8			Ferramentas de trabalho cortantes	Colocação da matéria-prima e remoção do produto trabalhado, com as mãos, junto das ferramentas	Contacto com ferramentas de trabalho cortantes	2	2	3	2	6
9			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima e ao próprio corte	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de pressão sonora inadequados	2	2			5
10			Vibração devido ao impacto - Emissão de níveis de vibração inadequados	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelas vibrações	Exposição a níveis de vibração inadequados	2	2			5
11			Método de trabalho	Colocação da matéria-prima e remoção do produto trabalhado	Trabalho repetitivo	1	2			1

12		Processo de curvatura	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas)	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção Trabalho junto a componentes com possibilidade de projecção devido a rotura de elementos	2	2	3	2	6
13			Método de trabalho	Colocação da matéria-prima e remoção do produto trabalhado	Trabalho repetitivo	1	2			1
14		Processo de embutidura	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas)	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção Trabalho junto a componentes com possibilidade de projecção devido a rotura de elementos	2	2	3	2	6
15			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de pressão sonora inadequados	2	2			5
16			Vibração devido ao impacto	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelas vibrações	Exposição a níveis de vibração inadequados	2	2			5
17			Método de trabalho	Colocação da matéria-prima e remoção do produto trabalhado	Trabalho repetitivo	1	2			1

18		Pequenas intervenções durante a operação (remoção de resíduos e restos de materiais principalmente na operação de corte)	Conjunto corredeira e punção	Limpeza debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda por ultrapassagem ou recuo da cambota ou por gravidade, do conjunto corredeira e punção devido a falhas mecânicas	2	1	3	2	4
19			Punção	Limpeza debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda por gravidade do punção devido a falha das ligações adesivas	2	1	3	2	4
20			Matéria-prima	Manipulação de resíduos e restos de materiais	Contacto com arestas cortantes, ângulos vivos		2	1	3	1
21	Zona envolvente da máquina	Processos de fabrico (corte, curvatura, embutidura)	Ruído devido ao impacto com a matéria-prima - Emissão de níveis de ruído inadequados	Outras pessoas sujeitas ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de pressão sonora inadequados	2	2			5
22			Vibração devido ao impacto - Emissão de níveis de vibração inadequados	Outras pessoas sujeitas ao perigo gerado pelas vibrações	Exposição a níveis de vibração inadequados	2	2			5
23			Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Outras pessoas a trabalhar junto da prensa	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção Trabalho junto a componentes com possibilidade de projecção devido a rotura de elementos	2	2	3	2	6
24		Transporte manual em caixas de matérias-primas e/ou produtos	Elementos com movimento rotativo e de translação contínua devido transmissão de potência/energia	Trabalho junto a partes móveis (zona de transmissão de potência/energia)	Acesso a partes móveis devido à ausência e estado degradado das guardas ou dispositivos de protecção	2	1	3	2	4
25			Elementos com movimento alternativo na área das ferramentas	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas)	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção	2	1	3	2	4
26			Peso e ergonomia das caixas	Transporte manual das caixas	Manipulação de cargas pesadas	2	1	2	1	2

Tabela 11 - Avaliação dos riscos durante a fase de operação.

IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS / AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Máquina:	Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:	Listas de verificação					
Objectivos:	Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:	Diogo Campos					
Fases/ciclo:	Ajuste/mudança do processo			Data:	29 de Junho de 2010					
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Situação de perigo	Evento Perigoso / Risco	Estimativa do risco inicial				
						S	F	O	A	IR
27	Zona de trabalho	Mudança das ferramentas e das matrizes	Peso e ergonomia das matrizes e ferramentas	Transporte manual das matrizes e punção	Manipulação de cargas pesadas	2	1	2	2	3
28			Ferramentas cortantes	Manuseio manual das ferramentas durante a substituição	Contacto com ferramentas cortantes	2	1	3	1	3
29			Corrediça	Substituição do punção e matriz debaixo da corrediça	Queda por gravidade, da corrediça devido a falhas mecânicas	2	1	3	2	4
30		Ensaaios	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Trabalho junto a partes móveis (zona das ferramentas)	Acesso a partes móveis devido à ausência de guardas ou dispositivos de protecção Trabalho junto a componentes com possibilidade de projecção devido a rotura de elementos	2	1	3	2	4
31			Conjunto corrediça e punção	Colocação dos materiais para ensaio, com as mãos, debaixo de elementos da zona das ferramentas da prensa	Queda por ultrapassagem ou recuo da cambota ou por gravidade, do conjunto corrediça e punção devido a falhas mecânicas	2	1	3	2	4
32			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima - Emissão de níveis de ruído inadequados	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de pressão sonora inadequados	2	1			3

33			Vibração devido ao impacto - Emissão de níveis de vibração inadequados	Trabalhador sujeito ao perigo gerado pelas vibrações	Exposição a níveis de vibração inadequados	2	1			3
34	Zona envolvente da máquina	Ensaio	Ruído devido ao impacto com a matéria-prima - Emissão de níveis de ruído inadequados	Outras pessoas sujeitas ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de pressão sonora inadequados	2	1			3
35			Vibração devido ao impacto - Emissão de níveis de vibração inadequados	Outras pessoas sujeitas ao perigo gerado pelo ruído	Exposição a níveis de vibração inadequados	2	1			3

Tabela 12 - Avaliação dos riscos durante a fase de ajuste/mudança do processo.

IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS / AVALIAÇÃO DOS RISCOS										
Máquina:		Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:		Listas de verificação			
Objectivos:		Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:		Diogo Campos			
Fases/ciclo:		Manutenção			Data:		29 de Junho de 2010			
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Situação de perigo	Evento Perigoso / Risco	Estimativa do risco inicial				
						S	F	O	A	IR
36	Zona de trabalho	Limpeza/lubrificação da matriz/corrediça	Conjunto corrediça e punção	Remoção de restos de materiais da matriz, lubrificação das guias da corrediça	Queda por gravidade devido a falhas mecânicas do conjunto corrediça e punção devido a falhas mecânicas	2	1	3	2	4
37			Punção	Limpeza do punção	Queda por gravidade do punção devido a falha das ligações adesivas	2	1	3	2	4
38	Zona de transmissão de potência/energia	Lubrificação	Elementos com movimento rotativo e de translação contínua	Lubrificação de elementos móveis	Início inesperado do funcionamento dos elementos de transmissão de potência/energia induzindo contacto com partes móveis	2	1	3	2	4
39		Substituição da correia	Motor eléctrico	Colocação da correia na polia do motor	Contacto directo e/ou indirecto	2	1	1	2	2

Tabela 13 - Avaliação dos riscos durante a fase de manutenção.

