

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

BRUNNO TORTELLI

**COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE EM UMA PRENSA DOBRADEIRA ANTES E
APÓS ADEQUAÇÃO A NORMA NR-12**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

BRUNNO TORTELLI

**COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE EM UMA PRENSA DOBRADEIRA ANTES E
APÓS ADEQUAÇÃO A NORMA NR-12**

Monografia apresentada para obtenção do título de
Especialização no Curso de Pós Graduação em
Engenharia de Segurança do Trabalho,
Departamento Acadêmico de Construção Civil,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
UTFPR.
Orientador: Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara

CURITIBA

2014

BRUNNO TORTELLI

COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE EM UMA PRENSA DOBRADEIRA ANTES E APÓS ADEQUAÇÃO A NORMA NR-12

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. André Nagalli

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (Orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, minha família e a minha futura esposa Mariliza Crocetti, pessoa que sempre me apoiou nas nossas conquistas.

RESUMO

Atualmente se fala muito em acidentes de trabalho dentro da indústria brasileira. Desde 2010 a fiscalização de máquinas e equipamentos se torna cada vez maior e mais crítica, pois a norma NR12 foi reformulada e hoje se apresenta mais rígida que as normas europeias para proteção dos operadores. Muitas máquinas estão sendo descartadas e outras estão sendo reformadas para que passem a operar dentro da norma, evitando assim problemas com as fiscalizações. Dentro do parque fabril nacional, existem pelo menos 2000 máquinas do tipo prensa dobradeira hidráulica para passarem pela reforma, o chamado retrofiting. O presente trabalho teve seu foco neste tipo de máquinas. Primeiro foi observada a necessidade de se fazer um estudo de produtividade das máquinas após reformas, pois muitos operadores e empregadores reclamam da queda de produção após adequação. Alguns até deixam de usar a máquina pela inviabilidade tornada após a adequação. Foi realizado um estudo de produção em uma prensa dobradeira, durante uma semana e após a reforma o estudo foi realizado por duas vezes, sendo uma antes e uma depois do treinamento técnico para os operadores. Os resultados foram os esperados, ou seja, existe uma pequena perda de produção, porém o estudo mostra que a perda não se deve ao fato da máquina possuir novos dispositivos mas sim dos operadores começaram a trabalhar dentro da norma e respeitando alguns limites dos processos com essas máquinas.

Palavras-Chave: Acidentes, Prensas dobradeiras hidráulicas, Dispositivos de proteção, Produtividade, NR-12.

ABSTRACT

Nowadays people are talking a lot about accidents in the Brazilian industry. Since 2010 the inspection of machinery and equipment becomes increasingly larger and more critical as the norm NR12 was reformulated and now appears more rigid than European standards for protection of operators. Many machines are being discarded and others are being renovated to start operating within the norm, thus avoiding problems with inspections. There are around 2000 hydraulic press bending machine in Brazil, to pass in the reform, the called retrofit. The present study has its focus on this type of machines first the need was to make a study of machine productivity after the retrofiting, as many operators and employers complain about the drop in production that was observed after adjustment. Some even stop using the machine for the infeasibility made after adaptation. A study of production in a press brake was made for a week and after the retrofiting the study was conducted again twice, one before and one after the technical training for operators. The results were as expected, once, there is a small loss of production, but the study shows that the loss is not due to the fact that the machine has new devices but the operators began working within the standard limits and respecting some of the processes of these machines.

Keywords: accidents, presses, safety devices, production, NR12 (EN12622).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PRENSA DOBRADEIRA CHINESA	14
FIGURA 2. FERRAMENTAS E ÂNGULOS DE DOBRAS DE CHAPA	15
FIGURA 3. GABARITO PARA TESTE DE ESCORREGAMENTO	23
FIGURA 4. AVISO DE PERIGO DE PRENSAGEM DA MÃO ENTRE PEÇA E AVENTAL SUPERIOR DURANTE A DOBRA	31
FIGURA 5. AVISO DE BATIDA DA PEÇA CONTRA O OPERADOR DURANTE A DOBRA	33
FIGURA 6. AVISO DE PERIGO DE ESMAGAMENTO	34
FIGURA 7. AVISO DE PERIGO GERADO PELO DESLOCAMENTO DO SENSOR	35
FIGURA 8. DESENHO 3D DE UMA DOBRADEIRA COM PRODUTOS PARA ADEQUAÇÃO A NR12	35
FIGURA 9. DESENHO MECÂNICO DE HIDRÁULICA DE SEGURANÇA PARA DOBRADEIRA	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. GRADUAÇÃO DE MULTAS POR INFRAÇÕES EM SEGURANÇA DO TRABALHO	26
TABELA 2. COLETA DE DADOS DE PRODUTIVIDADE NO ESTUDO DE CASO	40
TABELA 3. VALORES CONSIDERADOS PARA FINS DE ESTUDO DE CASO	41

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01. LISTA DE PERIGOS MECÂNICOS EXISTENTES NA DOBRADEIRA HIDRÁULICA	27
QUADRO 02. LISTA DE PERIGOS ELÉTRICOS EXISTENTES NA DOBRADEIRA HIDRÁULICA	28
QUADRO 03. LISTA DE DEMAIS PERIGOS EXISTENTES DOBRADEIRA HDRÁULICA	29

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.	PRENSAS HIDRÁULICAS.....	12
2.2.	PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA	14
2.3.	SEGURANÇA E ACIDENTES NO TRABALHO	16
2.4.	NR12 – PROTEÇÃO PARA PRENSAS	17
2.5.	BASE LEGAL	21
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1.	ANÁLISE DE RISCOS EM UMA PRENSA DOBRADEIRA	23
3.2.	PROTEÇÃO NR-12 PARA UMA PRENSA DOBRADEIRA	27
4.	RESULTADO E DISCUSSÃO	31
4.1.	ADEQUAÇÃO FINAL.....	31
4.2.	TREINAMENTO PARA OPERADORES	33
4.3.	RESULTADO FINAL.....	35
5.	CONCLUSÃO	39
6.	REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Com a reforma da norma brasileira de segurança em máquinas e equipamento, a NR12, muitas indústrias e pequenos empresários estão preocupados com as reformas de seus pátios fabris.

O principal fato desta preocupação é que após a reforma da NR12, fiscais do ministério do trabalho estão visitando essas fabricas para verificar o cumprimento da norma e todas as máquinas. Para as máquinas que estão fora da norma os fiscais são obrigados a dar um tempo para a adequação e após esse tempo caso ainda não estejam adequadas as máquinas são trancadas e proibidas por lei de funcionar.

O maior problema para a indústria vem sendo o investimento necessário para essas adequações ou compra de novas máquinas e por outro lado os operadores reclamam que as máquinas tendem a ficarem mais lentas, diminuindo assim a produção das mesmas.

O presente trabalho tem como objetivo fazer um estudo da NR12 para prensas dobradeiras hidráulicas e a adequação de uma prensa deste tipo. O objetivo principal é verificar se há essa perda de produção, e havendo, quantificar por meio de estudo de caso. É estudado ainda neste trabalho um calculo básico do não cumprimento da norma (NR28 e NR12) no caso de um acidente com uma prensa dobradeira, sem considerar indenizações e outras questões de lei nacional.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O principal objetivo do presente trabalho é analisar a diferença de produtividade em uma prensa dobradeira hidráulica, após adequação a NR-12.

Objetivos Específicos

Alguns objetivos específicos foram relacionados neste trabalho, para que somados cheguem ao objetivo principal:

Objetiva-se também comparar monetariamente o valor de uma adequação a NR12 e uma possível multa relacionada a algum acidente de trabalho, na mesma prensa dobradeira hidráulica.

