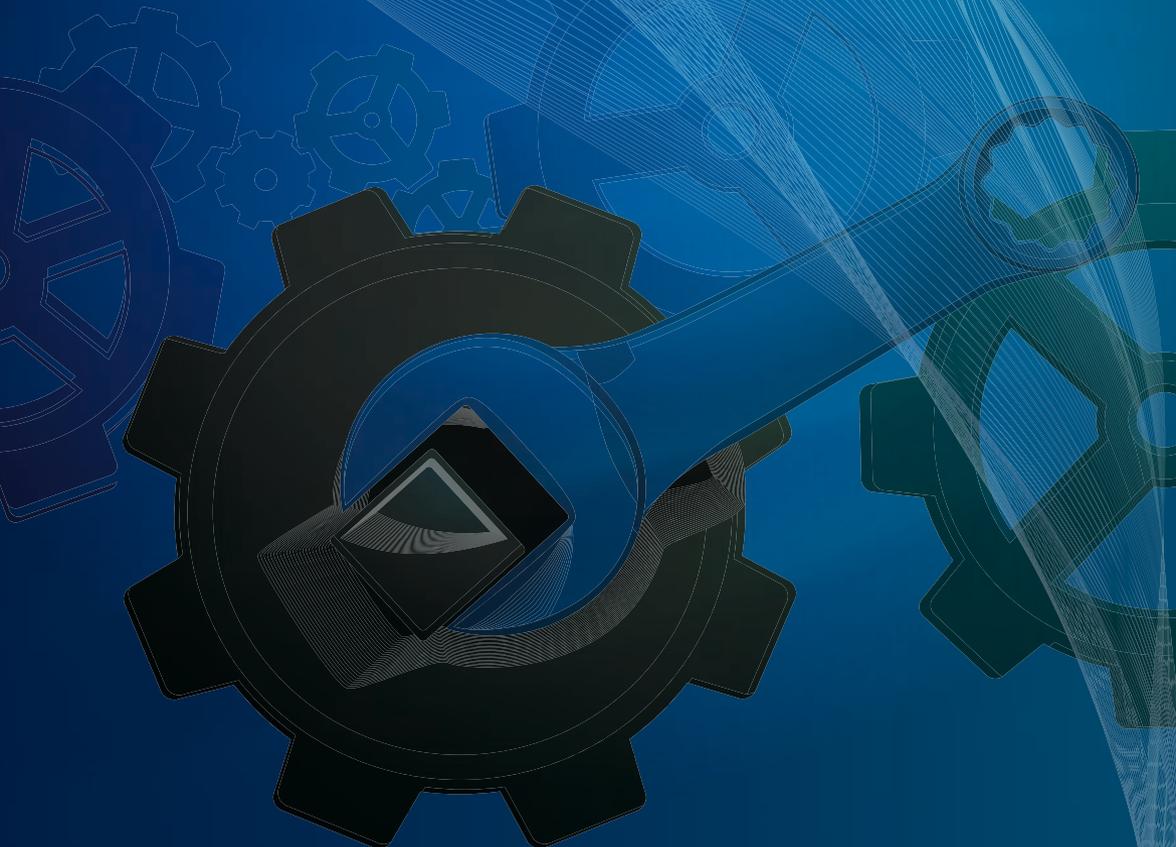


**NR-12/2010**

# **Princípios Básicos de sua Aplicação na Segurança do Trabalho em Prensas e Similares.**







**NR-12/2010**

**Princípios Básicos de sua  
Aplicação na Segurança  
do Trabalho em Prensas  
e Similares.**

Ficha catalográfica

Manual de segurança em dobradeiras, prensas e similares, 1ed. Ver. Porto Alegre/RS

Direitos autorais reservados unicamente aos autores, conforme registro de nº 1628112 no Cartório de Registro Especial de Títulos e Documentos de Porto Alegre/RS.

Reprodução, no todo ou em parte, somente mediante autorização escrita expressa dos autores.

Abimaq

Porto Alegre, Brasil, 2012

Ministério do  
Trabalho e Emprego



**NR-12/2010**

# Princípios Básicos de sua Aplicação na Segurança do Trabalho em Prensas e Similares.

Porto Alegre

2012

2012. ABIMAQ

1.ª Edição – 2012

Trabalho elaborado em parceria com o Ministério do Trabalho e Emprego, através das Superintendências Regionais do Trabalho e Emprego do Estado do Rio Grande do Sul – SRTE/RS e São Paulo – SRTE/SP, Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul – STIMMME, sob a coordenação, orientação e supervisão do Grupo de Trabalho Saúde e Segurança do Trabalho e Meio Ambiente – GTSSTMA e da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos, Sede Regional do Rio Grande do Sul.

Coordenação Geral: Beatriz Santos Gomes

Coordenação Técnica: Aida C. Becker e João Baptista Beck Pinto

**Autores:**

Aida Cristina Becker  
Beatriz Santos Gomes  
Eduardo Michelon  
Hildeberto Bezerra Nobre Júnior  
João Baptista Beck Pinto  
José Amauri Martins  
José Carlos de Freitas  
Leonardo Andrade do Nascimento  
Maise Ramos Aran  
Marcelo Roberto Saraiva dos Santos  
Marcio Damélio  
Nelson Cesar Barreira  
Nerino Ferrari Filho  
Newton Régis Lopes Medeiros  
Roberto Misturini  
Silvio Francisco Clavijo

**Agradecimento:**

André Machado, Antonio Esteves Homem, Claudécir Mensami, Daniel Oliveira, Danilo Buck, Edmilson Reutnick, Fernando Cyrillo, Francisco Mayer, Guilherme Pinto, Hamilton Sakamoto, Jorge A. Rodrigues, Luca Trolvi, Luiz Carlos Mello, Luiz Fernando Souza dos Santos, Miguel A. Borelli, Paulo Ebbesen, Paulo Roberto Pacheco, Renato Oliveira, Ricardo Lecke, Rita Rutigliano Missiaggia, Sergio Xavier da Costa.

**Parcerias:**

Ministério do Trabalho e Emprego – SRTE/RS e SRTE/SP – Roberto Misturini, Hildeberto Bezerra Nobre Júnior. SIMECS – Sindicato das Indústrias Metalúrgica, Mecânica e Material Elétrico de Caxias do Sul – Marcelo Roberto Saraiva dos Santos. SINDISEG/SP – Sindicato da Indústria de Material de Segurança – José Amauri Martins. SINDIPEÇAS/SP – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotivos – José Carlos de Freitas. STIMMMC – Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias Metalúrgicas e Mecânicas de Material Elétrico de Caxias do Sul – Maise Ramos Aran.

Revisão gramatical e linguística: Paulo Flávio Ledur

Editoração, Diagramação - Isabel Pacini Teixeira

Capa: Soares e Fontoura Cia. Ltda. Unidade Móvel Comunicação e Endomarketing.

Endereço para contato:

ABIMAQ – Sede Regional Rio Grande do Sul  
Av. Assis Brasil, 8787 – Bairro Sarandi – 91140-001 – Porto Alegre/RS  
Fone: (51) 3364.5643 – E-mail: srrs@abimaq.org.br

## **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Luiz Aubert Neto – Presidente ABIMAQ

Hernane Kaminski Cauduro – Vice Presidente

Mathias Elter – Diretor Regional

Realização: Grupo Saúde e Segurança do Trabalho e Meio Ambiente – Abimaq RS

Beatriz Santos Gomes - Advogada

João Baptista Beck Pinto - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Júlio César Tombini - Médico do Trabalho

Leonardo do Nascimento - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Luiz Fernando Sousa dos Santos - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Marcelo Roberto Saraiva dos Santos - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Newton Medeiros - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Paulo Costa Ebbesen - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Ricardo Leck - Engenheiro de Segurança do Trabalho

Rita Rutigliano Missiaglia - Engenheira de Segurança do Trabalho

Sérgio Xavier da Costa - Médico do Trabalho

Vítor Von Mengden - Médico do Trabalho

Waldir Francescheto - Advogado



# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	11
<b>1 Introdução</b> .....	13
<b>2 Avaliação de conformidade</b> .....	14
<b>3 Sistemas de segurança em prensas e similares</b> .....	17
3.1 Proteções fixas .....	23
3.2 Proteções móveis .....	23
3.3 Proteções de perímetro .....	26
3.4 Enclausuramento da zona de prensagem .....	26
3.5 Ferramenta fechada .....	28
3.6 Comando bimanual .....	30
3.7 Cortina de luz .....	31
<b>4 Outros dispositivos complementares</b> .....	38
4.1 <i>Scanner</i> .....	38
4.2 Tapete de segurança .....	39
4.3 Batentes de segurança .....	40
<b>5 Prensas</b> .....	43
5.1 Prensas mecânicas excêntricas de engate por chaveta – PMEEC .....	44
5.1.1 Estrutura da máquina .....	48
5.1.2 Dispositivos de acionamento .....	49
5.1.3 Repique .....	51
5.1.4 Sistemas de segurança da PMEEC e seus respectivos similares (ciclo completo) .....	52
5.2 Prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem – PMEFE	57
5.2.1 Identificando a prensa .....	57
5.2.2 Selecionando os sistemas de segurança .....	65
5.2.3 Válvula de segurança .....	66
5.3 Prensas mecânicas de fricção com acionamento por fuso – PMFAF .....	69
5.3.1 Estrutura .....	70
5.3.2 Cadeia cinemática .....	70
5.3.3 Zona de prensagem .....	71
5.3.4 Proteção em prensas com acionamento por fuso .....	72

5.4	Prensas hidráulicas (PH)	74
5.4.1	Estrutura	74
5.4.2	Principais componentes da PH	75
5.4.3	Proteção em prensas hidráulicas	81
5.5	Prensas servoacionadas	83
5.5.1	Proteção em prensas servoacionadas	85
5.6	Prensas pneumáticas	86
5.6.1	Válvula de segurança pneumática para prensas pneumáticas e similares	86
<b>6</b>	<b>Máquinas ou equipamentos similares</b>	<b>87</b>
6.1	Martelos pneumáticos	87
6.1.1	Proteção em martelos pneumáticos	87
6.2	Martelos de queda	88
6.2.1	Proteção em martelos de queda	89
6.2.2	Cinta	90
6.2.3	Volantes e polias	90
6.3	Dobradeira ou prensa viradeira	90
6.3.1	Definições	90
6.3.2	Tipos de dobradeiras	92
6.4	Guilhotina, tesoura e cisalhadora (manual, mecânica e hidráulica)	115
6.4.1	Proteção em guilhotinas, tesouras e cisalhadoras	115
6.5	Rolo laminador, calandra, desbobinadeira e endireitadeira	119
6.5.1	Proteção em rolo laminador, calandra, desbobinadeira e endireitadeira	119
6.6	Recalcadoras	122
6.7	Dispositivos hidráulicos e pneumáticos	124
6.8	Prensas enfardadeiras	124
6.8.1	Sistema de segurança para enfardadeiras	127
<b>7</b>	<b>Sistemas de alimentação/extração</b>	<b>128</b>
7.1	Alimentação/Extração manual	128
7.2	Dispositivo de alimentação pneumático	129
7.3	Gaveta	130
7.4	Bandeja rotativa ou tambor de revólver	131
7.5	Por gravidade, qualquer que seja o meio de extração	132

7.6	Mão mecânica ou robô .....	133
7.7	Transportador ou alimentador automático .....	133
7.8	Desbobinadeira e endireitadeira .....	134
7.8.1	Proteção em desbobinadeiras e endireitadeiras .....	134
<b>8</b>	<b>Dispositivos de parada de emergência</b> .....	136
<b>9</b>	<b>Monitoramento do curso do martelo</b> .....	137
<b>10</b>	<b>Comandos elétricos de segurança</b> .....	140
10.1	Controlador lógico programável (CLP) de segurança .....	141
10.2	Relés de segurança .....	141
<b>11</b>	<b>Sistemas de retenção mecânica – calços de segurança</b> .....	143
11.1	Prevenção contra queda do martelo por gravidade durante a manutenção ou reparos .....	143
11.2	Prevenção de queda não intencional do martelo de uma prensa hidráulica .....	144
11.2.1	Prevenção de queda não intencional do martelo por gravidade durante o trabalho (ciclo produtivo) .....	144
11.2.2	Dispositivo de retenção hidráulico .....	145
<b>12</b>	<b>Meios de acesso permanentes a máquinas e equipamentos</b> ...	146
<b>13</b>	<b>Manutenção</b> .....	153
<b>14</b>	<b>Transformações de prensas e similares – retrofiting</b> .....	157
<b>15</b>	<b>Aspectos ergonômicos</b> .....	159
15.1	Aspectos ergonômicos ligados a prensas e similares .....	163
<b>16</b>	<b>Capacitação</b> .....	164
16.1	Conteúdo programático mínimo .....	165
<b>17</b>	<b>Responsabilidades</b> .....	167
17.1	Do fabricante e importador .....	168
17.2	Do empregador, proprietário ou usuário de prensas e similares .....	169
17.3	Do empregado (trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos) .....	170
<b>18</b>	<b>Considerações finais</b> .....	172
	Anexo – Legislação aplicável .....	173
	Referências técnicas .....	175
	Glossário .....	177



# Apresentação

*Beatriz Gomes*  
*Advogada Trabalhista*  
*Consultora de Empresas*

*Maisa Ramos Aran*  
*Advogada Trabalhista*  
*STIMMME – Caxias do Sul – RS*

Com o advento da Nota Técnica 37:2004, que estabelecia princípios básicos para proteção em prensas e similares, publicada pelo Ministério do Trabalho naquele ano, teve-se o início de um trabalho de uniformização e divulgação de práticas mais seguras em prensas e similares, não só no que diz respeito à proteção das mesmas, mas fundamentalmente à proteção dos trabalhadores, visando-se, assim, a diminuir a sinistralidade no trabalho.

Aquela Nota Técnica, elaborada a partir de sugestões de trabalhadores, empregadores e fabricantes, foi substituída pela de número 16:2005, com pequenas adequações.

Quando da publicação da Nota Técnica 37:2004, um grupo de profissionais da área de saúde e segurança do trabalho, preocupados e comprometidos com o tema, reuniu-se então sob a chancela do Conselho de Relações do Trabalho da FIERGS, coordenado pelo Dr. Ayrton Giovanninni, e editou o *Manual de Segurança em Prensas e Similares*, já com o enfoque da NT 16:2005.

O referido grupo, hoje, atua estudando, trabalhando e compartilhando experiências, de forma tripartite com o Ministério do Trabalho e Emprego, através de representantes da SRTE-RS e da SRTE-SP, bem como do STIMMME Caxias do Sul – RS e SIMECS-RS, sob o guarda-chuva da ABIMAQ-RS. Atualmente, tem amplitude nacional, com a participação de outras entidades, como SINDISEG-SP e SINDIPEÇAS-SP, bem como de fabricantes de máquinas e equipamentos de proteção. Vários de seus integrantes participaram da elaboração da NR 12:2010 e RTQ/INMETRO de Prensas Mecânicas Excêntricas.

Objetiva-se, com o presente, embasado nas determinações da NR 12:2010 da Portaria 197:2010, desenvolver cada vez mais as ações tripartites no setor de segurança e saúde no trabalho, divulgar os comandos legais para que todas as medidas possam ser adotadas por aqueles que não só fabricam, como utilizam ou operam prensas e similares.

O Grupo, na constituição que elaborou o presente trabalho, decidira, num primeiro momento, publicar um Manual de Segurança em Dobradeiras e Viradeiras, face à escassez na legislação brasileira de proteção do trabalhador e das máquinas, na operação daquelas, também em caráter tripartite, buscando um balizador sobre o tema.

No decorrer das reuniões realizadas ao longo de mais de um ano, e tendo em vista a participação de vários dos integrantes do denominado informalmente “Grupo das Dobradeiras”, consiste Subgrupo de Segurança em Máquinas e Equipamentos do GTSSTMA ABIMAQ-RS, optou por dar maior amplitude ao trabalho, já trazendo aos fabricantes, usuários e operadores, as novas normas aplicáveis a todos, com relação a vários tipos de equipamentos existentes no mercado brasileiro, face à nova legislação.

O que se pretende, com o presente Manual, é a prevenção e redução dos acidentes do trabalho, através da implantação das regras vigentes de segurança, treinamento e acompanhamento, no dia a dia, por empresas e empregados, daquelas condições de segurança a serem atendidas, visando a preservar a integridade física do trabalhador e orientar as empresas quanto à adequada aplicação da NR 12:2010.

# 1 Introdução

*Beatriz Gomes  
Advogada Trabalhista  
Consultora de Empresas*

*Maisa Ramos Aran  
Advogada Trabalhista  
STIMMME – Caxias do Sul – RS*

A NR 12:2010, com seu texto atual, trouxe inovações com relação às proteções adequadas, objetivando prevenir e reduzir riscos da operação e do operador, seguindo algumas medidas de ordem geral que já vinham na Nota Técnica 16:2005 e trazendo novas.

Neste Manual tem-se a apreciação e sugestões com relação a algumas das máquinas mais utilizadas no Parque Industrial Brasileiro.

Considerou-se o tipo de equipamento que gera maior sinistralidade, não apenas em prensas e similares, como também os anexos já publicados com a NR 12/2010, abrangendo outras categorias de máquinas.

## 2 Avaliação de conformidade

*Aida Cristina Becker*

*Engenheira de Segurança do Trabalho*

*Auditora Fiscal do Trabalho – SRTE-RS*

*Roberto Misturini*

*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

*Auditor Fiscal do Trabalho – SRTE-RS*

Por definição, Avaliação da Conformidade é um processo sistematizado, acompanhado e avaliado, de forma a propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço, ou ainda um profissional, atende a requisitos preestabelecidos em normas e regulamentos técnicos com o menor custo para a sociedade. Tem como objetivos principais informar e proteger o consumidor, em particular quanto a saúde, segurança e meio ambiente; propiciar a concorrência justa; estimular a melhoria contínua da qualidade; facilitar o comércio internacional; e fortalecer o mercado interno.

No Brasil, as políticas públicas da AC – Avaliação da Conformidade, são geridas na estrutura do MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, por meio do SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, que determina as diretrizes do SBAC – Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade. O INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial é o órgão executivo central do SINMETRO, sendo o gestor dos programas de avaliação da conformidade, bem como o órgão oficial brasileiro de acreditação.

Os mecanismos de avaliação da conformidade disponíveis no Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade são: Certificação, Declaração do Fornecedor, Etiquetagem, Inspeção e Ensaios. Podem ser classificados quanto ao agente econômico, dependendo de quem realiza a avaliação e, portanto, têm a responsabilidade de atestar a conformidade, a saber:

- De primeira parte: quando é feita pelo fabricante ou pelo fornecedor, conhecida como DF – Declaração do Fabricante.
- De segunda parte: quando é feita pelo comprador/cliente.
- De terceira parte: quando é feita por uma organização previamente acreditada, com independência em relação ao fornecedor e ao cliente, conhecida como Certificação.

No SBAC – Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, o único organismo acreditador oficial é o INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e os programas de avaliação da conformidade obedecem às políticas e diretrizes do SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, bem como às práticas internacionais, baseadas em requisitos estabelecidos pela ISO – International Organization for Standardization, entidade normalizadora internacional.

A avaliação da conformidade pode ser voluntária ou compulsória. Ela é uma atividade de caráter compulsório e exercida pelo Estado, através de uma autoridade regulamentadora, por meio de um instrumento legal, quando se entende que o produto, processo ou serviço pode oferecer riscos à segurança do consumidor ou ao meio ambiente ou ainda, em alguns casos, quando o desempenho do produto, se inadequado, pode trazer prejuízos econômicos à sociedade.

A estrutura dos programas de avaliação da conformidade está fundamentada em dois documentos:

- RTQ – Regulamento Técnico da Qualidade, que determina o que avaliar; e
- RAC – Regulamento de Avaliação da Conformidade, que determina como avaliar.

O Regulamento Técnico da Qualidade é estabelecido pelo Poder Público e pode incorporar em parte ou em todo normas técnicas que passam a ser de observância compulsória.

No que diz respeito ao atendimento voluntário aos requisitos estabelecidos por uma norma técnica, cabe destacar que o Brasil possui uma particularidade em relação aos demais países signatários dos acordos internacionais, em função da Lei n.º 8.078, de setembro de 1990, o Código de Defesa do Consumidor, que define, em seu artigo 39, parágrafo VIII, que, na ausência de regulamentos técnicos, os produtos devem ser colocados no mercado em conformidade com as normas técnicas expedidas pela ABNT.

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas foi reconhecida por meio da Resolução CONMETRO n.º 7, de 24 de agosto de 1992, como o único foro nacional de normalização e representante nos foros regionais e internacionais de normalização.

No final de 2007 o INMETRO firmou acordo de cooperação técnica com o MTE – Ministério do Trabalho e Emprego objetivando a implementação de progra-

mas de avaliação da conformidade, entre os quais se destaca o trabalho pioneiro de avaliação da conformidade em prensas mecânicas excêntricas, com RTQ – Regulamento Técnico da Qualidade, aprovado pela Portaria MDIC-INMETRO n.º 205, de 11 de maio de 2011, e RAC – Regulamento da Avaliação da Conformidade, aguardando publicação de Portaria definitiva, após consulta pública instituída pela Portaria MDIC-INMETRO n.º 116, de 28 de fevereiro de 2011, impactando a fabricação e importação de prensas mecânicas excêntricas, que passarão a ser objeto de avaliação de conformidade de forma compulsória pelo mecanismo de Declaração de Fabricante, com identificação por meio de selo de conformidade com o logotipo do INMETRO, que podem ser consultados no sítio [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br).

Em paralelo, segue trabalho de avaliação da conformidade para componentes de segurança, tais como interfaces de segurança, que, assim como o RTQ de prensas mecânicas excêntricas, partiu do estudo do sistema normativo nacional e internacional e o regulamento pertinente: NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, instituída pela Portaria n.º 197, de 17 de dezembro de 2010.

Até o momento não existe organização acreditada pelo INMETRO para avaliação da conformidade – certificação de segurança em máquinas com o escopo na NR12, componentes de segurança ou RTQ de prensas mecânicas excêntricas. Entretanto, segue o sistema normativo nacional com os projetos de versão nacional de importantes normas referenciadas na NR12 e neste manual, tais como: ISO 13855 – Segurança de máquinas – Posicionamento dos equipamentos de proteção com referência à aproximação de partes do corpo humano e EN 693 – Segurança de máquinas – Prensas hidráulicas. Caminhamos de forma irreversível para divulgação e adoção de formas seguras para construção e utilização de máquinas como ferramenta de qualidade, competitividade e justiça social.

### 3 Sistemas de segurança em prensas e similares

*Aida Becker*

*Engenheira de Segurança do Trabalho*

*Auditora Fiscal do Trabalho – SRTE-RS*

*Roberto Misturini*

*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

*Auditor Fiscal do Trabalho – SRTE-RS*

*Hildeberto Bezerra Nobre Junior*

*Auditor Fiscal do Trabalho*

*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

*Mestre em Saúde Coletiva*

*Newton Régis Lopes Medeiros*

*Engenheiro Mecânico*

*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

Os sistemas de segurança são constituídos por um conjunto de proteções e dispositivos de segurança interligados, cuja função principal é evitar agravos à saúde e integridade física dos trabalhadores na interação com máquinas e equipamentos.

Esses sistemas devem ser concebidos para que a construção, o transporte, a montagem, a instalação, o ajuste, a operação, a limpeza, a manutenção, a inspeção, a desativação e o desmonte sejam realizados de modo seguro para as pessoas.

Os projetistas devem utilizar todos os recursos técnicos buscando a segurança intrínseca da máquina, de modo a reduzir os fenômenos perigosos ou limitar a exposição de pessoas a esses fenômenos, considerando todos os riscos envolvidos, inclusive os ergonômicos. Entretanto, sabe-se que nas prensas e similares, apesar dos avanços tecnológicos, nem sempre é possível eliminar os perigos no projeto; nesse caso devem ser adotados sistemas de segurança para a complementação da condição segura.

Os sistemas de segurança são extremamente importantes para a operação com máquinas, portanto devem ser projetados e mantidos sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, considerando as características técnicas das máquinas e dos processos, de modo a atingir o nível necessário de segurança, de acordo com as normas técnicas vigentes.

**ATENÇÃO:** Os sistemas de segurança bem como o projeto da máquina devem ser precedidos de apreciação de risco previstas nas normas ABNT NBR 14153 e ABNT NBR 14009. Toda a apreciação de risco deve ser documentada e mantida atualizada e disponível para consulta.

Embora as normas técnicas regionais EN em que foram baseadas as normas ABNT NBR 14153 e ABNT NBR 14009 tenham sofrido alteração e hoje se apresentem como normas ISO 12100 e ISO 13849, os conceitos fundamentais para avaliação/apreciação de risco mantêm seus passos fundamentais, ou seja: uma série de passos lógicos, que permite, de uma forma sistemática, o exame dos perigos associados a máquinas, seguidos, sempre que necessário, pela redução do risco. Quando esse processo é repetido, ocorre um processo iterativo para a eliminação de perigos, tanto quanto possível, e para a implementação de medidas de segurança. Deve incluir como ponto de partida a determinação dos limites da máquina, a identificação do perigo, estimativa do risco e avaliação do risco, voltando a interagir com a determinação dos limites da máquina, visando à obtenção de uma máquina segura.

A principal diferença entre as normas nacionais e as normas internacionais reside na adoção de métodos quantitativos introduzidos pela ISO13849, conhecidos como PL – performance level. No escopo do regulamento nacional mantemos, por ora, o critério qualitativo, conhecido como categoria, enquanto se desenvolve programa para avaliação da conformidade para os componentes de segurança, uma vez que as informações quantitativas são baseadas em dados fornecidos pelos fabricantes de componentes.

Os sistemas de segurança nas zonas de perigo das prensas e similares são compostos pela combinação de proteções fixas, proteções móveis intertravadas e dispositivos de segurança interligados.

Atualmente existem várias normas e regulamentos que tratam de segurança de máquinas e definem proteção como barreira física que impede o acesso a zona de perigo, e devem possuir as seguintes características:

- a)** cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
- b)** serem constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;

- c) estar firmemente fixadas e garantir estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
- d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
- e) não ter extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- f) resistir às condições ambientais do local onde está instalada;
- g) impedir sua burla;
- h) proporcionar condições de higiene e limpeza;
- i) não permitir o acesso à zona de perigo;
- j) ter seus dispositivos de intertravamentos, utilizados para bloqueio de funções perigosas das máquinas, protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão;
- k) ter ação positiva (atuação de modo positivo);
- l) não acarretar riscos adicionais.

A maioria das características acima elencadas são de fácil compreensão, contudo alguns requisitos necessitam da aplicação de outros conceitos, dentre os quais destacamos:

• **Burla:** é definida pela NR 12:2010 e normas técnicas como o ato de anular de maneira simples o funcionamento normal e seguro de dispositivos e sistemas da máquina, utilizando para acionamento quaisquer objetos disponíveis.

O ato de neutralização (burla, *bypass*, *jumping*) geralmente está associado a tarefas não previstas ou não adequadamente projetadas ou ainda pela necessidade da demanda, não devendo necessariamente ser atribuída a uma ação deliberada do operador e/ou terceiro com acesso à máquina.

ALMEIDA (2009), comentando pesquisa realizada no segmento metal-mecânico da indústria alemã em 2007, destaca que dispositivos de proteção que criam embaraços ou dificuldades ao processo de trabalho incentivam sua própria burla.

Na implantação dos sistemas de segurança é importante a utilização de dispositivos concebidos com características antiburla, tais como chaves de segurança com elementos codificados ou geometrias específicas, senhas de acesso, elementos de fixação *one way* – parafusos que permitem apenas o torque no sentido de entrada.

- Não permitir o acesso à zona de perigo; no caso de prensas e similares, os membros superiores são os mais expostos a acidentes; para evitar o acesso, devem ser observadas as distâncias de segurança previstas no Anexo I A da NR 12:2010, conforme exemplo que se segue:

Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança sr		
			reta	quadrado	circular
Ponta do dedo		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dedo até articulação com a mão		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{11}$	$\geq 120$	$\geq 120$
Braço até junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

11 Se o comprimento da abertura em forma de fenda  $e \leq 65$  mm, o polegar atuará como um limitador e a distância de segurança poderá ser reduzida para 200 mm.

Figura 1 – Tabela de distâncias de segurança em função da abertura da proteção (Quadro I, anexo I A, da NR 12:2010).

Como exemplo de aplicação da tabela, selecionamos uma proteção com material descontínuo com abertura de formato quadrado com 30 mm de lado (“e”) – Figura 2.

A distância de segurança (“sr”) até a área de perigo deve ser igual ou maior que 120mm.

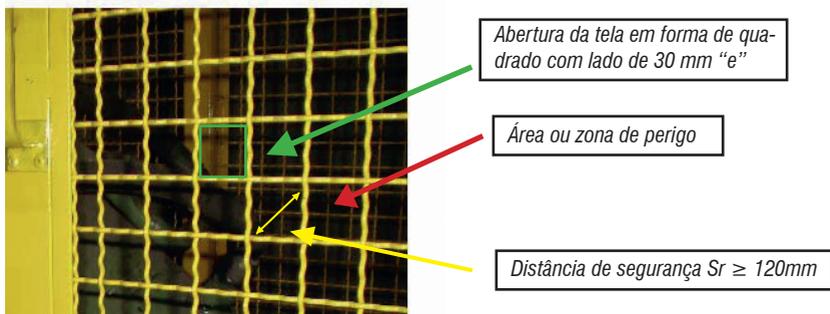


Figura 2 – Proteção com material descontínuo com abertura quadrada de 30mm.

Deve ser avaliado todo o processo, verificando a necessidade da instalação de proteção de perímetro ou proteção em sistemas de alimentação, tais como desbobinadores e endireitadores, onde deverão ser consultados os demais quadros e figuras constantes no anexo I A da NR 12:2010. Embora não seja comum a exposição dos membros inferiores a zonas de perigo, há referência normativa para consulta das distâncias de segurança na NBR NM ISO 13853. Salientamos que as normas ABNT NBR NM ISO 13852 e 13853 foram englobadas no sistema normativo internacional em uma única norma ISO, sob o número 13857, que mantém redação idêntica à do nosso instrumento normativo. Espera-se ainda a inclusão da ISO 13854, que trata de folgas mínimas para evitar o esmagamento de partes do corpo humano no conjunto de normas englobadas pela ISO 13857, bem como a possível inclusão de dados sobre limites inferiores quando utilizada proteção de perímetro e limites superiores quando conjugado barreira física com AOPD – Dispositivo de proteção optoeletrônico ativo.

- Outro conceito de aplicação relevante está relacionado a resistir às condições ambientais e protegidos de poeiras. As chaves de segurança possuem em seu invólucro a indicação do grau de proteção IP para a qual foi projetada para resistir à penetração de sólidos e líquidos. A indicação é composta de 2 algarismos, sendo o primeiro relacionado à penetração de sólidos e o segundo algarismo, à penetração de líquidos; segundo tabela constante na NBR IEC 60529, podemos exemplificar que uma chave de segurança que possui o grau de proteção IP 67 está totalmente protegida contra poeira e imersão.

- O conceito de ação positiva é determinado pela maneira como os elementos de intertravamento são integrados à proteção móvel e sua forma de atuação. No caso da utilização de chaves eletromecânicas, estas devem ser instaladas de forma que a abertura da proteção móvel provoque o movimento do componente mecânico da chave por meio de contato direto ou através de elemento rígido. Isso assegura que os contatos da chave responsável pelo intertravamento sejam fisicamente puxados à parte ou “desconectados à força” pelo movimento da proteção.



Figura 3 – Desenho de contatos de uma chave mecânica que não atende o critério de segurança.

A Figura 3 mostra um sistema de modo de operação tipicamente negativo (ou não positivo). Não existe nenhuma ligação direta entre a porta de proteção e a chave (contato responsável pelo intertravamento) e, assim, o sistema baseia-se inteiramente na pressão brusca para abrir os contatos. Na eventualidade de falha de desprendimento, contato soldado ou aderido, o sistema apresentará falhas em caso de perigo e, dessa forma, será inaceitável. Esse tipo de sistema é facilmente burlável, pressionando o pino enquanto a proteção estiver aberta. Até mesmo pior, o dispositivo pode ser barrado acidentalmente por um operador, inclinando-se sobre ou dentro da máquina enquanto a proteção estiver aberta.

Em casos específicos, podem ser aceitáveis aplicações com uma chave operando em modo negativo, em conjunto simultâneo com uma chave operando de modo positivo, desde que inacessíveis ao operador.

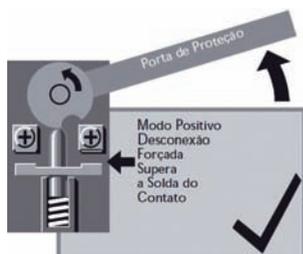


Figura 4 – Desenho de contatos de uma chave mecânica que atende o critério de segurança.

A Figura 4 mostra um exemplo simples de operação de modo positivo, fornecendo desconexão forçada dos contatos. Um *came* é montado na dobradiça da porta e assim opera diretamente os contatos toda vez que a porta da proteção é aberta. A pressão brusca pode apenas fechar os contatos enquanto a proteção é totalmente fechada. Qualquer falha na mola apenas resultará na falha da condição de segurança.

Deve ainda ser observada a adoção de chaves de segurança com característica de ruptura positiva, conceito inerente à fabricação da chave de segurança que consiste em garantir a abertura dos contatos normalmente fechados NF, quando a chave é acionada pelo atuador.

Uma chave com ruptura positiva possui um ou mais contatos NF, acoplados ao atuador da chave por meio de dispositivos não resilientes, de modo que a abertura plena desses contatos NF é alcançada quando o atuador é movido através do percurso até o ponto de ruptura positiva, aplicando-se a força estabelecida pelo fabricante. O símbolo da ruptura positiva vem estampado no invólucro da chave de segurança.



Figura 5 – Pictograma que representa a ruptura positiva.

As proteções podem ser:

### 3.1 Proteções fixas

São proteções de difícil remoção, fixadas normalmente no corpo ou estrutura da máquina. Essas proteções deverão ser mantidas em sua posição fechada, sendo de difícil remoção, fixadas por meio de solda ou parafusos, tornando sua remoção ou abertura impossível sem o uso de ferramentas. Essas ferramentas devem ser específicas e não estar à disposição do operador. Devem ser observadas as distâncias de segurança para impedir o acesso às zonas de perigo.

As dimensões das aberturas tanto de proteções fixas quanto móveis intertravadas devem obedecer ao distanciamento, conforme apresentado na tabela da figura 1.

### 3.2 Proteções móveis

Quando a proteção necessita ser aberta para proporcionar o acesso a uma zona de perigo uma ou mais vezes por turno de trabalho, deve ser utilizada, necessariamente, proteção móvel.