Na fase de operação o nível de risco atingiu o valor máximo (nível de prioridade máximo), sendo necessário aplicar urgentemente métodos e/ou medidas protecção. Do nível de risco obtido para as tarefas executadas durante o ciclo de operação, é possível concluir que o nível de risco mais elevado corresponde sempre, ou quase sempre às situações em que estão directa ou indirectamente envolvidos os movimentos das ferramentas de trabalho.

Na fase de ajuste/mudança do processo, o índice de risco máximo atingido foi o de nível II, representando uma acção de prioridade média. O nível de risco atingiu o valor máximo de 4 nas tarefas de ensaio e de mudança das ferramentas e da matriz.

Na fase de manutenção todos os perigos obtiveram o nível de risco 4, representando uma prioridade de acção média. Neste caso os perigos existentes devem-se fundamentalmente à zona das ferramentas e à zona de transmissão de potência/energia.

Alguns autores já tinham mencionado anteriormente que as principais problemáticas das prensas são a zona das ferramentas e o ruído devido ao impacto das ferramentas com o metal. Esta avaliação confirma, de certo modo, essas opiniões.

7.4 Selecção de medidas de protecção

A selecção das medidas de protecção a utilizar deve ser feitas de acordo com a norma EN 692:1996 e o Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro.

Protecção da zona das ferramentas

De acordo com as possibilidades existentes, ferramentas fechadas, guarda móvel com interbloqueamento com travamento da guarda e guarda móvel de controlo com travamento da guarda, optou-se por utilizar o sistema de protecção guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda.

A opção recaiu sobre esse sistema, porque pode ser utilizado em qualquer tipo de processo de fabrico existente na máquina, ao contrário das ferramentas fechadas que são mais indicadas para processos de corte de chapa fina, e também por ser um sistema não muito complexo apresentando o mesmo grau de protecção que uma guarda móvel de controlo com travamento da guarda. A aplicação deste sistema de segurança pode implicar a mudança de alguns itens da prensa, pois a prensa não foi projectada no sentido de aplicação deste sistema.

É preciso ter em conta também se a guarda existente no sistema pode, devido à queda por gravidade durante o fecho, provocar lesões no operador. Assim o sistema deve permitir que o fecho da guarda seja efectuado pelo operador.

Contudo, a aplicação apenas da guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda não protege o operador, nem as pessoas na envolvente da prensa, contra a possível projecção de elementos devido à sua rotura. Assim, na zona localizada acima da zona das ferramentas e onde se encontra a cambota, embraiagem e travão, deve ser aplicado uma guarda fixa ou uma carcaça.

Na parte que constitui a biela e a corrediça, que estão acessíveis, e se encontram em movimento, sempre que é accionado o pedal, aplicar-se-ia uma guarda móvel. A respectiva abertura deve ser realizada com recurso a uma ferramenta especial evitando assim a abertura indevida. É necessário utilizar uma guarda móvel, porque durante os processos de mudança de ferramentas é necessário proceder ao ajuste da distância entre o punção e a matriz.

A ligação utilizada para associar o punção à corrediça deve ser uma ligação aparafusada, para assim ser possível colocar e retirar o punção sempre que necessário, e manter uma ligação com adequada fixação.

Sistema de comando

O pedal de accionamento da prensa pode ser mantido, desde que coloque a prensa em funcionamento apenas depois de a guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda esteja travada, evitando assim o acesso do operador à zona das ferramentas. O travamento da guarda deve-se manter até que a corrediça esteja imobilizada no ponto morto superior. Além disso é necessário que o pedal apresente uma protecção em toda a sua volta, para permitir apenas o acesso pelo único ponto livre existente, evitando assim possíveis accionamentos indevidos.

À única mola existente com a função de desengate da embraiagem deve ser adicionada outra idêntica para assim diminuir o esforço existente e permitir que no caso de uma falhar a outra puder cumprir com a função.

É necessário também aplicar um dispositivo que desengate a embraiagem após um ciclo completo, mesmo que o controlo esteja continuamente a ser actuado. O funcionamento da prensa só deve voltar a acontecer quando o comando for desactuação e voltar novamente a ser actuado.

Neste tipo de prensa mecânica, cuja imobilização da corrediça só é possível após o ciclo se completar mesmo que o motor eléctrico seja desligado antes desse acontecimento, a utilização de um botão de emergência não contribui significativamente para a segurança do operador. Desta forma a guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda deve ser projectada de forma a quando o operador se colocar numa situação de risco, a distância entre a guarda e a ferramenta implica um tempo maior de acesso por parte do operador, do que o tempo de descida da corrediça. A distância a definir deve ter em conta também todo o tipo de ferramentas utilizadas pela prensa. No entanto pode ser colocado um botão de emergência para permitir parar o motor eléctrico em situações de risco.

Zona de transmissão de potência/energia

Para a zona de transmissão de potência/energia, considerando o sistema volante, correia, polia do motor, foi definido aplicar uma guarda de protecção móvel com interbloqueamento, para ser possível aceder as partes móveis para manutenção ou lubrificação, efectuando a sua paragem quando a guarda é aberta.

Para o motor eléctrico foi escolhida uma barreira fixa, pois não é necessário aceder com frequência ao motor, não existem partes móveis, e obteve-se um nível de risco baixo. A barreira é um elemento simples e a sua aplicação evita o acesso involuntário ao motor.

Problemas devido ao ruído e às vibrações

As soluções para este tipo de agentes físicos são mais eficazes quando aplicadas na fase de projecto da máquina, sendo que na fase actual, principalmente para o problema do ruído, é muito difícil obter bons resultados. A medida proposta incide na propagação do ruído, pois na origem é muito difícil conseguir resultados. Assim, foi definido utilizar painéis acústicos e colocar a prensa num local resguardado, na envolvente, onde haja menos operadores.

O operador da prensa deve usar protecção auditiva, pois é o que está mais exposto ao ruído. A escolha recaiu sobre protectores auriculares em detrimento dos tampões auditivos, pois são fáceis de colocar e retirar, não necessitam de cuidados especiais de uso ou limpeza e a sua utilização não é feita por longos períodos de tempo.

Para as vibrações a solução possível em colocar a prensa sobre uma placa anti-vibracional impedindo assim a propagação das vibrações quer para o operador da prensa quer para as pessoas que eventualmente se encontrem na zona envolvente à prensa.

Outras problemáticas

O travão deve estar protegido por um vedante em toda a volta para evitar a entrada de corpos estranhos entre a superfície do travão e o veio/cambota, para não diminuir a sua eficácia.