Na hipótese de acidente com uma pensa dobradeira, qual é a possível pena para o empregador?

Estudar se existe diferença de produtividade em uma prensa antes e depois de adequação a NR-12. Se existir, quais poderiam ser as justificativas?.

JUSTIFICATIVA

Existe um grande movimento no Brasil hoje em dia, no que diz respeito a adequação de máquinas a norma NR-12. Indústrias que não adequarem seus parques fabris correm o risco de terem máquinas lacradas e proibição de produção.

Com essa realidade, e aplicando a NR12 em diferentes tipos de máquinas, percebe-se um problema comum encontrado entre os operadores, a perda de produtividade.

É de conhecimento de muitos, que operadores de máquinas trabalham sob alguma pressão para cumprir com metas e prazos e muitas vezes acidentes podem acontecer devido a essa pressa. Existem situações onde máquinas operam de maneira arriscadamente fora das normas de segurança e prevenção contra acidentes.

Operadores que voltam a trabalhar com máquinas de maneira segura, normalmente tendem a perceber uma diferença em produção (número de peças por dia, por exemplo).

A intenção deste trabalho é analisar se realmente existe essa perda de produtividade, e se existir quais são as causas?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são apresentadas todas as pesquisas necessárias para a realização do trabalho.

2.1. PRENSAS HIDRÁULICAS

A prensa hidráulica é uma máquina de prensar que usa a pressão de fluido, a fim de exercer força sobre um objeto. Também conhecidas como Bramah, nome de seu inventor, Joseph Bramah, estas máquinas dependem do princípio de Pascal para funcionar, principalmente, porque a pressão, ao longo de um sistema fechado, atuará com a mesma força em todas as áreas.

A prensa hidráulica é uma classe de ferramenta mecânica que foi importante em tornar possível a revolução industrial. Antes, a conformação de materiais laminados requeria que o material fosse martelado e lhe fosse dada forma manualmente com o uso de maço e buril.

As prensas podem realizar a função de prensagem exercendo a força sobre um objeto de diferentes maneiras, por isso existem prensas como a pneumática, mecânicas e as hidráulicas (óleo). As prensas pneumáticas servem para finalidades semelhantes às hidráulicas, inclusive para trabalhar com metais, cravação, estamparia, dobra e perfuração. No entanto, as prensas pneumáticas funcionam com ar comprimido para ganhar movimento e não são capazes de criar pressões extremamente altas como acontece com as de potência hidráulica.

Na indústria brasileira se concentram diversos tipos diferentes de prensas, como por exemplo, as prensas do tipo C usadas para uma variedade de operações industriais, como estampagem e perfuração de chapas de metal. Existem as prensas a vácuo utilizadas, por exemplo, para encapsular materiais e dentre os diversos tipos de prensas este trabalho foca na prensa dobradeira que na grande maioria são hidráulicas devido à força de trabalho necessária para a dobra de peças.

O princípio físico que se aplica em prensas hidráulicas, deve-se ao físico e matemático francês Blaise Pascal (1623-1662), que diz que “O acréscimo de pressão produzido num líquido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido”, ou seja, com uma pequena força a hidráulica é capaz de gerar forças como 1000 Toneladas de pressão, em uma prensa.

As prensas dobradeiras podem ser manuais, normalmente usadas para prensagem de chapas finas e, além de outras, as hidráulicas que são as prensas dobradeiras mais

fortes existentes na indústria. As prensas dobradeiras hidráulicas são as mais usadas, pois são capazes de lidar com difíceis trabalhos de produção industrial.

Antigamente o operador das prensas hidráulicas não possuía muito controle sobre a máquina, porém hoje em dia a maioria das máquinas já saem de fábrica com comandos e interface com o operador, como os comandos CNC (controle numérico computadorizado) que são totalmente automatizados, as coordenadas dos eixos, são posicionadas automaticamente sob o controle de servos e guiados pelo controle da peça.

As prensas dobradeiras são usadas em diversos ramos da indústria, por exemplo, no ramo alimentício, na conformação de chapas para produção de geladeiras e gondolas para restaurantes ou ainda no ramo automobilístico como, por exemplo, na dobra de chapas para confecção de carrocerias de caminhões ou por fim um exemplo seria no ramo eletroeletrônico, para uso na fabricação de vários gabinetes e caixas eletrônicos.

As prensas dobradeiras hidráulicas possuem três partes principais. A bomba o atuador e as válvulas de controle. Além disso, existem inúmeras ferramentas para as dobras, e outras ainda podem ser fabricadas internamente dentro da necessidade de cada aplicação. Um exemplo de ferramenta e matriz é mostrado na figura 2, abaixo.

As formas mais comuns de ferramentas para dobra de chapa, são as chamadas ferramentas em “V”, e são responsáveis pelas dobras de todas as espessuras de chapas em vários possíveis ângulos. A figura abaixo representa uma prensa dobradeira hidráulica, sem os equipamentos de proteção, como sensores e lasers.



FIGURA 1. PRENSA DOBRADEIRA CHINESA.
FONTE: WWW.CHINAFERTILIZERUNIT.COM.



FIGURA 2. FERRAMENTAS E ÂNGULOS DE DOBRAS DE CHAPA.
 FONTE: WWW.CHINAFERTILIZERUNIT.COM.

O Funcionamento de uma prensa dobradeira convencional e uma prensa dobradeira controlado por CNC é praticamente o mesmo, porem algumas situações são programáveis no segundo caso.

A prensa deve partir do PMS (ponto morto superior) e avançar em velocidade máxima até o ponto de troca de velocidade, quando altera para velocidade lenta (máx. 10mm/s) para finalizar a dobra e retornar para o PMS.

O ponto de troca de velocidade é programável podendo ser mais ou menos afastado da chapa a ser dobrada. A cada troca de ferramenta e de material a ser dobrado, este ponto de troca deve ser reprogramado.

Segundo a NR-12 alguns movimentos e zonas de perigo devem ser protegidas, e isto será comentado em um capítulo a parte.

2.2. PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA

Dentro da indústria brasileira, e mundial, sempre existiu uma preocupação em relação à produtividade das máquinas, pessoas e da empresa em geral.

É notório que para uma empresa ter uma boa produtividade, ou seja, produzir uma boa quantidade de material final para o consumidor, por algum intervalo de tempo, é necessário que exista uma sinergia entre pessoas e máquinas, pois nada adianta contar

com um numero grande de bons trabalhadores com máquinas antigas e sem manutenção e por outro lado, máquinas novas sem pessoas capacitadas para operá-las.

Na maioria dos casos, para se aumentar a produtividade o empresário opta pela tecnologia, como novas máquinas e automações e não por aumentar o numero de pessoas, pois a máquina acaba se tornando um gargalo. O modelo ideal é pessoas capacitadas controlando máquinas novas e com manutenção em dia.

A produtividade é basicamente definida como a relação entre a produção e os fatores de produção utilizados. A produção é definida como os bens produzidos e aceitos, ou seja, produtos que são rejeitados por falta de qualidade prejudicam a produção e por consequencia a produtividade em certo periodo de tempo.

Os fatores de produção são definidos como sejam pessoas, máquinas, materiais e outros. Quanto maior for a relação entre a quantidade produzida por fatores utilizados maior é a produtividade.

A produtividade é muitas vezes medida por trabalhador, mas em muitas situações onde os custos com pessoas são uma percentagem reduzida dos custos totais têm que se ter em conta os outros fatores necessários para produzir os resultados pretendidos. O grau de produtividade de um agente econômico (pessoa, empresa, país, etc.) é regra geral, um dos melhores indicadores para a medição do nível de eficiência e eficácia do mesmo.