Dependendo do tempo de parada do movimento de risco da máquina, a proteção deve atender as seguintes situações:

- a) quando a abertura da proteção não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco, a proteção deve estar associada a um dispositivo de intertravamento;
- b) quando a abertura da proteção possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco, a proteção deve estar associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio.

Essas proteções geralmente estão vinculadas à estrutura da máquina ou elemento de fixação adjacente, que pode ser aberto sem o auxílio de ferramentas. As proteções móveis (portas, tampas, etc.) devem ser associadas a dispositivos de intertravamento, de tal forma que:

- a máquina não possa operar até que a proteção seja fechada;
- se a proteção é aberta quando a máquina está operando, uma instrução de parada é acionada;
- se a proteção é fechada, por si só, não reinicia a operação, devendo haver comando para continuação do ciclo.

Quando há risco adicional de movimento de inércia, dispositivo de intertravamento com bloqueio deve ser utilizado, permitindo que a abertura da proteção somente ocorra quando houver cessado totalmente o movimento de risco.

Exemplos de proteções fixas e móveis podem ser encontrados na norma NBR NM 272 e NBR NM 273.

Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem:

- a) permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada;
- b) manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento;
- c) garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possam dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.

Caso sejam utilizadas chaves de segurança eletromecânicas (com atuador mecânico) no intertravamento das proteções móveis, devem ser instaladas duas chaves de segurança com ruptura positiva por proteção (porta), ambas monitoradas por relé de segurança (duplo canal), conforme Anexo IV – Glossário da NR 12:2010, atendendo ainda requisitos de higiene e vibração.

As transmissões de força e os componentes móveis interligados a elas, acessíveis ou expostos, devem ser protegidos por meio de proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, impedindo o acesso por todos os lados.

O eixo cardã, quando existente, deve dispor de proteção adequada, em perfeito estado de conservação, em toda sua extensão, fixada na tomada de força da máquina desde a cruzeta até o acoplamento do implemento ou equipamento.

As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem ter proteções que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.

As proteções físicas devem ser projetadas e construídas de modo a atender os seguintes requisitos de segurança:

- a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
- b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;
- c) estar firmemente fixadas e garantir estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
- d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
- e) não ter extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- f) resistir às condições ambientais do local onde está instalada;
- g) impedir sua burla;
- h) proporcionar condições de higiene e limpeza;
- i) não permitir o acesso à zona de perigo;
- j) ter seus dispositivos de intertravamentos, utilizados para bloqueio de funções perigosas das máquinas, protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário;
- k) ter ação positiva (atuação de modo positivo);
- l) não acarretar riscos adicionais.



*Figura 6 - Monitoramento por chave de segurança magnética ou chave de segurança por radiofrequência ou chave de segurança óptica ou duas chaves de segurança mecânicas.*



### 3.3 Proteções de perímetro

É a proteção fixa distante que não cobre completamente a zona de perigo, mas que impede ou reduz o acesso, em razão de suas dimensões e sua distância à zona de perigo, por exemplo, grade de perímetro ou proteção em túnel.

As proteções de perímetro podem também ser monitoradas por AOPD (Active Opto-electronic Protective Device): Dispositivos cuja função sensora é realizada por elementos sensores e receptores optoeletrônicos, detectando a interrupção da emissão óptica por um objeto opaco presente na zona de detecção especificada (ex.: cortina de luz, detector de presença *laser* múltiplos feixes, monitor de área a *laser*, fotocélulas de segurança para controle de acesso).

Quando as proteções de perímetro apenas reduzirem o acesso à zona de perigo, serão consideradas proteções adicionais, devendo-se sempre observar as distâncias de segurança mínimas constantes no Anexo I da NR 12:2010, que apresenta os principais quadros e tabelas constantes na ABNT NBRNM-ISO 13852-Segurança de máquinas-Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores. As distâncias de segurança para impedir o acesso dos membros inferiores são determinadas pela ABNT NBRNM-ISO 13853 e deve ser utilizada quando há risco apenas para os membros inferiores, pois, quando houver risco para membros superiores e inferiores, as distâncias de segurança previstas na norma para membros superiores devem ser atendidas. As normas ABNT NBRNM-ISO 13852 e ABNT NBRNM-ISO 13853 foram reunidas em uma única norma EN ISO 13857:2008 *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*, ainda sem tradução no Brasil.

### 3.4 Enclausuramento da zona de prensagem

Esta proteção deve impedir o acesso à zona de prensagem por todos os lados. Enclausuramento da zona de prensagem, com frestas ou passagens, não deve permitir o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo. Suas dimensões e afastamentos devem obedecer a NBR NM 13852:2003 e NBR 13854. Pode ser constituída de proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas, conforme NBR NM 272 e NBR NM 273.



Figura 7 – Enclausuramento da zona de prensagem, frestas para passagem da peça.

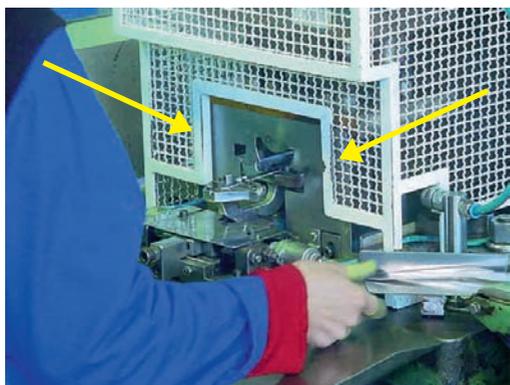


Figura 8 – Enclausuramento da zona de prensagem.

Podem possuir proteções reguláveis que se ajustem à geometria da peça, devendo observar as distâncias de segurança da NBR NM-ISO 13852:2003.

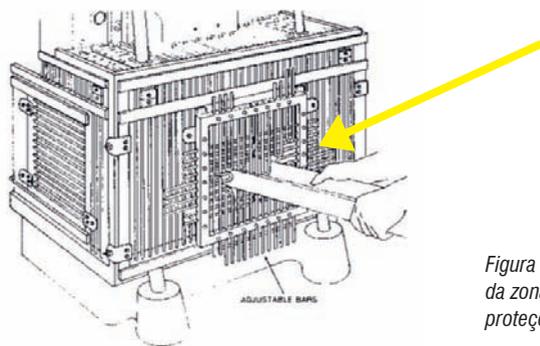
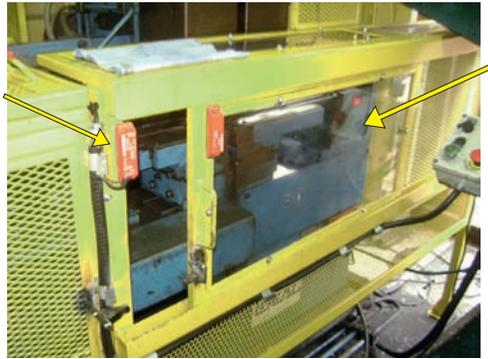


Figura 9 – Enclausuramento da zona de prensagem por proteções reguláveis.



*Figura 10 – Enclausuramento da zona de prensagem por proteções móveis intertravadas – fechada.*



*Figura 11 – Enclausuramento da zona de prensagem por proteções móveis intertravadas – aberta.*

Essa proteção deve impedir o acesso à zona de prensagem por todos os lados. Enclausuramento da zona de prensagem, com frestas ou passagens, não deve permitir o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo. Suas dimensões e afastamentos devem obedecer ao Anexo I da NR 12:2010.

Podem ser constituída de proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas, conforme NR 12:2010 item 12.5, NBR NM 272 e NBR NM273.

Podem possuir proteções reguláveis que se ajustem à geometria da peça, devendo observar as distâncias de segurança constantes do Anexo I da NR 12:2010.

### **3.5 Ferramenta fechada**

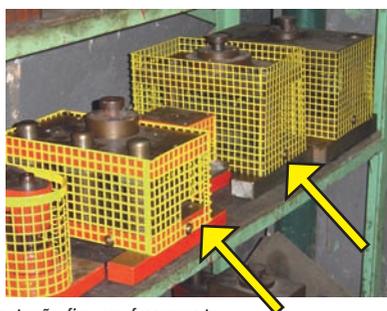
Neste caso, a matriz é fechada de tal modo que permita apenas o ingresso do material e não permita o acesso da mão e dos dedos na área de prensagem. Essa condição deverá ser preferencialmente analisada e desenvolvida durante a fase de projeto e confecção da ferramenta, podendo ser adaptada em ferramentas já existentes, observando-se não criar riscos adicionais com a incorporação da proteção.



*Figuras 12 – Ferramenta fechada. As dimensões e a geometria das aberturas deverão obedecer à NBR 13852.*



*Figuras 13 – Ferramenta fechada. As dimensões e a geometria das aberturas deverão obedecer à NBR 13852.*



*Figuras 14 e 15 – Adaptação de proteção fixa em ferramentas.*

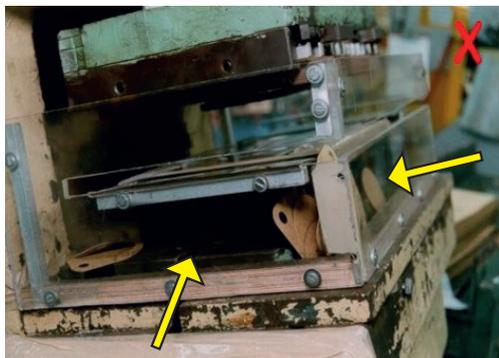


Figura 16 – Proteção em policarbonato.

### 3.6 Comando bimanual

Este dispositivo exige a utilização simultânea das duas mãos do operador para o acionamento da máquina, garantindo assim que suas mãos não estarão na área de risco. Para que a máquina funcione, é necessário pressionar os dois botões simultaneamente, com defasagem de tempo de até 0,5 s (atuação síncrona, conforme NBR 14152:1998, item 3.5).

Os comandos bimanuais devem ser ergonômicos e robustos, e possuir autoteste, sendo monitorados por CLP ou relé de segurança. A interrupção de um dos comandos bimanuais resultará em sua parada instantânea. O autoteste garante a condição de não acionamento em caso de falha de um dos componentes do circuito elétrico do comando bimanual; atende, assim, a NBR 13930 e a NBR 14152 – Segurança em máquinas – Dispositivos de comando bimanuais, aspectos funcionais e princípios para projeto.

O número de comandos bimanuais deve corresponder ao número de operadores na máquina, com chave seletora de posição tipo *yale* ou outro sistema com função similar, de forma a impedir o funcionamento acidental da máquina sem que todos os comandos sejam acionados, conforme a NBR 14154.

Quando utilizados dois ou mais dispositivos de acionamento simultâneos, estes devem possuir sinal luminoso que indique seu funcionamento. O acionamento e o desligamento simultâneo por um único comando de um conjunto de máquinas e equipamentos ou de máquinas e equipamentos de grande dimensão devem ser precedidos de sinal sonoro de alarme.

A burla do efeito de proteção do dispositivo de comando bimanual deve ser dificultada por meio de distanciamento e barreiras entre os botões.

Os dispositivos de comando bimanual não servem de proteção contra o ingresso na área de prensagem para as prensas mecânicas excêntricas por engate de chaveta e seus similares, prensas de fricção com acionamento por fuso, martelo de queda e martelo pneumático. Sua utilização é um recurso complementar importante, quando reduz ou elimina o uso do pedal.

### 3.7 Cortina de luz

O sistema cortina de luz consiste de um transmissor, um receptor e um sistema de controle. O campo de atuação dos sensores é formado por múltiplos transmissores e receptores de fechos individuais. Para cada conjunto de transmissores e receptores ativados, caso o receptor não receba o feixe luminoso de infravermelho do transmissor, é gerado um sinal de falha.



Figura 17 – Relé de segurança.



Figura 18 – Comando bimanual com botão de emergência.

A cortina de luz deverá ser adequadamente selecionada, com a altura de proteção (tamanho) que não permita o acesso à área de risco. Deverá ser corretamente instalada, com seus dois canais de saída ligados ao relé, interface ou CLP de segurança, posicionada a uma distância segura da zona de risco, levando em conta a velocidade de aproximação da mão ou outra parte do corpo, o tempo total de parada da máquina, incluindo até mesmo o tempo de res-

posta da própria cortina de luz e a sua resolução (capacidade de detecção da cortina, por exemplo, 14mm para detecção de dedos ou 30mm para detecção de mãos), conforme a ISO 13855, devendo ainda ser certificada como tipo ou categoria 4, conforme a IEC EN 61496, partes 1 e 2.

A cortina de luz não serve como dispositivo de segurança para zona de prensagem das prensas mecânicas excêntricas de engate por chaveta e seus similares, prensas de fricção com acionamento por fuso, martelo de queda e martelo pneumático.

Havendo possibilidade de acesso a áreas de risco não monitoradas pela cortina, devem existir proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por chaves de segurança, conforme a NBR NM 272 e a NBR NM 273.

A fórmula para o cálculo da distância mínima para a instalação de cortina de luz é apresentada a seguir.

$$S = K \times T + C$$

S = distância calculada de segurança (mm)

K = Constante 1600 se  $S > 500$  ou 2000 se  $S \leq 500$

T = Tempo total de parada da máquina (s)

C = Distância adicional  $C = (D - 14) \times 8$

D = Resolução da cortina (mm)

Como o tempo de parada da máquina deve ser medido, é utilizado um equipamento específico denominado dispositivo de medição *Stop Time*.



Figura 19 – Aparelho de medição de tempo de parada de máquinas.

O tamanho e posicionamento das cortinas de luz deve ser selecionado com os seguintes critérios:

**a) Cortinas de luz na posição vertical**

A altura mínima da cortina deve ser de 800 milímetros, com uma altura da mesa em 850mm (Figura 20).

Se a mesa tiver uma altura inferior a 850mm, a cortina deve ser estendida, pois a altura “c” deve ser no mínimo de 1.600mm.

A capacidade de detecção da cortina deve ser de 14 milímetros ou menos, se não for usada nenhuma distância extra “C” para se obter a distância de segurança “S”.

A distância “d” deve ser calculada de acordo com o cálculo apresentado anteriormente, porém nunca deve ser inferior a 100mm.

Quando a cortina de luz vertical não puder ser colocada a uma distância de até 75mm do corpo da máquina, então o espaço resultante deve ser protegido por:

- proteções fixas ou móveis com intertravamento;
- proteção óptica adicional.

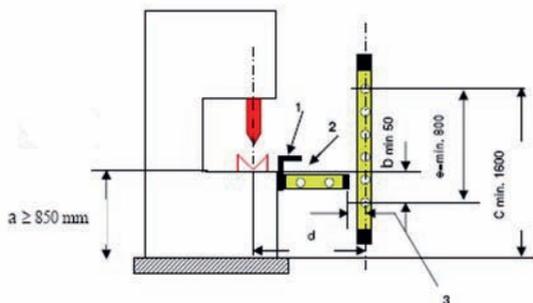
O espaço entre as barras de uma proteção fixa, ou entre a estrutura e a borda da grade ou feixe de luz único deve seguir as distâncias mínimas estabelecidas na tabela de distâncias mínimas de segurança apresentada.

**b) Cortinas de luz na posição horizontal**

As cortinas de luz podem ser instaladas na posição horizontal, conforme mostrado na Figura 21, quando a altura da mesa é superior a 800mm e inferior a 1.200mm.

A sobreposição mínima “b” entre a mesa e a borda inferior da cortina de luz deve ser de 50mm.

Quando o tempo de resposta total é de 200ms ou menos, a distância mínima, S, deve ser de pelo menos 1.000mm. Quando o tempo de resposta global for superior a 200ms, 20mm deve ser adicionado, 20mm ao valor de 1.000mm para cada 10ms.



- 1– Suporte mecânico  
 2– Feixe(s) de luz adicional(s) / grade(s) / cortina(s)  
 3– Distância máxima (ver texto) / plano de referência  
 4– Cortina de luz

- a) altura da mesa  
 b) distância de sobreposição  
 c) altura da borda superior da zona de detecção da cortina de luz  
 d) distância de segurança

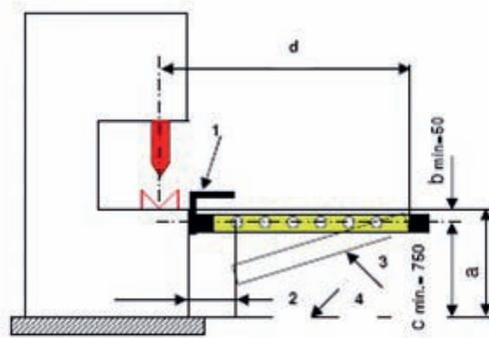
Figura 20 – Instalação de cortinas de luz na vertical.

A resolução deve ser menor ou igual a 40mm a partir da linha de dobra até a distância de 550mm. Além dos 550mm, a capacidade de detecção não deve exceder 75mm.

Quando a cortina de luz horizontal não puder ser instalada a uma distância de 75mm ou menos da estrutura da máquina, o espaço resultante deve ser protegido por:

- proteções fixas ou móveis com intertravamento;
- proteção óptica adicional.

O espaço entre as barras de uma proteção fixa, ou entre a estrutura e a borda da grade ou feixe de luz único deve seguir as distâncias mínimas estabelecidas na tabela de distâncias mínimas de segurança apresentada neste manual.



- 1 – Suporte mecânico
- 2 – Distância máxima (ver texto)
- 3 – Posição alternativa da cortina de luz
- 4 – Plano de referência

- a) altura da mesa
- b) distância de sobreposição
- c) altura da zona de detecção da cortina de luz
- d) distância de segurança

Figura 21 – Instalação de cortina de luz na horizontal.

**c)** No caso de uso de uma cortina de luz em ângulo, a cortina de luz nas posições vertical e horizontal deve satisfazer os critérios dimensionais previstos anteriormente, respectivamente (ver Figuras 20 e 21).

Se a cortina de luz pode ser ajustada para menos de 45° em relação à posição vertical, a capacidade de detecção deverá estar em conformidade com a tabela de distâncias mínimas de segurança apresentada neste manual.

**d)** Quando é utilizada uma combinação de cortinas de luz, os formatos devem atingir o nível de proteção idêntico ao exigido para a montagem na posição vertical e horizontal, acima apresentadas.

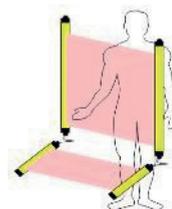
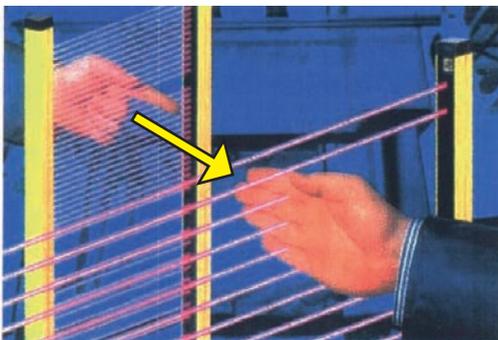


Figura 22 – Cortina de luz.

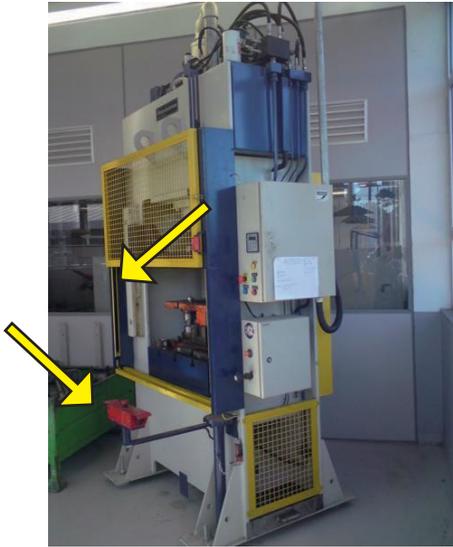


Figura 23 – Cortinas de luz conjugada com bimanual.



Figura 24 – Cortina de luz instalada.



Figura 25 – Cortina de luz com espelhos, para proteção frontal e lateral.

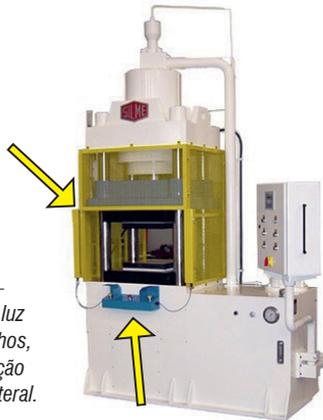
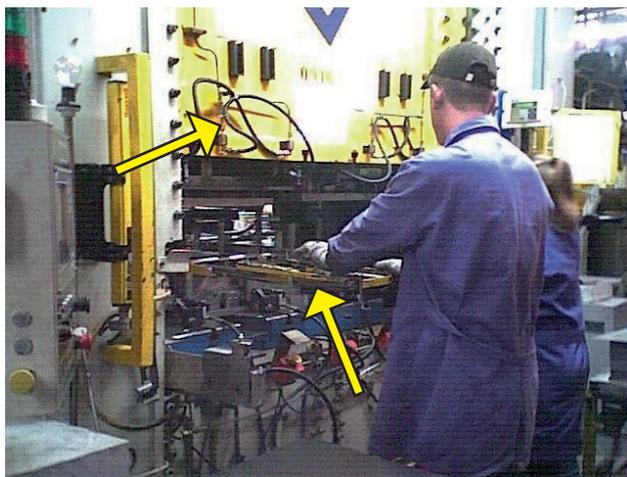


Figura 26 – Prensa hidráulica protegida com proteção física nas laterais e conjugação de cortina de luz e comando bimanual.



*Figura 27 – Conjugação de cortina de luz e gaveta em prensa hidráulica.*



*Figura 28 – Conjugação de cortina de luz e gaveta em prensa hidráulica.*

## 4 Outros dispositivos complementares

José Amauri Martins  
Diretor Técnico do SINDISEG

Márcio Damélio  
Engenheiro Eletrônico

### 4.1 Scanner

Os *scanners* também são chamados de monitores de área a *laser*; são equipamentos que podem ser utilizados em sistemas de segurança que monitoram a presença em uma área determinada. A área a ser monitorada pelo *scanner* é programada.

O *scanner* é uma opção de proteção periférica para identificar o ingresso inadvertido de pessoas em uma área em que o *scanner* foi programado para fazer uma varredura.

Quando a área de varredura é invadida, o *scanner* envia um sinal ao sistema de comando para a parada da máquina.

Os monitores de área a *laser* são utilizados no monitoramento sem contato de uma área livremente programável. Não são necessários refletores separados. Sua instalação é simples, pois o transmissor e o receptor são acomodados em um único equipamento.

O *scanner* atinge até a categoria de segurança 3 e, por esse motivo, não é adequado quando a categoria de segurança 4 é requerida. Quando a categoria 4 é requerida, o *scanner* pode ser utilizado como auxiliar no sistema de segurança.

O *scanner* deve ser instalado levando em conta as distâncias mínimas de segurança definidas em função do tempo de parada do movimento perigoso.



Figura 29 – Scanner.

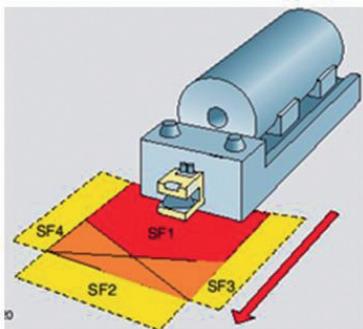


Figura 30 – Monitor de área a laser (scanner).

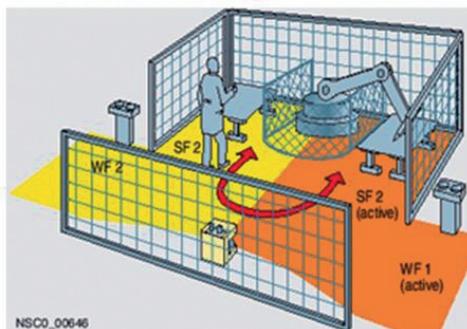


Figura 31 – Monitor de área a laser (scanner).

## 4.2 Tapete de segurança

Estes dispositivos são usados para proteger uma área de piso ao redor de uma máquina ou equipamento. O tapete de segurança é colocado na área a ser monitorada, e uma pressão sobre o tapete (ex.: passos do operador) causará o envio de sinal de parada de emergência da máquina ou equipamento.

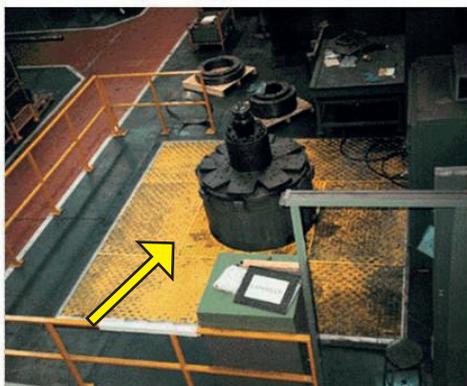
Os tapetes sensíveis à pressão são frequentemente usados dentro de uma área fechada contendo diversas máquinas, como na produção flexível ou células robóticas. Quando o acesso for requisitado dentro da célula (para ajustes do robô, por exemplo), ele previne movimentação perigosa no caso de o operador se encontrar na área perigosa.

O tamanho e o posicionamento dos tapetes devem ser calculados usando-se a fórmula da norma ISO EN 13855 – *Safety of Machinery – Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body* (Posicionamento dos equipamentos de proteção com respeito às velocidades de abordagem de partes do corpo humano).

O tapete de segurança atinge até a categoria de segurança 3 e, por esse motivo, não é adequado quando a categoria de segurança 4 é requerida. Quando a categoria 4 é requerida, o tapete de segurança pode ser utilizado como auxiliar no sistema de segurança.



Figuras 32 e 33 – Tapetes de segurança.



Figuras 34 – Exemplo de aplicação de tapetes de segurança.

### 4.3 Batentes de segurança

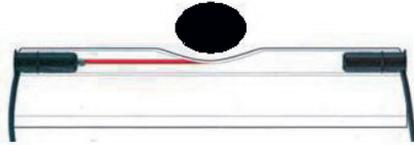
Os batentes de segurança são utilizados para a parada de máquinas e equipamentos quando houver contato físico entre uma parte móvel da máquina ou equipamento com parte de corpo humano.

Existem dois princípios de funcionamento de batentes de segurança.

O batente com princípio óptico possui um túnel por onde passa um feixe óptico e, por esse motivo, não pode ser dobrado. Em caso de deformação do batente por ação mecânica, como, por exemplo, contato físico com um corpo, há a interrupção da recepção do feixe óptico.

O batente com princípio mecânico possui contatos mecânicos que abrem o circuito quando há pressão sobre os mesmos e voltam a fechar quando a pressão for eliminada.

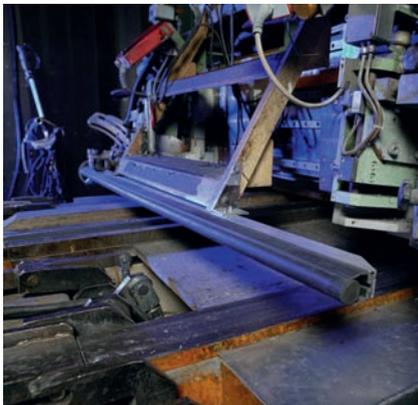
Quando o batente for acionado, será enviado sinal de parada da máquina ou equipamento, através da interface de segurança.



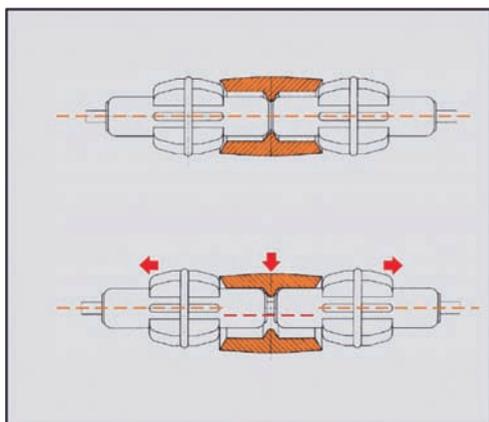
*Figura 35 – Batente de princípio óptico.*



*Figura 36 – Batente de princípio mecânico, visto em corte.*



*Figura 38 – Aplicação de batente de segurança.*



*Figura 37 – Batente de princípio mecânico, desenho esquemático.*

## 5 Prensas

Prensas são máquinas utilizadas na conformação e no corte de materiais diversos, onde o movimento do martelo (punção) é proveniente de um sistema hidráulico/pneumático (cilindro hidráulico/pneumático) ou de um sistema mecânico em que o movimento rotativo é transformado em linear através de uma cadeia cinemática (motor elétrico, volante, engrenagens, eixos, bielas, guias, correias, etc.).

Esses equipamentos são encontrados em diversos setores econômicos, com preponderância no segmento metal-mecânico, sendo utilizados nas mais variadas aplicações, como conformar, moldar, cortar, furar, cunhar, repuxar e vazar peças. Há relatos de prensas utilizadas até para quebrar pedras e trabalhos em cerâmicas (NOBRE JUNIOR, HB, 2009).

No mercado, as prensas que podem ser classificadas segundo suas características, tais como: dimensão, estrutura, marca, tipo, modelo, capacidade de aplicação de força ou velocidade, etc. (NOBRE JUNIOR, HB, 2009).

Em nosso trabalho, as prensas estão classificadas conforme o sistema de transmissão de movimento ao martelo predominantes no parque industrial brasileiro.

### I. Prensas mecânicas

#### a) Excêntricas

#### I. De engate por chaveta

#### II. Com freio/embreagem

#### b) De fricção com acionamento por fuso

#### c) Servoacionadas

### II. Prensas hidráulicas

### III. Prensas servoacionadas

### IV. Prensas pneumáticas (ou dispositivos pneumáticos)

## 5.1 Prensas mecânicas excêntricas de engate por chaveta – PMEEC

*Hildeberto Bezerra Nobre Junior*  
*Auditor Fiscal do Trabalho*  
*Engenheiro de Segurança do Trabalho*  
*Mestre em Saúde Coletiva*

*José Carlos de Freitas*  
*Engenheiro de Segurança do Trabalho*  
*Assessor Sindical Patronal*

Inicialmente, salientamos que o item 15.2 do Anexo VIII da NR 12:2010 proibiu a importação, fabricação, comercialização, leilão, locação, cessão a qualquer título e exposição de prensas mecânicas excêntricas e similares com acoplamento para a descida do martelo por meio de engate por chaveta ou similar e dobradeiras mecânicas com freio de cinta, novas ou usadas, em todo o território nacional. Entende-se como mecanismo similar aquele que não possibilite a parada imediata do movimento do martelo em qualquer posição do ciclo de trabalho.

Esse tipo de máquina é amplamente utilizado no setor metal-mecânico brasileiro, devido a sua relativa simplicidade construtiva, que possibilita sua fabricação por empresas com baixa capacidade tecnológica, seu baixo custo de aquisição comparado às demais prensas e à precisão da descida do martelo no ponto morto inferior (NOBRE JUNIOR, 2009; FIERGS, 2006).

Em relação aos acidentes do trabalho, diversos estudos apontam que as PMEEC são responsáveis pela maioria dos acidentes em prensas no país. NOBRE JUNIOR (2009) relata que, no período de 2001 a 2006, os acidentes analisados pelo Ministério do Trabalho em Emprego em PMEEC corresponderam a 35,6% do total de acidentes em prensas investigados pelos Auditores Fiscais do Trabalho no Brasil. Outros trabalhos também demonstraram o potencial acidentogênico de tipo de prensas (BELANGER et al., 1994, MAGRINI E MARTARELLO, 1989; MAGRINI, 1999; MENDES, 2001).

Essas máquinas têm como características o curso limitado, energia constante e força variável do martelo em função da altura de trabalho. Sua estrutura pode ser em forma de “C” (com um montante) ou em forma de “H” (com duplo montante), com transmissão direta do volante ou com redução por engrenagens, com mesa fixa ou regulável, horizontal ou inclinada. Nessas prensas, a descida do martelo provém do movimento rotativo do volante, transformado

em linear por ação de uma biela situada em uma extremidade do eixo. Na outra extremidade, o volante é movimentado por um motor. A energia é transferida do volante para o eixo excêntrico através do acoplamento da chaveta na bucha de engate, iniciando-se o ciclo.

O acionamento é realizado por pedal elétrico, pneumático ou hidráulico, po-

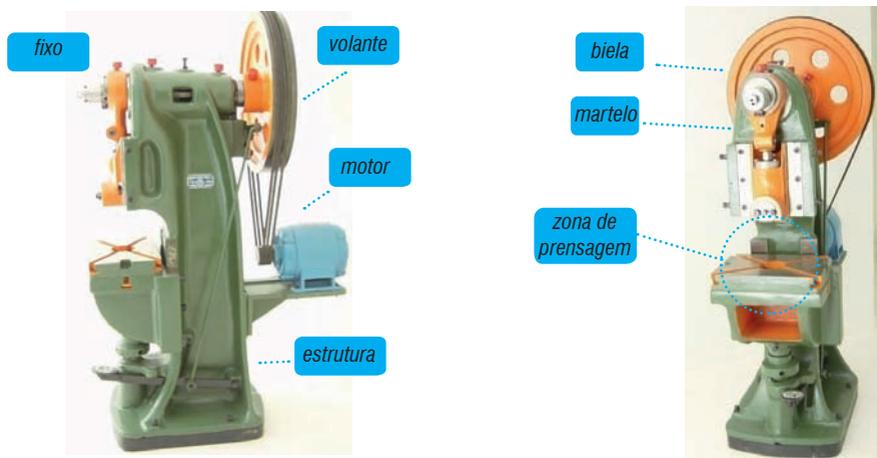


Figura 39 – Prensa mecânica de engate por chaveta.

dendo-se utilizar ainda o comando bimanual. Entretanto, nessas máquinas é proibida a utilização de alavancas e de pedais mecânicos.

Quando o dispositivo de comando é acionado, um sistema mecânico ou pistão hidráulico movimenta um pino em forma de “L”, puxando uma mola que faz com que a chaveta rotativa seja acoplada à bucha de engate, transmitindo o movimento de rotação ao conjunto eixo/bucha excêntrica. Esse movimento é transformado em linear pela biela, que possibilita a descida e a subida do martelo (FIERGS, 2006).



Figura 40 – Pino "L" e chaveta meia cana.

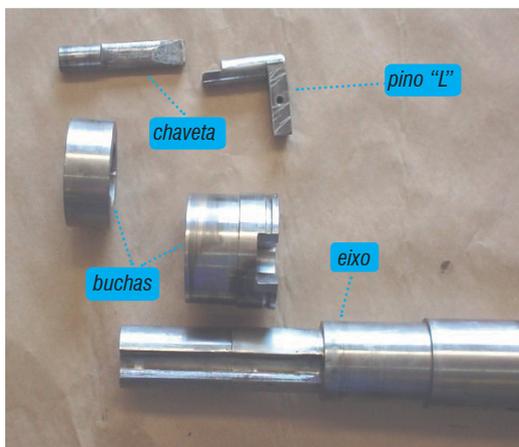


Figura 41 – Componentes responsáveis pelo acoplamento.



Figura 42 – Conjunto montado dos componentes responsáveis pelo acoplamento.