AVALIAÇÃO DOS RISCOS										
Máquina:		Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:		Listas de verificação			
Objectivos:		Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:		Diogo Campos			
Fases/ciclo:		Operação			Data:		29 de Junho de 2010			
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Redução do risco /medidas de protecção	Estimativa do risco final					Necessárias mais medidas de redução do risco
					S	F	O	A	ÍR	
1	Zona de trabalho	Alimentação e extracção manual de matéria-prima e seu posicionamento	Conjunto corredeira e punção	Manutenção regular do travão (exemplo: substituição do calço gasto); Utilização de uma guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda de forma ao operador só puder aceder à zona das ferramentas quando a corredeira se encontra no ponto morto superior;	2	1	1	2	2	Não
2			Punção	Substituição das ligações adesivas por ligações mecânicas (exemplo ligações aparafusadas)	2	1	1	2	2	Não
3			Matéria-prima, produto final	Utilizar luvas de tecido justas com acabamento para melhorar a resistência mecânica	1	2	1	2	1	Não
4		Accionamento do sistema de funcionamento	Pedal	Dotar o pedal de accionamento com uma protecção permitindo acesso apenas por um ponto	2	1	1	1	2	Não

5			Mola da embraiagem	Adicionar mais uma mola idêntica à existente, de forma a repartir os esforços	2	1	1	2	2	Não
6			Motor/embraiagem	Dar formação aos operados sob a forma como parar a prensa em segurança Utilização de uma guarda com interbloqueamento e travamento da guarda permitindo assim que a prensa só entre em funcionamento quando guarda está fechada	2	1	1	1	2	Não
7		Processo de corte	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Utilizar guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda para proteger o operador do acesso à zona das ferramentas quando a prensa é accionada Utilizar guarda móvel para evitar o acesso do operador às partes móveis Utilizar uma guarda fixa ou carcaça na zona do veio/cambota, embraiagem e travão	2	1	1	2	2	Não
8			Ferramentas de trabalho cortantes	Utilizar luvas de tecido justas com acabamento para melhorar a resistência mecânica	1	2	1	2	1	Não
9			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima e ao próprio corte	Manutenção, Isolamento da máquina com painéis acústicos e colocação local de trabalho com menos operadores; Utilizar protectores auditivos	1	2			1	Não
10			Vibração devido ao impacto	Apoiar a prensa numa placa anti-vibracional	1	2			1	Não
11			Método de trabalho	Rotação entre operadores com formação para trabalhar na prensa	1	2			1	Não

12		Processo de curvatura	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Utilizar guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda para proteger o operador do acesso à zona das ferramentas quando a prensa é accionada Utilizar guarda móvel para evitar o acesso do operador às partes móveis Utilizar uma guarda fixa ou carcaça na zona do veio/cambota, embraiagem e travão	2	1	1	2	2	Não
13			Método de trabalho	Rotação entre operadores com formação para trabalhar na prensa	1	2			1	Não
14		Processo de embutidura	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Utilizar guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda para proteger o operador do acesso à zona das ferramentas quando a prensa é accionada Utilizar guarda móvel para evitar o acesso do operador às partes móveis Utilizar uma guarda fixa ou carcaça na zona do veio/cambota, embraiagem e travão	2	1	1	2	2	Não
15			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima	Manutenção, Isolamento da máquina com painéis acústicos e colocação local de trabalho com menos operadores; Utilizar protectores auditivos	1	2			1	Não
16			Vibração devido ao impacto	Apoiar a prensa numa placa anti-vibracional	1	2			1	Não
17			Método de trabalho	Rotação entre operadores com formação para trabalhar na prensa	1	1			1	Não
18		Pequenas intervenções durante a operação	Conjunto corredeira e punção	Manutenção regular do travão (exemplo: substituição do calço gasto); Utilização de uma guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda de forma ao operador só poder aceder à zona das ferramentas quando a corredeira se encontra no ponto morto superior;	2	1	1	2	2	Não

19		(remoção de resíduos e restos de materiais principalmente na operação de corte)	Punção	Substituição das ligações adesivas por ligações mecânicas (exemplo ligações aparafusadas)	2	1	1	2	2	Não
20			Matéria-prima	Utilizar luvas de tecido justas com acabamento para melhorar a resistência mecânica	2	1	1	1	2	Não
21	Zona envolvente da máquina	Processos de fabrico (corte, curvatura, embutidura)	Ruído devido ao impacto com a matéria-prima	Manutenção, Isolamento da máquina com painéis acústicos e colocação local de trabalho com menos operadores; Utilizar protectores auditivos	1	2			1	Não
22			Vibração devido ao impacto	Apoiar a prensa numa placa anti-vibracional	1	2			1	Não
23			Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Utilizar uma guarda fixa ou carcaça na zona do veio/cambota, embraiagem e travão	2	1	1	2	2	Não
24			Transporte manual em caixas de matérias-primas e/ou produtos	Elementos com movimento rotativo e de translação contínua devido transmissão de potência/energia	Utilizar uma guarda de protecção móvel com interbloqueamento para evitar aceder as partes moveis em movimento quando necessário	2	1	1	2	2
25			Elementos com movimento alternativo na área das ferramentas	Utilizar guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda para proteger o operador do acesso à zona das ferramentas quando a prensa é accionada Utilizar guarda móvel para evitar o acesso do operador às partes móveis	2	1	1	2	2	Não
26			Peso e ergonomia das caixas	Substituição por caixas mais ergonómicas Diminuição no peso transportado	1	1	1	1	1	Não

Tabela 14 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de operação.

AVALIAÇÃO DOS RISCOS										
Máquina:		Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:		Listas de verificação			
Objectivos:		Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:		Diogo Campos			
Fases/ciclo:		Ajuste/mudança do processo			Data:		29 de Junho de 2010			
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Redução do risco /medidas de protecção	Estimativa do risco final					Necessárias mais medidas de redução do risco
					S	F	O	A	ÍR	
27	Zona de trabalho	Mudança das ferramentas e da matriz	Peso e ergonomia da matriz e das ferramentas	Repartir a operação de mudança por duas pessoas	1	1	2	1	1	Não
28			Ferramentas cortantes	Dar formação na forma como lidar com as ferramentas de corte Utilizar luvas de tecido justas com acabamento para melhorar a resistência mecânica	2	1	2	1	2	Não
29			Corrediça	Manutenção regular do travão (exemplo: substituição do calço gasto); Utilização de uma guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda de forma ao operador só puder aceder à zona das ferramentas quando a corrediça se encontra no ponto morto superior;	2	1	1	2	2	Não
30		Ensaio	Ferramentas de trabalho com movimento alternativo	Utilizar guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda para proteger o operador do acesso à zona das ferramentas quando a prensa é accionada Utilizar guarda móvel para evitar o acesso do operador às partes móveis	2	1	1	2	2	Não

31			Conjunto corredeira e punção	Manutenção regular do travão (exemplo: substituição do calço gasto); Utilização de uma guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda de forma ao operador só poder aceder à zona das ferramentas quando a corredeira se encontra no ponto morto superior;	2	1	1	2	2	Não
32			Ruído devido ao impacto com a matéria-prima	Manutenção, Isolamento da máquina com painéis acústicos e colocação local de trabalho com menos operadores; Utilizar protectores auditivos	1	2			1	Não
33			Vibração devido ao impacto	Apoiar a prensa numa placa anti-vibracional	1	2			1	Não
34	Zona envolvente da máquina	Ensaios	Ruído devido ao impacto com a matéria-prima	Manutenção, Isolamento da máquina com painéis acústicos e colocação local de trabalho com menos operadores; Utilizar protectores auditivos	1	2			1	Não
35			Vibração devido ao impacto	Apoiar a prensa numa placa anti-vibracional	1	2			1	Não

Tabela 15 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de ajuste/mudança do processo.

