

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

**EMANOEL CHRISTIAN PUHL DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO À NR-12 DE UMA PRENSA  
DESEMPENADEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2017**

**EMANOEL CHRISTIAN PUHL DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO À NR-12 DE UMA PRENSA  
DESEMPENADEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai.

**CURITIBA**

**2017**



**EMANOEL CHRISTIAN PUHL DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO À NR-12 DE UMA PRENSA  
DESEMPENADEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

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 (orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2017

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

Dedico este trabalho aos  
trabalhadores do nosso país.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

A Secretaria do Curso, pelo suporte.

A todos os demais professores pela dedicação na transmissão do conhecimento.

A minha esposa, amor da minha vida, minha razão e minha inspiração que compreendeu minha ausência nos seus poucos momentos de folga e sempre me impulsionou na busca pelo conhecimento.

A minha mãe que na minha infância sempre estudou comigo sobre a tábua de passar roupas e nunca me deixou desistir.

Ao meu pai que deixou grande exemplo de moral e de determinação que me norteará por toda minha vida.

Aos meus demais familiares pelo incentivo.

A instituição onde me formei, com muito orgulho, e que agora me concede o segundo título de engenheiro.

Ao engenheiro de segurança do trabalho Rodrigo Roveré pelas análises e buscas por soluções.

Ao técnico de segurança do trabalho Moreli Roika pela ajuda nas verificações de questões ergonômicas.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“If you don't shape the world  
you will be shaped by it”

*George Osborne*

## RESUMO

SANTOS, Emanuel. **Adequação a NR-12 de uma prensa desempenadeira: um estudo de caso**. 2016. 50 fls. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Embora não se possa chamar a norma regulamentadora número doze de nova, muitos de seus conceitos ainda geram dúvidas quando são aplicados. O presente trabalho teve como objetivo analisar as dificuldades da adequação de uma prensa desempenadeira à referida norma. Foi seguido um fluxo de trabalho iterativo onde foi apresentada e analisada a solução de adequação inicial e ajustes na solução foram realizados até se garantir a conformidade; as soluções foram comparadas e discutidas. Concluiu-se que a solução final encontrada foi satisfatória tanto em conformidade quanto com a ausência de geração de riscos adicionais aos operadores com uma situação ergonômica aceitável, de tal modo que a solução adotada pode servir de base para futuras adequações de prensas desempenadeiras. Também se evidenciou a importância da discussão sobre a apreciação de riscos e da prévia análise dos impactos ergonômicos causados pela adequação.

**Palavras-chave:** Estudo de caso. Segurança. Máquina. NR-12. Prensa. Desempenadeira.



## ABSTRACT

SANTOS, Emanuel. **NR-12 adequacy of a straightening press: a case study.** 2016. 50 sheets. Monograph (Labor Safety Engineering specialization) – Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2016.

Although it is not possible to call the regulatory rule number twelve new, many of its concepts still raise questions when they are applied. The present work had as objective to analyze the difficulties of the adequacy of a unbending press to the mentioned norm. An iterative workflow was followed where the initial suitability solution was presented and analyzed and adjustments to the solution were made until compliance was ensured; The solutions were compared and discussed. It was concluded that the final solution found was satisfactory both in compliance to the regulations and with the absence of additional risk generation for the operators with an acceptable ergonomic situation, in such a way that the solution adopted can be a basis for future bending presses adequacy. Also concluded about the big importance of the discussion of the risk assessment and the previous analysis of the ergonomic impacts caused by the adequacy.