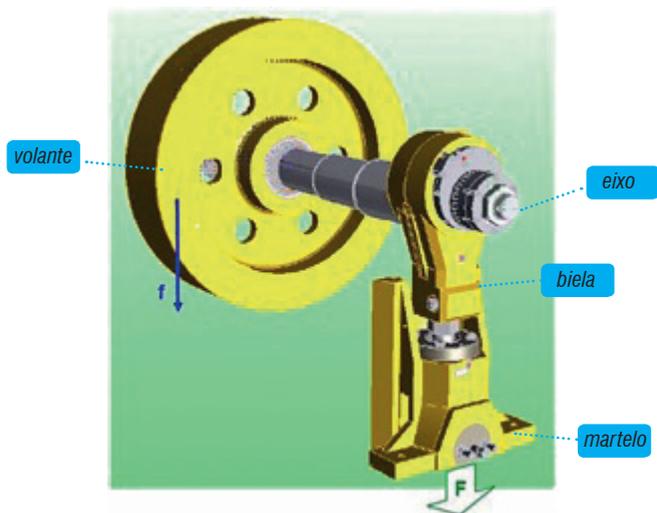


Figura 43 – Conjunto responsável pelo movimento de descida e subida do martelo.

Essas prensas são classificadas como máquinas de ciclo completo ou de revolução total, ou seja, depois do acionamento, o martelo inicia seu movimento do PMS (Ponto Morto Superior), atinge o PMI (Ponto Morto Inferior) e retorna à posição inicial (PMS), sem a possibilidade de parada do movimento do martelo durante o ciclo.

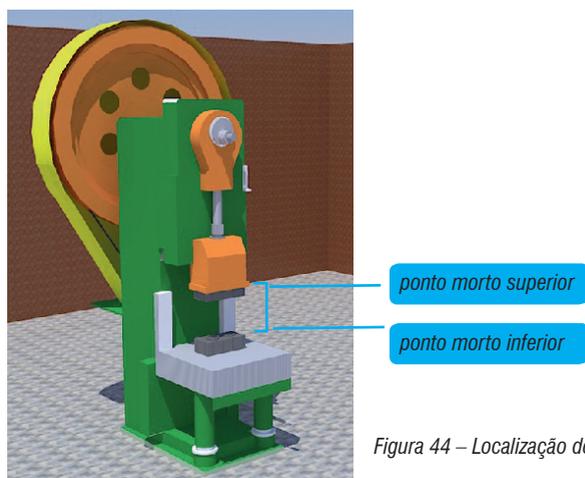


Figura 44 – Localização do PMS e do PMI.

### 5.1.1 Estrutura da máquina

Para fins didáticos, as prensas excêntricas mecânicas de acoplamento por chaveta estão divididas em:

1. Estrutura
2. Cadeia cinemática
3. Zona de prensagem

#### 5.1.1.1 Estrutura

Podem ser em forma de “C” (com um montante) ou em forma de “H” (com duplo montante) e confeccionadas em ferro fundido, aço fundido ou em chapa de aço soldada.



*Estrutura em “C”*



*Estrutura em “H”*

*Figura 45 – PMECC – Estruturas em forma de “C” e em forma de “H”.*

#### 5.1.1.2 Cadeia cinemática

É o sistema responsável pela geração de energia e sua transformação em força, sendo constituído por motor elétrico, correias, volante, engrenagem, eixo excêntrico, biela e martelo.

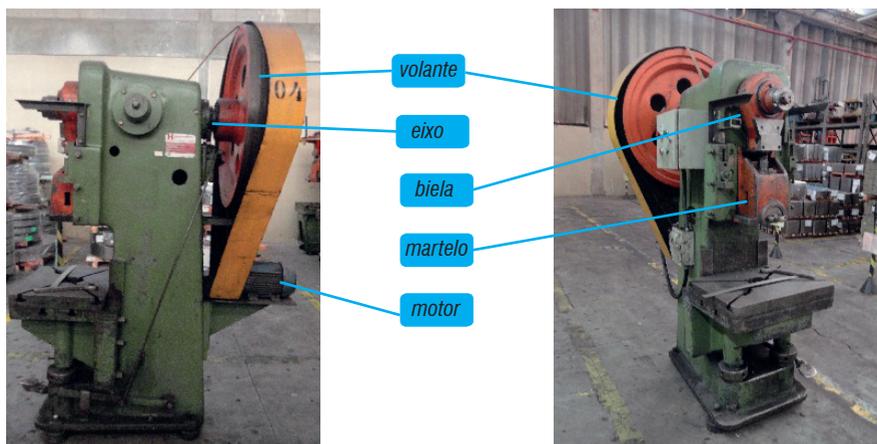


Figura 46 – Componentes da cadeia cinemática.

### 5.1.1.3 Zona de prensagem (Figura 39)

É o espaço entre a mesa da prensa e o martelo da prensa e onde são fixadas as ferramentas.

A zona de prensagem é considerada a área de maior risco de acidentes, principalmente quando a alimentação de peças é realizada manualmente, pois a frequência de exposição do operador ocorre a cada ciclo da máquina.

### 5.1.2 Dispositivos de acionamento

De acordo com a NR 12:2010, essas máquinas, quando estiverem operando com suas zonas de prensagem ou de trabalho enclausuradas ou utilizarem ferramentas fechadas, podem ser acionadas por pedal com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, **não se admitindo o uso de pedais com atuação mecânica ou alavancas.**

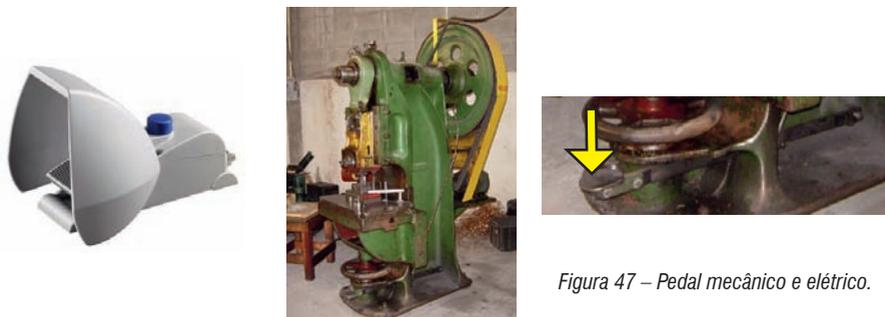


Figura 47 – Pedal mecânico e elétrico.

Os pedais de acionamento devem permitir somente o acesso por uma única direção e por somente um pé, devendo ser protegidos para evitar seu acionamento acidental.



Figura 48 – Caixa de proteção nos pedais de acionamento.

Como alternativa ao pedal mecânico, pode-se utilizar pedal de acionamento elétrico ou o comando bimanual, que deverá estar em conformidade com a NBR 14152:1998. Nesses casos, aconselha-se que sejam conjugados com uma válvula eletropneumática e cilindro pneumático.



Figura 49 – PMEEC com acionamento através de pedal elétrico.



*Figura 50 – Válvula eletropneumática e pistão em substituição ao pedal mecânico.*

### **5.1.3 Repique**

Trata-se de um fenômeno recorrente e importante associado a esse tipo de equipamento, responsável por inúmeros acidentes graves, com mutilações de dedos e mãos de trabalhadores.

Caracteriza-se pela repetição involuntária da descida do martelo sem o acionamento do trabalhador devido a falhas mecânicas no sistema de acoplamento (exemplo: quebra da chaveta ou do pino “L” e o relaxamento ou quebra de molas do sistema de acionamento).

As principais causas do repique são (FIERGS, 2006):

1. Após ter efetuado uma volta, a chaveta não encontra a lingueta e continua o ciclo.
2. Retardamento do retorno da lingueta para sua posição inicial (desengatada). Neste caso, a prensa para o ciclo, contudo a chaveta se mantém em posição instável, podendo retomar novo ciclo sem o acionamento do operador.
3. Ruptura da chaveta devido à fadiga.



Figura 51 – Chaveta rompida.

Segundo FIERGS (2006), deve-se dar atenção especial às prensas que utilizam bolsa (almofada) de ar, pois podem sofrer contragolpe após a batida, dessincronizando o engate e rompendo a chaveta e, conseqüentemente, ocasionando o “repique”. Quando a máquina possui elementos acumuladores de fluidos incorporados ao seu sistema de comando, deverá ser analisada a necessidade de inspeção no(s) reservatório(s), conforme estabelecido na NR13.

#### **5.1.4. Sistemas de segurança da PMEEC e seus respectivos similares (ciclo completo)**

Inicialmente, antes de prosseguir a leitura deste item, sugerimos que o leitor entenda os princípios básicos de proteção, descritos no item “Sistemas de Segurança em prensas e similares” deste manual.

##### **5.1.4.1 Sistema cinemático**

Segundo a NR 12:2010, as transmissões de força, como volantes, polias, correias e engrenagens devem ser protegidas por todos os lados (enclausuradas) por proteções integrais que garantam a resistência aos esforços submetidos em caso de ruptura dos elementos do sistema cinemático.

Podem ser utilizadas chapas metálicas ou outros materiais rígidos que impeçam o ingresso das mãos e dos dedos nas áreas de risco. Contudo, quando utilizadas telas vazadas, devem atender a distância de segurança que impossibilite o acesso de dedos ou mãos ao movimento de risco, conforme normas técnicas vigentes.



Figura 52 – Transmissões de forças de prensas protegidas.

Além disso, as bielas e pontas de eixos devem ser protegidas por proteções fixas, dimensionadas para que resistam aos esforços de solicitação em caso de ruptura por sobrecarga ou fadiga.



Figura 53 – Proteção da ponta dos eixos.

#### 5.1.4.2 Zona de prensagem

Conforme mencionado acima, esta área se constitui a mais perigosa da máquina, carecendo de especial atenção em relação à escolha das proteções a serem adotadas e sua implementação.

A NR 12:2010 preconiza que as zonas de prensagem ou trabalho da PMEEC devem ser protegidas, exclusivamente, das seguintes formas abaixo:

**a) Enclausuramento da zona de prensagem, com frestas ou passagens que não permitam o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo.**

Constitui a proteção integral que impeça o acesso à zona de prensagem por todos os lados. Possuem frestas ou aberturas que possibilitam somente o ingresso do material, não permitindo a passagem de mãos ou dedos dos trabalhadores. Suas dimensões e distanciamentos devem obedecer à NBR NM ISO 13852:2003 e à NBR NM ISO 13854:2003.



Figura 54 – Exemplos de enclausuramentos das zonas de prensagens.

Podem ser adotadas proteções fixas ou, quando o acesso a uma zona de perigo é requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, devem-se instalar proteções móveis dotadas de intertravamento, com dispositivos de bloqueio, de modo que a proteção somente possa ser aberta quando **não houver qualquer movimento de risco na máquina.**



Figura 55 – Fechamentos das zonas de prensagens com proteções móveis e com bloqueio.

Outra possibilidade de proteção é a utilização de proteções reguláveis que se ajustam à geometria da peça, cujo dimensionamento e instalação deve observar as distâncias de segurança da NBR NM-ISO 13852:2003.

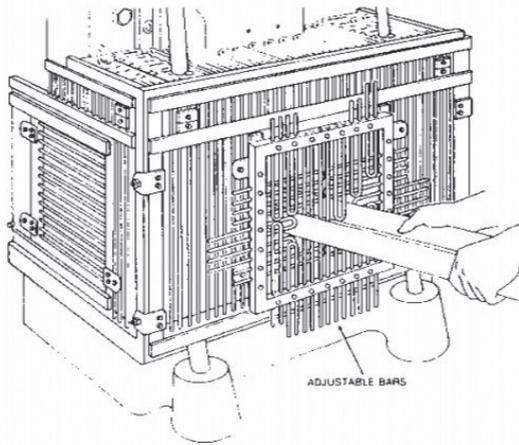


Figura 56 – Enclausuramento da zona de prensagem por proteções reguláveis.

**b) Ferramenta fechada, significando o enclausuramento do par de ferramentas, com frestas ou passagens que não permitam o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo.**

Nesta hipótese, a ferramenta ou matriz é fechada de modo que permita apenas o ingresso do material a ser trabalhado em seu interior, não permitindo o acesso da mão e dos dedos do operador no interior de qualquer parte da ferramenta sujeita ao risco de prensagem.

Na fase de desenvolvimento e confecção da ferramenta ou matriz, deve-se projetá-la de forma que atenda o requisito de segurança mencionado; todavia, as ferramentas já existentes podem ser adaptadas de modo a não criarem riscos adicionais aos trabalhadores.





Figura 57 – Exemplos de ferramentas fechadas.

**OBSERVAÇÃO:** a utilização de alimentação por pinças mecânicas ou magnéticas e tenazes não é reconhecida como medida de proteção para o trabalhador; somente é admitida para atividades de forjamento a quente ou a morno, desde que conjugadas com medidas de proteção que garantam o distanciamento do operador da área de risco. Sendo, é terminantemente vedada a utilização de dispositivos afasta-mãos ou similar nos trabalhos em prensas.



Figura 58 – Afasta-mãos instalado em dobradeira.



Figura 59 – Afasta-mãos instalado em dobradeira.

## 5.2 Pressas mecânicas excêntricas com freio/embreagem – PMEFE

Aida Becker

Engenheira de Segurança do Trabalho  
Auditora Fiscal do Trabalho – SRTE-RS

Roberto Misturini

Engenheiro de Segurança do Trabalho  
Auditor Fiscal do Trabalho – SRTE-RS

### 5.2.1 Identificando a prensa

A eficácia na implementação de sistema de segurança em uma prensa passa primeiramente pela identificação da máquina, suas características e as variáveis do processo. As pressas mecânicas excêntricas com freio/embreagem possuem cadeia cinemática constituída por uma fonte de energia: motor elétrico que transmite movimento de rotação ao volante, que por sua vez transmite o movimento de rotação ao eixo excêntrico e por meio de biela(s) transforma o movimento rotativo em movimento linear (sobe e desce do martelo). Quanto a sua forma, podem ser do tipo “C” ou “H”, possuir eixo excêntrico transversal ou longitudinal, operar com alimentação manual ou de forma automática. Pode ainda possuir mesa fixa, inclinada ou regulável, o que pode ser interessante para facilitar a descarga de peças por gravidade.

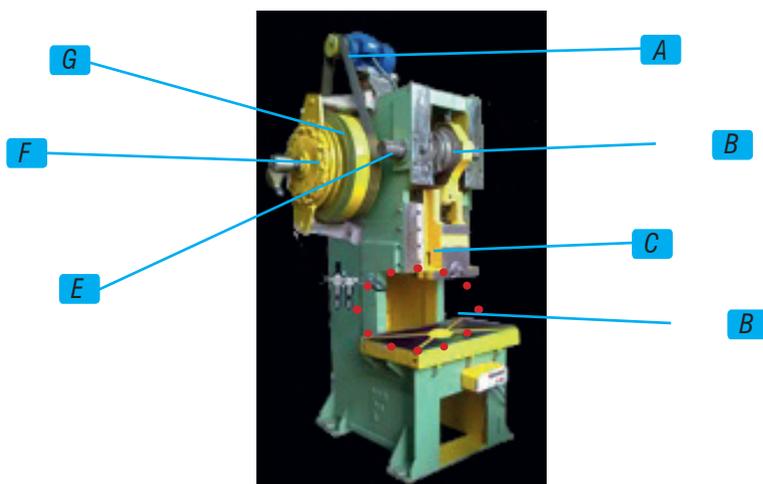


Figura 60 – Prensa mecânica excêntrica tipo “C” com eixo excêntrico transversal e sistema freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).

- A – Motor
- B – Biela
- C – Martelo
- D – Zona de prensagem
- E – Eixo excêntrico
- F – Sistema freio/embreagem conjugado
- G – Volante

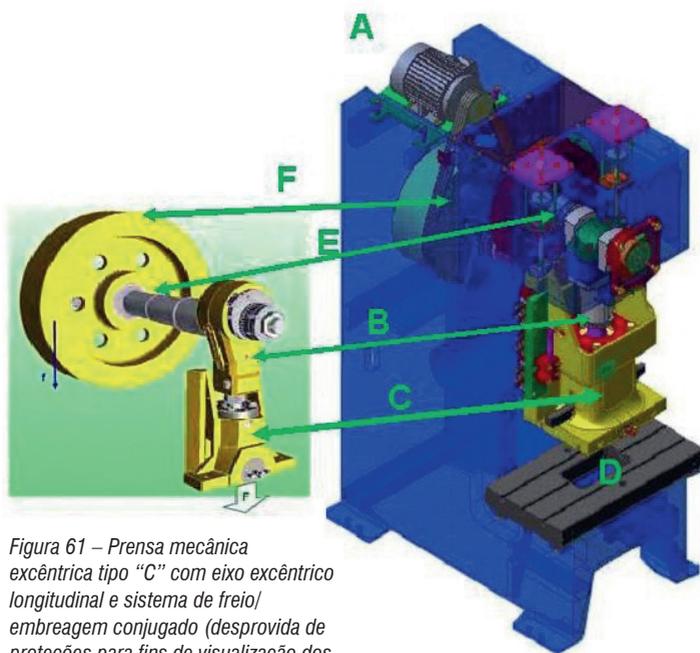


Figura 61 – Prensa mecânica excêntrica tipo “C” com eixo excêntrico longitudinal e sistema de freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).

- A – Motor
- B – Biela
- C – Martelo
- D – Zona de prensagem
- E – Eixo excêntrico
- F – Volante

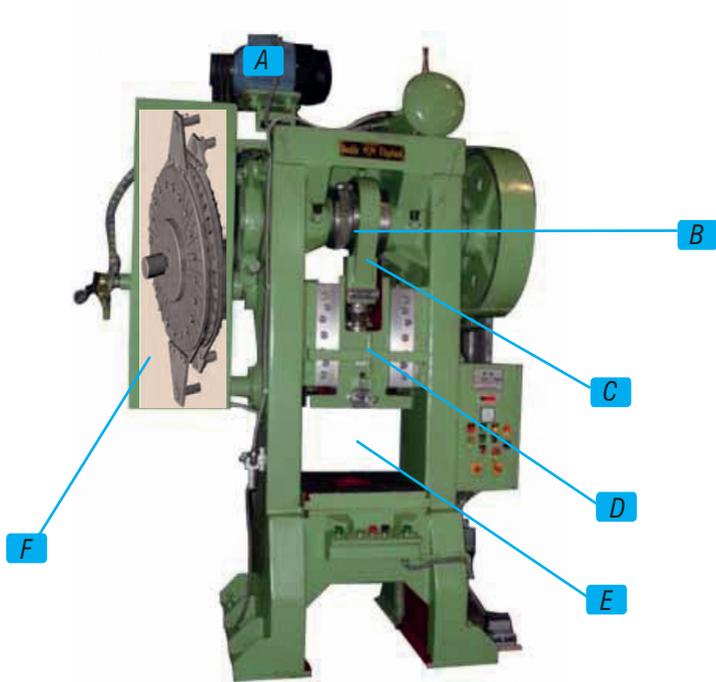
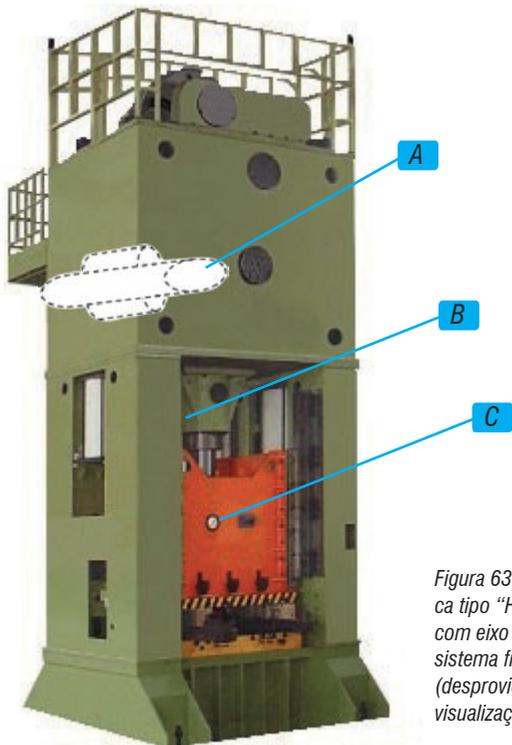


Figura 62 – Prensa mecânica excêntrica tipo “H” com eixo excêntrico transversal e sistema freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).

- A – Motor
- B – Eixo excêntrico
- C – Biela
- D – Martelo
- E – Zona de prensagem
- F – Sistema freio/embreagem

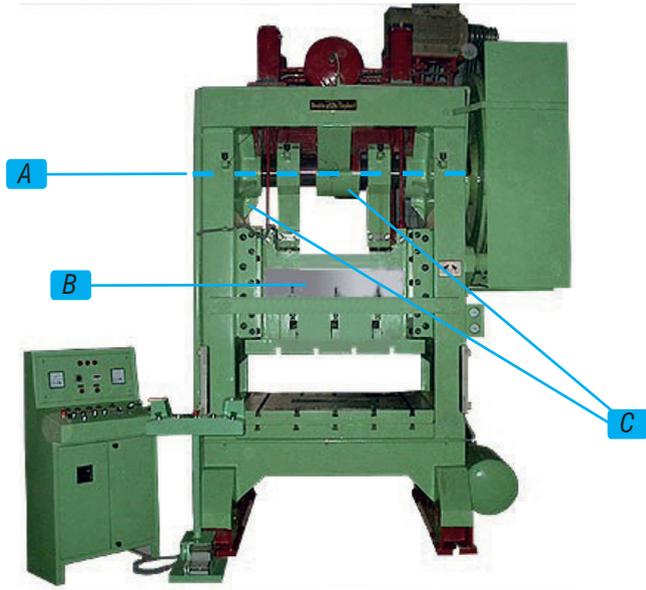


*Figura 63 – Prensa mecânica excêntrica tipo “H” (com abertura nas laterais) com eixo excêntrico longitudinal e sistema freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).*

A – Eixo excêntrico (representação)

B – Biela

C – Martelo



*Figura 64 – Prensa mecânica excêntrica tipo “H” com eixo excêntrico transversal com duas bielas e sistema freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).*

- A – Eixo excêntrico
- B – Martelo
- C – Bielas



*Figura 65 – Prensa mecânica excêntrica tipo “H” com mesa inclinada, eixo excêntrico transversal e sistema freio/embreagem conjugado (desprovida de proteções para fins de visualização dos elementos).*



*Figura 66 – Conjunto de prensas mecânicas excêntricas rápidas com acionamento automático e alimentação robótica com proteções fixas conjugadas com proteção móvel intertravada, inclusive proteção de perímetro (proteção fixa distante conjugada com proteção móvel intertravada e cortina de luz para a área do robô).*

A principal característica das prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem é seu sistema de acionamento comandado por válvula de segurança de fluxo cruzado, que permite que o ciclo de movimentação do martelo (PMS ponto morto superior – PMI ponto morto inferior – PMS ponto morto superior) possa ser interrompido em qualquer posição, isto é: uma vez retirada qualquer uma das mãos do comando de acionamento bimanual, aberta qualquer proteção móvel intertravada, invadida a área de detecção da cortina de luz, retirado o dispositivo de retenção mecânico de sua conexão intertravada ou acionado o dispositivo de parada de emergência, o movimento do martelo deve cessar imediatamente.

O sistema freio/embreagem mais encontrado é do tipo conjugado (freio e embreagem em um único conjunto), sendo acionado pneumaticamente. O sistema é normalmente freado, isto é, quando as molas estão em repouso, a prensa está no ponto morto superior (PMS); o volante está em movimento, mas desacoplado do eixo excêntrico, quando a válvula recebe o sinal da interface de segurança, indicando que a prensa está apta a operar (acionamento de ambas as mãos do operador com simultaneidade de 0,5 s no comando bimanual, proteções intertravadas fechadas, cortina de luz sem detecção de invasão), o fluido (ar) é introduzido na câmara, vencendo a força das molas, liberando o freio e acionando a embreagem; assim

o eixo gira solidariamente ao volante, executando o ciclo de movimentação do martelo. Uma vez executado o ciclo, o fluido é liberado e um novo comando deve ser dado para o início de um novo ciclo, quando em operação manual. A retirada de qualquer uma das mãos dos operadores do comando bimanual, detecção de invasão da área monitorada pela cortina de luz, abertura de proteção intertravada e acionamento de dispositivo de parada de emergência devem ser detectados pela interface de segurança, que enviará um sinal para a válvula de segurança liberar imediatamente o fluido, desacoplando a embreagem e atuando o freio em um tempo de alguns milissegundos.

O sistema freio/embreagem pode ser separado, onde a embreagem é montada de um lado da máquina e o freio de outro; nesse caso, são necessárias duas válvulas de segurança de fluxo cruzado com acionamento sincronizado, liberando o freio antes da embreagem e atuando o freio imediatamente após a liberação da embreagem. O sistema freio/embreagem pode ser pneumático ou hidráulico.

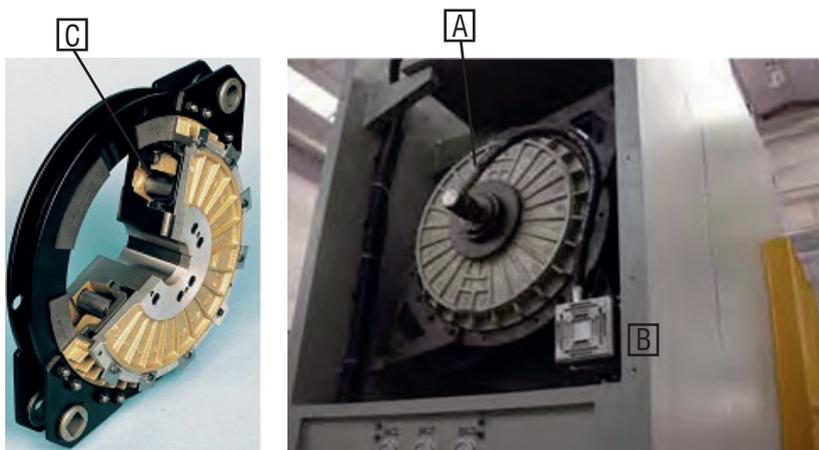
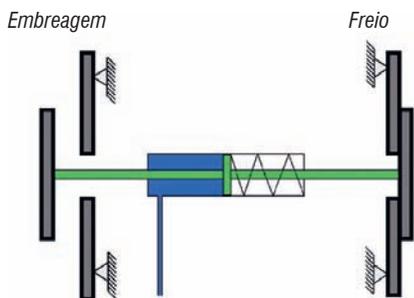
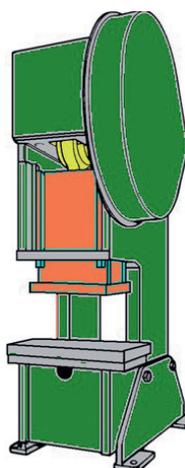


Figura 67 – Vista do sistema freio/embreagem pneumático conjugado e da válvula de segurança.

- A – Sistema freio/embreagem pneumático conjugado
- B – Válvula de segurança
- C – Molas

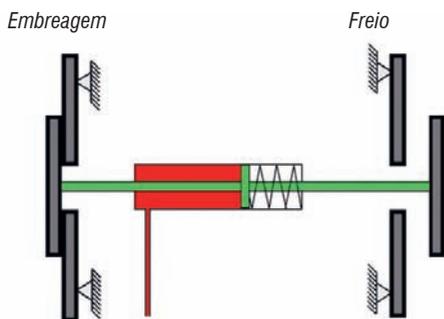


Sistema freio/embreagem com molas em repouso (freado); sem o ar comprimido, o freio está acoplado e a embreagem liberada.

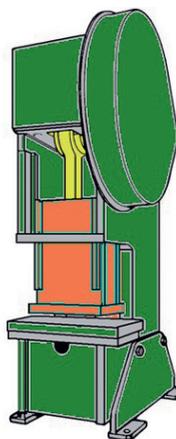


Prensa no PMS

Figura 68 – Representação esquemática (com apenas uma mola) do sistema freio/embreagem pneumático conjugado em repouso.



Quando a prensa é acionada, a válvula de segurança libera o ar comprimido para o interior do sistema freio/embreagem, que vence a força das molas, liberando o freio e acoplando a embreagem, iniciando o movimento de descida do martelo.



Prensa no PMI

Figura 69 – Representação esquemática (com apenas uma mola) do sistema freio/embreagem pneumático conjugado acionado.

## 5.2.2. Selecionando os sistemas de segurança

Os perigos mais significativos são os mecânicos, tais como: perigo de esmagamento, perigo de mutilação, perigo de corte ou perfuração, perigo de arastamento ou aprisionamento, especialmente na zona de prensagem. Outros perigos resultantes de material em processamento, emissão de fluidos nocivos ou sob pressão, contato com energia elétrica, vibrações, posturas inadequadas e ritmo excessivo devem ser levados em consideração na seleção dos sistemas de segurança, não somente a etapa de operação, mas em todas as tarefas demandadas, tais como: ajustes, limpeza e manutenção, incluindo todos os trabalhadores envolvidos e terceiros.

Os sistemas de segurança para zona de prensagem devem considerar a possibilidade de acesso dos segmentos corporais, por todos os lados; geralmente as prensas do tipo “C” possuem carenagem posterior na zona de prensagem e as prensas do tipo “H” possuem carenagem nas laterais, embora alguns modelos apresentem carenagem com aberturas que permitem o acesso. São considerados para zona de prensagem:

a) Sistemas de segurança que permitem maior variabilidade de ferramentas e melhor interação com o operador composto por cortina de luz conjugada com comando bimanual na face frontal ou de operação, sendo complementado por proteções laterais e traseiras, fixas ou móveis intertravadas.

Prensas rápidas que operam com mais de 50 golpes por minuto no modo automático devem ter proteção fixa ou móvel com intertravamento com bloqueio, pois nessa velocidade há dificuldade de frenagem instantânea.

b) Enclausuramento por meio de proteção fixa ou móvel intertravada com frestas que não permitam o ingresso dos dedos e mãos na zona de perigo. Essa aplicação na maioria das vezes limita para operações com geometrias planas, sistemas de alimentação tais como: gaveta, bandeja rotativa ou tambor de revólver podem ser empregados.

c) Ferramenta fechada, significando o enclausuramento do par de ferramentas, com frestas que não permitam o ingresso dos dedos e mãos na zona de perigo. Essa aplicação só deve ser utilizada em prensas dedicadas, isto é: prensas cuja utilização está vinculada exclusivamente com o uso de ferramentas fechadas de forma documentada (inventário atualizado) com identificação da máquina e a relação das ferramentas.

As transmissões de força, como volantes, polias, correias e engrenagens, devem ser dotadas de proteção fixa ou móvel intertravada.

As prensas com eixo excêntrico transversal possuem ambas as extremidades do eixo apoiadas, porém as prensas com eixo longitudinal possuem o eixo em balanço, sendo mais vulnerável a queda da biela em caso de rompimento do eixo. Deve haver proteção fixa resistente aos esforços solicitantes para evitar acidentes com quebra de eixo e queda da biela.

Os sistemas de segurança devem ser entendidos como um conjunto de componentes, que por si só, ou interligados entre si ou associados a proteções, reduzam o risco de acidentes e de outros agravos à saúde. Para as prensas mecânicas com freio/embreagem é fundamental ser comandada por válvula de segurança específica, com fluxo cruzado, monitoramento dinâmico e livre de pressão residual, possuir monitoramento da posição do martelo para garantir a eficácia do posicionamento da cortina de luz em função do escorregamento provocado pelo desgaste do freio do sistema freio/embreagem. A cortina de luz deve ser adequadamente dimensionada e instalada conjugada com acionamento bimanual com autoteste, simultaneidade de 0,5 s e monitorado por interface de segurança. As proteções móveis devem ser intertravadas e monitoradas por interface de segurança e os dispositivos de parada de emergência e sistema de retenção mecânico devem ser monitorados por interface de segurança.

Caso a bimanuais seja operada por mais de um trabalhador, o número de comandos deve ser igual ao número de trabalhadores, devendo haver chave de seleção bloqueável e monitorada por interface de segurança para essa função.

Sistemas automatizados e providos de alimentadores devem receber proteção de perímetro, para evitar o acesso à zona de perigo.

As prensas devem ser dotadas de meios de acesso seguros, para manutenção e inspeção e sistemas de proteção contra quedas quando requeridas atividades com risco de quedas.

Podem ser adotadas, em caráter excepcional, outras medidas de proteção e sistemas de segurança nas prensas, desde que garantam a mesma eficácia das medidas aqui elencadas e que atendam as normas técnicas vigentes.

### **5.2.3 Válvula de segurança**

#### **5.2.3.1 Válvula de segurança pneumática para conjunto freio/embreagem**

O item 4 do Anexo VIII da NR 12:2010 contempla os sistemas hidráulicos e pneumáticos de comando.

As prensas mecânicas excêntricas com freio ou embreagem pneumático, as prensas pneumáticas e seus respectivos similares devem ser comandados por válvula de segurança específica com fluxo cruzado, monitoramento dinâmico e livre de pressão residual.

A prensa ou similar deve possuir rearme manual, incorporado à válvula de segurança ou em outro componente do sistema, de modo a impedir acionamento adicional em caso de falha.

Nos modelos de válvulas com monitoramento dinâmico externo por pressostato, *microswitches* ou sensores de proximidade, o monitoramento deve ser realizado por interface de segurança.

Somente podem ser utilizados silenciadores de escape que não apresentem risco de entupimento, ou que tenham passagem livre correspondente ao diâmetro nominal, de maneira a não interferir no tempo de frenagem.

Quando válvulas de segurança independentes forem utilizadas para o comando de prensas e similares com freio e embreagem separados, devem ser interligadas de modo a estabelecer entre si um monitoramento dinâmico, para assegurar que o freio seja imediatamente aplicado caso a embreagem seja liberada durante o ciclo, e ainda para impedir que a embreagem seja acoplada caso a válvula do freio não atue. Esse requisito se aplica para o comando de prensas e similares com freio e embreagem separados. Esse requisito não se aplica a prensas pneumáticas e seus respectivos similares.

Os sistemas de alimentação de ar comprimido para circuitos pneumáticos de prensas e similares devem garantir a eficácia das válvulas de segurança, e possuir purgadores ou sistema de secagem do ar e sistema de lubrificação automática com óleo específico para esse fim.

As prensas mecânicas excêntricas com freio ou embreagem hidráulico e seus respectivos similares devem ser comandados por sistema de segurança composto por válvulas em redundância, com monitoramento dinâmico.

A prensa ou similar deve possuir rearme manual, de modo a impedir qualquer acionamento adicional em caso de falha.

Nos sistemas de válvulas com monitoramento dinâmico externo por pressostato, *microswitches* ou sensores de proximidade, o monitoramento deve ser realizado por interface de segurança.

Quando válvulas independentes forem utilizadas, devem ser interligadas de modo a estabelecer entre si um monitoramento dinâmico, assegurando que

não haja pressão residual capaz de comprometer o funcionamento do conjunto freio e embreagem em caso de falha de uma das válvulas.