AVALIAÇÃO DOS RISCOS										
Máquina:		Prensa Mecânica de Revolução Completa			Método utilizado:		Listas de verificação			
Objectivos:		Identificação dos perigos de uma Prensa Mecânica não conforme mantida em serviço			Responsável pela verificação:		Diogo Campos			
Fases/ciclo:		Manutenção			Data:		29 de Junho de 2010			
Ref. N.º	Zona de perigo	Tarefa	Perigo	Redução do risco /medidas de protecção	Estimativa do risco final					Necessárias mais medidas de redução do risco
					S	F	O	A	ÍR	
36	Zona de trabalho	Limpeza/lubrificação da matriz/corrediça	Conjunto corrediça e punção devido a falhas mecânicas	Manutenção regular do travão (exemplo: substituição do calço gasto); Utilização de uma guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda de forma ao operador só poder aceder à zona das ferramentas	2	1	1	2	2	Não
37			Punção	Substituição das ligações adesivas por ligações mecânicas (exemplo ligações aparafusadas)	2	1	1	2	2	Não
38	Zona de transmissã	Lubrificação	Elementos com movimento rotativo e de translação contínua	Utilizar uma guarda de protecção móvel com interbloqueamento para evitar aceder as partes moveis em movimento quando necessário	2	1	1	2	2	Não
39	o de potência/e nergia	Substituição da correia	Motor eléctrico	Aplicar uma barreira fixa em redor para evitar acesso Utilizar luvas de protecção contra electricidade	1	1	1	2	2	Não

Tabela 16 - Proposta de medidas de protecção e estimativa de risco final para a fase de manutenção.

As medidas de protecção seleccionadas podem diminuir significativamente o risco existente, tanto a nível da zona das ferramentas como a nível do ruído e vibrações, que são os principais perigos existentes na prensa. Contudo para os níveis de risco de 1 as medidas aplicadas não permitem diminuir o risco, pois o nível mínimo já foi atingido. No entanto é importante a sua aplicação, pois apesar de mínimo o risco ainda está presente e pode levar ao dano.

A aplicação na prensa da guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda pode implicar um novo perigo se esta não apresentar as devidas condições técnicas. Os possíveis perigos desta guarda são devido ao fecho da guarda, que pode ter como consequência para o operador o entalamento das mãos, e também devido a falhas técnicas (incorrectas distâncias de segurança, possibilidade de abrir a guarda sem a correção encontrar-se no ponto morto superior) possibilitando o acesso do operador à zona de perigo.

Com os sistemas/medidas segurança propostas e sua aplicação, a prensa final assimilar-se-ia em termos de segurança à prensa mecânica representada na figura abaixo. Porém, por se tratar de um recondicionamento e não de uma construção de raiz, o aspecto exterior nunca será o mesmo, podendo em alguns aspectos ser similar.

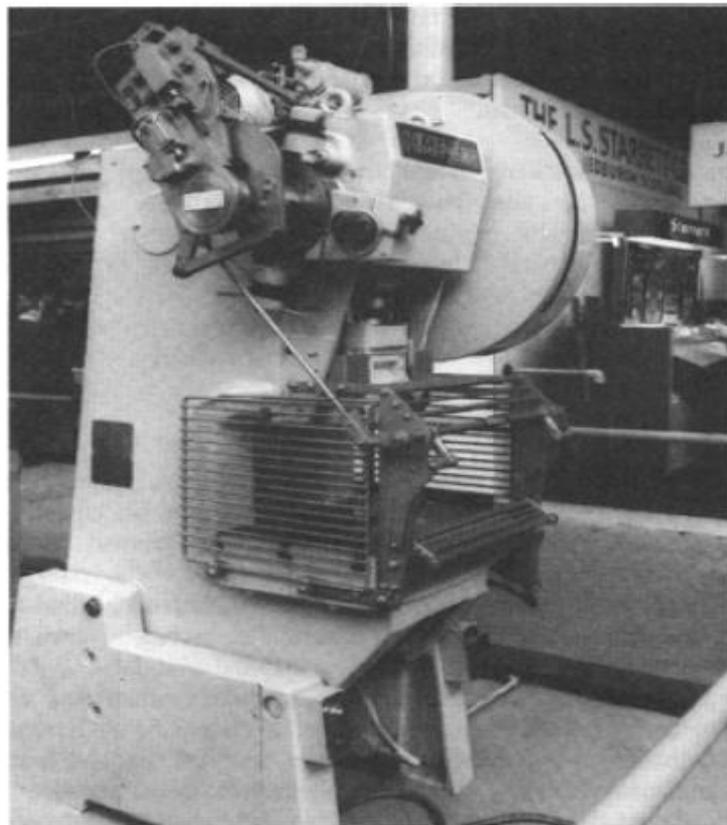


Figura 32 - Prensa mecânica de revolução completa projectada tendo em consideração os itens de segurança fundamentais. (Ridley & Channing, 2002)

Como se pode visualizar na figura acima, esta prensa mecânica está dotada de alguns dos sistemas de segurança seleccionados anteriormente, protegendo o operador do acesso à zona de trabalho e do contacto com partes móveis. Porém, pela figura não é possível perceber se a prensa está dotada de algum sistema contra as vibrações e também não é possível analisar se a prensa apresenta um nível de pressão sonora respeitando as disposições normativas. Contudo, um dos principais perigos, senão o principal, que é responsável pela maioria dos acidentes ocorridos com prensas está “controlado”.

Com a aplicação das protecções o arranque da máquina pode ser realizado sem recurso a um sinal sonoro ou luminoso, pois não coloca outros trabalhadores na zona envolvente da máquina em risco.

8. Discussão dos resultados e conclusão

A primeira etapa da avaliação dos riscos refere-se à determinação dos limites da máquina. A determinação dos limites só foi possível em parte, pois, a definição dos limites de espaço e de tempo não foram possíveis de estabelecer visto a prensa mecânica não apresentar nem marcação, nem manual de instruções e não haver referências na norma aplicável.

A identificação dos perigos realizada com recurso a listas de verificação criadas a partir da norma ISO 14121-1: 2007 e do Decreto-lei n.º50/2005, constituíram bons métodos pois foi possível identificar não só os perigos como também exigências a nível de sistemas a utilizar na máquina. No entanto, nem todos os requisitos do Decreto-lei n.º50/2005, compreendem a aplicação a este tipo de prensa mecânica (prensa mecânica de revolução completa), sendo necessário efectuar um filtro dos requisitos possíveis de ser verificados para esta prensa.