**Keywords:** Study case. Safety. Machine. NR-12. Press. Unbending.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método de categorização de máquinas.....	17
Figura 2 – Relação entre categoria da máquina e requisitos dos componentes. ....	18
Figura 3 – Relação entre probabilidade de falha e anos de uso. ....	19
Figura 4 – Partes de uma Prensa Hidráulica.....	19
Figura 5 – Distribuição de acidentes por tipo de máquina.....	20
Figura 6 – Índice de frequência de acidentes entre trabalhadores expostos e não expostos a horas extras.....	22
Figura 7 – Distribuição dos acidentes de trabalho com afastamento superior a 15 dias conforme atividade da empresa em 1997. ....	23
Figura 8 – Frequência de acidentes por idade das vítimas em 1997. ....	24
Figura 9 – Ajuste do posto do trabalho para correção de posturas inadequadas com o auxílio de câmeras e um robô colaborativo. ....	26
Figura 10 – Fluxo de trabalho.....	28
Figura 11 – Forças atuantes no processo de desempenho.....	29
Figura 12 – Pontos de aplicação de força sobre o eixo.....	30
Figura 13 – Alavanca de regulagem da força aplicada. ....	31
Figura 14 – Portinhola móvel para enclausuramento da zona de prensagem. ....	32
Figura 15 – Detalhe da chave magnética monitorada. ....	33
Figura 16 – Detalhe do pedal de três estágios. ....	33
Figura 17 – Detalhe do bloco hidráulico de segurança. ....	34
Figura 18 – Burla do sistema feita pelos operadores da máquina.....	34
Figura 19 – Notificação oriunda da avaliação da máquina.....	35
Figura 20 – Projeto de adequação da máquina com nova solução.....	36
Figura 21 – Máquina com mesa em fase de testes.....	37
Figura 22 – Análise ergonômica conforme ferramenta MURI.....	38
Figura 23 – Flexão de tronco e manuseio da peça. ....	38
Figura 24 – Máquina com mesa retrabalhada com novos acessos.....	39
Figura 25 – Máquina com solução final implementada na visão do operador. ....	39
Figura 26 – Máquina com solução final implementada em visão geral. ....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução dos Critérios na contratação de Serviços de Manutenção ao longo do tempo. ....	15
Quadro 2 – Idade Média dos instrumentos nas Empresas Brasileiras. ....	16
Quadro 3 – Requisitos conforme categorização de máquinas. ....	18
Quadro 4 – Dados da máquina objeto de estudo .....	30
Quadro 5 – Verificação dos itens da notificação recebida.....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

### **LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NR	Norma Regulamentadora

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. OBJETIVO GERAL .....	13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1. A SOLUÇÃO ORIGINAL .....	32
4.2. A SOLUÇÃO DE READEQUAÇÃO .....	36
4.3. VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE DA MÁQUINA .....	40
4.4. LIÇÕES APRENDIDAS .....	43
4.4.1. Desenvolvimento Inicial do Projeto .....	43
4.4.2. O Impacto Sobre Variáveis Ergonômicas .....	44
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atender à legislação e normatização brasileira é um desafio. Em um país onde o parque fabril muitas vezes possui idade avançada e onde observa-se a falta de conhecimento até mesmo dos fabricantes de máquinas, qualquer trabalho que mostre um problema complexo e como foi solucionado pode ser de grande valia para pessoas e empresas que estejam em busca de adequação de seus equipamentos. Neste sentido, o presente trabalho relatará um estudo de caso de adequação à norma regulamentadora número doze.

Apresentar-se-á um problema extraído de uma indústria de grande porte do ramo automotivo e como o mesmo foi resolvido.

Dentro de uma indústria empregam-se diversos processos de fabricação, entre eles, de usinagem de materiais para a confecção de peças que posteriormente podem ser soldadas, pintadas e/ou montadas. Dentre os processos de usinagem, destacam-se os de torneamento e de retificação de eixos. Por se tratarem de peças esbeltas, eventualmente esses processos imprimem deformações plásticas indesejadas nas peças. Quando isto ocorre, pode-se efetuar uma deformação contrária à original, de modo a neutralizá-la. A este processo dá-se o nome de “desempenamento” que é realizado com auxílio de uma máquina chamada prensa desempenadeira.

Os acidentes geram enorme prejuízo financeiro, psicológico, moral e cultural no país e no mundo, não só para os trabalhadores de forma de direta, porém, para todos seus familiares e humanidade como um todo. Dentro deste contexto, é visível a grande influência das máquinas, em especial, das prensas.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta monografia foi analisar o processo de adequação de uma prensa desempenadeira à norma NR-12.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, o presente trabalho possui os que se seguem:

- i. Verificar adesão à norma após a adequação da máquina, baseando-se nos itens listados em notificação recebida do Ministério do Trabalho;
- ii. Analisar consequências da solução de adequação na ergonomia dos trabalhadores e das possíveis alterações na solução;
- iii. Apresentar as lições aprendidas no relato do caso;
- iv. Apresentar recomendações para futuras adequações de máquinas à NR-12.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria automobilística é a segunda com maior valor da transformação industrial no Brasil segundo dados de 2013 e 2014 e o Paraná é o terceiro estado com maior valor deste ranking (AMORIM, 2016).

O Quadro 1 mostra que entre os anos de 2009 e 2011 houve uma inversão na importância dada aos critérios de preço em detrimento da qualidade na contratação de serviços de manutenção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS, 2013).