As prensas hidráulicas e similares devem possuir bloco hidráulico de segurança ou sistema de segurança composto por válvulas em redundância que possua a mesma característica e eficácia, com monitoramento dinâmico.

Os sistemas de alimentação de ar comprimido para circuitos pneumáticos de prensas e similares devem garantir a eficácia das válvulas de segurança, possuindo purgadores ou sistema de secagem do ar e sistema de lubrificação automática com óleo específico para esse fim.

A confiabilidade da precisão de parada de movimento do martelo depende de a válvula de segurança ser livre de pressão residual, evitando uma nova descida involuntária do martelo (repique), garantindo ainda em qualquer tempo a parada da descida do martelo através de uma rápida liberação do ar e o acoplamento do freio.



*Figuras 70 – Válvulas pneumáticas de segurança de fluxo cruzado com silenciador incorporado para PMEFE.*

### **5.2.3.2 Válvula de segurança hidráulica para conjunto freio/embreagem**

As prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem hidráulico e seus respectivos similares devem ser comandados por sistema de segurança composto por válvulas em redundância, com monitoramento dinâmico.

A prensa ou similar deve possuir rearme manual, de modo a impedir qualquer acionamento adicional em caso de falha.

Nos sistemas de válvulas com monitoramento dinâmico externo por pressostato, *microswitches* ou sensores de proximidade, este deve ser realizado por interface de segurança.

Quando forem utilizadas válvulas independentes para comando de prensas e similares com freio/embreagem conjugados, estas devem ser interligadas de modo a estabelecer entre si um monitoramento dinâmico, assegurando que não haja pressão residual capaz de comprometer o funcionamento do conjunto freio/embreagem em caso de falha de uma das válvulas.

Quando forem utilizadas válvulas independentes para o comando de prensas e similares com freio e embreagem separados, estas devem ser interligadas de modo a estabelecer entre si um monitoramento dinâmico, assegurando que o freio seja imediatamente aplicado caso a embreagem seja liberada durante o ciclo, e também para impedir que a embreagem seja acoplada caso a válvula do freio não atue.

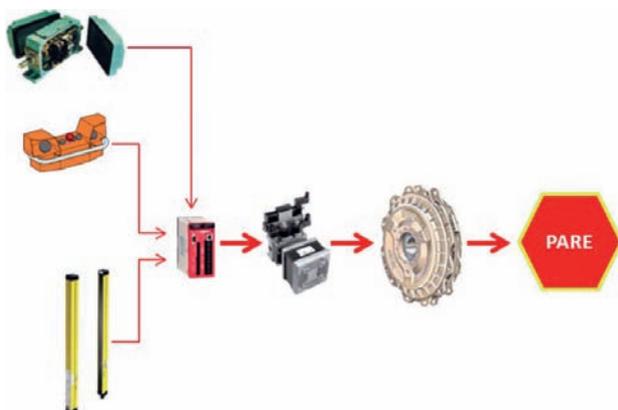


Figura 71 – Exemplo de fluxo sequencial dos dispositivos de segurança de parada da PMEFE.

### 5.3 Prensas mecânicas de fricção com acionamento por fuso – PMFAF

Leonardo Nascimento  
Técnico em Eletrônica / Eletrotécnico  
Especialista em Sistema de Segurança

Neste tipo de prensa, conhecida também por prensa tipo parafuso ou prensa por fuso, o martelo desce por meio de um grande parafuso (fuso) linear reversível, sendo acionado por meio de dois robustos volantes laterais, posicionados verticalmente, que friccionam um volante horizontal central, localizado no ponto superior do fuso, permitindo desse modo a realização do movimento de descida e subida do martelo por meio do atrito dos volantes laterais com o volante horizontal.

Esta máquina não é de ciclo completo, permitindo a parada do martelo durante seu movimento de descida; todavia, a grande inércia existente no sistema não permite a precisão na parada do martelo.

Nesta máquina não é possível a adoção de dispositivos de detecção através da aproximação, tais como cortina de luz ou dispositivos fixos tipo comando bimanual para comandar a parada do martelo.

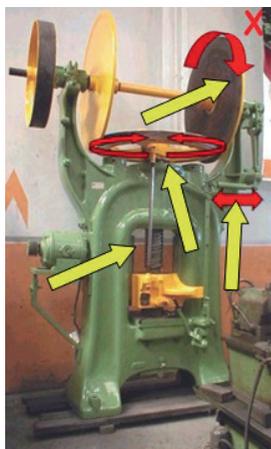


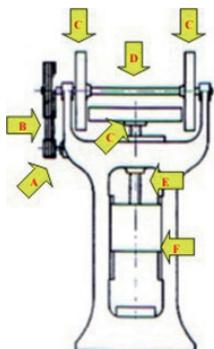
Figura 72 – PMFAF completamente desprotegida.

### 5.3.1 Estrutura

Este tipo de prensa pode ser confeccionado em ferro fundido, aço fundido ou em chapa de aço soldada.

### 5.3.2 Cadeia cinemática

São todas as peças que geram um movimento para ser aplicado no martelo. São exemplos os volantes, as engrenagens, os eixos, as guias, as correias, etc.



- Legenda:  
A – motor  
B – polias  
C – volantes  
D – eixo  
E – fuso (parafuso)  
F – martelo

Figura 73 – Desenho esquemático da cadeia cinemática da PMFAF.



Figura 74 – Fusão.



Figura 75 – Volante.

### 5.3.3 Zona de prensagem

O espaço entre o martelo e a mesa da prensa onde se coloca o ferramental é chamado de zona de prensagem, sendo a área onde o martelo aplica a força. Nesse espaço encontra-se a maior área de risco, visto que a exposição do operador pode ocorrer a cada ciclo, repetindo-se várias vezes ao longo da jornada. Nesta máquina não é possível a incorporação de dispositivos de segurança, como cortina de luz e comando bimanual para prover proteção na zona de prensagem.



Figura 76 – PMFAF com zona de prensagem desprotegida.

### 5.3.4 Proteção em prensas com acionamento por fuso

Do mesmo modo que as prensas mecânicas excêntricas de engate de chaveta, deverá ser impedido o acesso à zona de prensagem por todos os lados, através de proteção física fixa durante o ciclo normal de trabalho, podendo ainda operar com ferramentas fechadas, conforme a NBRNM 272:2002.

Em situações de trabalho a morno e a quente, admite-se a utilização de pedais de acionamento com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, adequadamente protegidos contra acionamento acidental e proteção parcial na zona de alimentação e descarga com o uso de tenazes ou pinças, desde que sejam adotadas medidas de proteção que garantam o distanciamento do trabalhador.

As transmissões de força, como volantes, polias, correias e engrenagens, devem ter proteções fixas, integrais e resistentes, através de chapa ou outro material rígido que impeça o ingresso das mãos e dos dedos nas áreas de risco, conforme a NBR NM ISO 13852:2003.

A proteção dos volantes superiores deve ser especialmente resistente para impedir a projeção dos mesmos. No caso de utilização de cinta de atrito no volante horizontal, esta deverá receber proteção para evitar que partes sejam lançadas no caso de seu rompimento.

Para manutenção ou troca de ferramental, é necessária a utilização de proteção móvel intertravada que garanta a parada total da máquina (monitor de detecção de movimento), devendo ainda utilizar-se dispositivo de retenção mecânica (por exemplo: calço) instalado entre a mesa e o martelo. A máquina deverá ser provida de chave seccionadora ou dispositivo de mesma eficácia, dotado de bloqueio que impeça a partida da mesma.

É proibido o uso de pedais ou alavancas mecânicas para o acionamento. Comandos do tipo bimanual poderão ser utilizados como acionadores, a fim de eliminar o pedal, porém não constituem proteção. Poderá ser admitida, para trabalhos a frio, a utilização de pedais com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, dentro de uma caixa de proteção respeitando as dimensões previstas na NBRNM-ISO 13853, desde que não haja acesso à zona de prensagem através de barreira física ou quando utilizada ferramenta fechada.



Figura 77 – PMFAF com proteção nos volantes.

### IMPORTANTE:

#### Braço de alavanca de acionamento

Para evitar acidentes com o braço de alavanca de acionamento, basta fixar um cabo de aço ao braço e parafusar no corpo da máquina. Mesmo que o braço venha a se romper, ficará preso no cabo de aço.

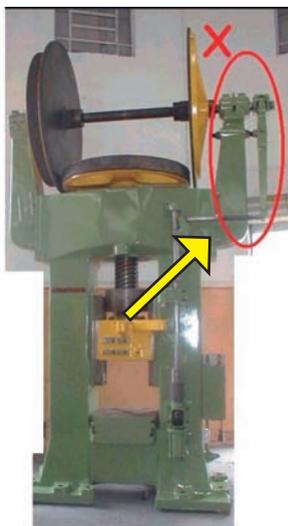


Figura 77A – PMFAF: detalhe de alavanca desprotegida.

## 5.4 Pressas hidráulicas (PH)

*Leonardo Nascimento*

*Técnico em Eletrônica / Eletrotécnico*

*Especialista em Sistema de Segurança*

As pressas hidráulicas são máquinas normalmente utilizadas para repuxos longos, conformação com grande deformação plástica, montagem de componentes, sinterização e demais processos que exigam precisão e baixa velocidade.

Apresentam fácil instalação de dispositivos de segurança e são perfeitamente compatíveis com elementos sensíveis, como cortinas de luz e *scanners*.

As pressas hidráulicas (PH) têm como característica a força constante em qualquer ponto do curso do martelo e possuem, geralmente, o corpo em forma de “H”, com duas ou quatro colunas, com mesa fixa ou regulável, horizontal ou inclinada, podendo ter inúmeras outras características adicionais, como o duplo e o triplo efeito.

Quando acionada, através de um pedal elétrico, pneumático ou hidráulico, ou comando bimanual (é proibido o uso de pedais ou alavancas mecânicas), o martelo recebe o movimento de um ou mais cilindros hidráulicos que se deslocam pela ação do fluido (óleo), que é injetado por bombas hidráulicas de alta pressão e motores potentes. Seu movimento, na maioria das vezes, é lento e, do mesmo modo que nas PMEFs, pode ser interrompido a qualquer momento do ciclo de trabalho.

As pressas hidráulicas (PH), por suas características peculiares, podem apresentar falhas como:

- avanço involuntário (válvula piloto sozinha);
- falha no comando das válvulas (não desliga(m));
- queda do martelo.

As pressas hidráulicas podem possuir modo de acionamento contínuo com o uso de alimentadores automáticos; nessa condição, os riscos de acidentes são maiores, já que não existe comando do homem para a execução do ciclo.

### 5.4.1 Estrutura

A estrutura usualmente é de chapa soldada, mas pode ser de ferro fundido, podem ser tipo C, Tipo H, quatro colunas, entre outras. Sua atuação pode ser por cima ou por baixo, com um ou mais cilindros.



*Figura 78 – PH: Prensa hidráulica.*

## **5.4.2 Principais componentes da PH**

### Estrutura

- Colunas da máquina
- Martelo
- Mesa

### Sistema de atuação

- Motor
- Bomba
- Conjunto de válvulas
- Cilindros

### Sistema de controle

- Painel elétrico
- CLP

- Componentes
- Sensores e atuadores

### Proteções

- Interface de segurança
- Cortinas de luz
- Bimanual
- Calço
- Proteções
- Válvulas de segurança
- Monitor de curso do martelo

### Ferramenta

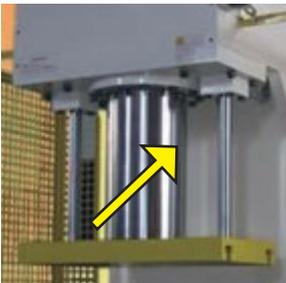


Figura 79 – Cilindro hidráulico.

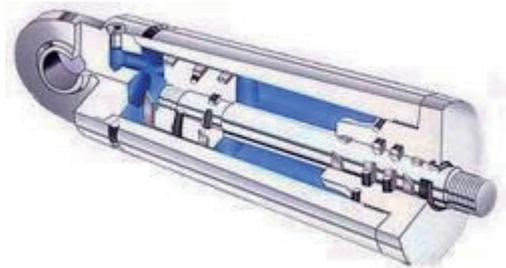


Figura 80 – Desenho em corte de cilindro hidráulico.



Figura 81 – Conjunto motobomba.

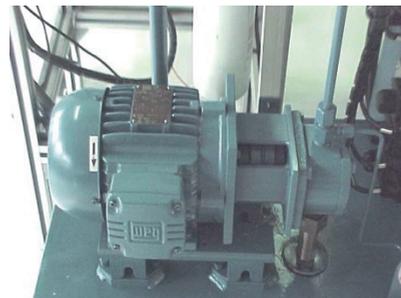


Figura 82 – Válvulas hidráulicas.



*Figura 83 – Reservatório de fluido hidráulico.*

#### **5.4.2.1 Válvulas ou bloco de segurança hidráulico**

São dispositivos eletromecânicos especiais instalados em sistemas hidráulicos, com a finalidade de controle seguro contra acionamentos involuntários ou falhos de componentes comandados que acionem partes de máquinas que coloquem em risco o indivíduo e que possuam redundância e monitoração no acionamento das válvulas.

O bloco hidráulico de segurança ou as válvulas de segurança devem atender as exigências da EN693.

- Possuir válvulas de segurança específicas, independentes do comando da prensa e com a garantia que através de comando de emergência ocorra à interrupção imediata do movimento do cilindro.
- Evitar movimentos de fechamento perigoso da prensa como resultado de acionamentos acidentais ou por ação da gravidade.
- Ter ao menos dois componentes independentemente controlados e monitorados, estando ligado um após o outro em série, para termos redundância.
- Na posição neutra (desligado), impedir a pressurização na área do pistão do cilindro (válvula) e impedir a perda de pressão no lado anular do cilindro.
- Monitorar a posição do embolo das válvulas de segurança.
- Proteger o sistema contra multiplicação de pressão no lado anular do cilindro com válvula limitadora de pressão de ação direta.

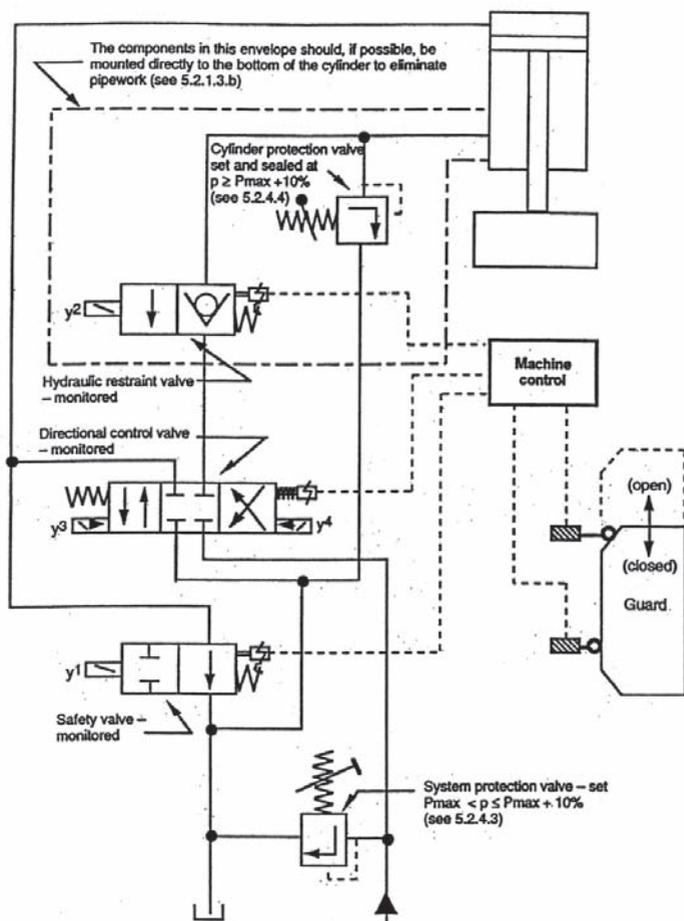


Figura 84 – Exemplo de circuito hidráulico de segurança redundante e monitorado para prensas descendentes (redundância e monitoramento do circuito elétrico não é mostrado).

Soupapes hydrauliques avec détecteurs intégrés  
(diagramme de Mannesmann-Rexroth)  
Hydraulic valves with built-in proximity sensors  
(Mannesmann-Rexroth works drawing)  
Hydraulikventile mit eingebauten Initiatoren  
(Werkbild Mannesmann-Rexroth)

Figure 1 / Figure 1 / Abb. 1

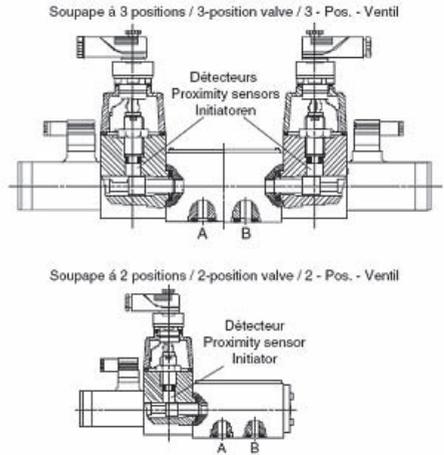


Figura 85 – Desenho de válvulas monitoradas de carretel com sensores de proximidade integrados.

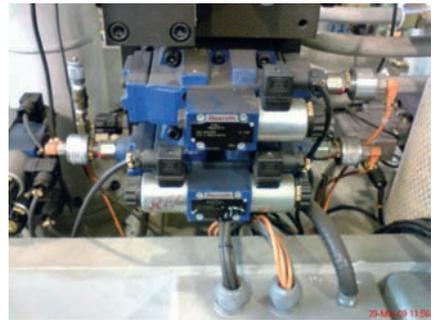


Figura 86 – Fotos de válvulas direcionais monitoradas de carretel com sensores de proximidade integrados.

Obs.: Em sistemas hidráulicos de altas vazões, as válvulas direcionais monitoradas de carretel são substituídas por elementos lógicos monitorados, também instalados de forma redundante.



*Figura 87 – Foto de elemento lógico monitorado (utilizado em substituição de válvulas direcionais monitoradas de carretéis em sistemas com vazões altas).*

#### **5.4.2.2 Válvula de retenção (bloco antiqueda)**

Em prensas de movimento descendente, a válvula de retenção deve ser instalada, preferencialmente, diretamente na saída do cilindro, ou, na impossibilidade, deve ser instalada o mais próximo possível através de tubo rígido sem costura.

Junto com a válvula de retenção, devemos prever a instalação de uma válvula limitadora de pressão diretamente operada para proteger o sistema contra multiplicação de pressão no lado anular do cilindro, caso ocorra falha da retenção.

Na utilização de bloco de segurança que já possua sistema de retenção e válvula contra multiplicação de pressão, não se faz necessária a utilização de válvula de retenção extra (bloco antiqueda).

Em prensas de movimento ascendente, quando não há áreas de risco durante o movimento descendente do martelo, não é necessária a instalação de válvula de retenção.

A válvula de retenção tem como finalidade manter o martelo parado em caso de falta de pressão na saída do cilindro por vazamento do conjunto de comando ou rompimento de tubulação ou mangueira.

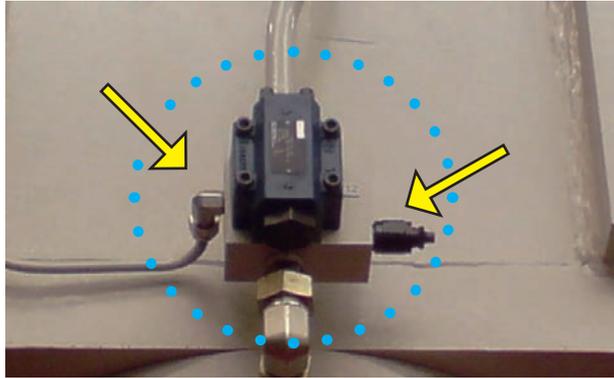


Figura 88 – Válvula de retenção e válvula limitadora de pressão diretamente operada instaladas junto ao cilindro hidráulico (bloco antiqueda).

### 5.4.2.3 Válvula proporcional

Válvulas proporcionais podem ser utilizadas em um circuito hidráulico de segurança, desde que esse circuito hidráulico de segurança atenda as características de monitoramento, redundância e interligado à interface de segurança.



Figura 89 – Válvula proporcional com monitoração.

### 5.4.3 Proteção em prensas hidráulicas

Diferentemente das prensas mecânicas excêntricas com engate de chaveta, a zona de prensagem poderá dispor de variados recursos para proteção.

Além das proteções físicas, é possível dispor de proteções com detecção através da aproximação, tais como cortinas de luz e dispositivos de comando bimanual, que atenda a NBR-14152:1998, tipo IIIC. Medidas de proteção adicionais devem impedir o acesso à área de perigo por quaisquer outras direções.

O número de comandos bimanuais deve corresponder ao número de operadores na máquina.

As cortinas de luz deverão ser adequadamente selecionadas e instaladas, com redundância e autoteste, classificadas como tipo ou categoria 4, conforme a IEC EN 61496:2004 e a NBR 14153:1998. Havendo possibilidade de acesso a áreas de risco não monitoradas pela(s) cortina(s), devem existir proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas, conforme a NBRNM 272:2002 e NBRNM 273:2002.

Onde for possível a permanência entre cortina de luz e a área de perigo da prensa, medidas adicionais devem ser providas, p.ex. mais feixes de luz para detecção de pessoas dentro dessa área. O espaço intermediário máximo permitível sem a necessidade de meios de detecção adicionais deve ser igual ou menor que 75mm.

Não deve ser possível iniciar qualquer movimento perigoso enquanto qualquer parte do corpo estiver interrompendo a cortina de luz.

São necessários comandos de rearme manual (*reset*) para restaurar o modo de operação pretendido se:

- a) uma pessoa puder atravessar a área de detecção do dispositivo;
- b) a cortina de luz for acionada durante um movimento perigoso;
- c) a cortina de luz estiver protegendo lados da prensa nos quais esta não pode ser operada.

O local de acionamento do rearme manual deve permitir ao operador a visualização total da área de perigo, mas mantendo-o fora de alcance da mesma. Os acionamentos dos rearmes não devem ser acessíveis da área de perigo. As funções de rearme devem ser monitoradas, ao menos, por sistemas de canal único.

Não deve existir mais do que um meio de rearme manual para cada zona de detecção. Se a prensa está protegida por cortina de luz nas laterais e na parte traseira, deve ser provido um dispositivo de comando de rearme para cada uma dessas cortinas.

Os pedais de acionamento devem ser evitados, porém, em casos em que tecnicamente não é possível a utilização de acionamento através de controle bimanual, poderá ser admitido o uso de pedais com atuação elétrica, pneumática ou

hidráulica, desde que instalados em uma caixa de proteção contra acionamento acidental e somente com a zona de prensagem protegida através de barreira física ou utilização de ferramenta fechada. O número de pedais deverá corresponder ao número de operadores na prensa, com chave seletora de posições tipo *ya/le* ou outro sistema com função similar, de forma a impedir o funcionamento acidental da prensa sem que todos os pedais sejam acionados.

Para manutenção e troca de ferramenta, a máquina deverá ter suas energias zeradas e bloqueadas, além do uso de dispositivo de retenção mecânica.

## 5.5 Prensas servoacionadas

*Nelson Cesar Barreira*  
*Engenheiro de Aplicações*

Prensas servoacionadas são máquinas mecânicas que tem como sua principal característica a eliminação do volante de inércia, bem como o freio e a embreagem, que são substituídos por um acionamento diretamente no eixo principal através de um módulo da unidade central de condução *servodrive*. Os motores servoacionados ou motores de torque são comandados por dispositivos eletrônicos de controle de movimento que permitem controlar, em tempo real, a posição e a velocidade do martelo, tornando o equipamento muito flexível para adaptação do processo de estampagem.

Os movimentos perigosos para esse tipo de máquina precisam ser imobilizados rapidamente de maneira satisfatória (isso também tem que ser garantido durante uma interrupção da alimentação de energia) e a retomada de movimento involuntária tem que ser impedida de maneira segura. Para referência do comando de segurança das prensas e proteções na área de prensagem são adotadas as diretrizes da NR 12:2010.

Para o controle de parada no ponto morto superior (escorregamento) bem como o risco de acidente pela queda do martelo em consequência do peso próprio em liberações momentâneas do eixo do motor (por exemplo, por queda de energia da rede elétrica), devem ser previstos freios externos mecânicos com acionamento pneumático ou hidráulico através de válvula de segurança categoria 4, conforme a NBR 13930, e retorno por molas. Devem existir no mínimo 2 freios, independente da quantidade de motores, e devem agir diretamente no engrenamento ou eixo excêntrico e seguir a categoria de segurança, conforme previsto na avaliação de risco prevista na NR 12:2010. Um teste automático a

cada oito horas deve ser previsto no programa da máquina (acionamento do freio aplicando momento nos servomotores ou motores de torque), para assegurar o correto funcionamento dos mesmos.

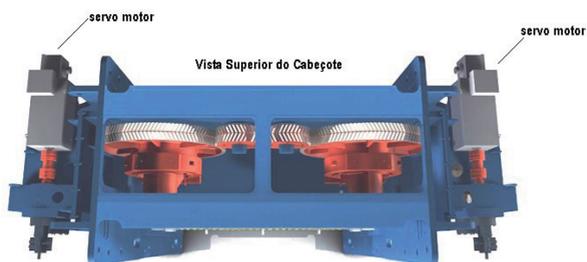


Figura 90 – Vista superior do cabeçote de prensa servoacionada.

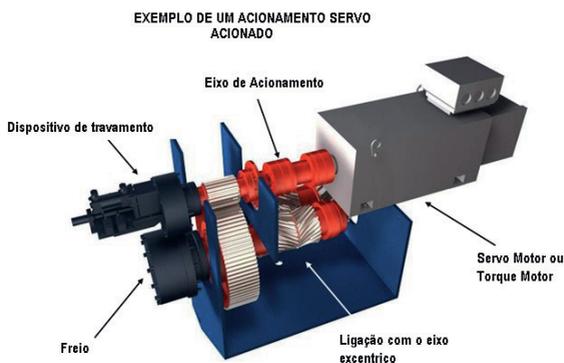
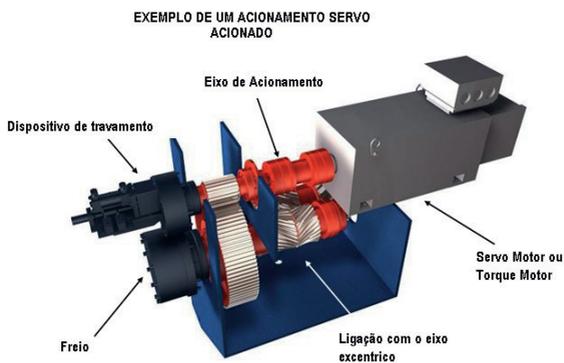


Figura 91 – Exemplo de sistema servoacionado.





*Figura 92 – Prensa servoacionada.*

### **5.5.1 Proteção em prensas servoacionadas**

As prensas servoacionadas poderão dispor de proteções físicas fixas e/ou móveis intertravadas para proteger a zona de prensagem. Podem ser utilizadas ferramentas fechadas como proteção da zona de prensagem.

Além das proteções físicas e ferramentas fechadas, é possível dispor de proteções com detecção através da aproximação, tais como cortinas de luz e dispositivos de comando bimanual, que atenda a NBR-14152:1998, tipo IIIC. Medidas de proteção adicionais devem impedir o acesso à área de perigo por quaisquer outras direções.

O número de comandos bimanuais deve corresponder ao número de operadores na máquina.

As cortinas de luz deverão ser adequadamente selecionadas e instaladas, com redundância e autoteste, classificadas como tipo ou categoria 4, conforme a IEC EN 61496:2004 e a NBR 14153:1998. Havendo possibilidade de acesso a áreas de risco não monitoradas pela(s) cortina(s), devem existir proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas, conforme NBRNM 272:2002 e NBRNM 273:2002.

Onde for possível a permanência entre cortina de luz e a área de perigo da prensa, medidas adicionais devem ser providas, p.ex. mais feixes de luz para a detecção de pessoas dentro dessa área. O espaço intermediário máximo permitido sem a necessidade de meios de detecção adicionais deve ser igual ou menor que 75mm.

Não deve ser possível iniciar qualquer movimento perigoso enquanto qualquer parte do corpo estiver interrompendo a cortina de luz.

São necessários comandos de rearme manual (*reset*) para restaurar o modo de operação pretendido se:

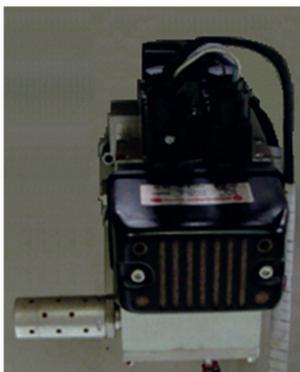
- d) uma pessoa puder atravessar a área de detecção do dispositivo;
- e) a cortina de luz for acionada durante um movimento perigoso;
- f) a cortina de luz estiver protegendo lados da prensa nos quais esta não pode ser operada.

## 5.6 Prensas pneumáticas

### 5.6.1 Válvula de segurança pneumática para prensas pneumáticas e similares

As prensas pneumáticas e similares devem ser comandadas por válvulas de segurança específicas para impedir o acionamento inesperado.

As válvulas de segurança devem ser redundantes, dinamicamente monitoradas e isentas de pressão residual em caso de falha.



*Figura 93 – Válvula pneumática de segurança de fluxo cruzado com silenciador incorporado.*

A prensa ou similar deve possuir rearme manual, incorporado à válvula de segurança ou em qualquer outro componente do sistema, de modo a impedir qualquer acionamento adicional em caso de falha.

Nos modelos de válvulas com monitoramento dinâmico externo por pressostato, *microswitches* ou sensores de proximidade, este deve ser realizado por interface de segurança.

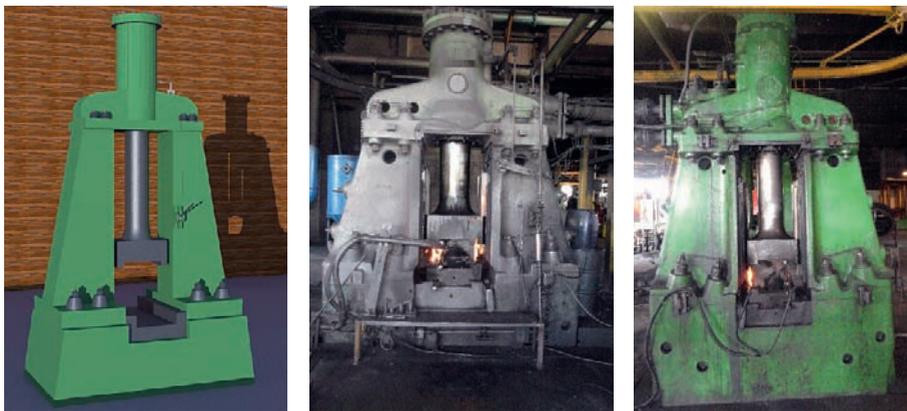
## 6 Máquinas ou equipamentos similares

*Hildeberto Bezerra Nobre Junior  
Auditor Fiscal do Trabalho  
Engenheiro de Segurança do Trabalho  
Mestre em Saúde Coletiva*

A seguir estão elencados as principais máquinas ou equipamentos similares mais encontrados no parque fabril brasileiro.

### 6.1 Martelos pneumáticos

São utilizados para o forjamento de peças a quente. Nestes equipamentos, uma câmara pneumática se mantém pressurizada por válvulas de ar. Quando a máquina é acionada, libera o ar comprimido da câmara, possibilitando a descida do martelo tanto por gravidade quanto pela força exercida por outra câmara de ar comprimido (FIERGS, 2006; SILVA, 2003).



*Figura 94 – Martelo pneumático.*

#### 6.1.1 Proteção em martelos pneumáticos

Nestas máquinas, recomenda-se o fechamento da zona de prensagem através de proteção física fixa para o trabalho normal, não sendo admissível a utilização de sensores de presenças (cortinas de luz) para compor seu sistema de segurança

Em situações de trabalho a morno e a quente, admite-se a utilização de pedais de acionamento com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, adequadamente protegidos contra acionamento acidental e proteção parcial na zona de

alimentação e descarga com o uso de tenazes ou pinças, desde que sejam adotadas medidas de proteção que garantam o distanciamento do trabalhador.

A manutenção e a troca de ferramentas devem ser realizadas sem a presença de energias (elétrica, hidráulica, pneumática e de gravidade, entre outras) e devem ser tomadas medidas necessárias para que tais energias não sejam restabelecidas durante a operação (ex.: bloqueio). Outra medida importante é a utilização de sistema de retenção mecânica.

Por questões ergonômicas, é proibida a utilização de pedais ou alavancas mecânicas como dispositivos de acionamento desses equipamentos, contudo comandos bimanuais podem ser utilizados, desde que sejam implementadas as medidas de segurança adequadas, pois sua simples utilização não é considerada segura para o trabalho com essas máquinas.

Ademais, outras medidas são preconizadas para o trabalho com esses equipamentos (FIERGS, 2006; SILVA, 2003):

- o parafuso central da cabeça do castelo deve ser preso com cabo de aço;
- o mangote de entrada de ar deve ser protegido para que evite sua projeção em caso de ruptura;
- todos os prisioneiros (inferior e superior) devem ser travados com cabo de aço, para evitar a projeção.

SILVA (2003) preconiza ainda a instalação de uma barra de proteção entre o posto de trabalho do operador e a zona de prensagem para evitar quedas no interior dessa zona.

## **6.2 Martelos de queda**

Os martelos de que são máquinas utilizadas amplamente em forjarias para o trabalho a quente.

Esta máquina consiste em uma estrutura de aço que sustenta um conjunto de volantes que giram livremente em relação ao eixo central. Há uma cinta de lona fixada em uma das extremidades ao eixo central e na outra ao martelo. O martelo é “abraçado” por quatro perfis de aço fixados à estrutura e que delimitam a trajetória do martelo. Quando acionada, o eixo é acoplado aos volantes, através de mancal. Então, o eixo passa a girar, enrolando a cinta e levantando o martelo. Quando o martelo é liberado pelo operador, ele cai em queda livre sobre a peça (FIERGS, 2006; SILVA, 2003).

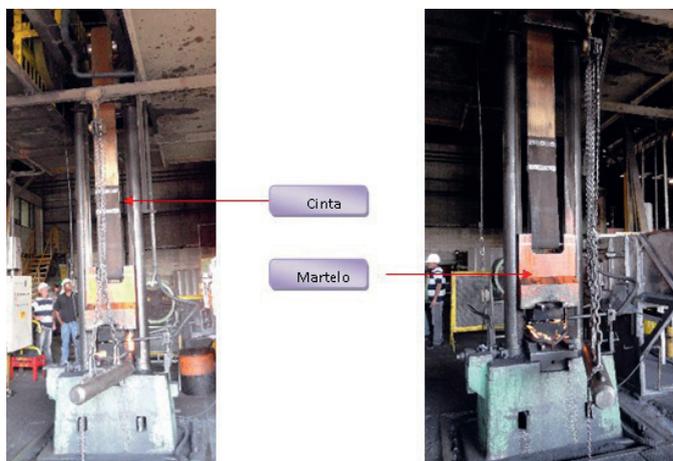


Figura 95 – Martelos de queda.