O método escolhido para a estimativa do risco foi o método do gráfico de risco. A execução deste método só é possível através da definição de certos parâmetros. Para a definição dos parâmetros de gravidade e probabilidade de ocorrência tentou-se o recurso a informações de incidentes e acidentes de trabalho ocorridos com a prensa. Contudo isso não foi possível pois a prensa não apresenta um registo dos acidentes ocorridos e muito menos dos incidentes. Assim houve necessidade de definir os parâmetros, tendo em conta os possíveis tipos de consequências obtidos e a respectiva frequência de ocorrência para os diferentes tipos de perigo.

Os resultados obtidos da avaliação dos riscos eram os esperados, pois, tal como Pacheco & Guedes (1993) tinham definido, os principais perigos da prensa mecânica devem-se às partes móveis situadas na zona das ferramentas e também, mas em menor grau, à problemática do ruído. Assim, foi obtido o nível máximo de risco (nível III) para grande parte dos perigos em que o risco está directa ou indirectamente relacionado com as partes móveis da zona das ferramentas, estando a prensa na fase de operação, pois nesta fase o operador encontra-se exposto ao perigo mais frequentemente. O ruído e as vibrações também obtiveram nível de risco igual a III, devido principalmente ao impacto do punção com a chapa metálica e matriz. No entanto, este nível obtido não é fiável pois foi obtido em função da suposta gravidade e não dos valores admissíveis definidos pelas respectivas normas. O nível de pressão sonora e nível de vibrações não foi medido pois não havia o equipamento necessário para executar a função. O perigo relacionado com o ruído e vibrações, ao contrário do perigo existente na zona das ferramentas que afecta praticamente apenas o operador que lida com a prensa, afecta também as pessoas na envolvência da máquina podendo contribuir para um maior número de afecções da saúde, principalmente as provocadas pelo ruído.

O nível de risco mais elevado encontra-se na fase de operação, que é a fase em que o operador se encontra mais frequentemente exposto às zonas perigosas. As restantes fases, mudança de processo e manutenção, obtiveram níveis de risco igual a II, representando uma prioridade de acção intermédia mas não de menor importância.

O nível mínimo de risco (nível I) foi obtido para perigos relacionados com o método de trabalho, motor eléctrico e peso/ergonomia da caixa.

De acordo com os perigos evidenciados, foram estabelecidas as medidas de segurança mais adequadas a cada caso. Algumas das medidas de segurança repetem-se, principalmente a guarda móvel com interbloqueamento e travamento da guarda. Esta é uma medida a aplicar na zona das ferramentas evitando que a cambota funcione enquanto a guarda não está fechada. Com a utilização deste tipo de sistema de segurança é possível eliminar uma grande parte dos perigos relacionados, directa ou indirectamente, com a zona das ferramentas.

A nível do ruído, que é outro dos factores problemáticos, não existe um sistema que proporcione tão elevada eficácia como o anterior no combate ao perigo, sendo necessário recorrer a aspectos organizacionais e equipamentos de protecção individual para diminuir o risco. Já a nível das vibrações e das zonas de transmissão de potência, as medidas de protecção seleccionadas, placa anti-vibracional e guarda móvel com interbloqueamento, respectivamente, proporcionam a protecção necessária como pode ser verificado pela estimativa de risco final.

Para os restantes perigos a utilização de barreiras no caso do motor eléctrico são uma forma de evitar o acesso a zonas perigosas. As medidas organizacionais, tais como formação contínua aos operadores, estabelecer planos de manutenção, sensibilizar para os perigos e consequências (exemplo do excesso de peso transportado nas caixas) contribuem para uma auto consciencialização dos riscos, tornando o operador uma parte activa no processo de prevenção.

Após a aplicação do método de avaliação dos riscos escolhido verificou-se que o método apresenta algumas limitações, pois foca-se essencialmente no parâmetro de probabilidade de ocorrência de dano apresentando três sub-parâmetros, exposição ao perigo, probabilidade de ocorrência do evento perigoso e possibilidade evitar ou diminuir o dano. A possibilidade de evitar ou diminuir o dano é um sub-parâmetro difícil de quantificar pois depende fortemente da sensibilidade do operador. Assim este sub-parâmetro podia, de certa forma, ser excluído, restando apenas exposição ao perigo e probabilidade de ocorrência do evento perigoso. Os sub-parâmetros de exposição ao perigo e probabilidade de ocorrência do evento perigoso estão implicitamente relacionados entre si, pois a probabilidade de ocorrência de um evento perigo depende da frequência com que o operador está exposto a um perigo, logo é possível fazer destes dois sub-parâmetros apenas um que seria o parâmetro correspondente à probabilidade de ocorrência de dano. Os critérios a utilizar devem apresentar pelo menos quatro níveis de probabilidade por forma a não tornar os níveis de risco limitados. No que toca ao parâmetro da gravidade este não apresenta sub-parâmetros e é definido apenas por dois critérios, lesão ligeira e lesão grave. Desta forma, pode haver lesões com gravidade intermédia, que podem vir a ser classificadas como ligeiras ou como graves, obtendo-se assim um nível de risco eventualmente inadequado. É, pois, importante considerar um nível de gravidade com três ou quatro valores. Assim, a escolha do método utilizado não terá sido a mais acertada, pois este método é complexo implicando a definição de vários sub-parâmetros através de recursos a índices estatísticos, que não estavam disponíveis na empresa. Desta forma, um método alternativo possível seria a consideração de uma matriz de risco apenas com os parâmetros de gravidade e probabilidade. Apesar de não ser um método exaustivo, nesta situação, em que muitos dados são difíceis de obter, é possível, de forma clara, obter uma avaliação adequada de risco da máquina.

Durante a realização deste trabalho foram encontradas algumas dificuldades na aplicação das exigências impostas pelas directivas. A principal dificuldade deve-se ao facto de a maior parte das directivas serem desenvolvidas para aplicação a equipamentos em fase de projecto. Assim, na sua aplicação a equipamentos que já se encontram em funcionamento e que não apresentam o mínimo de segurança, torna-se necessário contornar alguns aspectos, principalmente os que estão relacionados directamente com o design do equipamento. Contudo, a Directiva Equipamentos de Trabalho adequa-se bem aos equipamentos/máquinas que se encontram em funcionamento antes da entrada em vigor da Directiva Máquinas (1 de Janeiro de 1993), isto é, máquinas que não apresentam o mínimo de segurança. No entanto, para satisfazer as exigências presentes na Directiva Equipamentos de Trabalho, é necessário recorrer a normas europeias harmonizadas.