As medidas de produtividade medem a quantidade produzida em função dos recursos utilizados. Agora os recursos utilizados podem ser medidos em pessoas, horas de trabalho, máquinas ou dinheiro e é habitual medir a produtividade aparente do trabalho que consiste no valor de produção por operário ou por hora de trabalho.

Em economia, produtividade é a capacidade dos fatores de produção para criar produto. É comum utilizar a expressão "produtividade", associada à produtividade do trabalho, ou seja a quantidade de produto que se obtêm, utilizando uma unidade de fator trabalho (normalmente o tempo).

Segundo autores do blog "produtividade.net", para aumentar a produtividade é necessário melhorar a forma de fazer as tarefas. Muitas vezes as ferramentas utilizadas podem ser melhoradas para permitir fazer mais trabalho com o mesmo esforço.

Habitualmente melhorar um só passo do processo não faz que o processo no seu todo melhore porque os passos estão interligados. É preciso identificar onde está o estrangulamento do processo porque é nesse ponto que interessa concentrar os esforços de melhoria.

Segundo **Elcio Anibal de Lucca**, presidente do Movimento Brasil Competitivo:

A produtividade da indústria brasileira cresceu nos últimos cinco anos, mas ainda enfrenta entraves com mão de obra e infraestrutura. Além disso, o desempenho desse indicador é avaliado como aquém do demonstrado por empresas internacionais.

"Nunca seremos realmente eficientes sem aumentar a produtividade", diz Lucca. As estatísticas mostram que um trabalhador americano produz cinco vezes mais riqueza do que um brasileiro. Por que tanta diferença? "Falta um planejamento que junte os recursos de um lado com as necessidades do outro", diz ele. Ainda segundo Lucca, em média, cada brasileiro empregado produz 20.000 dólares em riqueza. Os americanos, cinco vezes mais. No México e no Chile, a conta fica 80% acima da do Brasil.

Na pesquisa realizada para este trabalho, foi considerado apenas o recurso máquina dobradeira e o operador da mesma. Não se considerou, por exemplo, a existência de um novo gargalo de produção e a produção final da indústria, e sim apenas as peças e chapas dobradas em um ponto do processo, a máquina dobradeira.

2.3. SEGURANÇA E ACIDENTES NO TRABALHO

Segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador. A Segurança do Trabalho estuda diversas disciplinas como Introdução à Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho, Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas, Equipamentos e Instalações, Psicologia na Engenharia de Segurança, Comunicação e Treinamento, Administração aplicada à Engenharia de Segurança, O Ambiente e as Doenças do Trabalho, Higiene do Trabalho, Metodologia de Pesquisa, Legislação, Normas Técnicas, Responsabilidade Civil e Criminal, Perícias, Proteção do Meio Ambiente, Ergonomia e Iluminação, Proteção contra Incêndios e Explosões e Gerência de Riscos.

O quadro de Segurança do Trabalho de uma empresa compõe-se de uma equipe multidisciplinar composta por Técnico de Segurança do Trabalho, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Médico do Trabalho e Enfermeiro do Trabalho. Estes profissionais formam o que chamamos de SESMT - **Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho**. Também os empregados da empresa constituem a CIPA - **Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**, que tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

O acidente de trabalho deve-se principalmente a duas causas:

I. Ato inseguro

É o ato praticado pelo homem, em geral consciente do que está fazendo, que está contra as normas de segurança. São exemplos de atos inseguros: subir em telhado sem cinto de segurança contra quedas, ligar tomadas de aparelhos elétricos com as mãos molhadas e dirigir a altas velocidades.

II. Condição Insegura

É a condição do ambiente de trabalho que oferece perigo e ou risco ao trabalhador. São exemplos de condições inseguras: instalação elétrica com fios desencapados, máquinas em estado precário de manutenção, andaime de obras de construção civil feitos com materiais inadequados.

Conforme dispõe o **art. 19 da Lei nº 8.213/91**, "*acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho*".

Consideram-se, também, como acidente do trabalho:

A doença profissional ou do trabalho, produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade;

Acidente típico, que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa;

Acidente de trajeto, que ocorre no percurso do local de residência para o de trabalho ou desse para aquele, considerando a distância e o tempo de deslocamento compatível com o percurso do referido trajeto.

No ambiente de trabalho é possível encontrar diversas situações de riscos que podem ocasionar um acidente de trabalho, tais como: máquinas e equipamentos, ferramentas manuais, eletricidade e manuseio de produtos perigosos. Essas situações de risco variam conforme o processo produtivo, a natureza da atividade, as medidas de controle existentes, etc. Desta forma, a análise de fatores de risco em todas as tarefas e nas operações do processo é de fundamental importância para a prevenção dos mesmos (SALIBA, 2004).

2.4. NR12 – PROTEÇÃO PARA PRENSAS

Basicamente a NR-12 e seus anexos visam:

Definir referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas,

sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis. (NR-12).

Para as prensas dobradeiras, a norma NR12 possui um anexo particular e na falta de alguma informação se remete a normal europeia EN12622.

Tirado da NR-12, os principais tópicos para proteção de uma prensa dobradeira são:

12.30. Nas máquinas e equipamentos cuja operação requeira a participação de mais de uma pessoa, o número de dispositivos de acionamento simultâneos deve corresponder ao número de operadores expostos aos perigos decorrentes de seu acionamento, de modo que o nível de proteção seja o mesmo para cada trabalhador.

12.38. As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

12.41. Para fins de aplicação desta Norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

a) proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas específicas;

b) proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento.

12.42. Para fins de aplicação desta Norma, consideram-se dispositivos de segurança os componentes que, por si só ou interligados ou associados a proteções, reduzam os riscos de acidentes e de outros agravos à saúde, sendo classificados em:

a) comandos elétricos ou interfaces de segurança: dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador lógico programável - CLP de segurança;

b) dispositivos de intertravamento: chaves de segurança eletromecânicas, com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas, optoeletrônicas, sensores indutivos de segurança e outros dispositivos de segurança que possuem a finalidade de impedir o funcionamento de elementos da máquina sob condições específicas;

c) sensores de segurança: dispositivos detectores de presença mecânicos e não mecânicos, que atuam quando uma pessoa ou parte do seu corpo adentra a zona de perigo

de uma máquina ou equipamento, enviando um sinal para interromper ou impedir o início de funções perigosas, como cortinas de luz, detectores de presença optoeletrônicos, laser de múltiplos feixes, barreiras óticas, monitores de área, ou scanners, batentes, tapetes e sensores de posição;

d) válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia;

e) dispositivos mecânicos, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis;

f) dispositivos de validação: dispositivos suplementares de comando operados manualmente, que, quando aplicados de modo permanente, habilitam o dispositivo de acionamento, como chaves seletoras bloqueáveis e dispositivos bloqueáveis.

12.57. Os dispositivos de parada de emergência devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus postos de trabalho e por outras pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos.

Existem ainda alguns anexos especiais para dispositivos de proteção focados para prensas dobradeiras e similares, por exemplo:

B) Cálculo das distâncias mínimas de segurança para instalação de detectores de presença optoeletrônicos – ESPS usando cortina de luz - AOPD.

1. A distância mínima na qual ESPS usando cortina de luz - AOPD deve ser posicionada em relação à zona de perigo, observará o cálculo de acordo com a norma ISO 13855. Para uma aproximação perpendicular a distância pode ser calculada de acordo com a fórmula geral apresentada na seção 5 da ISO 13855, a saber:

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

Onde:

S: é a mínima distância em milímetros, da zona de perigo até o ponto, linha ou plano de detecção;

K: é um parâmetro em milímetros por segundo, derivado dos dados de velocidade de aproximação do corpo ou partes do corpo;

T: é a performance de parada de todo o sistema - tempo de resposta total em segundos;

C: é a distância adicional em milímetros, baseada na intrusão contra a zona de perigo antes da atuação do dispositivo de proteção.