### 6.2.1 Proteção em martelos de queda

Estas máquinas devem ser protegidas por proteções fixas, de modo a impedir o acesso por todos os lados.

O acionamento pode ser feito através de pedais de acionamento com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, adequadamente protegidos contra acionamento acidental e proteção parcial na zona de alimentação e descarga com o uso de tenazes ou pinças, desde que sejam adotadas medidas de proteção que garantam o distanciamento do trabalhador (FIERGS, 2006).

A manutenção e a troca de ferramentas devem ser realizadas sem a presença de energias (elétrica, hidráulica, pneumática e de gravidade, entre outras) e devem ser tomadas medidas necessárias para que tais energias não sejam restabelecidas durante a operação (ex.: bloqueio). Outra medida importante é a utilização de sistema de retenção mecânica.

Por questões ergonômicas, é proibida a utilização de pedais ou alavancas mecânicas como dispositivos de acionamento desses equipamentos, contudo comandos bimanuais podem ser utilizados, desde que sejam implementadas as medidas de segurança adequadas, pois sua simples utilização não é considerada segura para o trabalho com essas máquinas.

## 6.2.2 Cinta

Deve ser instalada uma proteção fixa na cinta, para garantir que não atinja os trabalhadores em caso de ruptura.

## 6.2.3 Volantes e polias

O volante e as polias devem estar protegidos por barreiras (proteções) devidamente dimensionadas que evitem que atinjam os trabalhadores em caso de ruptura.

Ademais, SILVA (2003) preconiza ainda a instalação de uma barra de proteção entre o posto de trabalho do operador e a zona de prensagem, para evitar quedas no interior dessa zona.

## 6.3 Dobradeira ou prensa viradeira

*Silvio Clavijo*

*Engenheiro Eletricista (UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá)*

*Especialista em segurança de máquinas*

**IMPORTANTE:** A operação e manutenção de uma prensa dobradeira ou viradeira deve ser feita por profissional treinado e capacitado.

### 6.3.1 Definições

Prensa dobradeira

Equipamento desenvolvido para efetuar dobras em materiais metálicos a frio e/ou de estrutura plástica de possível conformação.

Através da combinação de seu ferramental (punção e matriz), é possível efetuar dobras de ângulos e raios, proporcionando a fabricação dos mais variados formatos de perfis, atendendo a vários tipos de setores da indústria.

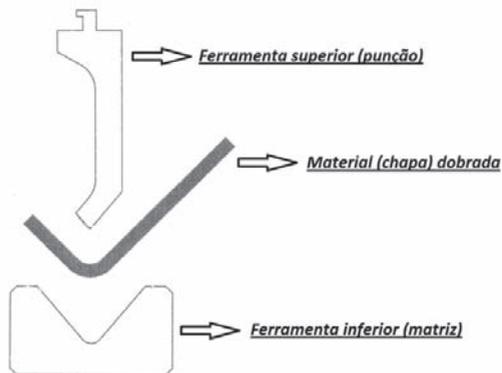


Figura 96 – Ferramenta de dobra com visão do ângulo de dobra.

## Ferramentas

Termo para a combinação das ferramentas punção e matriz.

Podem-se obter diversos tipos e formatos de dobra com a utilização de diferentes modelos de punções e matrizes, como, por exemplo, nas figuras abaixo:

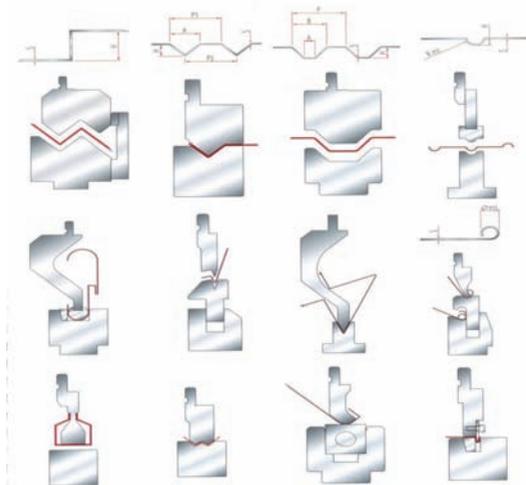


Figura 97 – Ferramentas utilizadas em dobradeiras.

## **Prensador ou martelo**

Principal parte móvel da dobradeira, a qual segura o punção no caso das dobradeiras descendentes.

## **Plano de dobra**

Plano vertical que passa através da primeira linha de contato com o material da ferramenta superior.

## **Ponto morto**

Pontos finais de curso da dobradeira:

- PMI – ponto morto inferior – geralmente corresponde ao final do curso de fechamento.
- PMS – ponto morto superior – geralmente corresponde ao final do curso de abertura.

NOTA: Em uma dobradeira ascendente, os pontos são invertidos.

## **Válvula de retenção**

Dispositivo hidráulico que protege contra uma queda gravitacional do prensador.

## **Velocidade rápida ou queda livre**

Velocidade de aproximação da ferramenta superior antes do ponto de troca de velocidade.

## **Velocidade lenta**

Velocidade  $\leq 10$  mm/s, após o ponto de troca de velocidade.

### **6.3.2 Tipos de dobradeiras**

As prensas dobradeiras são definidas de acordo com as características construtivas:

Elas se dividem em quatro tipologias distintas:

Prensas dobradeiras descendentes

- Mecânica de acionamento por freio/embreagem (fricção) mecânica tipo cinta.
- Mecânica de acionamento por freio/embreagem (fricção) mecânica.

- Mecânica de acionamento por freio/embreagem (fricção) pneumático.
- Hidráulica.

### **Prensa dobradeira mecânica com acionamento por freio/embreagem (fricção) mecânico (tipo cinta):**

A embreagem é acionada por intermédio de alavancas movimentadas por um pedal comandado pelo operador do equipamento.

Acionando o pedal, o dispositivo de frenagem é desativado e inicia-se o movimento do punção. Desacionando-se o pedal, a fricção desacopla e o conjunto de frenagem é acionado por ação de molas, interrompendo o movimento da máquina, independente de sua posição.

O sistema de frenagem impede o movimento involuntário do conjunto (sem ação do operador).

Mantendo-se o pedal pressionado, a máquina executa movimentos repetitivos.

Cabe lembrar que o controle do movimento é sensível e proporcional à pressão aplicada ao pedal, porém esse sistema de acionamento não permite a incorporação de sistemas de segurança. Para tal, existe a necessidade de se implementar mudanças no sistema de acionamento, instalando um conjunto de freio/embreagem pneumático.

Muitas vezes é utilizado como alternativa um atuador pneumático (pedal eletropneumático) para o acionamento da embreagem mecânica. Cabe ressaltar que sua eficiência é bem menor e não garante uma parada instantânea em caso de emergência, pois a frenagem continua sendo feita por ação do sistema de frenagem mecânica.

Substituindo-se o sistema de acionamento, aplicam-se os conceitos de segurança descritos abaixo.

Dobradeira descendente mecânica com acionamento por freio/embreagem (fricção) mecânico e pneumático.

Princípio de funcionamento:

A dobra é executada pela ação de um conjunto de ferramentas denominado punção e matriz, que interagem em uma chapa posicionada entre ambas.

A matriz é estática, sendo que o punção se movimenta alternadamente solidário a um componente denominado prensador (martelo), movimento esse transmitido de um conjunto de bielas que recebem movimento rotativo de um eixo ligado a um redutor por intermédio de engrenagens.

A energia (força) para que a dobra seja executada é gerada por um volante que gira em rotação e sentido constantes alimentado por um motor elétrico.

A energia cinética produzida é transmitida ao redutor através de um elemento de acoplamento denominado embreagem (fricção).

Em uma prensa dobradeira mecânica, a excentricidade é fixa, descrevendo um curso definido.

O ângulo de dobra é determinado pela profundidade de avanço do punção no canal “V” da matriz; a variação desse ângulo é possível pela alteração do P.M.I. (ponto morto inferior) através da regulagem da posição de eixos (munhão) roscados em cada biela.

A prensa dobradeira mecânica, acionada por freio/embreagem (fricção) mecânica ou pneumática, tem características de funcionalidade similares às prensas tipo “C”, porém sua aplicação e utilização é diferenciada.

Podemos considerar a aplicação da norma NBR13930.

O conjunto mecânico proporciona uma velocidade de trabalho elevada e fixa, não permitindo a aplicação de dispositivos AOPD *laser* para o monitoramento de sua área de trabalho, pois este opera somente em dobradeiras hidráulicas que possuam velocidade de trabalho (dobra) menor ou igual a 10mm/s.

Para esse caso, apenas AOPDs em forma de cortina de luz podem ser aplicados.

O enclausuramento da área de trabalho não é uma opção, pois impediria a alimentação e retirada do material a ser trabalhado.



*Figura 98 – Dobradeira descendente mecânica com freio-fricção pneumática.*

## **Proteções:**

As prensas dobradeiras mecânicas com acionamento por freio fricção pneumático devem ser equipadas com dispositivos mecânicos de proteção, os quais impedem o contato direto do operador com partes ou componentes que ofereçam riscos ou possam ser projetados em caso de quebra, a saber:

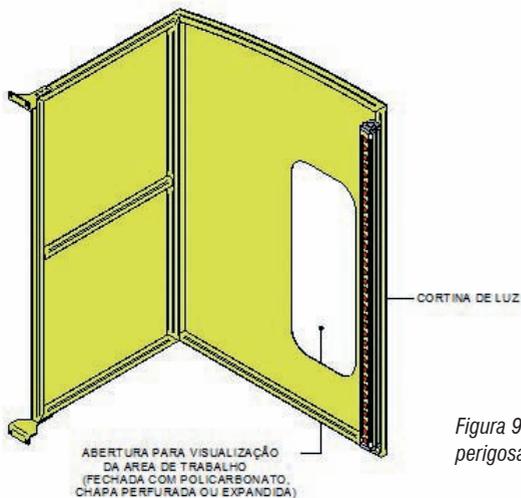
### **Proteções mecânicas fixas envolvendo:**

- correias;
- volante;
- polia motora;
- engrenagens;
- partes móveis em geral.

### **Deve ainda ser aplicado:**

- proteção móvel nas laterais das ferramentas com chaves ou sensores de segurança;
- válvula pneumática de segurança para acionamento do conjunto freio/embreagem;
- conjunto de acionamento composto por pedal de 3 posições e/ou bimanual;
- adequação do painel elétrico aplicando soluções de RELES ou CLP de segurança categoria 4;
- botões de emergência;
- instalação de chave de posição acoplada ao eixo do excêntrico para monitorar seu posicionamento;
- barreira óptica, física, fixa ou móvel, com intertravamento no acesso posterior da máquina;
- apoio frontal para chapas com dimensionamento adequado ao produto a ser trabalhado;
- cortina de luz adequadamente aplicada em frente da área de trabalho.

Obs.: A aplicação de um AOPD em forma de cortina de luz fixado diretamente na proteção lateral dispensa a necessidade da incorporação de chaves ou sensores a essa grade.



*Figura 99 – Proteção da zona perigosa de dobradeira.*

Modos de operação:

Para esse tipo de máquina podemos aplicar dois modos de operação:

- Modo de trabalho
- Modo de ajuste

### **Modo de trabalho:**

A máquina acionada pelo pedal e/ou bimanual desce monitorada pela chave de posição acoplada ao eixo dos excêntricos, ao atingir um ângulo preestabelecido que defina uma abertura entre o punção e a chapa, de acordo com valores descritos na NBR NM ISO 13852, o movimento descendente cessa e a cortina de luz é desativada, permitindo que o operador conduza a dobra de forma tradicional, com o auxílio das mãos ou por outros meios, e comandado através do pedal e/ou bimanual.

A cortina de luz permanece desativada até o retorno ao PMS (ponto morto superior). Nesse ponto, o movimento é interrompido e o novo ciclo somente é possível por um novo acionamento.

### **Modo de ajuste:**

Utilizado apenas para ajuste do ângulo de dobra, mudança de canal “V” da ferramenta matriz e/ou substituição da ferramenta punção e matriz.

Quando esse modo é selecionado, é desativada a proteção frontal, permitindo a abertura das guardas laterais. O sistema é somente comandado pelo conjunto de pedais e/ou bimanual.

O movimento descendente passa a ser intermitente, ou seja, a descida ocorre em pequenos pulsos controlados pelo acionamento; o tempo do pulso deve ser fixo e ajustado de acordo com a velocidade da máquina e o tempo de resposta do conjunto de frenagem.

Após atingir o PMI, o comando para retorno pode ser feito pelo pedal até o PMS.

### **Reversão:**

As prensas dobradeiras mecânicas necessariamente atingem o PMI para completar o ciclo de trabalho, porém muitas vezes uma regulagem “equivocada” ou a necessidade de interromper a execução da dobra obriga o retorno ao PMS sem completar o ciclo de trabalho.

Para essas condições, a função REVERSÃO deve ser disponibilizada em qualquer modo de operação.

## **Prensas dobradeiras descendentes hidráulicas**

### **Considerações:**

As prensas dobradeiras de acionamento hidráulico permitem o completo controle das funções de operação e a aplicação de itens de segurança. Essa tipologia torna-se predominante entre os construtores, por dispor de norma específica fundamentando sua construção.

### **Princípio de funcionamento:**

A força para dobra é aplicada ao punção pela atuação de cilindros hidráulicos contrapostos, fixos na estrutura da máquina. A atuação do cilindro é proporcionada por um fluxo de óleo pressurizado gerado por uma bomba acionada por um motor elétrico.

O movimento é controlado pelo operador através de um dispositivo de ação continuada, um painel de comando e finalmente um bloco de válvulas eletricamente pilotadas.

### Proteções:

- carenagem fixa envolvendo partes móveis dos cilindros hidráulicos;
- monitoramento da posição do prensador;
- monitoramento do acesso à área de prensagem compreendida entre punção e matriz;
- proteção contra acessos pelas laterais da área de trabalho;
- proteção contra acesso na parte traseira por barreira física ou por dispositivo AOPD;
- bloco hidráulico de segurança;
- pedal de segurança de três posições ou comando bimanual.



Figura 100 – Carenagem envolvendo os cilindros.



Figura 101 – Monitoramento da área de prensagem.

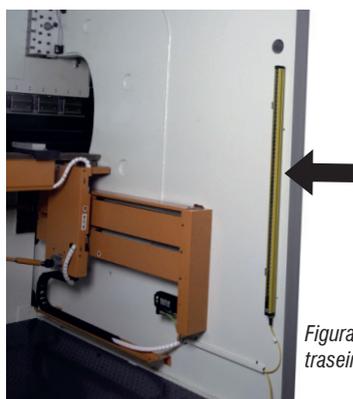


Figura 102 – Proteção traseira com AOPD.

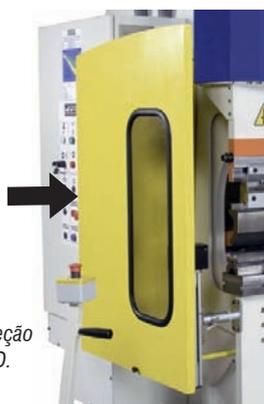


Figura 103 – Proteção contra acesso lateral.



Figura 104 – Proteção contra acesso traseiro.



Figura 105 – Monitoramento da posição do prensador.

## Ciclos de operação

### Manual

A operação nessa condição é feita exclusivamente em velocidade reduzida ( $\leq 10\text{mm/s}$ ).

Para a movimentação do martelo, é necessário pressionar o pedal de descida continuamente. Sua liberação interrompe a descida em qualquer posição.

### Semiautomático/Automático

São ciclos destinados à produção contínua, tendo entre eles diferenças determinadas pelo fabricante de modo a facilitar os diversos tipos de operação que a máquina permite.

A descida ocorre geralmente em velocidade rápida, mantendo-se pressionado o pedal de descida, atingindo o ponto de troca de velocidade calculado e ajustado pelo comando numérico; a máquina passa então a operar em velocidade lenta. Soltando-se o pedal no período de queda livre, a máquina deve interromper a descida.

Em velocidade lenta, a liberação do pedal irá interromper a descida e fazer com que o prensador permaneça posicionado.

Um ciclo completo, sem a interrupção do acionamento do pedal, compreende a descida em velocidade rápida, lenta, execução da dobra e o retorno ao ponto morto superior. Após cada ciclo, é necessário liberar o pedal para dar início a um novo ciclo.

Obs.: O retorno ao PMS (ponto morto superior) somente é possível ao final do ciclo de dobra ou pressionando-se o pedal (ou botão) de subida.

### Exemplo de circuito hidráulico de controle para prensa dobradeira descendente com redundância e monitoramento:

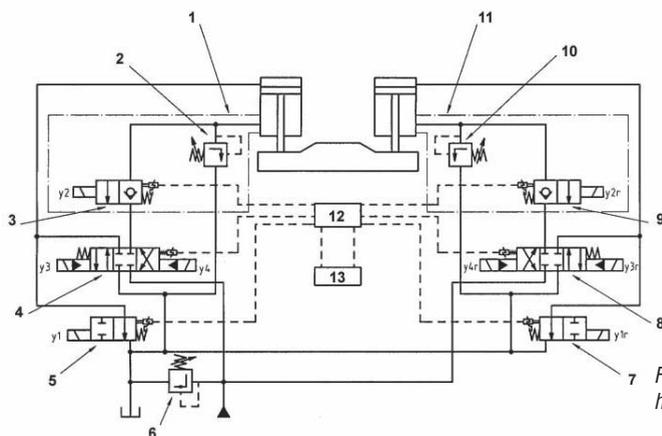


Figura 106 – Diagrama hidráulico de dobradeira.

Os componentes indicados devem, se possível, ser montados diretamente sobre o cilindro hidráulico, eliminando tubulação.

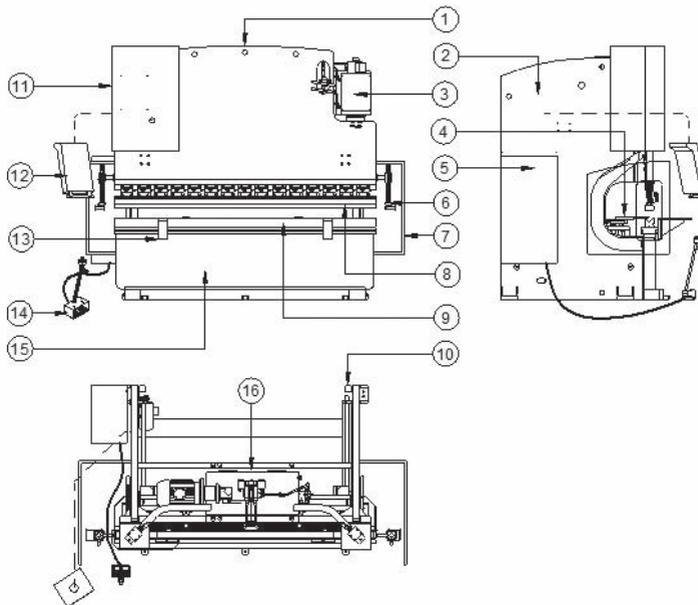
- 2 – válvula de alívio – proteção contra sobrecarga do cilindro (selada, ajustada 10% acima da pressão máxima);
- 3 – válvula de retenção – monitorada;
- 4 – válvula de controle direcional – monitorada;
- 5 – válvula de queda livre (velocidade rápida) – monitorada;
- 6 – válvula limitadora de pressão;
- 7 – válvula de queda livre – monitorada;
- 8 – válvula de controle direcional – monitorada;
- 9 – válvula de retenção – monitorada;
- 10 – Válvula de alívio – proteção contra sobrecarga do cilindro (selada, ajustada 10% acima da pressão máxima);

- 12 – sistema de proteção;
- 13 – controle da máquina (comando numérico).

**Observações:**

- 1. a redundância e o monitoramento no circuito elétrico, no circuito de baixa velocidade, não estão sendo mostrados;
- 2. o *layout* do diagrama pode diferenciar para cada fornecedor/fabricante de sistemas hidráulicos.

**EXEMPLO DE PRENSA DOBRadeira HIDRÁULICA DESCENDENTE**



**LEGENDA:**

- |                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Prensador                       | 9 - MATRIZ                            |
| 2 - LATERAL                         | 10 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO TRASEIRO |
| 3 - CILINDRO HIDRÁULICO             | 11 - PROTEÇÃO DOS CILINDROS           |
| 4 - BATENTE TRASEIRO                | 12 - COMANDO NUMÉRICO                 |
| 5 - PAINEL ELÉTRICO                 | 13 - APOIO FRONTAL                    |
| 6 - DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO FRONTAL | 14 - PEDAL DE COMANDO                 |
| 7 - PROTEÇÃO LATERAL                | 15 - AVENTAL                          |
| 8 - PUNÇÃO                          | 16 - UNIDADE HIDRÁULICA               |

*Figura 107 – Desenho em vista de dobradeira hidráulica.*



Figura 108 – Vista de dobradeira hidráulica.



Figura 109 – Vista de dobradeira hidráulica.

### Dobradeiras ascendentes

A ferramenta punção é estática, sendo que a ferramenta matriz é que se movimenta alternadamente, solidária a um componente denominado avental ou martelo. Esse movimento está limitado por um curso pré-definido que estabelece o ângulo de dobra desejado.

#### Considerações:

O princípio de funcionamento, proteções aplicadas e modo de operação são as mesmas indicadas para as dobradeiras hidráulicas descendentes.



Figura 110 – Dobradeira ascendente hidráulica.

## Manuseio das ferramentas

### Substituição do punção

- Posicione o comutador de ciclo em manual, pressione o pedal de descida continuamente, até aproximadamente 2mm de distância entre as ferramentas e acione o botão de parada de emergência.
- Abra as guardas laterais e eleve o sistema *laser*.
- Alivie de fixação do punção de acordo com sua concepção e conforme manual da máquina. Tire o punção deslizando para o lado da máquina ou conforme instruções específicas de seu manual.
- Leve-o para um lugar apropriado, atendendo as condições ergonômicas, bem como de transporte e armazenamento.
- Monte o outro punção no local.
- Fixe novamente os intermediários conforme instruções específicas contidas no manual do fabricante da máquina.
- Se o punção for construído em apenas uma peça longa, utilize um elemento de elevação para auxílio, conforme figura abaixo.

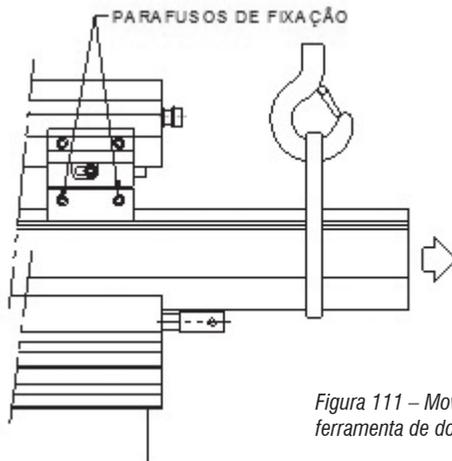


Figura 111 – Movimentação da ferramenta de dobradeira.

## **Substituição da matriz**

- Posicione o punção no ponto morto superior, acione o botão de parada de emergência e alivie os centradores da matriz.
- Retire a matriz da maneira adequada a suas dimensões e conforme o manual do fabricante, levantando-a verticalmente ou deslizando-a lateralmente. No caso de a matriz ser construída em apenas uma peça longa, utilize um sistema de elevação apropriado.
- Leve-o para um lugar apropriado, atendendo as condições ergonômicas, bem como de transporte e armazenamento.
- Posicione a nova matriz com o canal “V” desejado voltado para cima e faça o ajuste da centragem conforme o manual do fabricante.

## **Mudando o canal “V” da matriz de multicanais**

- Posicione o comutador de ciclo em manual.
- Pressione o pedal de descida continuamente e ajuste a parada do punção para um valor próximo à matriz (aproximadamente 50mm).
- Coloque as correntes auxiliares envolvendo os suportes de cada lado das ferramentas.
- Acione o pedal de subida até uma altura que permita a rotação da matriz.
- Gire a matriz de forma a posicionar o canal “V” desejado.
- Desça novamente a matriz sobre a mesa.
- Se as ferramentas forem segmentadas, acione o botão de parada de emergência, solte os parafusos e posicione o canal desejado para cima manualmente.
- Após o ajuste e centragem, pode-se iniciar a operação da máquina.

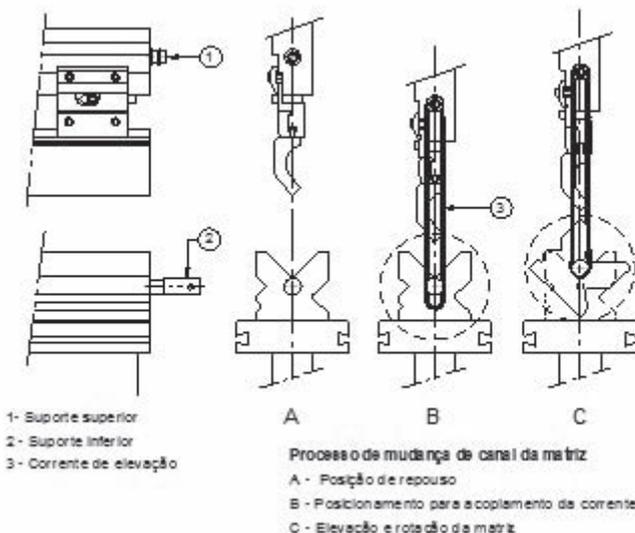


Figura 112 – Ajuste do canal “V” da ferramenta.

## Sistemas de alimentação

**Manual:** Nas dobradeiras, a alimentação do material normalmente é feita manualmente, pois sua concepção de trabalho dificulta o uso de alimentação automática.



Figura 113 – Alimentação manual.

**Automática:** A alimentação de dobradeiras através de braço robotizado é uma das alternativas de alimentação automática, sendo que todo o perímetro de trabalho deve estar devidamente protegido, atendendo as condições de proteção de perímetro.



*Figura 114 – Alimentação automática.*

## **Segurança de dobradeiras hidráulicas**

### **Descrição dos dispositivos de segurança**

#### **Grades fixas de proteção**

As grades fixas de proteção devem atender a norma, o item 12.41 e o Anexo I da NR 12:2010. Elas devem ser solidamente fixadas à máquina, a uma outra estrutura rígida ou ao chão. Todas as aberturas na grade ou entre a grade e a máquina devem satisfazer os requisitos do Quadro I, Anexo I da NR 12:2010.

#### **Grades de proteção móveis intertravadas com ou sem retenção**

As grades de proteção móveis intertravadas devem atender os itens 12.41, 12.42, 12.44, 12.45, 12.46 e 12.47 da NR 12:2010 e evitar, em conjunto com as grades fixas, acesso à zona de perigo durante qualquer movimento perigoso. O início do movimento perigoso não deve ocorrer até que a grade esteja fechada. Os dispositivos de intertravamento associados devem ser concebidos e construídos de acordo com a NBR NM 273:2000, 6.2 e 6.3, para o acesso ocasional, e com a NBR NM 273:2000, para as grades de proteção com acesso frequente.

Proteções de intertravamento sem bloqueio devem ser posicionadas de tal forma que o operador não tenha tempo de alcançar a zona de perigo antes que qualquer movimento perigoso tenha cessado.

Aplicação de equipamentos de proteção eletrossensíveis (ESPE) usando dispositivos de proteção optoeletrônicos ativos (AOPD).



Figura 115 – Proteções laterais e traseira móvel com intertravamento elétrico.

### Cortina de luz

As cortinas de luz devem estar em conformidade com a norma IEC 61496-1, ser concebidos e construídos de acordo com a CLC / TS 61496-2 e instalados conforme EN 12622:2010 (5.1.1.4).



Figura 116 – Proteção traseira com cortina de luz.

### AOPD de múltiplos feixes *laser*

Os novos sistemas de múltiplos feixes *laser*, solidários com a ferramenta móvel (punção), foram desenvolvidos para superar as dificuldades encontradas ao se trabalhar com peças pequenas e dobras de caixas quando utilizando sistemas de proteção, como cortinas de luz. Eles permitem que se execute a maioria das operações de dobra.

Os AOPDs de múltiplos feixes *laser* devem estar em conformidade com a norma EN 12622:2010 (5.1.1.5) e Anexo I, item C da NR 12:2010, e ser concebidos e construídos de acordo com a CLC / TS 61496-2:2006 e IEC EN 61496-2.

Obs.: O AOPD de múltiplos feixes *laser* deve ser adequado para o comprimento total da mesa da máquina, influências térmicas, performance de escorregamento e reflexões ópticas esperadas na dobradeira.

### **Modos de operação de um AOPD de múltiplos feixes *laser***

1. Tanto em queda livre quanto em baixa velocidade, o sistema deve se manter ativo. A função de *muting* total é possível de ser ativada somente quando a velocidade de descida é igual ou menor que 10mm/s e a distância entre o punção e a chapa for de aproximadamente 6mm.

1.1. A distância de 6mm, referido no Anexo VIII, item 13.2, alínea C, da NR 12:2010 deve ser considerada como um valor de referência, podendo variar em função da dimensão do *blank*, características dos perfis e processo utilizado.

1.2. Na hipótese de serem consideradas as variáveis mencionadas no item anterior, todas as medidas de proteção devem ser mantidas.

2. Dobra de caixas: Através do *muting* do feixe frontal (*muting* parcial), sem prejuízo da produtividade e da segurança, podendo a máquina operar em queda livre até o ponto de troca de velocidade e velocidade lenta até a aproximação da chapa com os demais feixes ativos.



Figura 117 – Sensor de múltiplos feixes laser.

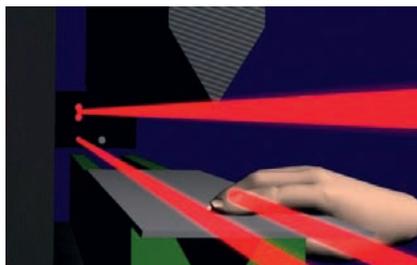


Figura 118 – Atuação de um sensor de múltiplos feixes.

## Dispositivo de ação continuada

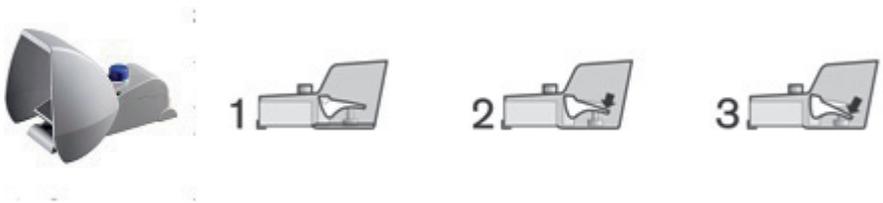
O dispositivo de ação continuada é aquele em que a máquina somente executa movimentos enquanto ele estiver sendo acionado; o movimento deve cessar imediatamente quando seu acionamento for interrompido.

O número de dispositivos de ação continuada ativos deve ser o mesmo do número de operadores da máquina.

Devem ser previstos meios para se evitar o acionamento indevido e impossibilidade de parada, devidos a curtos-circuitos no cabo de conexão do comando de acionamento.

O comando de acionamento deve obedecer a um dos sistemas descritos a seguir:

**a) Pedal(is) de segurança de três posições** com um único atuador, sendo as seguintes posições:



- 1.<sup>a</sup> posição = parar
- 2.<sup>a</sup> posição = operar
- 3.<sup>a</sup> posição = parar (emergência)

*Figura 119 – Pedal com três posições.*

Liberando-se o pedal a partir da primeira posição, é possível se iniciar o movimento de abertura da ferramenta, exceto que já se tenha iniciada a dobra da chapa.

Acionando-se o pedal para a terceira posição, a máquina deve cessar o movimento imediatamente.

Após o acionamento do atuador até a 3.<sup>a</sup> posição, um reinício somente será possível depois do retorno do atuador para a 1.<sup>a</sup> posição.

A 3.<sup>a</sup> posição do pedal de 3 posições só pode ser acionada ultrapassando um ponto de pressão. A força requerida não deve exceder 350 N.

**b) Comando bimanual**, que deve estar de acordo com a NBR 14152, tipo IIIC.



*Figura 120 – Acionamento de comando bimanual.*

A liberação do comando bimanual pode ativar a abertura da ferramenta desde que o risco de queda do produto em processo seja controlado.

### **Sistemas de controle**

Para todos os componentes relativos à segurança que direta ou indiretamente controlam ou monitoram o funcionamento das partes móveis da dobradeira e suas ferramentas, devem seguir a EN 60204-1 para o projeto dos sistemas elétricos e EN 954-1 para as partes relacionadas à segurança dos sistemas elétricos, hidráulicos, pneumáticos e mecânicos.

NOTA: Em adição aos requisitos, veja EN ISO 12100-2:2003, 4.11.1 e 4.13.

### **Parada do curso de fechamento do prensador em situação anormal ou de emergência**

Quando o sinal de parada é dado durante o movimento de fechamento rápido, este deve cessar ou reverter. Quando o sinal ocorrer durante a dobra, o movimento de fechamento deve ser interrompido sem reversão.

Essa função de segurança deve assegurar que o prensador da dobradeira seja parado no menor tempo possível quando a máquina estiver operando, e

- um sistema de proteção for acionado quando houver uma intrusão na parte frontal, lateral ou traseira da máquina durante o ciclo de fechamento; ou
- o botão de parada de emergência for atuado; ou

- quando o meio de seleção é atuado; ou
- o dispositivo de ação continuada é liberado ou forçado à terceira posição.

Uma vez que o prensador esteja parado, deve-se mantê-lo nessa situação até que as condições de segurança sejam restauradas através de rearme manual (reset) e um novo sinal para partida seja dado.

### **Parada dos encostos traseiros**

A ativação da função de parada dos encostos traseiros motorizados, que podem ser controlados ou não pelo CNC da máquina, somente é requerida quando o operador acessar a área da dobradeira onde o encosto motorizado puder causar ferimentos (acessos pelas laterais ou traseira da máquina).

### **Velocidade de trabalho (velocidade de dobra)**

A velocidade de trabalho não deve exceder 10mm/s.

Essa velocidade não deve ser limitada somente pelo ajuste dos parâmetros variáveis. Meios de limitação são, p.ex., restrição de fluxo, capacidade limitada de bomba, válvula borboleta hidráulica não ajustável ou drenagem fixa. Se a velocidade baixa for excedida, deve ocorrer uma parada.

### **Parada de emergência**

A função de parada de emergência deve ser iniciada por dispositivo(s) específico(s), conforme estabelecido na NR 12:2010, sob o título de “Dispositivos de Parada de Emergência”. No caso de emergência, a alimentação das válvulas é cortada e a bomba hidráulica pode continuar em funcionamento.