As normas europeias harmonizadas não foram projectadas para ser utilizadas em equipamentos em serviço sem segurança. Já Silveira (2009) dizia que as normas europeias normalizadas eram elaboradas com o objectivo de ser aplicadas na fase de concepção e fabrico de máquinas novas, não estando vocacionadas para adequar máquinas em serviço aos critérios de conformidade existentes na Directiva Equipamentos de Trabalho.

Apesar de tudo é possível adequar uma máquina em serviço sem segurança, tendo em conta as exigências das normas. No entanto o resultado final não será o mesmo quando comparado com uma máquina desenvolvida de raiz.

Por fim, tendo em conta o trabalho desenvolvido, entende-se constituir uma mais valia para a empresa a aplicação dos sistemas e princípios de segurança propostos para a prensa mecânica de revolução completa, mesmo que até ao momento não tenha ainda ocorrido qualquer acidente com um nível de gravidade elevado. Mesmo que a probabilidade de ocorrência seja baixa, mas o perigo exista, mais tarde ou mais cedo existe a possibilidade de ocorrência de um acidente.

9. Propostas de trabalho futuro

Um dos aspectos que podia ser de novo tratado era realizar uma nova avaliação de risco para a mesma máquina, por outro método não presente na norma ISO 14121-2:2007 e verificar se os resultados alcançados eram semelhantes aos obtidos neste estudo. Como estamos a avaliar uma máquina em serviço e a norma é mais indicada para máquinas em fase de projecto, muitos parâmetros do novo método de avaliação de risco a utilizar poderiam ser definidos de forma diferente, possibilitando assim uma abordagem mais profunda, e evidenciando aspectos não referenciados nesta avaliação.

No futuro, caso sejam aplicados os sistemas/medidas de segurança definidas neste trabalho, seria importante verificar qual a sua contribuição para o aumento da segurança dos operadores. Era importante também verificar se a aplicação dos sistemas/medidas de segurança penalizavam a cadência produtiva da máquina e se os operadores normais da máquina se adaptavam ou não aos itens aplicados. Nesta abordagem também podia ser verificado se os sistemas/medidas de segurança tinham sido ou não violados, isto é, se tinham sido ou não neutralizados os dispositivos de segurança das prensas, que visam a sua protecção.

Caso após a aplicação dos sistemas/medidas de segurança ocorresse algum tipo de acidente envolvendo a prensa, era importante também efectuar um estudo para verificar a origem do acidente, se por falha humana ou técnica de algum dos elementos da máquina.

Por fim, era importante continuar o trabalho desenvolvido na empresa, sendo o passo seguinte alargar o estudo a outras máquinas existentes que não apresentassem os níveis mínimos de segurança, e posteriormente para todas as tarefas e locais existentes que contribuíssem para a possível ocorrência de riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores durante o trabalho.

10. Referências

Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2010. Uma campanha europeia sobre avaliação dos riscos http://osha.europa.eu/pt/campaigns/hw2008/why/index_html - Visitada em 25/02/2010

Begonha, M. B. e Ferreira, I., 2006. “ONS – Normalização em Segurança”, Editores: CERTITECNA – Engenheiros Consultores, SA, 8ª edição, 2006, ISBN 978-972-97818-1-0

Bélanger, R.; Massé, S.; Tellier, C.; Bourbonnière, R.; Sirard, C., 2004. “Evaluation des risques associés à l’utilisation des presses à métal dans l’industrie québécoise”, IRSST 2004 - <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublRSST/R-085.pdf> - Visitada em 17/04/2010

Busto, Maria M. e Vieira, Iva C., 2005. “Manual Jurídico da Empresa”,; Editora: Edições Almedina SA; 4º Edição, 2005, ISBN 972-40-2570-5

Cabral, F., 2009. “Segurança e Saúde do Trabalho – Enquadramento Geral”

Carvalho, F., 2007. “Avaliação de Risco – Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho”, Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana, 2007

Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho - Estabelece as regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respectivos acessórios

Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho

Departamento de Estatísticas do Transporte, Emprego e Formação Profissional, 1998. “Estudo sobre Sinistralidade em Portugal – Acidentes de trabalho e de trajecto” <http://www.gep.mtss.gov.pt/estatistica/acidentes/sinistralidade1998pub.pdf> Visitada em 12/03/2010

European Commission, 2000. “Guide to the implementation of directives based on the New Approach and the Global Approach”, Luxemburgo, 2000, ISBN 92-828-7500-8

European Commission, 2009. “Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/CE”, Bruxelas, 1ª edição, Dezembro 2009

Freitas, F., 2009. “Produtos para a EN 954-1 – Produtos para sistemas seguros”, Apontamentos Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, 2009

Frota, A. B. e Schiffer, S. R., 2006. “Manual de Conforto Térmico”, Editora: Studio Nobel, 7ª edição, 2006; ISBN: 85-85445-39-4

Gabinete de Estratégia e Planeamento, 2006. “Coleção Estatísticas – Acidentes de Trabalho 2006” Lisboa, 2008, <http://www.gep.mtss.gov.pt/estatistica/acidentes/atrabalho2006.pdf> - Visitada em 12/02/2010

Health Safety Executive, 1998. “Safe use of Power Presses”, HSE books 1998, ISBN 978-0-7176-1627-5

IEC 62061:2005. Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems

Inspecção Geral do Trabalho, 2005. “Segurança de Máquinas e Equipamentos de Trabalho”, Abril 2005 – <http://www.igt.gov.pt/Downloads/content/SegurancaDeEquipamentos2005.pdf> - Visitada em 08/03/2010

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) et Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST), 2009. “Machine Safety – Prevention of mechanical hazards – Fixed guards and safety distances” , ISBN 978-2-89631-341-9

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) et Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST), 2003. “A User’s Guide to Conveyor Belt Safety – Protection from Danger Zones”, ISBN 2-550-42283-X

Instituto de Soldadura e Qualidade, 2010. “A experiência de um organismo notificado com as Directivas Nova Abordagem”, , <http://www.ipq.pt/backFiles/isq.pdf> Visitada em 27/03/2010

ISO 12100-1:2003. Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology

ISO 12100-2:2003 – Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles

ISO 14121-1:2007 – Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles

ISO 14121-2:2007 – Safety of machinery – Risk assessment – Part 2 - Practical guidance and examples of methods

Japan Industrial Safety and Health Association, 2006. “Present Status of Japanese Industrial Safety and Health” - (ILO-CIS National Centre in Japan) 5-35-1, Shiba, Minato-Ku, Tokyo 108-0014, Japan, 2006 Edition www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/english/statistics/2004/2006edition.pdf - Visitada em 21/04/2010

Lei n.º 98/2009, de 4 de Setembro - Regulamenta o regime de reparações de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, incluindo a reabilitação e reintegração profissionais

Macdonald, D., 2004. “Practical Machinery Safety”, Editora: Elsevier, 2004, ISBN 0-7506-6270-0