1.2. As cortinas devem ser instaladas de forma que sua área de detecção cubra o acesso à zona de risco, com o cuidado de não se oferecer espaços de zona morta, ou seja, espaço entre a cortina e o corpo da máquina onde pode permanecer um trabalhador sem ser detectado.

C) Requisitos para uso de detectores de presença optoeletrônicos laser - AOPD em dobradeiras hidráulicas.

1. As dobradeiras hidráulicas podem possuir AOPD laser de múltiplos feixes desde que acompanhado de procedimento de trabalho detalhado que atenda às recomendações do fabricante, à EN12622 e aos testes previstos neste Anexo.

1.1. Os testes devem ser realizados pelo trabalhador encarregado da manutenção ou pela troca de ferramenta e repetidos pelo próprio operador a cada troca de ferramenta ou qualquer manutenção, e ser realizados pelo operador a cada início de turno de trabalho e afastamento prolongado da máquina.

1.2. Os testes devem ser realizados com um gabarito de teste, conforme mostrado na figura 03, fornecido pelo fabricante do dispositivo AOPD laser, que consiste em uma peça de plástico com seções de dimensões determinadas para esta finalidade, conforme abaixo.

1.3. Sistema de testes em dobradeiras hidráulicas providas de detector de presença optoeletrônico laser:

a) Teste 01: verificar a capacidade de detecção entre a ponta da ferramenta e o feixe de laser - o mais próximo da ferramenta. O espaço deve ser = 14 mm (menor que quatorze milímetros) por toda a área da ferramenta. O teste deve ser realizado com a alça - parte cilíndrica com 14 mm (quatorze milímetros) de diâmetro do gabarito de teste,

b) Teste 02: a seção de 10 mm (dez milímetros) de espessura do gabarito de teste colocado sobre a matriz - parte inferior da ferramenta - não deve ser tocada durante o curso de descida da ferramenta. Em adição, a seção de 15 mm (quinze milímetros) de espessura do gabarito de teste deve passar entre as ferramentas.

c) Teste 03: a seção de 35 mm (trinta e cinco milímetros) de espessura do gabarito de teste colocado sobre a matriz - parte inferior da ferramenta - não deve ser tocada durante o curso de alta velocidade de descida do martelo.

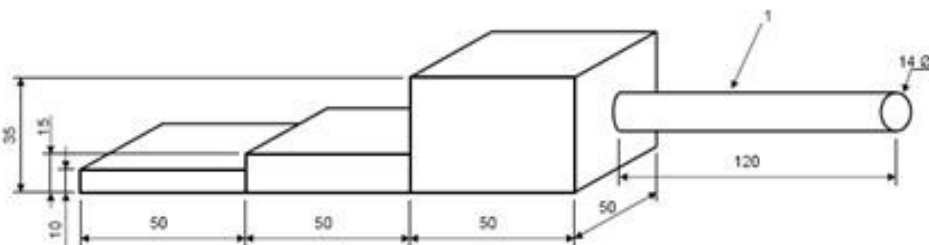


FIGURA 3. GABARITO PARA TESTE DE ESCORREGAMENTO.
FONTE NR12.

2. Nas dobradeiras hidráulicas providas de AOPD laser que utilizem pedal para acionamento de descida, este deve ser de segurança e possuir as seguintes posições:

a) 1ª (primeira) posição = parar;

- b) 2ª (segunda) posição = operar;
- c) 3ª (terceira) posição = parar em caso de emergência..

2.5. BASE LEGAL

Atualmente os fiscais do ministério do trabalho estão fiscalizando máquinas e equipamentos na indústria brasileira. As máquinas que não atendem a norma recebem um período para a adequação e após este período se as mesmas ainda não estiverem adequadas os fiscais podem lacrar e proibir o seu funcionamento.

Na hipótese de um acidente de trabalho com uma prensa dobradeira, a chance de perda de um membro posterior como a mão, por exemplo, é grande.

Desta maneira neste capítulo é apresentado um cálculo básico de uma multa e indenização no caso de um acidente com uma prensa dobradeira antes da adequação para a NR12.

A indenização por acidente do trabalho está consagrada no artigo 7º, inciso XXVIII, da Constituição da República Brasileira de 1988, os quais dispõem que “Art. 7º - são direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social: (...) XXVIII - seguros contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa”.

Além da indenização, a norma 28 diz respeito a multas e interdição de maquinas ou obras onde for constatada a falta de segurança para o trabalhador.

Dentre todos os itens da norma 28, para esse capítulo destaca-se:

28.1.1 A fiscalização do cumprimento das disposições legais e/ou regulamentares sobre segurança e saúde do trabalhador será efetuada obedecendo ao disposto nos Decretos n.º 55.841, de 15/03/65, e n.º 97.995, de 26/07/89, no Título VII da CLT e no § 3º do art. 6º da Lei n.º 7.855, de 24/10/89 e nesta Norma Regulamentadora. *(Alterado pela Portaria n.º 7, de 05 de outubro de 1992).*

28.1.3 O agente da inspeção do trabalho deverá lavrar o respectivo auto de infração à vista de descumprimento dos preceitos legais e/ou regulamentares contidos nas Normas Regulamentadoras urbanas e rurais, considerando o critério da dupla visita, elencados no Decreto n.º 55.841, de 15/03/65, no Título VII da CLT e no § 3º do art. 6º da Lei n.º 7.855, de 24/10/89. *(Alterado pela Portaria n.º 7, de 05 de outubro de 1992)*

28.1.4 O agente da inspeção do trabalho, com base em critérios técnicos, poderá notificar os empregadores concedendo prazos para a correção das irregularidades encontradas.

28.2.1 Quando o agente da inspeção do trabalho constatar situação de grave e iminente risco à saúde e/ou integridade física do trabalhador, com base em critérios

técnicos, deverá propor de imediato à autoridade regional competente a interdição do estabelecimento, setor de serviço, máquina ou equipamento, ou o embargo parcial ou total da obra, determinando as medidas que deverão ser adotadas para a correção das situações de risco. *(Alterado pela Portaria n.º 7, de 05 de outubro de 1992).*

28.3.1 As infrações aos preceitos legais e/ou regulamentadores sobre segurança e saúde do trabalhador terão as penalidades aplicadas conforme o disposto no quadro de graduação de multas (Anexo I), obedecendo às infrações previstas no quadro de classificação das infrações (Anexo II) desta Norma. *(Alterado pela Portaria n.º 7, de 05 de outubro de 1992).*

Tabela 01. Graduação de multas por infrações em segurança do trabalho do anexo 01 da NR28:

ANEXO I
(Alterado pela Portaria n.º 3, de 1º de julho de 1992)

GRADUAÇÃO DE MULTAS (EM BTN)								
Número de Empregados	SEGURANÇA DO TRABALHO				MEDICINA DO TRABALHO			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
01-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-482	676-839	1015-1254	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-936	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1176-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3717	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
Mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

TABELA 01. GRADUAÇÃO DE MULTAS POR INFRAÇÕES EM SEGURANÇA DO TRABALHO.
FONTE NR28

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ANÁLISE DE RISCOS EM UMA PRENSA DOBRADEIRA

Antes de fazer a adequação de uma máquina, deve ser a realização de uma análise de risco, a fim de categorizar o perigo (para posterior escolha de equipamentos de segurança) e proteção das zonas de perigo.