Devem ser instalados em cada posição de trabalho dos operadores e em pelo menos:

- em cada painel de controle;
- em cada estação de controle plugável (se existir).

Se houver mais de um operador na dobradeira, o nível de proteção deve ser o mesmo para cada um deles.

Deve haver pelo menos um dispositivo de parada de emergência, de acordo com os itens relacionados na NR 12:2010, sob o título “Dispositivos de Parada de Emergência”, dentro do alcance direto de cada operador.

Recomenda-se que, quando a estação de controle plugável estiver desconectada, deve ser posicionada numa área destinada para tal, afastada do posto de trabalho.

Para entendimento do item 12.30.3 da NR 12:2010, poderá ser dispensada a utilização do sinal luminoso da estação de controle plugável, desde que, desconectado, não permita o funcionamento da máquina.

### ***Rearme (Reset)***

Deve ser realizado um *reset* manual quando houver acesso à área de risco, pelo operador ou outros, através da proteção traseira e/ou laterais (proteções físicas ou AOPD) e este puder permanecer na área sem ser detectada a presença.

Não é necessário o *reset* quando se usar AOPD com função de monitoramento de área.

O(s) botão(ões) de *reset* deve(m) estar numa posição em que a zona de perigo esteja visível, mas instalado(s) fora da mesma.

### **Acesso ao programa do NC (controlador numérico)**

O acesso às funções de programação no controlador numérico relacionadas à segurança (p.ex., ajustes de encostos traseiros, suporte de peças, ajustes de velocidade ou outros) deve ser bloqueado através de senha ou chave, para evitar-se o acesso de pessoas não autorizadas aos dados ou funções de programação.

### **Prevenção de quedas não intencionais do martelo (prensas dobradeiras de curso descendente)**

Em dobradeiras de movimento descendente, a válvula de retenção deve ser instalada, preferencialmente, diretamente na saída do cilindro, ou, na impossibilidade, deve ser instalada o mais próximo possível através de tubo rígido sem costura.

Junto com a válvula de retenção, devemos prever a instalação de uma válvula limitadora de pressão diretamente operada para proteger o sistema contra multiplicação de pressão no lado anular dos cilindros, caso ocorra falha da retenção.

Na utilização de bloco de segurança que já possua sistema de retenção e válvula contra multiplicação de pressão, não se faz necessária a utilização de válvula de retenção extra (bloco antiqueda).

Em dobradeiras de movimento ascendente, quando não há áreas de risco durante o movimento descendente do avental, não é necessária a instalação de válvula de retenção.

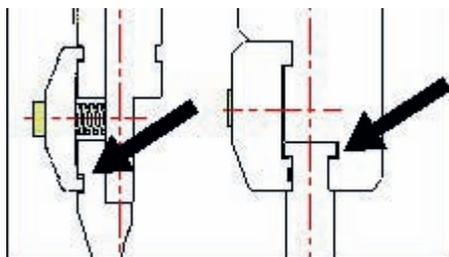
A válvula de retenção tem como finalidade manter o avental parado em caso de falta de pressão na saída dos cilindros por vazamento do conjunto de comando ou rompimento de tubulação ou mangueira.

### **Suporte de ferramenta e projeto das ferramentas**

A dobradeira deve ser projetada de tal forma que a ferramenta superior possa ser fixada por um suporte com perfil L, T ou similar e não somente por fricção.

As ferramentas podem ser fixadas à dobradeira por dispositivo(s) de fixação mecânico(s) ou por qualquer outro recurso confiável, assegurando que não haja nenhum perigo no caso de falta ou falha na energia.

Exemplos de retenção mecânica (detentes):



*Figura 121 – Retenção mecânica.*

### **Acesso à estação de trabalho elevada**

Onde existirem estações ou plataformas de trabalho elevadas em dobradeiras, estas devem contar com meios de acesso e sistema de proteção contra quedas, nos termos da NR 12:2010 (acrescentar o item específico da NR 12:2010).

### **Proteção de acionamentos, dispositivos de transmissão e dispositivos auxiliares.**

Deve ser evitado o acesso ao acionamento, dispositivos de transmissão e auxiliares que sejam parte integrante da dobradeira.



Figura 122 – Cilindro hidráulico de transmissão de força.



Figura 123 – Carenagem da máquina (em azul nesta foto).



- a) Riscos de esmagamento entre a peça dobrada e partes da dobradeira.
- b) Lesões devido à movimentação de partes salientes da peça dobrada.
- c) Riscos de esmagamento e corte entre as ferramentas durante a velocidade baixa e as operações de dobra.



a) b) c)

Figura 125 – Sinalização de risco nas dobradeiras.

Os dispositivos de proteção fornecidos com a dobradeira também devem possuir dados de identificação.

Os trabalhadores devem ser informados sobre o significado da sinalização de segurança.

### **Manual de instruções de operação**

O manual de instruções de operação deve incluir informações em conformidade com a NR 12:2010 (itens 12.125, 12.126 e 12.127).

### **6.4 Guilhotina, tesoura e cisalhadora (manual, mecânica e hidráulica)**

*Leonardo Nascimento*

*Técnico em Eletrônica / Eletrotécnico*

*Especialista em Sistema de Segurança*

Seu princípio de funcionamento é semelhante ao da prensa mecânica e hidráulica, diferenciando-se apenas pelo movimento vertical, que, neste caso, é feito pelo suporte das lâminas de corte na parte superior.

No caso de tesouras, esses equipamentos operam com jogo laminar inferior e superior (facas), geralmente acionados por *comes* ou cilindros hidráulicos, porém suas funções são de corte.

#### **6.4.1 Proteção em guilhotinas, tesouras e cisalhadoras**

As guilhotinas, tesouras e cisalhadoras devem possuir, na zona de corte, proteção fixa e, havendo necessidade de intervenção frequente nas lâminas, proteções móveis dotadas de intertravamento com bloqueio, por meio de chave de segurança, para impedir o ingresso das mãos e dedos dos operadores nas áreas de risco. As dimensões para distanciamento seguro devem obedecer à NBR NM-ISO 13852. Nas operações com guilhotinas, com a zona de corte devidamente protegida, podem ser utilizados os pedais com atuação elétrica,



Figura 126 – Guilhotina.

pneumática ou hidráulica, desde que instalados no interior de uma caixa de proteção, atendendo o disposto na NBR NM ISO 13853. Não se admite o uso de pedais com atuação mecânica.

As guilhotinas, tesouras e cisalhadoras deverão possuir os seguintes dispositivos e proteções:

### Sistema de emergência

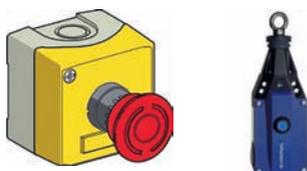


Figura 127 – Acionadores de emergência.

### Interface de segurança

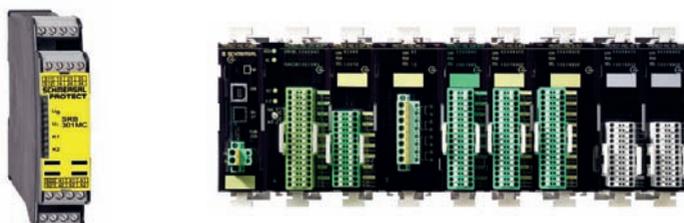


Figura 128 – Interfaces de segurança (relés de segurança e CLP de segurança).

### Válvulas de segurança



Figura 129 – Válvulas de segurança.

## Redundância no desligamento dos movimentos perigosos, inclusive motores



Figura 130 – Contatores (2 em série e monitoradas).

Proteção na zona de prensagem por:

### I) Proteções físicas:

As proteções em devem possuir aberturas que permitam somente a entrada do material, conforme NBR NM ISO 13852



Figura 131 – Guilhotina com proteção frontal.



Figura 132 – Guilhotina com proteção lateral e traseira.

Proteções reguláveis também poderão ser utilizadas desde que não exista a possibilidade de haver erro na regulação expondo o operador a risco.

O uso de proteções móveis é permitido desde que elas sejam monitoradas por chaves de segurança, observando o modo de operação da máquina:

A) Máquinas com alta inércia: Sistema de segurança composto por chaves de segurança, sendo ao menos uma delas com trava com acionamento tipo energiza para liberar. Quando utilizadas chaves de segurança eletromecânicas, devem ser utilizadas em redundância (2 chaves por abertura).

B) Chave de segurança magnética ou chave de segurança por radiofrequência ou chave de segurança óptica ou duas chaves de segurança mecânicas. Quando utilizadas chaves de segurança eletromecânicas, devem ser utilizadas em redundância (2 chaves por abertura).

Deverá ser observado o movimento do material quando a máquina realizar a operação, pois poderá haver movimentação no material, causando pontos de esmagamento entre a peça e a mesa ou a proteção da máquina.

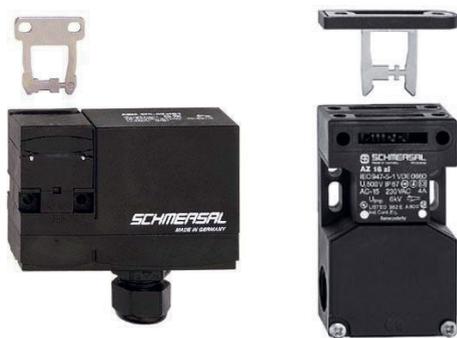


Figura 133 – Chaves de segurança eletromecânica.



Figura 134 – Dispositivos de intertravamento de proteções móveis.

## II) Dispositivos sensitivos:

Poderão ser utilizados dispositivos como cortinas de luz, *scanner* de luz ou tapetes de segurança; para tanto deverá ser utilizada a ISO13855 para determinar a distância através da medição do tempo de parada e da fórmula de cálculo da distância.

Havendo necessidade de desligar feixes da cortina de luz (*blanking*), o cálculo deverá ser feito considerando a maior abertura da cortina.

### 6.5 Rolo laminador, calandra, desbobinadeira e endireitadeira

*João Baptista Beck Pinto*  
*Engenheiro Mecânico*  
*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

São equipamentos destinados a conformar e laminar chapas através de rolos de aço tracionados por sistema mecânico com motor e redutor ou motor hidráulico.

#### 6.5.1 Proteção em rolo laminador, calandra, desbobinadeira e endireitadeira

Os rolos laminadores, calandras, desbobinadeiras e endireitadeiras devem ter seus cilindros protegidos, de forma a não permitir o acesso às áreas de risco, ou serem dotados de outro sistema de proteção de igual eficácia.

Dispositivos de parada e retrocesso de emergência, acessíveis de qualquer ponto do posto de trabalho, são obrigatórios, mas não eliminam a necessidade de proteção obrigatória e eficaz dos cilindros.

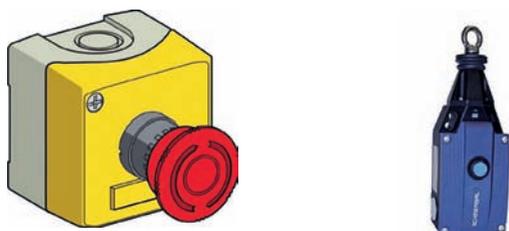


*Figura 135 – Calandra sem proteção.*



*Figura 136 – Calandra com proteção do tipo mesa deslizante e empurrador.*

Os rolos laminadores, as calandras, as desbobinadeiras e endireitadeiras deverão possuir sistemas de emergência com botões e/ou cabos de emergência em todos os seus pontos de acesso, inclusive dentro das proteções físicas, especialmente nos desbobinadores.



*Figura 137 – Acionadores de emergência.*

Os rolos laminadores e as laminadoras deverão possuir proteções com aberturas para entrada de material que impeça o acesso de mão e dedos com medidas conforme tabela a seguir.

Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança $s_r$		
			fenda	quadrado	circular
Ponta do dedo		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dedo até articulação com a mão		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	$\geq 120$	$\geq 120$
Braço até junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

<sup>1)</sup> Se o comprimento da abertura em forma de fenda é  $\leq 65$  mm, o polegar atuará como um limitador e a distância de segurança poderá ser reduzida para 200 mm.

Figura 138 – Tabela de distâncias de segurança em função da abertura da proteção.

As calandras poderão ser protegidas na sua zona de risco de duas formas:

Através de cortinas de luz conjuga com pedais (um por operador) desde que o tempo de parada permita a instalação da cortina; para tanto, deverá ser utilizada a ISO13855 para determinar a distância através da medição do tempo de parada e da fórmula de cálculo da distância.

Havendo necessidade de desligar feixes da cortina de luz (*blanking*), o cálculo deverá ser refeito considerando a maior abertura da cortina.

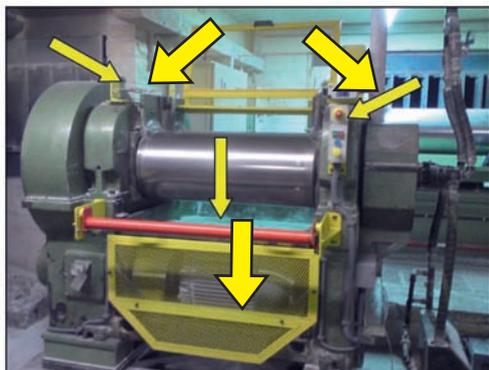


Figura 139 – Cilindro misturador de borracha.

Cilindro misturador de borracha com seis chaves de emergência (1 barra inferior frontal e outra traseira, botoeira direita e esquerda na zona de operação frontal e traseira), que, uma vez acionadas, ativam o circuito de frenagem e reversão do motor.

## 6.6 Recalcadoras

*José Carlos de Freitas  
Engenheiro de Segurança  
Consultor Técnico Patronal*

É uma prensa mecânica com freio/embreagem, porém o fechamento do martelo é na posição horizontal. No processamento da peça, o operador introduz o tarugo de aço aquecido na matriz, pisa no pedal e transcorre toda a sequência de funcionamento através do engate da embreagem com a transferência de energia, em seguida há o complemento do ciclo do martelo e o acionamento do freio com a parada do mesmo.

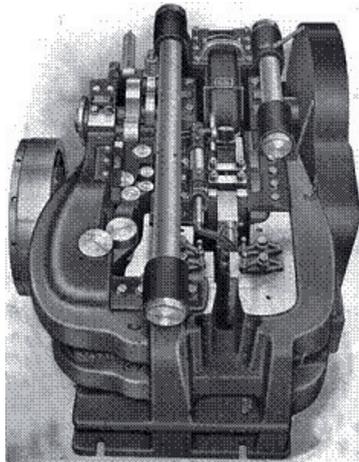
Normalmente nesse tipo de máquina as peças são forjadas a quente em mais de uma operação, sendo sempre movimentadas no sentido vertical.

Em geral é uma máquina utilizada no processo de forjamento de eixos com flanges.

Recalcar é transformar uma barra de aço sob condições controladas em estágios com matrizes sequenciais, permitindo aproximação da geometria da peça.



*Figura 140 – Recalcadora.*



*Figura 141 – Recalcadora tipo up-setter e seu produto forjado em 4 etapas.*

## 6.7 Dispositivos hidráulicos e pneumáticos

São dispositivos que utilizam energia hidráulica e/ou pneumática e que podem ser utilizados na aproximação, fixação, movimentação, deslocamento e posicionamento de peças e/ou materiais.

A proteção desses tipos de dispositivos deve ser realizada de acordo com o item 12.5 da NR. 12, ou utilizar-se de dois ou mais estágios com diferentes pressões, sendo que a força exercida na aproximação, fixação, movimentação, deslocamento e posicionamento devem estar limitada a 150N e a pressão de contato limitada a 50N/cm<sup>2</sup>, exceto nos casos em que haja previsão legal de outros valores em normas técnicas oficiais vigentes. A segunda fase será realizada com força operacional.

## 6.8 Prensas enfardadeiras

*Hildeberto Bezerra Nobre Junior*  
*Auditor Fiscal do Trabalho (SRTE/SP)*  
*Engenheiro de Segurança no Trabalho*  
*Mestre em Saúde Coletiva*

*Eduardo Michelin*  
*Engenheiro Mecânico*  
*Engenheiro de Segurança no Trabalho*  
*Assessor Técnico Sindical*

As enfardadeiras são prensas hidráulicas usadas na confecção de fardos de materiais reciclados (papel, papelão, latas de alumínio, garrafas PET, etc.), facilitando seu transporte e armazenamento. São encontradas em diversas atividades econômicas, tais como: empresas gráficas, supermercados, condomínios, escritórios, *shoppings centers*, indústrias químicas, metalúrgicas e em cooperativas de catadores e recicladores de materiais.

Essas máquinas, ao contrário das demais prensas hidráulicas, necessitam operar com as áreas de prensagem fechadas para propiciar a confecção dos fardos, o que impossibilita, na prática, a utilização de cortinas de luz conjugadas com bimanuais. Em geral, elas possuem duas portas (proteção superior e proteção inferior) na parte frontal e uma proteção traseira (Figura 142).



Figura 142 – Exemplo de prensa enfardadeira.



Figura 143 – Proteções da máquina.

O trabalhador alimenta a parte inferior, chamada de caixa de compactação, com material a ser enfardado, e aciona um comando que envia um sinal para a descida do pistão hidráulico. Após a compactação, os fardos de material precisam ser amarrados e retirados para armazenamento ou transporte.



Figura 144 – Vista lateral da prensa enfardadeira e suas proteções.



Figura 145 – Fardos compactados.

Esses equipamentos, pelas atividades a que se destinam, são amplamente utilizados por cooperativas de reciclagem de papeis e plásticos ou em pequenas empresas, e operados por trabalhadores de baixas qualificações (catadores, auxiliares de serviços gerais, recicladores), sem quaisquer treinamentos, e trabalhando sem nenhum dispositivo de proteção, configurando uma situação de grave e iminente risco.

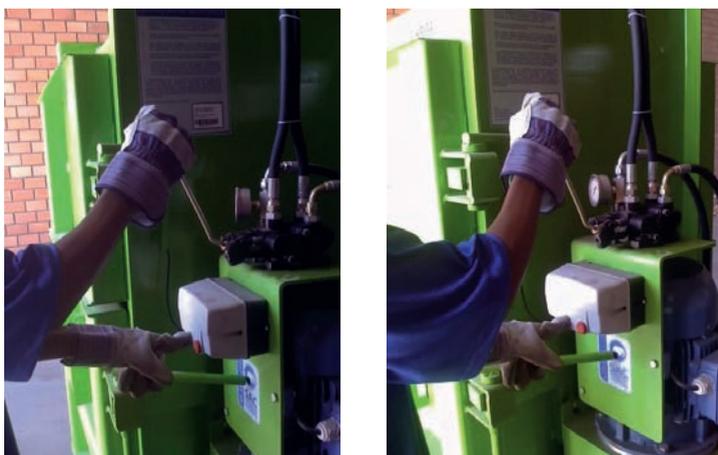
### 6.8.1. Sistema de segurança para enfardadeiras

Usualmente, devido ao processo de compactação, essas máquinas já possuem as proteções físicas necessárias, ou seja, proteções frontais e traseiras.

Contudo, devem-se dotar todas as proteções de intertravamentos, através de interfaces de segurança, monitorados por relés de segurança, que desliguem a alimentação de energia da bomba hidráulica quando as proteções forem abertas.

Ademais, o projeto da máquina deve possibilitar a amarração e a retirada dos fardos de modo seguro.

Por fim, outro aspecto importante é a substituição da alavanca de comando por outro sistema que exija a utilização das duas mãos dos operadores para o acionamento da máquina, pois são frequentes os acidentes devidos ao acionamento acidental da alavanca.



*Figura 146 – Exemplo de sistema de acionamento que exige o uso das duas mãos dos operadores para o acionamento da máquina.*

## 7 Sistemas de alimentação/extração

Na prevenção de acidentes em prensas, um dos pontos fortes se concentra no processo de fabricação, onde o sistema de alimentação/extração é o grande responsável pela retirada das mãos dos trabalhadores da área de prensagem ou área de risco.

Não há dúvida que se deve sempre fazer opção pelo sistema de alimentação/extração automática ou similar, em que o trabalhador não necessite fazer a colocação/retirada da peça na ferramenta manualmente.

Em algumas situações é muito difícil e complexa a alimentação não ser feita manualmente; nesse caso, deve haver dispositivos de proteção que não permitam o funcionamento da máquina com a mão do trabalhador exposta na área de risco.

No item 1.4 do Anexo VIII da NR 12:2010, estão contemplados alguns meios utilizados nos processos de estampagem para a introdução e retirada da peça trabalhada, podendo ser :

### 7.1 Alimentação/Extração manual

O operador posiciona e extrai a peça que está sendo trabalhada diretamente na área da matriz da máquina. Esse tipo de alimentação somente é aceito quando adotados adequadamente os dispositivos de proteção aos riscos existentes na zona de prensagem ou trabalho, ficando proibido em qualquer circunstância o uso de salva-mão ou afasta-mão.

Não é permitido o uso de pinças ou tenazes, exceto nas operações de forjamento a quente ou a morno, desde que sejam adotadas medidas de proteção que garantam o distanciamento do trabalhador das áreas de risco.

### IMPORTANTE

**A legislação brasileira proíbe o uso de afasta-mãos na operação de prensas ou equipamentos similares.**

No processo de forjamento de peças metálicas a morno e a quente, a colocação e retirada deve sempre ser feita com a utilização de tenaz, a qual deve ser feita para cada formato e tamanho de peças.



*Figura 147 – Alimentação manual com tenaz no forjamento a quente.*

## IMPORTANTE

**Para as atividades de forjamento a morno e a quente podem ser utilizadas pinças e tenazes, desde que sejam adotadas medidas de proteção que garantam o distanciamento do trabalhador das zonas de perigo.**



*Figura 148 – Alimentação manual em zona de prensagem protegida.*

### 7.2 Dispositivo de alimentação pneumático

O trabalhador introduz as peças no dispositivo que é montado na ferramenta e a sua movimentação é através de um sistema pneumático sincronizado com o ciclo da máquina. As mãos do trabalhador permanecem o tempo todo fora da área de risco, que está toda protegida.

A saída das peças trabalhadas é pela lateral, através de uma bica.



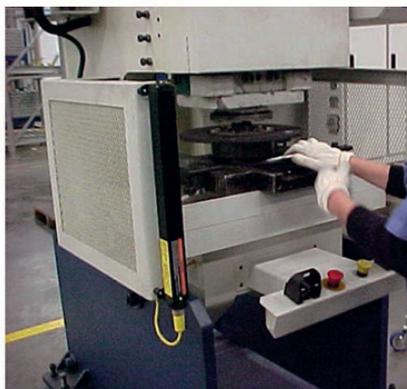
*Figura 149 – Alimentação através de dispositivo pneumático.*

### 7.3 Gaveta

No sistema de gaveta com acionamento manual, a peça a ser trabalhada é posicionada no dispositivo, o qual é montado na ferramenta. A peça é conduzida para a área de estampagem. Através de movimento transversal, empurra-se o dispositivo em forma de gaveta para a zona de prensagem. Aciona-se a prensa, e ocorre a conformação. Cabe ressaltar que a zona de prensagem deverá estar adequadamente protegida.



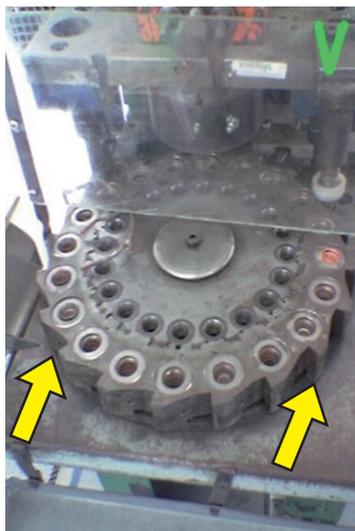
*Figura 150 – Dispositivo tipo gaveta com movimentação manual, com a área de risco totalmente protegida.*



*Figura 151 – Sistema de alimentação por gaveta manual conjugada com cortina de luz e comando bimanual.*

#### **7.4 Bandeja rotativa ou tambor de revólver**

Neste sistema, a peça a ser estampada é colocada na mesa pelo lado de fora da zona de prensagem e girada para dentro dela. Sua remoção pode se dar na continuidade do giro, após a operação. A zona de prensagem deve estar adequadamente protegida.



*Figura 152 – Sistema de alimentação por bandeja rotativa ou tambor de revólver.*

## 7.5 Por gravidade, qualquer que seja o meio de extração

Dispositivo de alimentação por gravidade, onde o trabalhador introduz as peças no dispositivo que é montado na ferramenta, e a sua movimentação é através de um sistema pneumático sincronizado com o ciclo da máquina. As mãos do trabalhador permanecem o tempo todo fora da área de risco, que está toda protegida.

A saída das peças trabalhadas é pela parte traseira da máquina através de uma bica.

Neste sistema é adaptada à ferramenta, calhas inclinadas para alimentação por gravidade. A remoção da peça da zona de prensagem ocorre através de ar comprimido, com deslizamento pela calha de saída. A zona de prensagem deve estar adequadamente protegida.



*Figura 153 – Alimentação através de dispositivo por gravidade.*



*Figura 154 – Zona de descarregamento de peças ou retalhos (parte traseira da prensa).*

## 7.6 Mão mecânica ou robô

É um dispositivo que faz o movimento de colocação e retirada da peça na zona de prensagem da máquina. A pinça magnética não é considerada uma mão mecânica.

É importante ressaltar que este tipo de alimentação deve ter proteção de perímetro que impeça a entrada e/ou permanência do trabalhador na área de risco com a máquina em funcionamento ou possibilidade de entrar em funcionamento por acionamento acidental, não podendo trazer riscos adicionais.



Figura 155 – Sistema de alimentação por robô.

## 7.7 Transportador ou alimentador automático

Neste sistema, a peça a ser conformada deve ser alojada no dispositivo de transporte fora da matriz. O dispositivo transporta a peça do ponto de alimentação até a zona de prensagem, automaticamente. Esse dispositivo não isenta a necessidade de proteção adequada da zona de prensagem.



*Figura 155 – Alimentador contínuo com braço magnético e proteção fixa de policarbonato na zona de prensagem.*

## **7.8 Desbobinadeira e endireitadeira**

São equipamentos destinados a preparar a matéria-prima para prensas e similares. Usualmente possuem sistemas de controle para sincronizar seu movimento com o da prensa. Desbobinam e endireitam chapas dispostas em rolos.

### **7.8.1 Proteção em desbobinadeiras e endireitadeiras**

As desbobinadeiras devem possuir proteção física ou eletrônica de forma que impeça o ingresso de pessoas ao seu movimento de risco. Podem ser utilizados *scanners*, cortinas, tapetes ou grades conjugadas com chaves de segurança e relé. A fim de determinar a categoria de risco, deverá ser utilizada a NBR 14153:1998, para garantir a segurança do sistema.

As bobinadeiras, desbobinadeiras, endireitadeiras e outros equipamentos de alimentação devem possuir proteção em todo o perímetro, impedindo o acesso e a circulação de pessoas nas áreas de risco, conforme itens 12.38 e 12.51 da NR 12:2010.



*Figura 156 – Desbobinadeira e chapa protegida em todo o perímetro até a entrada da cabine.*



*Figura 157 – Área de desbobinadeira protegida.*

## 8 Dispositivos de parada de emergência

São dispositivos com acionadores, geralmente na forma de botões tipo cogumelo na cor vermelha, colocados em local visível na máquina ou próximo dela, sempre ao alcance do operador e que, quando acionados, têm a finalidade de estancar o movimento da máquina, desabilitando seu comando. Devem ser monitorados por relé ou CLP de segurança.

As prensas e similares devem dispor de dispositivos de parada de emergência que garantam a interrupção imediata do movimento da máquina, conforme a NBR 13759.

Quando forem utilizados comandos bimanuais conectáveis por tomadas (removíveis), que contendam botão de parada de emergência, e este não pode ser o único, deve haver um dispositivo de parada de emergência no painel ou corpo da máquina ou equipamento.

Havendo vários comandos bimanuais para o acionamento de uma prensa ou similar, estes devem ser ligados de modo a garantir o funcionamento adequado do botão de parada de emergência de cada um deles.

Nas prensas mecânicas excêntricas de engate por chaveta ou de sistema de acoplamento equivalente (de ciclo completo) e em seus similares, admite-se o uso de dispositivos de parada que não cessem imediatamente o movimento da máquina ou equipamento, em razão da inércia do sistema.



Figuras 158 – Acionadores de parada de emergência.

## 9 Monitoramento do curso do martelo

*Nerino Ferrari Filho*

*Engenheiro de Aplicações*

*Engenheiro de Segurança do Trabalho*

É um sistema eletromecânico destinado a detectar perda de sincronismo entre o freio/embreagem e o conjunto de chaves-limites que comanda o movimento de uma prensa.

Nas prensas mecânicas excêntricas freio/embreagem que utilizam cortina de luz, a velocidade de parada do martelo não pode sofrer variações, para não comprometer o distanciamento seguro entre a detecção e o tempo de resposta. O monitoramento eletromecânico comandará um sinal para interrupção da transmissão de movimento, quando detectar desgaste no freio.

Nas prensas hidráulicas, prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem e respectivos similares, não enclausurados, ou cujas ferramentas não sejam fechadas, o martelo deverá ser monitorado por sinais elétricos produzidos por equipamento acoplado mecanicamente à máquina, com controle de interrupção da transmissão, conforme o item 4.9 da NBR13930.

Especificamente para as prensas hidráulicas, não é possível ter-se um conjunto de *comes* rotativos mecanicamente acoplados ao movimento do martelo, como acontece com as prensas mecânicas. Assim, o acionamento dos detectores de posição, compostos, por exemplo, por atuadores tipo *comes* e chaves fim de curso, deve ser projetado de forma que mantenha a posição relativa entre as chaves, os *comes* de acionamento e o ciclo (golpe), garantindo a leitura correta da posição do martelo, mesmo após ajustes desse sistema.

Quando forem utilizadas chaves fim de curso para a detecção de posição do martelo, elas deverão ter contatos com função de abertura positiva (conforme item 10.1.4 da norma EN 60204-1:1997). Podem ser utilizados outros detectores de posição que ofereçam o mesmo nível de segurança ou maiores que as chaves mecânicas, por exemplo, os sensores indutivos de segurança, categoria 4, conforme ABNT NBR 14153.

9.1 Nas prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem e similares, com zona de prensagem não enclausurada, ou cujas ferramentas não sejam fechadas, a posição do martelo deve ser monitorada por sinais elétricos produzidos por equipamento acoplado mecanicamente ao eixo da máquina.

9.1.1 O monitoramento da posição do martelo, compreendido por ponto morto inferior (PMI), ponto morto superior (PMS) e escorregamento máximo admissível, deve incluir dispositivos para assegurar que, se o escorregamento da frenagem ultrapassar o máximo admissível especificado pela norma ABNT NBR 13930, uma ação de parada deve ser imediatamente iniciada e não poderá ser possível o início de um novo ciclo.

9.1.2 Os sinais elétricos devem ser gerados por chaves de segurança com duplo canal e ruptura positiva, monitoradas por interface de segurança classificada como categoria 4, conforme a norma ABNT NBR14153.

9.1.3 Quando utilizada interface de segurança programável que tenha blocos de programação dedicados à função de controle e supervisão do PMS, PMI e escorregamento, fica dispensada a exigência de duplo canal.

O princípio básico para o controle de “ponto morto inferior ou *muting*” e “ponto morto superior” se dá através da adoção de uma caixa de *came*, que deve alojar as chaves fins de curso rotativo para essas funções.

O eixo da caixa de *came* deve estar conectado ao eixo excêntrico da prensa ou a um eixo de transmissão que tenha a relação de 1:1 em relação ao eixo excêntrico.

Várias configurações elétricas ou eletrônicas são possíveis, porém deve-se ter em conta a necessidade de supervisão e controle de no mínimo PMS, PMI e monitoramento do escorregamento de frenagem em um único comando de chaves rotativas.

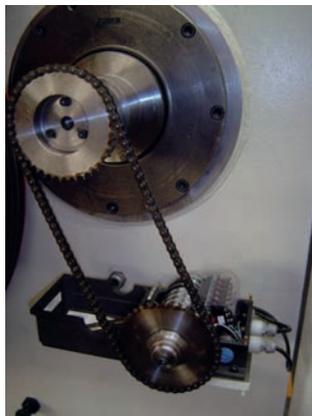
Os *comes* devem permitir apenas ajuste para o sinal de parada no PMS e a posição do PMI, onde o bimanual poderá ser liberado. De alguma forma deve-se construir o conjunto de maneira que não seja possível ampliar o campo de supervisão do escorregamento, que deverá ser de 15°, de preferência 10°. Para o controle e supervisão do escorregamento, os *comes* não poderão permitir aumento das pistas ou ajustes que ampliem os 15° de tolerância permitido.

A posição do martelo é uma consequência da posição de parada do eixo. Pela norma NBR 13930, o eixo da prensa deve parar sempre em uma posição em que o martelo fique estacionado no PMS. Um novo ciclo completo de movimento deverá ser permitido apenas se o eixo da prensa estiver parado em uma posição em que o martelo esteja no PMS.

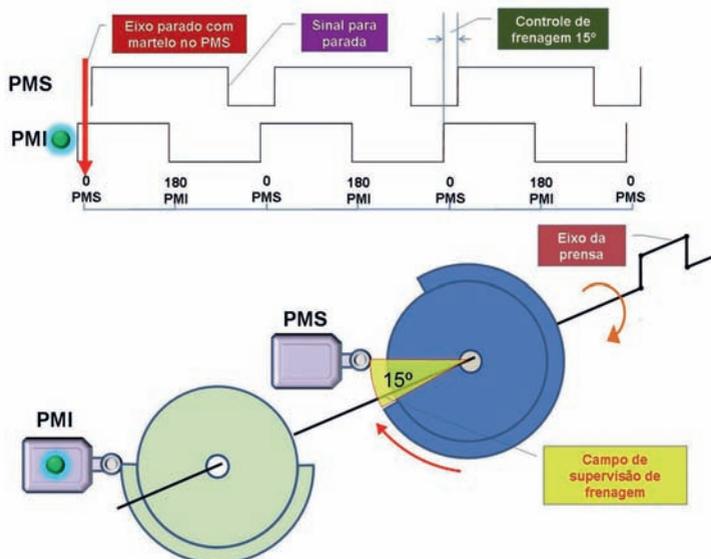
Se a prensa tiver curso regulável, através de bucha excêntrica, a cada curso ajustado deve-se proceder novo ajuste de sinal de parada, para que o martelo pare na posição de PMS.

Abaixo “apenas exemplo” de uma possível configuração de sinais que conectados à PLC de segurança podem executar essa supervisão e controle. Essa configuração leva em conta a transição de sinais, permitindo que a supervisão aconteça a cada mudança de sinal nas chaves rotativas.

Outras configurações elétricas podem ser consideradas desde que esteja dentro do contexto dos itens 10.1 à 10.1.3.



Figuras 159 – Chave de segurança de cames rotativos ligada por corrente ao eixo da prensa.