Macdonald, D., January 2004. “Practical Industrial Safety, Risk Assessment and Shutdown Systems”, Editora: Elsevier Science and Technology Books, January 2004, ISBN 0750658045

Main, B., 2001. “Risk Assessment and Product Liability,” For the Defense, Defense Research Institute, Inc., April 2001

Mendes, R., 2001. “Máquinas e Acidentes de Trabalho - Coleção Previdência Social - Volume 13”, Brasil, 2001, http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_acidentes_trabalho.pdf - Visitado em 15/03/2010

Miguel, A. S., 2010. “Manual de Higiene e Segurança do Trabalho”, Editora: Porto Editora, 11.ª edição, Janeiro 2010, ISBN 978-972-0-01513-6

NP EN 692:1996 – Prensas mecânicas – Segurança

Pacheco, J. B. e Guedes, A., 1993. “Segurança nas Máquinas”, Edição: Associação Portuguesa das Tecnologias de Conformação Plástica; Porto 1993

Polack, A., 2004. “Manual prático de estampagem”, Editora: Hemus, Brasil, 2004, ISBN 8528905276

Ridley, J. e Channing, J., 2002. “Workplace Safety - Safety at Work Series, Volume 4”, Editora: Elsevier, 2002, ISBN 0-7506-4560-1

Ridley, J. e Pearce, D., 2006. “Safety with Machinery”, Editora: Elsevier, 2ª edição, 2006, ISBN 978-0-7506-6780-7

Silva, A., 2004. “Análise de acidentes e do potencial para a ocorrência de violações no trabalho com prensas”, Universidade do Minho, 2004

Silveira, A., 2009. “Segurança e Saúde do Trabalho – O desafio da Directiva “Máquinas”, Editora: Verlag Dashofer, Lisboa, 2009, ISBN 978-989-642-059-8

Stellman, J., 2000. "Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, Volume 2", Organisation Internationale du Travail 2000; ISBN 92-2-209203-1

Stranks J., 2002. "Health and Safety at Work: Key terms", Editora: Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002, ISBN 0750654465

Tricker, R., 2000. "CE Conformity Marking and New Approach Directives", Editora: Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000, ISBN 0-7506-4813-9

Vilela, G., 2000. "Acidentes de trabalho com máquinas – identificação de riscos e prevenção. Cadernos de Saúde do Trabalhador", Instituto Nacional de Saúde, São Paulo; 2000 - <http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?iditem=14410> - Visitada em 15/03/2010

11. Anexos: Listas de verificação

Área da empresa: Empresa dedicada ao trabalho de pratas grosas, estampagem	
Tipo de máquina: Prensa Mecânica	
Descrição da máquina: Prensa mecânica de revolução completa	Ano de fabrico: Não apresenta
Modificações sofridas pela máquina: Não apresenta	Fontes de energia: Energia eléctrica
Matérias-primas utilizadas: Chapas metálicas	Sistemas de alerta: Não apresenta
Responsável pela máquina: Gerente	
Número de operadores: 1	Número de horas de trabalho por semana: entre 10 a 30h
Existe manual de funcionamento: Não apresenta	Foi dada formação aos operadores: Não foi dada formação
Existe manual de manutenção: Não apresenta	Foi dada formação ao responsável de manutenção: Sem informação
Data da última vistoria/auditoria: Não apresenta	Equipa presente na última auditoria/vistoria: Não apresenta
Data da actual verificação: 29 de Junho 2010	Responsável pela verificação: Diogo Campos

Tabela 17 - Cabeçalho para registo de informações utilizado nas listas de verificação.

Zonas de verificação	Perigos a verificar	Apresenta	Não Apresenta	Comentários
Zona de trabalho	A forma e o acabamento superficial dos elementos na zona de trabalho apresentam:			
	- partes angulares		X	
	- arestas vivas		X	
	- acabamento rugoso		X	
	Na zona de trabalho existem elementos móveis com:			
	- movimento rotativo		X	
	- movimento alternativo	X		Devido ao movimento da corrediça e punção
	- movimento de translação contínua		X	
	Na zona de trabalho há energia cinética ou potencial associada à:			
	- máquina		X	
	- partes da máquina		X	
	- ferramentas	X		Devido ao movimento da corrediça e punção
	- matérias-primas		X	
	Na zona de trabalho existe elementos cortantes	X		Existem elementos cortantes quando é utilizada a ferramenta de corte no processo de corte
	Na zona de trabalho há elementos ou circuitos sob pressão:			
- hidráulica		X		

- pneumática		X	
Na zona de trabalho existe:			
- circuitos eléctricos	X		Circuitos eléctricos que fazem a ligação entre a caixa eléctrica e o motor eléctrico e circuito de alimentação
- equipamentos eléctricos	X		Caixa eléctrica
Na zona das ferramentas existem factores físicos tais como:			
- ruído	X		Devido ao impacto ente o punção e o material a ser trabalhado
- vibrações	X		Devido ao impacto ente o punção e o material a ser trabalhado
- temperatura		X	
- radiação		X	
A zona de trabalho apresenta:			
- iluminação inadequada		X	
- temperatura ambiente inadequada		X	
- poluição		X	
Na zona de trabalho o operador está sujeito a:			
- postura incorrecta		X	
- esforços		X	
- actividade repetitiva	X		

	- dificuldade de acesso		X	
	Na zona de trabalho o sistema e controlo encontra-se sem cumprir com os requisitos de segurança	X		O sistema de accionamento da prensa é efectuado com recurso a um pedal
Zona de transmissão de potência/energia	A forma e o acabamento superficial dos elementos na zona de transmissão de potência/energia apresentam:			
	- partes angulares		X	
	- arestas vivas		X	
	- acabamento rugoso	X		Devido à ferrugem existente
	Na zona de transmissão de potência/energia existem elementos móveis com:			
	- movimento rotativo	X		Movimento rotativo do volante e da polia do motor
	- movimento alternativo		X	
	- movimento de translação contínua	X		Movimento de translação contínua da correia
	Na zona de transmissão de potência/energia há energia cinética ou potencial associada à:			
	- máquina		X	
	- partes da máquina	X		Devido ao movimento do volante, correia e polia
	- ferramentas		X	
	- matérias-primas		X	
Na zona de transmissão de potência/energia existem elementos cortantes			X	

	Na zona de transmissão de potência/energia há elementos ou circuitos sob pressão:			
	- hidráulica		X	
	- pneumática		X	
	Na zona de transmissão de potência/energia existe:			
	- circuitos eléctricos		X	
	- equipamentos eléctricos	X		Motor eléctrico
	Na zona de transmissão de potência/energia existem factores físicos tais como:			
	- ruído	X		Ruído devido ao movimento das partes móveis, mas pouco significativo
	- vibrações	X		Vibrações devido ao movimento das partes móveis, mas pouco significativo
	- temperatura		X	
	- radiação		X	
Zona envolvente da máquina	A forma e o acabamento superficial da zona envolvente da máquina apresentam:			
	- partes angulares		X	
	- arestas vivas		X	
	- acabamento rugoso		X	