Abaixo seguem alguns quadros de perigos evitáveis e fazem parte da análise de risco de uma dobradeira sem segurança, para posterior adequação a NR12:

Lista de perigos evitáveis existentes na dobradeira hidráulica	
Perigo	Local, área ou situação na máquina.
Perigos mecânicos	
Aceleração / desaceleração (energia cinética)	Na parte frontal e na parte traseira encosto CNC
Aproximação de partes móveis contra partes fixas	Na parte frontal e na parte traseira encosto CNC
Superfícies cortantes e cantos cortantes	Na parte frontal e na parte traseira encosto CNC
Elementos elásticos, alta pressão, ejeção de fluido ou vácuo, gravidade.	Dissipação de energia cumulada dentro da máquina
Queda de objetos	Queda de peças
Partes móveis – aprisionamento	Na parte frontal e na parte traseira encosto CNC
Escorregamento, superfícies escorregadias, queda de altura, pessoas em relação a máquina	Ejeção ou vazamento de fluido hidráulico, queda durante a operação de produção ou troca de ferramenta.
Equilíbrio – Altura em relação ao solo	Perda de equilíbrio no trabalho com a máquina
Erro de montagem e fixação	Durante a troca de ferramentas e setup
Operação	Partida da máquina após uma parada ou interrupção

QUADRO 01. LISTA DE PERIGOS MECÂNICOS EXISTENTES NA DOBRADEIRA HIDRÁULICA.
FONTE: O AUTOR.

Energia elétrica	
Superfícies energizadas	Nas instalações elétricas durante a manutenção.
Superfícies que estão energizadas devido a uma falha	Nos componentes elétricos durante o Ajuste, manutenção e operação.
Curto circuito e Ruptura, interrupção do circuito elétrico.	Em qualquer modo de operação e após contato com material condutor
Falha no sistema de controle	<ul style="list-style-type: none"> - Queda ou ejeção de componentes da máquina, ou peça presa pela máquina - Falha no comando de parar - Movimento descontrolado, não solicitado (incluindo a mudança de velocidade) - Partida inesperada - Outras falhas devido a deficiências no sistema de controle - Variações na velocidade de ferramentas durante a fase de ajuste.

QUADRO 02. LISTA DE PERIGOS ELÉTRICOS EXISTENTES NA DOBRADEIRA HIDRÁULICA.

FONTE: O AUTOR

Perigos de origem térmica	
Objetos e componentes com alta temperatura	Em componentes da máquina e ferramentas
Ruído	
Na operação da máquina	Em qualquer modo de operação e manutenção
Perigo oriundo da radiação	
Raios infravermelhos e radiação laser	Em qualquer modo de operação e durante a manutenção
Perigos ergonômicos	
Formato ou posição dos indicadores visuais	Em qualquer modo de operação.
Formato, posição e identificação dos dispositivos de controle.	Em qualquer modo de operação.

Continuação:

Esforço físico e postura	Na área de controle a durante a operação de colocar peças ou ferramentas
Esforço repetitivo	Situação inadequada para a ergonomia de peças e ferramentas durante a operação e ajuste.
Visibilidade e iluminação	Em qualquer modo de operação e na manutenção
Perigos associados ao ambiente e forma com que a máquina é utilizada	
Distúrbios eletromagnéticos	No controle numérico em qualquer modo de operação.
Erros humanos e comportamento inadequado	Na área frontal e /ou na definição do processo de dobra. Desconsideração das características ergonômicas do processo de dobra e alimentação de peças

QUADRO 03. LISTA DE DEMAIS PERIGOS EXISTENTES NA DOBRADEIRA HIDRÁULICA.
 FONTE: O AUTOR

Abaixo segue uma lista de perigos inevitáveis e sem condições de redução ou eliminação:



FIGURA 4. AVISO DE PERIGO DE Prensagem da mão entre peça e avental superior durante a dobra.
 FONTE: ABIMAQ.

- Perigo de queda da peça e choque com o corpo do operador após a dobra e no movimento de subida do avental superior.
- Perigo de batida da peça contra o operador durante a dobra.

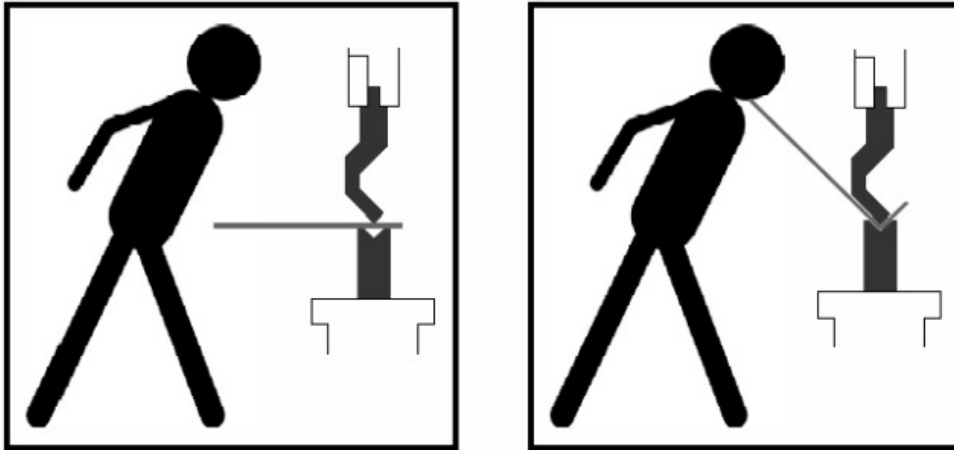


FIGURA 5. AVISO DE BATIDA DA PEÇA CONTRA O OPERADOR DURANTE A DOBRA.
FONTE: ABIMAQ.

A peça em questão será elevada tanto quanto o ângulo de dobra, por isso o operador deve estar afastado do movimento executado pela máquina. Todos estes perigos estão associados diretamente com a velocidade de fechamento e a velocidade de abertura do avental superior.

A velocidade com que a extremidade da peça que está próxima do operador se eleva, depende da velocidade com que o punção baixa, encosta na peça, realiza a dobra e retorna ao ponto morto superior.

A velocidade da extremidade da peça tem seu valor dependente da velocidade vertical do punção, pois para cada peças variam as suas características, sejam elas, tamanho, distância da linha de dobra, espessura, etc.

- Perigo de esmagamento entre as ferramentas, dispositivos de produção, suportes e as peças durante o movimento de descida do avental superior.



FIGURA 6. AVISO DE PERIGO DE ESMAGAMENTO.
FONTE: ABIMAQ.

- Perigos gerados pelo deslocamento do sensor laser contra objetos abaixo dele.



FIGURA 7. AVISO DE PERIGO GERADO PELO DESLOCAMENTO DO SENSOR.
 FONTE: FABRICANTE FIESSLER.

Deve-se evitar a colocação de objetos, ferramentas e peças abaixo do sensor laser. Isto cria novas áreas de risco e pode danificar o próprio sensor. Esta informação deve estar no manual do operador.

- Perigo gerado pelo deslocamento entre o sensor e partes fixas da máquina.
- Perigo de não detecção dos dedos durante a dobra de peças no formato caixa.
- Perigo de queda de peças com a subida do avental superior.
- Perigo de esmagamento entre o encosto e o prisma ou partes fixas da máquina na área frontal.