Figuras 160 – Desenho esquemático de sistema de monitoramento da posição do martelo.

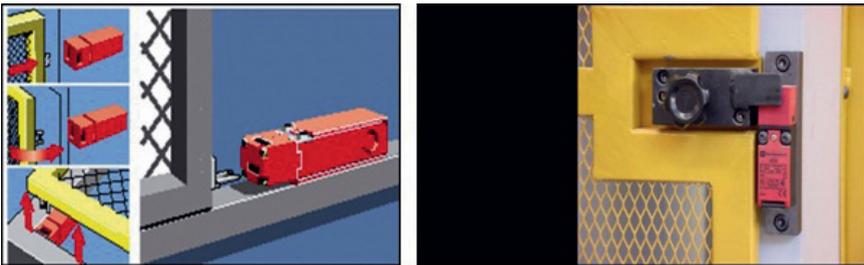
## 10 Comandos elétricos de segurança

As chaves de segurança das proteções móveis, as cortinas de luz, os comandos bimanuais, as chaves seletoras de posições tipo *yale* e os dispositivos de parada de emergência devem ser ligados a comandos elétricos de segurança, ou seja, CLP ou relés de segurança, com redundância e autoteste, classificados como tipo ou categoria 4, conforme a NBR 14009 e 14153, com rearme manual.

As chaves seletoras de posições tipo *yale*, para seleção do número de comandos bimanuais, devem ser ligadas a comando eletroeletrônico de segurança de lógica programável (CLP ou relé de segurança).



*Figura 161 – Chave seletora de posições tipo yale.*



*Figura 162 – Chaves para intertravamento de proteções móveis.*

OBS.: A NR-12:2010 prevê que, quando adotada chave de intertravamento eletromecânica deve ser redundante, ou seja, duas chaves por intertravamento. Esse requisito é devido à característica da chave eletromecânica, em que uma falha mecânica leva a duas falhas do sinal elétrico, levando à perda da função de segurança.

## 10.1 Controlador lógico programável (CLP) de segurança

É um sistema computadorizado eletrônico industrial destinado a controlar e checar, de modo redundante, os sinais elétricos de comando de uma máquina, inibindo seu funcionamento no eventual aparecimento de falhas.

O *software* instalado deverá garantir a sua eficácia, de forma a reduzir ao mínimo a possibilidade de erros provenientes de falha humana em seu projeto, devendo ainda possuir sistema de verificação de conformidade, a fim de evitar o comprometimento de qualquer função relativa à segurança, bem como não permitir alteração do *software* básico pelo usuário, conforme o item 4.10 da NBR 13930 e o item 12.3 da EN 60204-1.

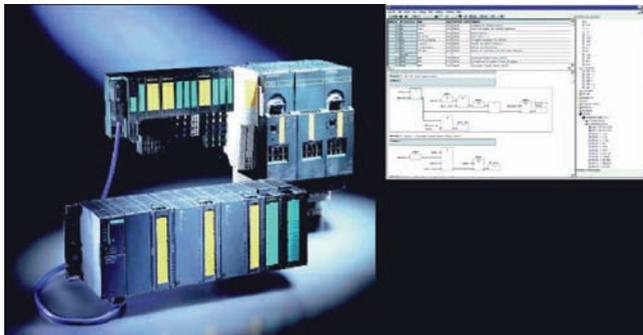
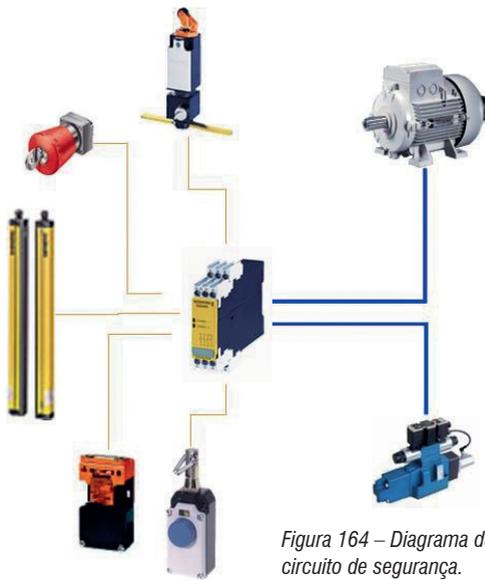


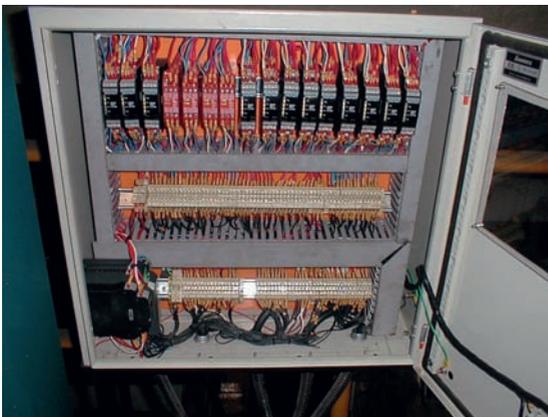
Figura 163 – Controlador lógico programável de segurança.

## 10.2 Relés de segurança

São unidades eletromecânicas ou eletrônicas com supervisão, com dois canais, de acionamento positivo em seus contatos ou circuitos, abertos em série, cumprindo, assim, a exigência de redundância. Com a conexão dos dispositivos externos e a inclusão de seus contatos em pontos corretos do circuito elétrico de automação da máquina, obtém-se um equipamento seguro quanto à sua parada.



*Figura 164 – Diagrama de ligação do circuito de segurança.*



*Figura 165 – Relés de segurança.*

## 11 Sistemas de retenção mecânica – calços de segurança

Para manutenção ou troca de ferramental, as PMEECs devem dispor de sistema de retenção mecânico, a ser obrigatoriamente utilizado na manutenção ou na troca de ferramental, ligado (intertravado) através de chave de segurança ao sistema elétrico da prensa que impossibilite seu funcionamento quando retirado de sua base.



*Figura 166 – Exemplos de sistemas de retenção mecânicos.*

### 11.1 Prevenção contra queda do martelo por gravidade durante a manutenção ou reparos

Onde existir o perigo de acidente (força superior a 150 newtons) através da queda do martelo por gravidade nos trabalhos de reparos ou para outras intervenções necessárias entre as partes das ferramentas, exceto na alimentação manual normal, deve ser prevista a inserção de um dispositivo de retenção mecânico, p.ex., um calço.

O componente de retenção mecânica utilizado deve ser pintado na cor amarela e dotado de interligação eletromecânica. Deve ainda ser conectado ao comando central da máquina de forma a impedir, durante a sua utilização, o funcionamento da prensa. Nas situações em que não seja possível o uso do sistema de retenção mecânica, devem ser adotadas medidas alternativas que garantam o mesmo resultado.

Calço de segurança é um bloco maciço de metal destinado a inibir fisicamente qualquer possibilidade de fechamento das áreas de prensagem quando colocado entre as partes da mesa/martelo ou de uma ferramenta aberta, na prensa.

Quando o dispositivo não for capaz de absorver a força total da prensa, ele deve ser intertravado com o comando da prensa de tal forma que um ciclo de fechamento não possa ser realizado enquanto o dispositivo se encontrar em posição de proteção e o martelo da prensa estiver retido na posição superior.

Em prensas construídas exclusivamente para:

- operação automática;
- utilização com ferramentas fechadas;
- utilização com proteções físicas;
- utilização com velocidade de fechamento menor ou igual a 10mm/s.

Devem ser utilizadas, no mínimo, válvula hidráulica de retenção ou um dispositivo mecânico de retenção, como um mínimo.

Deve existir um sistema para monitorar automaticamente que o sistema de retenção esteja funcionando corretamente, e nenhum golpe da prensa seja possível após a falha de um dos sistemas.

## **11.2 Prevenção de queda não intencional do martelo de uma prensa hidráulica**

### **11.2.1 Prevenção de queda não intencional do martelo por gravidade durante o trabalho (ciclo produtivo)**

Durante a produção em uma prensa hidráulica, com alimentação ou retirada automática ou manual, quando existir o risco de um acidente (força de 150 newtons ou mais), devem ser tomadas medidas para prevenir a queda não intencional do martelo por gravidade. Essa queda pode ocorrer por falha do sistema hidráulico, por falha mecânica ou por falha do comando elétrico. O risco deverá ser prevenido por:

- um dispositivo de retenção mecânico que suporte o peso do martelo e da parte superior da ferramenta; ou
- um dispositivo de retenção hidráulico como definido a seguir; ou
- uma combinação de uma válvula de retenção hidráulica única e um dispositivo de retenção mecânico.

Os dispositivos de retenção devem operar automaticamente e devem atuar sempre que o martelo estiver parado e seja possível ao operador acessar a área de ferramenta.

### **11.2.2 Dispositivo de retenção hidráulico**

Onde não seja utilizado um dispositivo de retenção mecânico e existir o risco de acidente pela queda do martelo por gravidade, devem ser utilizados dispositivos de retenção hidráulica, constituídos de:

- a) dois cilindros separados de retenção ou retorno, cada qual com válvula de retenção na posição superior, capazes de segurar o martelo independentemente; ou
- b) duas válvulas hidráulicas de retenção, uma das quais esteja instalada o mais próximo possível da saída do cilindro, utilizando uma tubulação flangeada ou soldada, ambas capazes de sustentar o peso do martelo.

## 12 Meios de acesso permanentes a máquinas e equipamentos

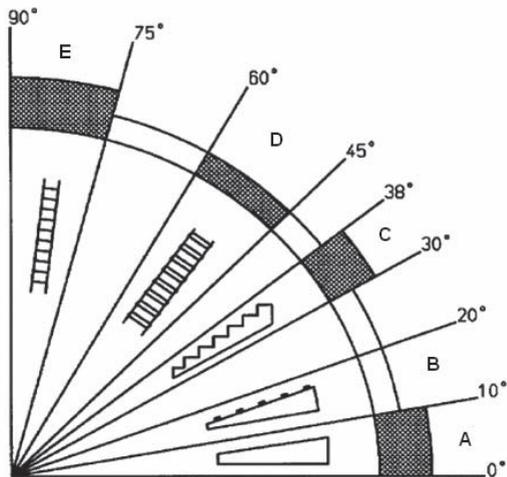
As máquinas e os equipamentos devem dispor de acessos a todos os seus pontos de operação, abastecimento, inserção de matérias-primas e retirada de produtos trabalhados, preparação, manutenção e de intervenção constante, permanentemente fixados e seguros.

Consideram-se como meios de acesso: elevadores, rampas, passarelas, plataformas ou escadas de degraus.

Na impossibilidade técnica de adoção desses meios, poderá ser utilizada escada fixa tipo marinheiro.

Os meios de acesso permanentes a máquinas e equipamentos devem estar localizados e instalados de modo a prevenir riscos de acidente e facilitar o seu acesso e utilização pelos trabalhadores.

O emprego dos meios de acesso deve considerar o ângulo de lance, conforme a figura a seguir.



Legenda:

A – Rampa.

B – Rampa com peças transversais para evitar o escorregamento.

C – Escada com espelho.

D – Escada sem espelho.

E – Escada do tipo marinheiro.

Fonte: EN 14122 – Segurança de Máquinas – Meios de acesso permanentes às máquinas.

Figura 167 – Escolha dos meios de acesso conforme a inclinação (ângulo de lance).

Todos os locais ou postos de trabalho acima do nível do solo onde haja acesso de trabalhadores, para comando ou quaisquer outras intervenções habituais nas máquinas e equipamentos, como operação, abastecimento, manutenção, preparação e inspeção, devem dispor de plataformas de trabalho estáveis e seguras.

Na impossibilidade técnica de aplicação do previsto no parágrafo anterior, poderá ser adotado o uso de plataformas móveis ou elevatórias.

As plataformas móveis devem ter a sua estabilidade garantida, de modo a não permitir a sua movimentação ou tombamento durante a realização do trabalho.

As rampas com inclinação entre 10 e 20 graus em relação ao plano horizontal devem possuir peças transversais horizontais fixadas de modo seguro, para impedir escorregamento, distanciadas entre si de 0,40m em toda extensão da rampa quando o piso não for antiderrapante.

É proibida a construção de rampas com inclinação superior a 20 graus em relação ao piso.

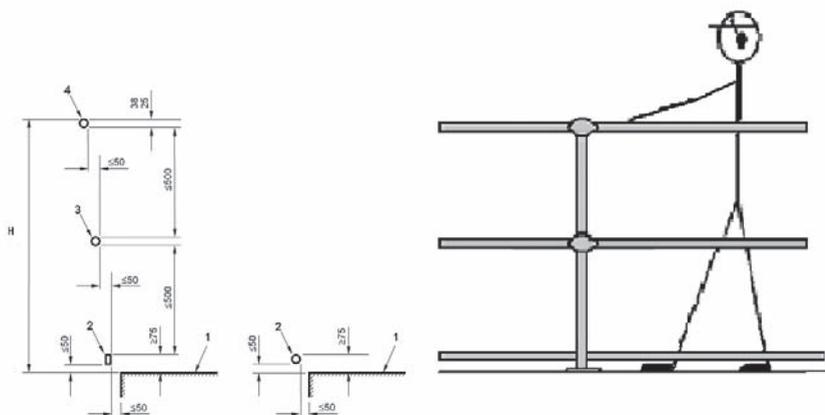
Os meios de acesso, exceto escada fixa do tipo marinho e elevador, devem ser dotados de sistema de proteção contra quedas com as seguintes características:

- a) ser dimensionados, construídos e fixados de modo seguro e resistente, de forma a suportar os esforços solicitantes;
- b) ser constituídos de material resistente a intempéries e corrosão;
- c) possuir travessão superior entre 1,10m e 1,20m de altura em relação ao piso ao longo de toda a extensão, em ambos os lados;
- d) não ter o travessão superior superfície plana, a fim de evitar a colocação de objetos;
- e) possuir rodapé de, no mínimo, 0,20m de altura e travessão intermediário a 0,70m de altura em relação ao piso, localizado entre o rodapé e o travessão superior.

Havendo o risco de queda de objetos e materiais, o vão entre o rodapé e o travessão superior do guarda-corpo deve receber proteção fixa, integral e resistente. A proteção pode ser constituída de tela resistente, desde que sua ma-

Iha não permita a passagem de qualquer objeto ou material que possa causar lesões aos trabalhadores.

Para o sistema de proteção contra quedas em plataformas utilizadas em operações de abastecimento ou que acumulam sujidades, podem ser adotadas as dimensões da figura a seguir.



*Legenda:*

*H – altura da barra superior (entre 1000mm e 1100mm)*

*1 – plataforma*

*2 – barra do rodapé*

*3 – barra intermediária*

*4 – barra superior do corrimão*

*Figura 168 – Sistema de proteção contra quedas em plataforma (dimensões em milímetros).*

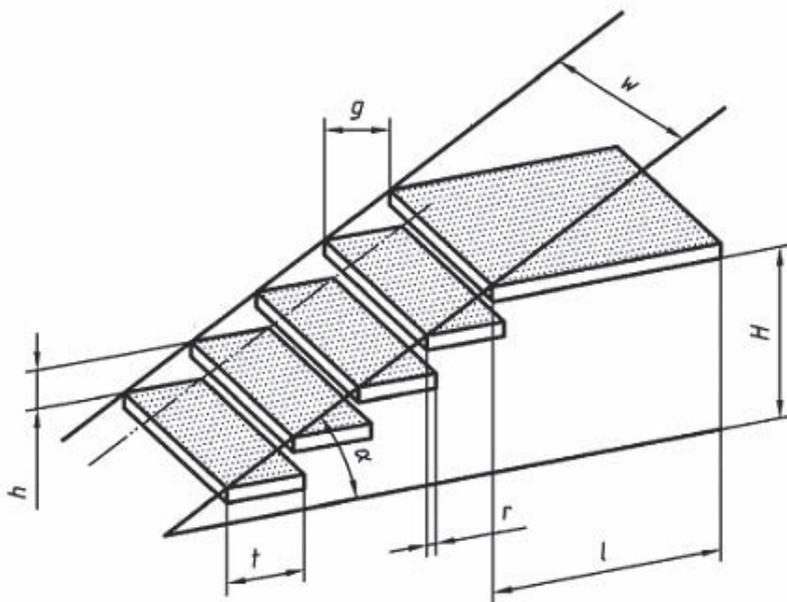
As passarelas, plataformas e rampas devem ter as seguintes características:

- largura útil mínima entre 0,60m e 0,80m;
- meios de drenagem, se necessário;
- não ter rodapé colocado no vão de acesso.

As escadas de degraus sem espelho devem ter:

- largura mínima entre 0,60m e 0,80m;
- degraus com profundidade mínima de 0,15m;
- degraus e lances uniformes, nivelados e sem saliências; altura máxima entre os degraus de 0,25m;

- d) plataforma de descanso com, no mínimo, entre 0,60 e 0,80m de largura e comprimento a intervalos de, no máximo, 3m de altura;
- e) projeção mínima de 0,01m (dez milímetros) de um degrau sobre o outro;
- f) degraus com profundidade que atendam à fórmula:  $600 \leq g + 2h \leq 660$  (dimensões em milímetros), conforme figura a seguir.



*Legenda:*

*w* – Largura da escada

*h* – Altura entre degraus

*r* – Projeção entre degraus

*g* – profundidade livre do degrau

*α* – inclinação da escada (ângulo de lance)

*l* – comprimento da plataforma de descanso

*H* – altura da escada

*t* – profundidade total do degrau

*Figura 169 – Exemplo de escada sem espelho.*

As escadas de degraus com espelho devem ter:

- a) largura mínima entre 0,60m e 0,80m;
- b) degraus com profundidade mínima de 0,20m;
- c) degraus e lances uniformes, nivelados e sem saliências;
- d) altura entre os degraus de 0,20m a 0,25m;
- e) plataforma de descanso com, no mínimo, entre 0,60m e 0,80m de largura e comprimento a intervalos de, no máximo, 3m de altura.

As escadas fixas do tipo marinheiro devem:

- a) ser dimensionadas, construídas e fixadas de modo seguro e resistente, de forma a suportar os esforços solicitantes;
- b) ser constituídas de materiais ou revestimentos resistentes a intempéries e corrosão (caso estejam expostas em ambiente externo ou corrosivo);
- c) ter gaiolas de proteção caso possuam altura superior a 3,50m, instaladas a partir de 2m do piso, ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior entre pelo menos 1,10m e 1,20m;
- d) ter corrimão ou continuação dos montantes da escada, ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior entre pelo menos 1,10m e 1,20m;
- e) ter largura entre 0,40m e 0,60m, conforme Figura 170;
- f) ter altura total de no máximo 10m, se for de um único lance;
- g) ter altura de, no máximo, 6m entre duas plataformas de descanso, se for de múltiplos lances, construídas em lances consecutivos com eixos paralelos, distanciados no mínimo em 0,70m, conforme Figura 170;
- h) ter espaçamento entre barras de 0,25m a 0,30m, conforme Figura 170;
- i) ter espaçamento entre o piso da máquina ou da edificação e a primeira barra não superior a 0,55m, conforme Figura 170;
- j) ter distância entre a escada e a estrutura em que ela é fixada de, no mínimo, 0,15m, conforme a Figura 171;

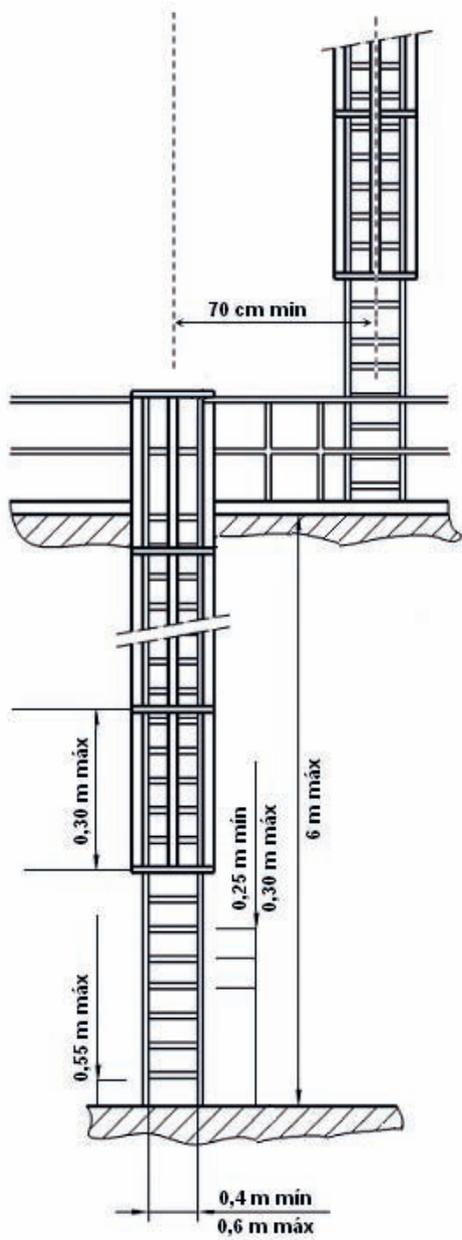
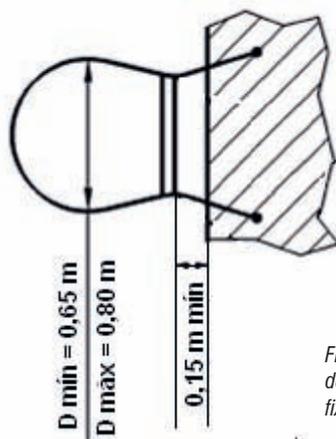


Figura 170 – Exemplo de escada fixa do tipo marinheiro.

- k) ter barras de 0,025m a 0,038m de diâmetro ou espessura;
- l) ter barras com superfícies, formas ou ranhuras, a fim de prevenir deslizamentos.

As gaiolas de proteção devem dispor de:

- a) diâmetro entre 0,65m e 0,80m, conforme Figura 171;
- b) vãos entre grades protetoras de, no máximo, 0,30m, conforme Figura 170.



*Figura 171 – Exemplo de detalhe da gaiola da escada fixa do tipo marinheiro.*

As transmissões de força localizadas em plataformas elevadas também deverão estar adequadamente protegidas, para evitar contato durante a manutenção.

Os trabalhadores de manutenção em plataformas elevadas (altura superior a 2,0 m) deverão utilizar EPI para proteção contra quedas, conforme NR 06.

## 13 Manutenção

As máquinas e equipamentos devem ser submetidos a inspeção e manutenção preditiva, preventiva e corretiva devidamente documentadas, registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, contendo cronograma de manutenção, as intervenções realizadas, data da realização de cada intervenção, o serviço realizado, as peças reparadas ou substituídas, as condições de segurança do equipamento, indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina e o responsável pela execução das intervenções.

O registro das manutenções deve estar disponível aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção e reparos, bem como CIPA, SESMT e a fiscalização do Ministério do Trabalho e Emprego.

As manutenções preventivas com potencial de causar acidentes do trabalho devem ser objeto de planejamento e gerenciamento elaborado por profissional legalmente habilitado.

A manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas somente por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador, com as máquinas paradas, adotando-se os seguintes procedimentos:

- a) isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos, de modo visível ou facilmente identificável por meio dos dispositivos de comando;
- b) bloqueio mecânico e elétrico na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia, a fim de impedir a reenergização e sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável;
- c) medidas que garantam que à jusante dos pontos de corte de energia já não exista qualquer possibilidade de gerar risco de acidentes;
- d) medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de qualquer equipamento ou máquinas sustentados somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos;
- e) sistemas de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas.

Para situações especiais de regulação, ajuste, limpeza, pesquisa de defeitos e inconformidades, em que não seja possível o cumprimento das condições estabelecidas anteriormente, e em outras situações que impliquem a redução do nível de segurança das máquinas e houver a necessidade de acesso às zonas de perigo, deve ser possível selecionar um modo de operação que:

- a) torne inoperante o modo de comando automático;
- b) permita a realização desses serviços com o uso de dispositivo de acionamento de ação continuada associado à redução da velocidade, ou com o uso de dispositivos de comando por movimento limitado;
- c) impeça a sua mudança por trabalhadores não autorizados;
- d) a sua seleção corresponda a um único modo de comando ou de funcionamento;
- e) quando selecionado tenha prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência;
- f) torne sua seleção visível, clara e facilmente identificável.

A manutenção de máquinas e equipamentos contemplará, dentre outros itens, a realização de ensaios não destrutivos – END, nas estruturas e componentes submetidos a solicitações de força e cuja ruptura ou desgaste possa ocasionar acidentes.

Os ensaios não destrutivos – END, quando realizados, devem atender as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, normas técnicas internacionais.

Nas manutenções, sempre que detectado qualquer defeito em peça ou componente das máquinas e equipamentos que comprometa a segurança, deve ser providenciada a sua reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições seguras de uso.

As proteções podem ser removidas para manutenção, limpeza, ajustes e/ou troca de ferramentas da máquina, devendo possuir intertravamento através de dispositivos de segurança, de tal modo que a máquina não entre em funcionamento quando forem retiradas.

## IMPORTANTE

A falta de manutenção, sobrecarga e improvisações concorrem para ocorrência de graves acidentes.



Figura 173 – Resultados de manutenções inadequadas.

## IMPORTANTE

As máquinas deverão ter suas energias (elétrica, hidráulica, pneumática e de gravidade, entre outras) zeradas e bloqueadas, a fim de impedir a reenergização. Deve ser realizada a sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável.

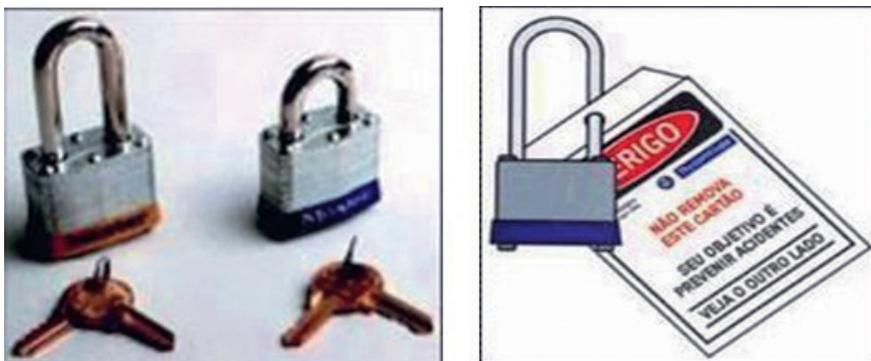


Figura 174 – Dispositivos de bloqueio.

Deve existir iluminação adequada para as partes internas das máquinas e equipamentos que requerem operações de ajustes, inspeção, manutenção ou outras intervenções periódicas, estando disponíveis em situações de emergência quando exigir o ingresso de pessoas, observando-se as exigências específicas para áreas classificadas.



*Figura 175 – Chave geral seccionadora adequada para utilização com procedimento de bloqueio e etiquetagem.*

## 14 Transformações de prensas e similares – *retrofitting*

No Anexo VIII, item 16, está determinado de que forma deve ser documentada a transformação de prensas e equipamentos similares.

Essa transformação deve ser substancial em seu sistema de funcionamento ou de seu sistema de acoplamento.

A transformação de prensas e equipamentos similares deve seguir critérios rigorosos e avaliar todos os elementos existentes na máquina, quanto a sua vida útil e viabilidade técnica. Especialmente em prensas mecânicas excêntricas de acoplamento por engate de chaveta, cuja solução tecnológica aceitável é a conversão para freio/embreagem, obedecendo-se às normas da ABNT pertinentes, o que só é economicamente viável acima de 100 T, conforme dados dos fabricantes dos *kits* de freios/embreagens.

O nome que se dá para essa transformação é *retrofitting*.

O *retrofitting* deve ser realizado mediante projeto mecânico elaborado por profissional legalmente habilitado, acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

O projeto deverá conter memória de cálculo de dimensionamento dos componentes, especificação dos materiais empregados e memorial descritivo de todos os componentes.

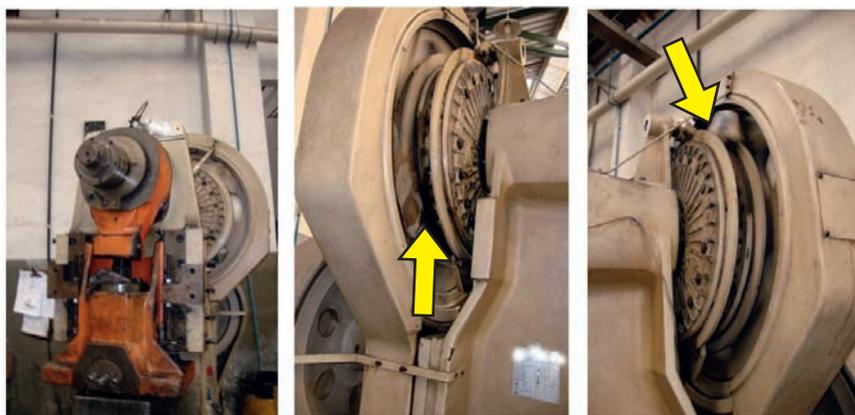


Figura 176 – Prensa mecânica excêntrica freio/embreagem montada em estrutura de prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta.

A máquina abaixo era uma dobradeira mecânica com mais de 20 anos de uso. Depois de ser analisado o conjunto por profissionais de uma empresa especializada, foi possível se fazer o *retrofitting*.

A máquina foi transformada em dobradeira hidráulica, atendendo aos requisitos das normas brasileiras da ABNT pertinentes e estrangeiras na ausência dessas.

Foram protegidas as áreas de movimento através de proteções fixas monitoradas e na parte frontal foi instalado um sistema com múltiplos feixes de *laser*.

O bloco hidráulico instalado na parte superior da máquina é Categoria 4, atendendo os requisitos das normas aplicáveis.



Figura 177 – Dobradeira mecânica transformada em dobradeira hidráulica.



Figura 178 – Sistema de proteção por múltiplos feixes de laser, impede a chegada da mão próximo à ferramenta.

## 15 Aspectos ergonômicos

Hildeberto Bezerra Nobre Junior  
Engenheiro de Segurança e Auditor Fiscal do Trabalho

### **Uma reflexão sobre a implementação dos sistemas de segurança de máquinas e a ergonomia**

Quem não se lembra da clássica cena do filme *Tempos Modernos* na qual o personagem, interpretado por Charles Chaplin, era submetido ao ritmo frenético da linha de montagem sob a pressão exercida pela chefia e acabou sendo subjugado e “engolido” pelas engrenagens das máquinas?

A cena caricatura o cotidiano das interações entre operadores e máquinas em ambientes marcados pelas exigências de produção, por hierarquias e metas rígidas, por equipamentos obsoletos e inseguros, obrigando os trabalhadores a adaptarem modos operatórios para dar conta do trabalho.

Nesse cenário, pensar em segurança dos trabalhadores que interagem e operam as máquinas não é uma tarefa fácil e requer estudo e criatividade.

A revisão da Norma Regulamentadora n.º 12, publicada em 2010, trouxe à tona a necessidade de repensarmos a forma de abordar a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos nos espaços laborais.

Discorrer sobre esse assunto envolve, certamente, ampliar o olhar do observador para além das exigências técnicas e entender, dentre vários aspectos, as interações existentes entre trabalhadores e máquinas.

Em nosso país, o debate em torno da segurança de máquinas ainda se encontra muito marcado por uma perspectiva, predominantemente, tecnológica em que se acredita no mito de que a proteção dos trabalhadores é garantida com a instalação de dispositivos ou sistemas de segurança.

Não resta dúvida que os avanços tecnológicos dos dispositivos de segurança oferecidos no mercado revolucionaram a forma de fazer proteção, na medida em que disponibilizam um leque de soluções das quais os profissionais podem lançar mão para responder aos inúmeros problemas enfrentados no interior das empresas.

Contudo, a prática e vários estudos nos mostram a necessidade de entender, além dos dispositivos tecnológicos de segurança e do funcionamento das máquinas, as estratégias utilizadas pelos trabalhadores diante das intercorrências encontradas durante a produção, a gestão de segurança da empresa, as rela-

ções hierárquicas existentes nos espaços laborais, as interações interpessoais, os modos de organização da produção diante das demandas, etc.

Em resumo, a segurança no trabalho em máquinas passa por compreender a organização do trabalho e as interações homens-máquinas nos espaços laborais marcados por relações sociotécnicas.

É dentro desse contexto que os conceitos herdados da ergonomia podem trazer contribuições importantes aos profissionais que lidam com a segurança no trabalho, possibilitando a adoção de sistemas que levem em consideração outros aspectos que melhorem o desempenho dos sistemas de segurança.

Neste texto, busca-se, de forma resumida, lembrar dois conceitos importantes, porém muitas vezes esquecidos pelos profissionais que concebem os sistemas de proteção em máquinas: tarefa e atividade.

Tarefa pode ser compreendida como a prescrição, os comandos, os objetivos, as metas e o que a organização disponibiliza para a realização do trabalho. Didaticamente, pode-se dizer que “ela é tudo o que o trabalhador deve fazer e como deve fazer” (OLIVEIRA, 2005).

Integram-se à tarefa o conjunto de objetivos a serem atingidos, as especificações dos resultados a serem obtidos, os meios fornecidos, as matérias-primas, as máquinas e os equipamentos, a composição da equipe, espaço de trabalho, meios materiais, ambiente físico, organização do trabalho; requisitos (éticos, de segurança, de qualidade e quantidade de produção), dentre outros (OLIVEIRA, 2005).

Contudo, os ambientes de trabalho são dinâmicos e vários acontecimentos impõem aos trabalhadores a necessidade de desenvolverem estratégias e modos operatórios que, geralmente, não estão previstos por quem programou a tarefa. Além disso, as condições de execução do trabalho nem sempre são adequadas para sua realização. Daí a necessidade dessas adaptações realizadas pelos operadores em tempo real (KEYSER).

Esse processo de “regulação” realizado permanentemente pelo trabalhador buscando conciliar os objetivos traçados pela empresa, os meios que lhe são fornecidos, seu estado interno, dentre outros, resultam no desenvolvimento de um modo singular de fazer o trabalho, que não pode ser desconsiderado quando se projetam os sistemas de segurança nas máquinas.

A atividade pode ser entendida como a forma como a tarefa é executada diante das interações com o homem dentro do contexto onde é realizada. Segundo

KEYSER (1983), ela pode ser definida como o conjunto de condutas e recursos utilizados pelo trabalhador no desenvolvimento do trabalho.

*“A atividade é o fruto da execução de uma tarefa, é o que o trabalhador faz para atingir os objetivos da tarefa, é o resultado de uma síntese entre a tarefa (objetivos, resultados esperados, meios oferecidos, exigências requeridas) e o homem que a executa (sua história, sua experiência, formação, cultura, estado interno de saúde física e mental)”* (OLIVEIRA, 2005).

O trabalhador recebe os objetivos, as metas, as prescrições e todos os elementos fornecidos pela organização, então reelabora e reorganiza a tarefa, criando modos operatórios para atingir o que foi definido *a priori*.