	Na zona envolvente da máquina existem elementos móveis com:			
	- movimento rotativo		X	
	- movimento alternativo		X	
	- movimento de translação contínua		X	
	Na zona envolvente da máquina há energia cinética ou potencial associada à:			
	- máquina		X	
	- partes da máquina		X	
	- ferramentas		X	
	- matérias-primas		X	
	Na zona envolvente da máquina existe elementos cortantes		X	
	Na zona envolvente da máquina há elementos ou circuitos sob pressão:			
	- hidráulica		X	
	- pneumática		X	
	Na zona envolvente da máquina existe:			
	- circuitos eléctricos	X		Circuitos eléctricos que fazem a ligação entre a caixa eléctrica e o motor eléctrico e a fonte de alimentação
	- equipamentos eléctricos	X		Motor eléctrico
	Na zona envolvente da máquina existem factores físicos tais como:			

	- ruído	X		Devido principalmente ao impacto das ferramentas de trabalho com as matérias-primas
	- vibrações	X		Devido principalmente ao impacto das ferramentas de trabalho com as matérias-primas
	- temperatura		X	
	- radiação		X	
	A zona envolvente da máquina apresenta:			
	- poluição		X	

Tabela 18 - Lista de verificação criada a partir da norma ISO 14121-1:2007

Requisitos a verificar	Conforme	Não conforme	Comentários
REQUISITOS MÍNIMOS DE SEGURANÇA DOS EQUIPAMENTOS DE TRABALHO			
Sistemas de comando (art. 11)			
Os sistemas de comando são claramente visíveis e identificáveis e têm, se for o caso, marcação apropriada.		X	
Os sistemas de comando estão colocados fora das zonas perigosas	X		
No caso de se localizarem dentro da zona de perigo, o seu accionamento, por uma manobra não intencional, não ocasiona riscos suplementares			Não se aplica
É possível a verificação, a partir do posto de comando principal, a ausência de pessoas nas zonas perigosas		X	
Quando não é possível essa visualização, o arranque é automaticamente precedido de um sistema de aviso seguro (sinal sonoro ou visual)		X	
Após o aviso, o trabalhador exposto dispõe do tempo e dos meios indispensáveis para se afastar imediatamente da zona perigosa			Não existe sinal sonoro ou visual
Arranque do equipamento (art. 12)			
Os equipamentos têm um sistema de comando	X		
Através de acção voluntária o comando:			
- coloca o equipamento em funcionamento	X		
- arranca o equipamento após uma paragem (só aplicável se houver risco para os trabalhadores expostos)	X		
- modifica as condições de funcionamento do equipamento (velocidade e/ou pressão) (só aplicável se houver risco)			Não se aplica

Paragem de equipamento (art.13)			
O sistema de comando tem de permitir paragem geral em condições de segurança do equipamento de trabalho		X	
Caso aplicável, tem existir um dispositivo de paragem de emergência		X	
A ordem de paragem tem prioridade sobre as ordens de arranque		X	
Quando se verifica a paragem do equipamento a alimentação de energia dos accionadores do equipamento de trabalho é interrompida		X	
Estabilidade e rotura (art. 14.º)			
Os equipamentos de trabalho têm de estar estabilizados por elementos de fixação ou outros meios sempre que a SST dos trabalhadores justifique	X		
Existem medidas adequadas no caso de riscos de estilhaçamento ou rotura de elementos		X	
Projecções e emanações (art. 15)			
Existem dispositivos de segurança para queda ou projecções de objectos		X	
Existem dispositivos de retenção ou extracção de gases, vapores, poeiras ou líquidos nas proximidades da fonte			Não se aplica
Riscos de contacto mecânico (art. 16)			
Os elementos móveis da máquina tem de apresentar protectores que impeçam acesso às partes móveis ou dispositivos que interrompam o movimento		X	
Os protectores e dispositivos de protecção:			Não apresenta dispositivos de protecção
- tem ser de construção robusta			Não apresenta dispositivos de protecção
- não podem ocasionar riscos suplementares;			Não apresenta dispositivos de protecção
- não podem ser facilmente neutralizados ou tornados inoperantes;			Não apresenta dispositivos de protecção

- tem estar situados a uma distância suficiente da zona perigosa;			Não apresenta dispositivos de protecção
- não podem limitar a observação do ciclo de trabalho mais do que o necessário.			Não apresenta dispositivos de protecção
Os protectores têm de permitir sem a sua desmontagem intervenções nos elementos do equipamento e manutenção			Não apresenta dispositivos de protecção
Iluminação e temperatura (art. 17)			
As zonas e pontos de trabalho ou de manutenção dos equipamentos de trabalho encontram-se convenientemente iluminados em função dos trabalhos a realizar	X		
Em equipamentos com partes de temperaturas elevadas ou muito baixas deve apresentar protecções contra risco de contacto	X		
Dispositivos de alerta (18)			
Devem ser facilmente compreendidos e ouvidos			Não existem dispositivos de alerta
Manutenção do equipamento (19)			
As operações de manutenção são realizadas com o equipamento de trabalho parado			Impossibilidade de verificar
Não sendo possível, são tomadas medidas de protecção adequadas à execução dessas operações ou estas são efectuadas fora das áreas perigosas			Não de aplica
Existe livrete de manutenção actualizado		X	
Riscos eléctricos, de incêndio e explosão (art.20)			
Os equipamentos de trabalho:			
- protegem os trabalhadores expostos contra os riscos de contacto directo ou indirecto com a electricidade	X		
- protegem os trabalhadores contra os riscos de incêndio, sobreaquecimento ou libertação de gases, poeiras, líquidos e vapores			Não de aplica

- previnem contra risco de explosão do equipamento ou substâncias por eles produzidas			Não se aplica
Fontes de energia (art. 21)			
Os dispositivos têm de estar claramente visíveis e permitir isolar cada uma das fontes externas de energia da máquina		X	
A reconexão é realizada sem risco		X	
Sinalização de segurança (art. 22)			
Os equipamentos de trabalho encontram-se sinalizados com avisos ou outra sinalização normalizada		X	
REGRAS DE UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE TRABALHO			
Existe um espaço livre suficiente entre os elementos móveis e os elementos fixos ou móveis do meio circundante	X		
Estão protegidos por dispositivos ou medidas adequados contra os efeitos dos raios, nos casos em que possam ser atingidos durante a sua utilização			Não se aplica
A energia ou qualquer substância utilizada ou produzida é movimentada ou libertada com segurança		X	

Tabela 19 - Lista de verificação criada a partir do Decreto-lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro.