3.2. PROTEÇÃO NR-12 PARA UMA PRENSA DOBRADEIRA

Para proteção da prensa dobradeira em estudo, e seguindo o que a norma NR12 diz, o projeto foi concebido da seguinte maneira:

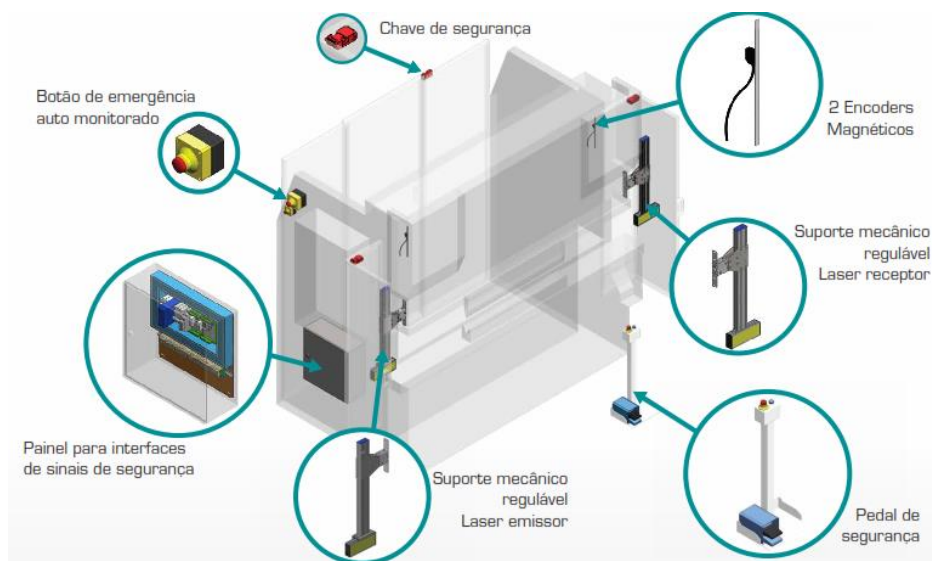


FIGURA 8. DESENHO 3D DE UMA DOBRADEIRA COM PRODUTOS PARA ADEQUAÇÃO A NR12.
 FONTE: O AUTOR.

Chaves de segurança: As proteções móveis neste caso são as grades laterais e a grade traseira, todas podem ser abertas e, portanto deve ser monitoradas com sensor magnético de segurança.

Botão de emergência monitorado: Botões de emergência são necessários em todos os pontos onde exista zona de perigo e um operador possa estar fora da visão de outro. Existe ainda a possibilidade de proteção traseira, usando cortina de luz.

Painel de interface: O painel de interface desenvolvido pela Choice Tecnologia contém os dispositivos de interface entre o sistema laser e os periféricos de segurança, como relês de segurança e placas de monitoramento das válvulas e velocidade.

Suporte mecânico e Lasers emissor e receptor: O laser AKAS, é responsável pela proteção da zona de prensagem entre a ferramenta e a matriz da máquina. Através do suporte este laser acompanha o movimento de descida, monitorando a área de risco. A altura do laser é manipulada através deste suporte, automaticamente ou manualmente, dependendo de cada modelo.

Pedaleira: contém pedal de subida, pedal de segurança com três posições e caixa de botões para acionamentos, resets e dobra de caixa, por exemplo.

Encoder magnético: dois encoders magnéticos são instalados na máquina para monitorar a existência de troca de velocidade, e também a velocidade máxima de 10mm/s na velocidade de trabalho (lento).

O sistema AKAS, é um sistema multifeixe que monitora em linha reta a zona de dobra em prensas dobradeiras, através de um emissor e um receptor de feixes laser.

O AKAS monitora a descida do punção em velocidade alta, monitora se existe a troca de velocidade e também monitora a velocidade lenta, limitando em 10 mm/s. Com o calculo do escorregamento, mais indicações do fabricante, mesmo em velocidade lenta onde ainda existe o perigo de esmagamento (distância entre ferramenta e matriz > 04 mm) o AKAS continua monitorando a zona de risco.

Apenas após alguns milissegundos de velocidade lenta, onde a distância já é igual ou menor a 04 mm entre ferramenta e material a ser dobrado, o AKAS é desabilitado (muting) para que ocorra a dobra, sem o risco de que haja o esmagamento de algum membro do operador.

Além da instalação do AKAS para prensas dobradeiras, alguns pontos devem ser observados. São eles:

O Sistema AKAS deve ser usado para proteção em prensas dobradeiras com ferramentas do tipo "V". Caso de uso de outras ferramentas, um sistema paralelo deve ser

usado (cortina de luz, por exemplo), desde que mantendo a mesma categoria de segurança (CAT04).

É de responsabilidade do operador da máquina a configuração do ponto de troca de velocidade e monitoramento do escorregamento. Para a segurança completa das operações, deve-se somar a instalação de dispositivos elétricos, mecânicos e hidráulicos, a correta operação e configuração dos sistemas.

Conforme estabelece a NR12, o operador deve ser treinado para assumir tais responsabilidades, conforme segue:

12.130. 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.

12.130.1. Os procedimentos de trabalho e segurança não podem ser as únicas medidas de proteção adotadas para se prevenir acidentes, sendo considerados complementos e não substitutos das medidas de proteção coletivas necessárias para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores.

12.131. Ao início de cada turno de trabalho ou após nova preparação da máquina ou equipamento, o operador deve efetuar inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança e, se constatadas anormalidades que afetem a segurança, as atividades devem ser interrompidas, com a comunicação ao superior hierárquico.

Além da adequação da parte elétrica (dispositivos elétricos de segurança) a parte hidráulica deve também ser adequada, da seguinte maneira:

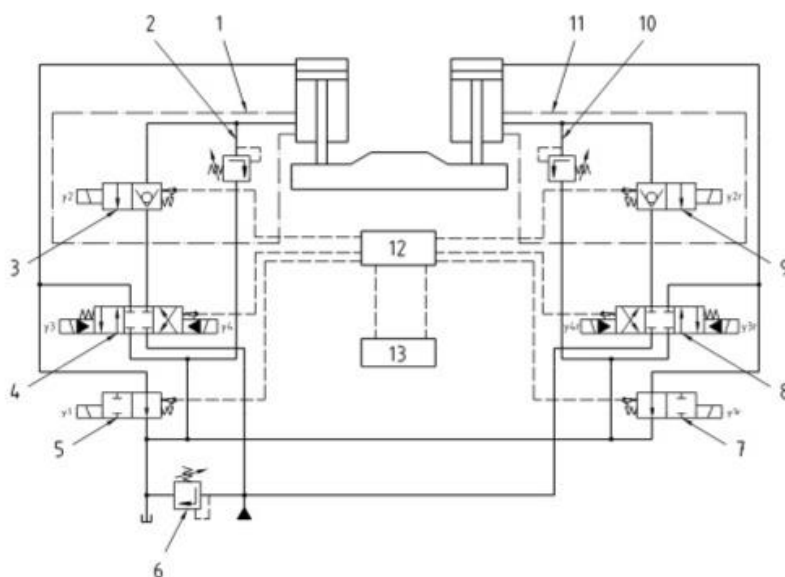


FIGURA 9. DESENHO MECÂNICO DE HIDRÁULICA DE SEGURANÇA PARA DOBRADEIRA.
FONTE: O AUTOR.

Legenda:

- 1 – Todos os componentes neste quadrado devem ser montados diretamente sobre a base do cilindro para evitar a existência de tubulação;
- 2 – Válvula de proteção do cilindro (alívio) regulada para $P2 \geq p1 \text{ max} + 10\%$;
- 3 – Válvula de retenção – monitorada;
- 4 – Válvula de controle direcional – monitorada;
- 5 – Válvula de segurança – monitorada;
- 6 – Válvula limitadora de pressão regulada para $P1 \text{ max}$;
- 7 – Válvula de segurança – monitorada;
- 8 – Válvula de controle direcional – monitorada;
- 9 - Válvula de retenção – monitorada;
- 10 - Válvula de proteção do cilindro (alívio) regulada para $P2 \geq p1 \text{ max} + 10\%$;
- 11 - Todos os componentes neste quadrado devem ser montados diretamente sobre a base do cilindro para evitar a existência de tubulação;
- 12 – Controle da máquina;
- 13 – Dispositivos de proteção.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O primeiro passo foi medir e analisar a produtividade antes de adequação da máquina, após esse passo foi realizada a adequação a NR12 para uma nova medição e depois o treinamento final para os operadores.