Para os técnicos responsáveis em pensar os sistemas de segurança das máquinas, torna-se imprescindível conhecer e entender a atividade desenvolvida pelos trabalhadores, ou seja, o trabalho real realizado no chão de fábrica, pois a confiabilidade, a qualidade e o sucesso da segurança nas máquinas dependem, além da estrutura e dos componentes técnicos dos sistemas de segurança, de uma apreciação de risco que incorpore as situações reais de trabalho, reconhecendo as variabilidades e as regulações necessárias no cotidiano do trabalho.

Aliás, as normas técnicas nacionais e internacionais que tratam de apreciação de risco em máquinas já incorporam os conceitos acima apresentados e trazem recomendações de que as estimativas de risco não devem se restringir a fatores técnicos, pois os riscos podem ser afetados por diversas interações, por aspectos psicológicos e por efeitos ergonômicos.

Ignorar ou deixar de considerar essa etapa no reconhecimento do risco pode resultar na implantação de sistemas de segurança que impeçam ou dificultem as atividades realizadas nas máquinas.

Acredito que o leitor guarde na lembrança algum caso em que o sistema de segurança foi burlado ou suprimido para a realização de algum trabalho. Essa situação, geralmente, ocorre quando a atividade real desenvolvida pelo trabalhador não foi completamente compreendida pelos profissionais que participaram da implementação das proteções, gerando conflitos entre os sistemas de segurança concebidos para uma tarefa e o trabalho real realizados pelos operadores. Aliás, a burla ou *bypass* de dispositivos ou de sistemas de segurança é um dos grandes problemas enfrentados pelos profissionais de SST.

MEISENBACH (2003) apresenta diversas recomendações que ajudam a minimizar a ocorrência de *bypass* nos sistemas de segurança, dentre eles:

1. Dispositivos de proteção que não criam embaraços ou dificuldades ao processo de trabalho geralmente não são “bypassadas”. Não há benefício em fazê-lo.
2. A probabilidade de *bypass* de dispositivos de proteção impróprios é diretamente proporcional ao benefício resultante.
3. Os benefícios do *bypass* de dispositivos de proteção dependem da operação a ser realizada no equipamento
4. Terminar o *bypass* não implica devolver a máquina à sua condição original. No pior dos casos, o dispositivo de proteção que foi “bypassado” pode permanecer nessa condição de modo permanente.
5. Se tarefas tais como a inicialização e partida (*setup*) não forem consideradas durante a concepção da máquina, o *bypass* de dispositivos de proteção torna-se inevitável, pois não há outro jeito possível para operar a máquina.

Ademais, os profissionais responsáveis pelos desenhos e pelas concepções dos sistemas de segurança e as equipes de SST das empresas devem incorporar em suas atividades a necessidade de dialogar e ouvir os operadores e demais trabalhadores envolvidos nas operações das máquinas, além de observar todas as operações realizadas, a fim de identificar o trabalho realmente feito pelos operadores e suas estratégias diante das variabilidades encontradas.

Por fim, gostaria de ressaltar que o desenho, a escolha e a implantação eficiente dos sistemas de segurança que atendam a necessidade de proteção dos trabalhadores e a operação normal das máquinas não pode prescindir da participação efetiva dos operadores do chão de fábrica.

### **Referências:**

- Oliveira, PAB. Ergonomia e a organização do trabalho: o papel dos espaços de regulação individual e social na gênese das LER/DORT. Boletim da Saúde. 2005; 19(1).
- Keyser V. Análisis de actividades, tareas y sistemas de trabajo. In: Enciclopedia de la OIT. 3. ed.
- Meisenbach, J Accidents despite protective devices – mistakes by the user or by the designer? In Defren, W.; Kreutzkampff, F. (Org) Machine Safety in the European Community. Duisburg: Schmersal; 2003. (p.193 a 199). Tradução livre de Ildeberto Muniz de Almeida. O tradutor agradece, em especial, as colaborações do Eng. Iderval Muniz de Almeida e da Enga. e auditora fiscal do trabalho (DRT-MG) Ivone Corgosinho Baumecker na tradução de termos técnicos.

## 15.1 Aspectos ergonômicos ligados a prensas e similares

*Marcelo Roberto Saraiva dos Santos  
Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho  
Mestre em Engenharia de Produção  
SIMECS – Caxias do Sul/RS*

Considerando que ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, o trabalho tem uma acepção bastante ampla, abrangendo não apenas aqueles executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva.

Para tanto, as prensas e similares devem atender as condições biomecânicas e variáveis antropométricas dos trabalhadores, minimizando os riscos de lesões músculo-esqueléticas.

As condições biomecânicas se referem basicamente às posturas corporais no trabalho e à aplicação de forças, as quais estão relacionadas ao tipo de trabalho muscular (estático ou dinâmico) na execução das atividades.

As variáveis antropométricas se relacionam com as dimensões dos segmentos corporais e sua interface na operação de máquinas e equipamentos.

Daí a necessidade de máquinas, equipamentos e atividades que permitam a alternância de posturas durante a jornada de trabalho, considerando-se ainda a possibilidade de rodízio de tarefas e pausas que permitam a recuperação dos grupos musculares que estão sendo mais exigidos.

A tecnologia é efetiva na medida em que o homem pode operar e manter as máquinas por ele projetadas. Um projeto bem desenvolvido tira vantagens das capacidades humanas, considera as limitações e amplifica os resultados do sistema, no momento em que o trabalhador pode executar o seu trabalho com o máximo de eficiência e conforto.

Nesse sentido, tem-se a NR 17 – Ergonomia, do Ministério do Trabalho e Emprego, que visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

## 16 Capacitação

*Marcelo Roberto Saraiva dos Santos  
Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho  
Mestre em Engenharia de Produção  
SIMECS – Caxias do Sul/RS*

A NR 01 – Disposições Gerais, determina em seu item 1.7 que o empregador informe aos trabalhadores os riscos profissionais originados nos locais de trabalho, seus meios de prevenção e limitação e as medidas adotadas pela empresa. No caso específico de operações com prensas e equipamentos similares, um programa de capacitação deverá ser desenvolvido pela própria empresa, sem ônus para o trabalhador, realizado durante o horário normal de trabalho, com o currículo básico que se apresenta a seguir.

A NR 12:2010 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos estabelece que a operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos somente devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados ou capacitados, autorizados para esse fim.

Todos os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação na empresa, compatível com suas funções, abordando os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias para a prevenção de acidentes e doenças.

A capacitação deve:

- a) ocorrer antes que o trabalhador assuma a sua função;
- b) ser realizada pela empresa, sem ônus para o trabalhador;
- c) ter carga horária mínima que garanta aos trabalhadores executarem suas atividades com segurança, sendo distribuída em no máximo 8 horas diárias e realizada durante o horário normal de trabalho;
- d) ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Apêndice II da NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, apresentado no item 16.1;
- e) ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para esse fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado que se responsabilizará pela adequação de conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos discentes.

A capacitação deverá ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para esse fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado (com registro no conselho de classe e preferencialmente com emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART), que se responsabilizará pela adequação do conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos discentes.

É considerado trabalhador ou profissional qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área de atuação, reconhecido pelo sistema oficial de ensino, compatível com o curso a ser ministrado.

É considerado profissional legalmente habilitado para a supervisão da capacitação aquele que comprovar conclusão de curso específico na área de atuação, compatível com o curso a ser ministrado, com registro no competente conselho de classe.

Deve ser realizada capacitação para reciclagem sempre que ocorrerem modificações significativas nas instalações e na operação de máquinas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

A carga horária deverá ser compatível e suficiente para que sejam desenvolvidos satisfatoriamente os conteúdos teóricos e a parte prática, sendo necessário o registro do conteúdo do programa de treinamento, a qualificação dos instrutores, o controle de presença e a avaliação.

As operações e atividades de troca de ferramentas, bem como manutenções devem seguir procedimentos de trabalho e segurança com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco.

O manual da máquina deve estar disponível aos operadores e pessoal da manutenção.

### **16.1 Conteúdo programático mínimo**

A NR 12:2010 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos prevê, em seu Anexo II:

A capacitação para operação segura de máquinas deve abranger as partes teórica e prática a fim de permitir habilitação adequada do operador para trabalho seguro, contendo no mínimo:

a) descrição e identificação dos riscos associados com cada máquina e as proteções específicas contra cada risco;

- b) o funcionamento das proteções; como e por que devem ser usadas;
- c) como e em que circunstâncias pode ser removida uma proteção, e por quem (na maioria dos casos, só o pessoal de inspeção ou manutenção);
- d) o que fazer (por exemplo, contatar o supervisor) se uma proteção é danificada ou se perde sua função, deixando de garantir uma segurança adequada;
- e) os princípios de segurança na utilização da máquina;
- f) segurança para riscos mecânicos, elétricos e outros relevantes;
- g) método de trabalho seguro;
- h) permissão de trabalho;
- i) sistema de bloqueio de funcionamento da máquina durante operações de inspeção, limpeza, lubrificação e manutenção.

O processo de capacitação deverá ser documentado, devendo ser reciclado sempre que ocorrerem modificações significativas nas instalações e na operação de máquinas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

## 17 Responsabilidades

*Beatriz Gomes*  
*Advogada Trabalhista*  
*Consultora de Empresas*

*Maisa Ramos Aran*  
*Advogada Trabalhista*  
*STIMMME – Caxias do Sul – RS*

*Hildeberto Bezerra Nobre Junior*  
*Auditor Fiscal do Trabalho*  
*Engenheiro de Segurança do Trabalho*  
*Mestre em Saúde Coletiva*

No Brasil, o número de trabalhadores acidentados ou que desenvolvem outros tipos de agravos à saúde é extremamente alto, produzindo custos sociais e econômicos que são arcados por toda a coletividade.

Esse cenário só pode ser alterado se todos os atores sociais assumirem o compromisso de contribuir para o desenvolvimento da sociedade. Nesse contexto, os empresários e empregadores assumem um papel importante e podem se consolidar como elemento central na construção de espaços laborais que promovam a cidadania e garantam o trabalho digno, sem acidentes, e na melhoria das condições de vida de seus empregados.

Cabe ressaltar que o compromisso com a responsabilidade social segue cada vez mais valorizado pelo mercado, inclusive para as MPE, e traz reflexos positivos a suas imagens, contribuindo ainda para o ganho de produtividade e na qualidade em seus produtos. Assim, atualmente as empresas que buscam se consolidar e se manter num mercado cada vez mais competitivo devem se comprometer com a melhoria da qualidade de vida de seus empregados, além da defesa do meio ambiente.

A NR 12:2010 traz obrigações específicas para todos os envolvidos na fabricação, importação, aquisição e utilização de máquinas.

Essas obrigações são analisadas a seguir, sendo que há legislação específica estabelecendo responsabilidades, além do previsto na NR 12:2010, legislação esta a ser atendida, sob as penas previstas nas mesmas.

São estas as obrigações:

## 17.1 Do fabricante e importador

É proibida a importação, a fabricação, comercialização, leilão, locação, cessão, a qualquer título, e exposição de prensas mecânicas excêntricas e similares com acoplamento para descida do martelo através de engate por chaveta ou similar e dobradeiras mecânicas com freio de cinta, novas ou usadas, em todo o território nacional.

As máquinas e os equipamentos devem ter manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização.

Os manuais devem:

- a) ter texto na língua portuguesa (Brasil), com caracteres de tipo e tamanho que possibilitem a melhor legibilidade possível, acompanhado das ilustrações explicativas;
- b) ser objetivos, claros, sem ambiguidades e em linguagem de fácil compreensão;
- c) ter sinais e/ou avisos referentes à segurança realçados;
- d) estar disponíveis a todos os usuários nos locais de trabalho.

Os manuais das máquinas e equipamentos fabricadas e/ou importados, a partir da vigência dessa norma, devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante e/ou importador;
- b) tipo, modelo e capacidade;
- c) número de série ou número de identificação e ano de fabricação;
- d) normas observadas para o projeto e construção da máquina ou equipamento;
- e) descrição detalhada da máquina ou equipamento e seus acessórios;
- f) diagramas, inclusive circuitos elétricos, em particular a representação esquemática das funções de segurança;
- g) definição da utilização prevista para a máquina;
- h) riscos a que estão expostos os usuários, com as respectivas avaliações quantitativas de emissões geradas pela máquina ou equipamento em sua capacidade máxima de utilização;

- i) definição de medidas de segurança existentes e aquelas a serem adotadas pelos usuários;
- j) especificações e limitações técnicas para a utilização com segurança;
- k) riscos que poderiam resultar de adulteração ou supressão de proteções e dispositivos de segurança;
- l) riscos que poderiam resultar de utilizações diferentes daquelas previstas no projeto;
- m) procedimentos para a utilização da máquina ou equipamento com segurança;
- n) procedimentos e periodicidade para inspeções e manutenção;
- o) procedimentos a serem adotados em situações de emergência;
- p) indicação da vida útil da máquina ou equipamentos e dos componentes relacionados com a segurança.

O projeto da máquina ou equipamento não deve permitir erros na montagem ou remontagem de determinadas peças ou elementos que possam gerar riscos quando do funcionamento da máquina, especialmente quanto ao sentido de rotação ou deslocamento.

## **17.2 Do empregador, proprietário ou usuário de prensas e similares**

A NR 12:2010 – Segurança do Trabalho com Máquinas e Equipamentos determina que o empregador deve adotar medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência envolvidas direta ou indiretamente no trabalho em máquinas e equipamentos.

O empregador, proprietário ou usuário deve adquirir somente prensas e equipamentos similares que atendam as determinações contidas na NR 12:2010 – Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

O empregador deve autorizar formalmente os profissionais que executem manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias.

As máquinas devem ter manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização.

O empregador deve reconstituir o manual de instruções de máquinas e equipamentos que apresentem riscos quando inexistente ou extraviado, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos, com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização em planta baixa, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado.

Os empregadores deverão promover a todos os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos a capacitação prevista no Apêndice II da NR 12 – Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco.

O empregador, proprietário ou usuário deve utilizar prensas e similares somente para a finalidade e a capacidade que foi projetada de acordo com as instruções do fabricante.

O empregador deve garantir que as máquinas e os equipamentos sejam submetidos a manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, normas técnicas internacionais.

As manutenções preventivas e corretivas deverão ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, contendo cronograma de manutenção, as intervenções realizadas, data da realização de cada intervenção, o serviço realizado, as peças reparadas ou substituídas, as condições de segurança da máquina e o responsável pela execução das intervenções.

O empregador deve determinar a paralisação da prensa e similar que ofereça risco aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções, e máquinas e equipamentos.

### **17.3 Do empregado (trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos)**

- Participar da capacitação com o máximo aproveitamento, operando somente as máquinas para as quais foi qualificado.

- Cumprir todas as etapas, sem improvisações com o disposto nos procedimentos de segurança para a operação, limpeza, *set-up* e manutenção de máquinas e equipamentos.
- Ao início de cada turno de trabalho ou após nova preparação da máquina ou equipamento, efetuar uma inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança, devendo interromper suas atividades ao constatar anormalidades que afetem a segurança, comunicando de imediato ao superior hierárquico.
- Nunca sobrecarregar a máquina, ou adaptar serviço para o qual ela não foi projetada.
- Zelar pela conservação e manutenção dos dispositivos de segurança, comunicando de imediato a constatação de qualquer problema.
- Parar imediatamente a atividade quando verificada condição de risco, comunicando de imediato o problema à chefia imediata, CIPA e SESMT, quando houver.

## 18 Considerações finais

*Beatriz Gomes*  
*Advogada Trabalhista*  
*Consultora de Empresas*

*Maisa Ramos Aran*  
*Advogada Trabalhista*  
*STIMME – Caxias do Sul – RS*

O *Manual de Segurança no Trabalho de Prensas e Similares* adequado à NR 12:2010 da Portaria 197/2010 foi elaborado de maneira tripartite, com o objetivo de difundir a legislação pertinente à segurança no trabalho em máquinas.

No caso de descumprimento ou inobservância do determinado na NR12, as empresas estarão expostas a ações por parte da fiscalização do Ministério do Trabalho e Emprego, com notificações, autuações e interdições e, também, ações do Ministério Público do Trabalho, além das ações regressivas da Previdência Social, em decorrência dos custos gerados por acidentes do trabalho.

As fotos e ilustrações contidas neste Manual não geram sugestão e/ou opinião com relação a marcas, produtos, modelos de máquinas, equipamentos e dispositivos, nem com relação aos seus respectivos fabricantes, ainda que tenha havido participação na elaboração deste trabalho, com exemplos práticos e sugestões técnicas.

As orientações aqui trazidas são exclusivamente técnicas, sendo que o conteúdo, elaborado e assinado por integrantes do grupo, foi objeto de debate e consenso de todos que dele participaram.

## Anexo – Legislação aplicável

- Constituição Federal assegura a adoção de medidas de proteção contra os riscos inerentes ao trabalho (art. 7.º, inciso XXII), o respeito à dignidade da pessoa humana e aos valores sociais do trabalho (art. 1.º, incisos III e IV), observada a função social da propriedade (art. 170, inciso VI).
- Artigo 7.º, inciso XXVIII, da Constituição Federal estabelece a obrigação “Seguro contra acidente de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que está obrigado quando incorrer em dolo ou culpa”.
- Convenção n.º 119 da Organização Internacional do Trabalho, ratificada pelo Brasil e com vigência nacional desde 16 de abril de 1993, proíbe a venda, locação, cessão a qualquer título, exposição e utilização de máquinas e equipamentos sem dispositivos de proteção adequados.
- Convenção n.º 155 da Organização Internacional do Trabalho, ratificada pelo Brasil, que estabelece em seu artigo 4.º “Reduzir ao mínimo, na medida que for razoável e possível, as causas dos riscos inerentes ao meio ambiente do trabalho”.
- Artigo 157, inciso I, da Consolidação das Leis do Trabalho, que determina que seja preservada a incolumidade física do trabalhador.
- Artigo 158 da Consolidação das Leis do Trabalho, que determina que o empregado tem a obrigação de observar as normas de segurança e medicina do trabalho e colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos de segurança, podendo constituir em ato faltoso a sua recusa injustificada em observar as instruções do empregador e não fazer uso de equipamento de proteção individual fornecido pela empresa.
- Artigo 184 da Consolidação das Leis do Trabalho (Capítulo V – Da Segurança e Medicina do Trabalho) estabelece que “As máquinas e equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental).
- Parágrafo único do artigo 184 da CLT estabelece a proibição da fabricação, importação, venda, locação e uso de máquinas que não atendam ao disposto neste artigo.
- Código de Proteção ao Consumidor (Lei 8.078/90, Capítulo IV, Seção I), em seu artigo 10, prescreve que “o fornecedor não poderá colocar no mer-

cado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança”.

- Código Civil, que adota, diante de previsão legal expressa ou de risco na atividade, a teoria objetiva ou teoria do risco e o dever de “reparar o dano”: Assim dispõe o art. 927: “Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem fica obrigado a repará-lo”. Parágrafo único: “Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem”.

- Art. 186 do Código Civil, que estabelece: “Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito”.

- Art. 949 do Código Civil, que dispõe: “No caso de lesão ou outra ofensa à saúde, o ofensor indenizará o ofendido das despesas do tratamento e dos lucros cessantes até o fim da convalescença, além de algum outro prejuízo que o ofendido prove haver sofrido”.

- Art. 950 do Código Civil, que dispõe “Se da ofensa resultar defeito pelo qual o ofendido não possa exercer o seu ofício ou profissão, ou se lhe diminua a capacidade de trabalho, a indenização, além das despesas do tratamento e lucros cessantes até o fim da convalescença, incluirá pensão correspondente à importância do trabalho para que se inabilitou, ou da depreciação que ele sofreu”.

- Parágrafo único do artigo 950 do Código Civil, que determina: “O prejudicado, se preferir, poderá exigir que a indenização seja arbitrada e paga de uma só vez”.

- Artigo 19, parágrafo 3.º, da Lei 8.213/91 – Previdência Social, que estabelece: “É dever da empresa prestar informações pormenorizadas sobre os riscos da operação a executar e do produto a manipular”.

- NR-6, item 6.7.1, que estabelece como obrigação do empregado utilizar o EPI fornecido apenas para a finalidade a que se destina, comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para o uso, bem como cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

## Referências técnicas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Máquinas injetoras para plásticos e elastômeros – Requisitos técnicos de segurança para o projeto, construção e utilização. NBR 13536. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano. NBR 13760. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. Distâncias seguras para impedir acesso a zonas de perigo pelos membros superiores. NBR 13761. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. Prensas mecânicas - Requisitos de segurança. NBR 13930. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções (fixas e móveis). NBR 13928. Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. Segurança em máquinas – Dispositivos de comando bimanuais – Aspectos funcionais e princípios para projeto. NBR 14152. Rio de Janeiro.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Proteção adequada em prensas mecânicas. Brasília: MTE, n.º 3, 1999. [Convenções Coletivas sobre Segurança e Saúde]

CONVENÇÃO Coletiva sobre prevenção de acidentes em máquinas injetoras de plástico. São Paulo. 1999.

CUT / INST. Cadernos de Saúde do Trabalhador. Disponível em: <<http://www.martins-internacional.com.br>> / <<http://www.coelba.com.br>>. Acesso em: 27/03/2006.

PRINCÍPIOS de Segurança. Disponível em: <<http://castroingenium.no.sapo.pt/>>. Acesso em: 22/02/2006.

Máquina, Risco Zero... Nossa Meta. Disponível em: <<http://www.datasesmt.com.br/stimmesp/index2.htm>>. Acesso em: 22/02/2006.

Planejamento 2001. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/sit/sst/default.htm>>. Acesso em: 22/02/2006.

Proteção de segurança para máquinas. Disponível em: <[http://www.osha-slc.gov/Publications/Mach\\_Safeguard/Chapt2.html](http://www.osha-slc.gov/Publications/Mach_Safeguard/Chapt2.html)>. Acesso em: 22/02/2006.

Proteção ajustável para prensas. Disponível em: <[http://www.osha-slc.gov/Publications/Mach\\_Safeguard/gif/mach22.gif](http://www.osha-slc.gov/Publications/Mach_Safeguard/gif/mach22.gif)>. Acesso em: 22/02/2006.

SEGURANÇA e Medicina do Trabalho. São Paulo: Atlas, 2000.

VILELA, Rodolfo Andrade Gouveia. Acidentes do trabalho com máquinas; Identificação de riscos e prevenção. São Paulo: INST/CUT, 2000.

VIEIRA DA SILVA, Clemento; RODRIGUES, Ubirajara. Segurança em primeiro lugar. São Paulo: Prensas Jundiá, 1999.

SENAI/SP. Fundamentos e metodologia para elaboração do Programa de Prevenção de Riscos em Prensas e Similares – PPRPS. São Paulo: Senai, 2002.

SENAI/SP - Alfried Krupp. Programa de Prevenção de Riscos em Prensas e Similares – PPRPS. São Paulo: Senai, 2003.

RODRIGUES, Ubirajara; SILVA, Clemento Vieira. Segurança em primeiro lugar. São Paulo.

DRT/SIMECS/STIMMEE. Manual básico de segurança em prensas e similares. Caxias do Sul, 2001.

Convenção Coletiva de Melhorias das Condições de Trabalho em Prensas e Equipamentos Similares, Injetoras de Plástico e Tratamento Galvânico de Superfícies nas Indústrias Metalúrgicas no Estado de São Paulo, 2006.

Pesquisas em *links* disponíveis na internet:

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

[www.abimaq.com.br](http://www.abimaq.com.br)

[www.norgren.com.br](http://www.norgren.com.br)

[www.rosscontrols.com/ross-southamerica.htm](http://www.rosscontrols.com/ross-southamerica.htm)

[www.fiessler.de](http://www.fiessler.de)

[www.choicetech.com.br](http://www.choicetech.com.br)

[www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/ERGONOMIA.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/ERGONOMIA.pdf), acessado em 09/02/2011

[www.eps.ufsc.br/ergon/revista/artigos/Anstro\\_na\\_Ergo.PDF](http://www.eps.ufsc.br/ergon/revista/artigos/Anstro_na_Ergo.PDF), acessado em 09/02/2011

DRT/RS. Apresentações de Segurança em prensas e similares

## Glossário

**ART:** Anotação de Responsabilidade Técnica, emitida por profissional habilitado junto ao CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia).

**Batente de segurança ótico:** O sistema é formado por unidade de barra sensora de borracha, montada em trilho de alumínio. O princípio de operação ótico depende da frequência de um sinal infravermelho que trafega pela barra sensora (emissor e receptor); com uma pequena deformação na barra sensora um sinal é enviado para a unidade de avaliação. Pode ser aplicado para proteção de bordas, portas e outros elementos móveis em qualquer ponto de esmagamento ou corte. Devem ser monitorados por relés de segurança ou interface de segurança.

**Bloqueio – Lockout:** Forma que garanta que todas as fontes de energia sejam desligadas enquanto as máquinas ou atividades estejam em manutenção ou qualquer outro tipo de parada necessária.

**Burla:** É definida pela NR12 e normas técnicas como o ato de anular de maneira simples o funcionamento normal e seguro de dispositivos e sistemas da máquina, utilizando para acionamento quaisquer objetos disponíveis.

**Categorias (NBR 14153:1998):** Determinam o comportamento requerido das partes relacionadas à segurança de sistemas de comando, com relação à sua resistência a falhas. Variam de “B” a “4”.

**Chaves de segurança eletromecânicas:** Componentes associados a uma proteção, utilizados para interromper o movimento de perigo e manter a máquina desligada enquanto a proteção (por ex.: porta) estiver aberta.

Seu funcionamento se dá por contato físico entre o corpo da chave e o atuador (lingueta) ou por contato entre seus elementos (chave de um só corpo, como, por ex., fim de curso de segurança). Essas chaves possuem desgaste mecânico, devendo ser utilizadas de forma redundante quando a apreciação de risco exigir, para evitar que uma falha mecânica, como por exemplo, a quebra do atuador dentro da chave leve à perda da condição de segurança. A chave de segurança não deve permitir a sua manipulação (burla) através de meios simples (por ex.: chaves de fenda, pregos, fitas, etc.). Deve ser instalada utilizando-se o princípio de ação e ruptura positiva, que garanta a interrupção do circuito de comando elétrico, mantendo seus contatos normalmente fechados (NF) ligados de forma rígida quando a proteção for aberta. Devem ser monitorados por relé, interface ou CLP de segurança, para detecção de falhas elétricas.

**CLP de segurança:** É um equipamento (*hardware*) eletrônico computadorizado que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções (*software*) e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, a segurança de vários tipos de máquinas ou processos.

**Cortinas de luz:** Compostas por um emissor e um receptor, que formam uma área invisível de segurança, supervisionando através de múltiplos feixes infravermelhos, com redundância e autoteste, tipo ou categoria 4, certificada por órgão de reconhecimento internacional, conforme norma IEC EN 61496, partes 1 e 2. Tem a finalidade de interromper a alimentação elétrica nos dispositivos de acionamento da máquina responsáveis pelo acionamento do movimento perigoso, enquanto a mão ou outra parte do corpo estiver interrompendo um ou mais de seus feixes de luz. Devem ser monitorados por relé, interface ou CLP de segurança.

**Dispositivos de parada de emergência:** São dispositivos compostos por botão tipo cogumelo, na cor vermelha, que quando acionados têm a finalidade de estancar o movimento de risco. Qualquer ação no acionador (botão) que resulte na geração do comando parada de emergência deve também resultar na retenção do dispositivo de controle. O desacionamento do dispositivo de controle não deve, por si só, gerar o comando de movimento da máquina. Devem ser monitorados por relé, interface ou CLP de segurança.

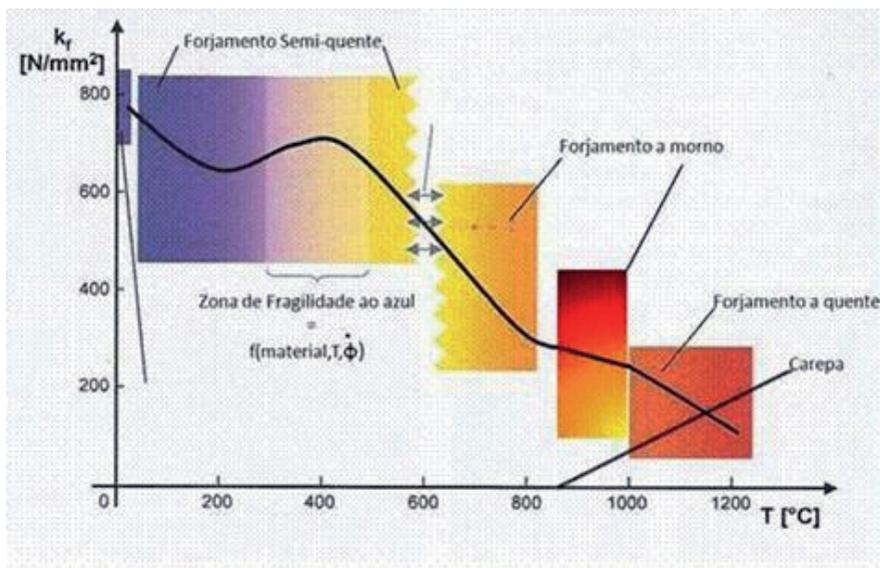
Dispositivos de comando bimanual: dispositivos que exigem ao menos a atuação simultânea das duas mãos em até 0,5 segundo, com autoteste, tipo IIIC, conforme norma ABNT NBR 14152, com o objetivo de iniciar e manter o funcionamento (ciclo), enquanto existir uma condição de perigo, propiciando uma medida de proteção, evitando uma partida indesejada. Devem ser monitorados por relé, interface ou CLP de segurança.

**Forjamento a morno:** Processo de conformação plástica de metais, geralmente aço, aquecido a temperatura entre 750 a 830°C, utilizado para produzir peças de revolução. Esse processo é utilizado em equipamentos do tipo prensas mecânicas excêntricas com freio/embreagem.

Basicamente, nesse processo, um pedaço de aço previamente dimensionado é conformado a uma temperatura controlada acima da fase austenítica (temperatura x porcentagem de carbono do aço) em matrizes guiadas de modo que o fluxo de metal na cavidade da matriz seja restrito. Não há excesso de material; o volume de material deve ser exato.

**Forjamento a quente:** Processo de conformação plástica de metais, geralmente aço, aquecido a temperatura entre 1.250 a 1.300°C, utilizado para produzir peças de revolução e não revolução. Este processo é utilizado em equipamentos do tipo: martelos, prensas mecânicas excêntricas verticais e recaladoras.

Basicamente neste processo, um pedaço de aço previamente dimensionado é conformado a quente em matrizes bipartidas, de modo que o fluxo de metal na cavidade da matriz seja restrito. O excesso de material é extrudado através de uma folga estreita e aparece como rebarba ao longo do contorno.



**Interfaces de segurança:** São dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento de um determinado equipamento/sistema de segurança, verificando a interligação, posição e funcionamento com outros dispositivos do sistema, impedindo que a ocorrência de uma falha leve à perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e CLP de segurança.

**Monitores de área a laser – Scanners:** São produtos de segurança que monitoram o ambiente ao seu redor a partir da reflexão de raios *laser* emitidos em seu plano de leitura (bidimensional). Dessa forma, protegem uma área que oferece risco, como, por exemplo, a periferia de um robô, de uma punçoneadeira, de uma dobradeira de tubos, etc.

Os raios *laser* infravermelhos de um *scanner* definirão uma área de segurança, que ao ser infringida levará à comutação para o estado lógico 0 (OFF) de suas saídas de segurança OSSD1 e OSSD2, levando assim a parada do movimento de risco. Mesmo superfícies negras, como a de um sapato preto, devem ser detectadas. Normalmente, além da área de monitoração de segurança, os *scanners* apresentam ainda a possibilidade de monitorar uma segunda área, maior que a de segurança, com a finalidade de dar um sinal de alarme, advertindo sobre a aproximação da área de risco, evitando assim que se adentre a área de risco. Trata-se de uma área de advertência, de alarme. Tanto a área de segurança como a de alarme são definidas por *software* que permite a livre programação pelo usuário. Porém, o dimensional da área de segurança deverá estar em conformidade com a norma ISO 13855, de forma a assegurar uma distância que leve à parada do movimento de risco antes que haja a exposição ao perigo. Essa distância é a distância de segurança.

Há modelos que possibilitam a subdivisão da área supervisionada em subáreas, monitoradas alternadamente, com a possibilidade de algumas, normalmente duas, serem monitoradas simultaneamente.

Os monitores de área a *laser* hoje existentes são, no máximo, categoria ou tipo 3, conforme norma IEC 61496, partes 1 e 2, atendendo assim, no máximo, a categoria de segurança 3, definida pela norma ABNT NBR 14153.

***Muting***: Cancelamento temporário de funções de segurança. O *muting* de um sistema de proteção somente é permitido quando não existir mais perigo durante o movimento de fechamento. Movimentos dos expulsadores de peças (extratores) e almofadas devem ser considerados. Os sistemas de proteção devem estar sempre ativos antes ou durante o acionamento do movimento de fechamento.

Adicionalmente, é necessário:

- a) que a posição de aceitação esteja assegurada contra regulagem não autorizada através de ferramentas especiais, acesso somente com chave ou senhas eletrônicas;
- b) que quaisquer riscos adicionais existentes durante o curso de abertura devam ser devidamente protegidos, p.ex. através de proteções fixas;
- c) que os sinais para início do *muting* sejam monitorados.

**Relés de segurança**: São componentes com circuito eletrônico dedicado para acionar e supervisionar funções específicas de segurança, tais como chaves

de segurança, sensores, circuitos de parada de emergência, ESPEs, válvulas e contadores, garantindo que em caso de falha ou defeito destes ou em sua fiação, será interrompido o movimento perigoso e não haverá a inicialização de um novo ciclo, até ser sanado o defeito, a fim de atingir os níveis de segurança requisitados nas máquinas ou processos onde forem aplicados. Devem ter três princípios básicos de funcionamento: redundância, diversidade e autoteste, devidamente certificados por órgão de reconhecimento internacional.

**Sinalização – Tagout:** Identificar quem e qual o motivo do bloqueio de energia da máquina ou atividade.

**Tapetes de segurança:** São dispositivos utilizados para monitoramento de área em torno da máquina, através da pressão que é exercida sobre o tapete, fazendo com que suas placas internas, superior e inferior, fechem contato, levando assim à interrupção do movimento de risco. Devem ser monitorados por relé e/ou interface de segurança.

**Zona de prensagem:** O espaço entre o martelo e a mesa da prensa onde se coloca o ferramental é chamado zona de prensagem, sendo a área onde o martelo aplica a força. Nesse espaço encontra-se a maior área de risco, visto que a exposição do operador pode ocorrer a cada ciclo, repetindo-se várias vezes ao longo da jornada.

Patrocínio:



O NOME FORTE EM  
PRENSAS HIDRÁULICAS