Após a entrega da máquina realizou-se uma medição de produtividade final, para comparação com as medições anteriores.

4.1. ADEQUAÇÃO FINAL

Neste capítulo, é mostrado o resultado da adequação e o estudo de produtividade antes e depois de uma máquina dobradeira. A Figura 10 mostra a máquina estudada.



Figura 10. Vista frontal da máquina Newton.
Fonte: O autor.

Na figura 11, observa-se a proteção lateral com portas e os sensores magnéticos codificados. Esses sensores monitoram o fechamento da porta. Em caso de abertura todo e qualquer movimento da máquina é paralisado.



Figura 11. Vista da proteção lateral da prensa + AKAS em funcionamento.
Fonte: O autor

Na figura 12, é possível observar que a parte traseira teve seu acesso bloqueado por portas e grades mecânicas e novamente o monitoramento de abertura através de outro sensor para monitoramento.

É possível ainda observar a existência de um botão de emergência, pois caso algo ocorra na parte traseira qualquer pessoa que tenha acesso ao botão pode acioná-lo. Segundo a NR12 todas as partes visíveis da máquina devem ter um botão de emergência com fácil acesso.



Figura 12. Vista traseira da máquina após adequação.
Fonte: O autor.

Por fim, na figura 13 se observa o comando CNC da máquina. Os operadores devem passar por um treinamento deste CNC a fim de alterar os pontos de trocas de velocidade para cada ferramenta diferente. Este ponto de troca de velocidade deve ser calculado através do escorregamento (visto anteriormente).



Figura 13. Treinamento e visão do comando da máquina (CNC).
Fonte: O autor.

4.2. TREINAMENTO PARA OPERADORES

A NR12 diz que:

12.135. A operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados para este fim.

12.136. Os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação providenciada pelo empregador e compatível com suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias, nos termos desta Norma, para a prevenção de acidentes e doenças.

12.139. O material didático escrito ou audiovisual utilizado no treinamento e o fornecido aos participantes, devem ser produzidos em linguagem adequada aos trabalhadores, e ser mantidos à disposição da fiscalização, assim como a lista de presença dos participantes ou certificado, currículo dos ministrantes e avaliação dos capacitados.

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

12.147.1. O curso de capacitação deve ser específico para o tipo máquina em que o operador irá exercer suas funções e atender ao seguinte conteúdo programático:

- a) histórico da regulamentação de segurança sobre a máquina especificada;
- b) descrição e funcionamento;
- c) riscos na operação;
- d) principais áreas de perigo;
- e) medidas e dispositivos de segurança para evitar acidentes;
- f) proteções - portas, e distâncias de segurança;
- g) exigências mínimas de segurança previstas nesta Norma e na NR 10;
- h) medidas de segurança para injetoras elétricas e hidráulicas de comando manual; e
- i) demonstração prática dos perigos e dispositivos de segurança.

Para o cumprimento da norma, um treinamento sobre NR12 e o sistema de segurança AKAS foi montado, e após toda e qualquer adequação deste tipo de máquinas todos os operadores passam pelo treinamento.

No estudo de caso (e em todas as adequações de dobradeiras) o treinamento foi ministrado abordando os principais tópicos da NR12 e os pontos de riscos (análise de risco).

Sobre o funcionamento do sistema, a maior dificuldade e diferença é que o sistema deve ser reconfigurado a cada tipo de peça, ou seja, a cada diferente ferramenta um novo start up de máquina deve ser realizado.

Este é o principal ponto que reflete na diferença de produção, pois a maneira como se trabalha sem a adequação, além de perigosa e contra a NR12, é bastante diferente da maneira que o processo deve funcionar após adequação.

Basicamente são dois os pontos de reajuste a cada troca de ferramenta:

1 – Ponto de troca de velocidade:

Para entendimento deste cálculo, faz-se necessário entender o que quer dizer a palavra escorregamento dentro da NR12. Escorregamento é a distância que a máquina percorre após uma parada de emergência, devido ao tempo de resposta dos dispositivos e a inércia do movimento da mesma.

O ponto de troca de velocidade é ajustado pelo CNC e tem o seu cálculo apresentado da seguinte maneira:

Espessura da chapa a ser dobrada (mm) + 04 mm (Resposta do AKAS) + distância do escorregamento.

Por exemplo, para uma chapa de 03 milímetros em uma máquina com escorregamento de 08 milímetros, o valor para a troca de velocidade a ser ajustada no CNC seria de 15 milímetros.

2 – Ajuste da altura do feixe do AKAS em relação a ponta da ferramenta:

Para isso, existe uma chave seletora de “ajuste do AKAS”. Essa chave deve ser selecionada e com um dispositivo de ajuste, o feixe deve ser ajustado no valor do escorregamento, por exemplo, para o caso acima, o feixe ficaria a 08 milímetros da ponta da ferramenta.

Após esses dois novos pontos de start up, o teste do escorregamento, apresentado anteriormente, no capitulo 02 subcapitulo 03, com o dispositivo de testes, deve ser feito.

O grande problema encontrado em todos os casos de adequação é que os operadores possuem a tendência de colocar o ponto de troca de velocidade o mais perto possível, da chapa a ser dobrada, e isso obviamente tem um reflexo na produção ao final de uma jornada de trabalho.

O sistema AKAS consegue monitorar o escorregamento e se os pontos de troca de velocidade estão corretos, desta maneira o sistema tende a funcionar corretamente de acordo com a norma NR12.

4.3. RESULTADO FINAL

O estudo de caso foi realizado em uma prensa dobradeira em uma empresa que fabrica carrocerias de caminhão nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

A máquina em questão foi uma dobradeira da fabricante Newton que não continha nenhum tipo de proteção, por se tratar de uma máquina antiga.

Realizamos um estudo para a produção de uma peça chamada de “junção” pelos engenheiros e operadores de máquina da empresa.

Para o estudo consideramos a produção da peça durante pouco mais de 2 horas, sendo que após uma hora de dobra os operadores devem trocar a ferramenta para uma nova dobra em cada peça.

O teste foi realizado durante uma semana e sempre com os mesmos operadores. Foi medido o tempo para start up de máquina (troca de ferramenta) e também as peças sem refugo.

Após a adequação da máquina, foi deixado o laser alinhado e ajustado como diz a norma, porém não foi feito treinamento algum para os operadores. Durante uma semana realizou-se as mesmas medidas para constatar que houve uma perda na casa dos 20% de produção.

Após esta medição, foi dado o treinamento da NR12 e do sistema AKAS. Os operadores entenderam algumas diferenças no Start up e situações que a norma exige (como o teste do escorregamento). Por fim, as mesmas medidas foram realizadas novamente e após 02 meses de máquina rodando com a nova adequação ficou registrada

uma alteração entre a produção sem adequação e a produção com adequação de pouco mais de 10% de diferença. Para os cálculos foi considerada a média de produção semanal, excluindo os maiores e menores valores de cada estudo, conforme segue a tabela abaixo:

Tabela 02. Coleta de dados de produtividade

Dia	Peças dobradas S/ adeq.	Start up	C/ adeq. S/ trein.	Start up	C/ adeq. C/ trein.	Start up
01	588	4 min	502	5 min	380	6 min
02	636	6 min	473	7 min	590	7 min
03	696	4 min	550	4 min	612	7 min
04	564	5 min	478	4 min	573	6 min
05	662	10 min	490	5 min	523	9 min

TABELA 2. COLETA DE DADOS DE PRODUTIVIDADE NO ESTUDO DE CASO.

FONTE: O AUTOR.

Para fins de cálculos, eliminaram-se os melhores e piores valores de cada medição, para chegar a uma média mais próxima do real, possível, conforme tabela 03.

Tabela 03. Valores considerados para fins do estudo de caso.

Peças dobradas S/ adeq.	Start up (min)	C/ adeq. S/ trein.	Start up	C/ adeq. C/ trein.	Start up
588	6 min	502	7 min	590	7 min
636	4 min	478	4 min	573	7 min
662	5 min	490	5 min	523	6 min
628,6666667	5 min	490	5,5 min	562	7 min
Média	Diferenças:	78%		89%	

TABELA 3. VALORES CONSIDERADOS PARA FINS DE ESTUDO DE CASO.

FONTE: O AUTOR.

Conforme o estudo feito, foi possível observar que há uma perda de produção na casa de 10%, após a adequação e o treinamento operacional, para os operadores.

Essa perda de produtividade está relacionada as mudanças que a operação deve receber, afim de atender a norma e não relacionada aos equipamentos de segurança.

Ainda para este caso, foi considerada a hipótese de um acidente onde a prensa não tinha proteções laterais, traseiras e sistema AOPD (AKAS) para proteção da zona de risco, zona de dobra.

A empresa em questão possui entre 200 e 250 funcionários trabalhando diariamente e as infrações da NR12 para essa hipótese, seriam:

13.1. As dobradeiras devem possuir sistema de segurança que impeça o acesso pelas laterais e parte traseira da máquina às zonas de perigo, conforme os itens 12.38 a 12.55 e subitens desta Norma.

13.2. As dobradeiras devem possuir sistema de segurança frontal que cubra a área de trabalho, selecionado de acordo com as características da construção da máquina e a geometria da peça a ser conformada, observando:

a) as dobradeiras com freio ou embreagem mecânicos - cinta, em função da imprecisão na determinação do tempo de parada, não podem possuir dispositivos detectores de presença optoeletrônicos para proteção frontal na zona de trabalho, sendo proibida a operação por mais de um trabalhador e a conformação de peças que não garantam o distanciamento do operador;

b) as dobradeiras com freio ou embreagem pneumáticos e as dobradeiras hidráulicas podem possuir dispositivos detectores de presença optoeletrônicos para proteção frontal na zona de trabalho, desde que adequadamente selecionados e instalados conforme o item B do Anexo I desta Norma;

c) as dobradeiras hidráulicas podem utilizar dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes para proteção da zona de trabalho em tarefas com múltiplas dobras, condicionada às características e limitações da máquina em função da disponibilidade de baixa velocidade, se inferior ou igual a 10mm/s (dez milímetros por segundo), em altura de curso que não permita o acesso dos dedos do trabalhador, ou seja, inferior ou igual a 6mm (seis milímetros);

d) nas dobradeiras hidráulicas dotadas de dispositivo detector de presença optoeletrônico laser de múltiplos feixes, sua desativação completa – muting, somente deve ocorrer quando a abertura entre a ferramenta superior e a peça a ser conformada for menor ou igual a 6 mm (seis milímetros), associada à movimentação em baixa velocidade;

e) os dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes devem ser instalados e testados de acordo com as recomendações do fabricante, norma técnica específica vigente e item C, do Anexo I, desta Norma;

f) as dobradeiras hidráulicas que possuem dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes devem ser acionadas por comando bimanual previsto nos itens 12.26, 12.27, 12.28 e 12.29 ou pedal de segurança de 03 posições, conforme item C, do Anexo I, todos desta Norma;

Considerando apenas esses itens e descartando itens como NR10 e ergonomia, por exemplo, e a indenização para o operador acidentado, a multa para essa máquina seria de:

07 itens com I=4 (infração = 4 na NR28, ANEXO II).

07 x 4948 + 07 x 2976 = 55468 BTN = R\$87.084,76.

Para fins de comparação, uma prensa dobradeira nova com as mesmas características da prensa adequada custaria na faixa de R\$230.000,00, ou seja, valor quase 300% acima de uma prensa com adequação a NR12. Uma prensa hidráulica adequada a NR12, por sua vez tem um custo 30% abaixo do valor da multa calculada acima.

Ou seja, para este caso, considerando uma máquina não muito antiga, a adequação teria sido o melhor caminho primeiramente para evitar gastos com máquinas novas e o acidente com multas e indenizações.

5. CONCLUSÃO

Com o presente projeto e com o estudo realizado em campo, é possível concluir como a produtividade é importante para a indústria em geral. Algumas empresas de pequeno porte sofrem com a pressão de produzir mais em menor espaço de tempo e por consequência operadores de máquinas, por exemplo, sofrem a mesma pressão e ficam suscetíveis a acidentes de trabalho.

Foi possível conhecer também a nova norma de segurança do trabalho e entender como isso está afetando os empresários. Como o estudo foi em uma empresa de pequeno porte a conclusão é que o investimento realizado para adaptar máquinas antigas a nova norma é grande e muitas vezes não está no plano de investimentos do empresário.

A principal conclusão que fecha a pesquisa é que existe uma perda de produtividade quando se relaciona uma máquina antiga operando há 20 anos, por exemplo, e a mesma máquina adequada a NR12 e operando dentro da norma. Porém ficou provado que na máquina em questão essa perda de produtividade está relacionada a dois fatores que não tem relação com os dispositivos de segurança, são eles:

Por fim, foi possível compreender neste trabalho, que mesmo sendo um investimento grande para a adequação de uma prensa dobradeira, por exemplo, o valor é menor do que a compra de uma máquina nova (que teria a mesma velocidade e segurança da antiga adequada) e também um custo bem menor do que a pior das hipóteses, que seria o acidente de um operador e as multas sofridas pelo empregador.

6. REFERÊNCIAS

ABIMAQ - **Manual de Segurança em Dobradeiras, Prensas e Similares, Princípio Básicos de sua Aplicação na Segurança do Trabalho em Prensas e Similares, Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos**, 1ª ed. Ver. Porto Alegre, Brasil, 2012.

NBR 13759:1996 **Segurança de máquinas – Equipamento de parada de emergência, aspectos funcionais – princípios de configuração.**

NBR 14153 - **Segurança de máquinas - Parte de sistemas de comando relacionados à segurança - Princípios gerais para projeto.**

NBR NM – 273:2002 – **Segurança de máquinas – Dispositivos de intertravamento associados a proteções – Princípios para projeto e seleção.**

NBR NM-ISO 13852:2003 - **Segurança de máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.**

NR 12 – **Norma Regulamentadora - Máquinas e equipamentos.**

NR 28 – **Norma Regulamentadora - Fiscalização e penalidades.**

STUMPF, L. F. M.; LUCIANO, R.; VOLPATO, T. M. C., **Normas de Segurança em Prensas Hidráulicas um Estudo de Caso**, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, 2005, Ponta Grossa – PR.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e saúde ocupacional**. São Paulo: LTr. 2004. 453.

STUMPF, L. F. **Avaliação e análise de risco de prensa dobradeira hidráulica, CHOICE TECNOLOGIA E SEG MÁQUINAS**, 2013, São Paulo - SP.

PANTALEÃO, F. S. **Acidente do trabalho – Responsabilidades do empregador**, [HTTP://WWW.GUIATRABALHISTA.COM.BR/TEMATICAS/ACIDENTE_RESP_EMPREGADOR.HTM](http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/acidente_resp_empregador.htm).

Índices do tesouro nacional, http://www.portalbrasil.net/indices_btnf.htm.

FISSLER, G. **Akas system**, www.fiessler.de.

LUCCA, A. E. **Nunca seremos eficientes sem aumentar a produtividade**, REVISTA EXAME, 2013, São Paulo.

PAULO. **A produtividade nos ciclos econômicos**, [HTTP://WWW.PRODUTIVIDADE.NET](http://www.produtividade.net).