Ano	Critérios Utilizados na Contratação de Serviços Pelas Empresas				
	Preço	Tecnologia	Prazo	Qualidade	Experiência
2013	I	V	III	II	IV
2011	I	V	III	II	IV
2009	II	V	IV	I	III
2007	II	V	IV	I	III
2005	II	V	IV	I	III
2003	III	IV	V	I	II
2001	II	IV	V	I	III
1999	II	III	V	I	IV
1997	I	V	III	II	IV

Quadro 1 – Evolução dos Critérios na contratação de Serviços de Manutenção ao longo do tempo.

Fonte: Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, 2013.

Prensas são utilizadas em diversos setores econômicos, em especial no metal-mecânico, com aplicações diversas, a saber, conformar, moldar, cortar, furar, cunhar e vazar peças (NOBRE, 2009).

Segundo o DEPARTAMENTO DE TRABALHO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMERICA (2016) é essencial que prensas e outras máquinas sejam rigorosamente inspecionadas e que todos os componentes mecânicos, elétricos, pneumáticos e hidráulicos e sistemas, incluindo todos os equipamentos colaterais ou auxiliares estejam em condições operacionais de primeira classe antes da instalação de qualquer equipamento. Um programa de manutenção e inspeção deve ser estabelecido e implementado.



Muitas vezes os problemas que causam os acidentes do trabalho são oriundos de máquinas obsoletas e perigosas ou ainda tecnologicamente obsoleta ou com manutenção negligenciada (MENDES, 2001).

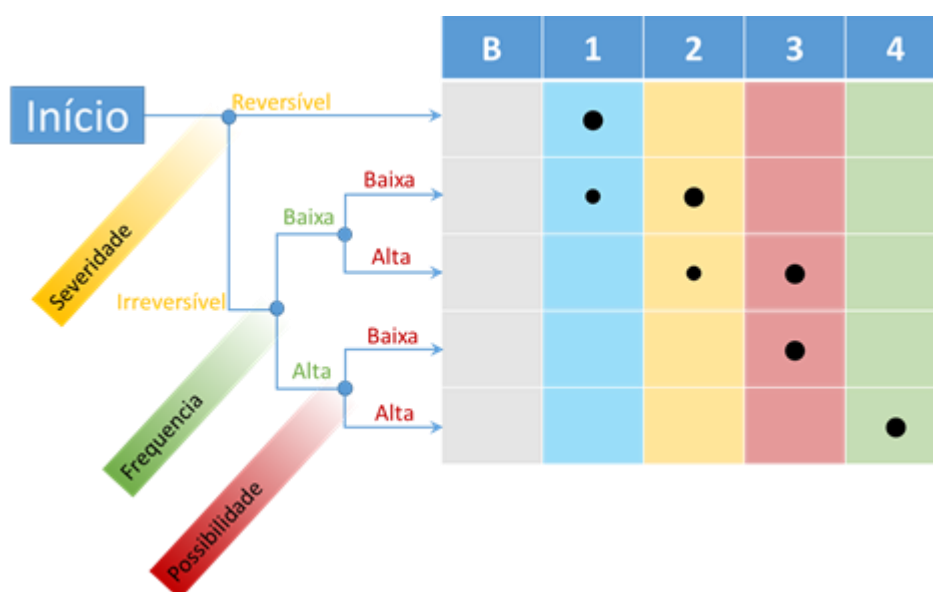
A idade média de instrumentos/ferramentas nas empresas brasileiras não tem variado muito e no último ano disponível é de aproximadamente 6 anos como pode ser visto no Quadro 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS, 2013).

Idade Média dos Instrumentos/Ferramentas nas Empresas Brasileiras	
Ano	Idade Média
2013	5,92 (~6 anos)
2011	3,58 (~4 anos)
2009	6,22 (~6 anos)
2007	7,68 (~8 anos)
2005	6,05 (~6 anos)
2003	6,64 (~7 anos)
2001	7,12 (~7 anos)
1999	7,15 (~7 anos)
1997	7,00 (~7 anos)
1995	6,97 (~7 anos)

Quadro 2 – Idade Média dos instrumentos nas Empresas Brasileiras.  
Fonte: Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, 2013.

O grau de risco de uma máquina é determinado conforme norma ABNT NBR 14.153 (2013) e é apresentado na

**Figura 1.** Prensas oferecem risco de lesão irreversível, com alta frequência e alta possibilidade, por isto são classificadas como de categoria quatro.



**Figura 1 – Método de categorização de máquinas.**

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14.153, 2013.

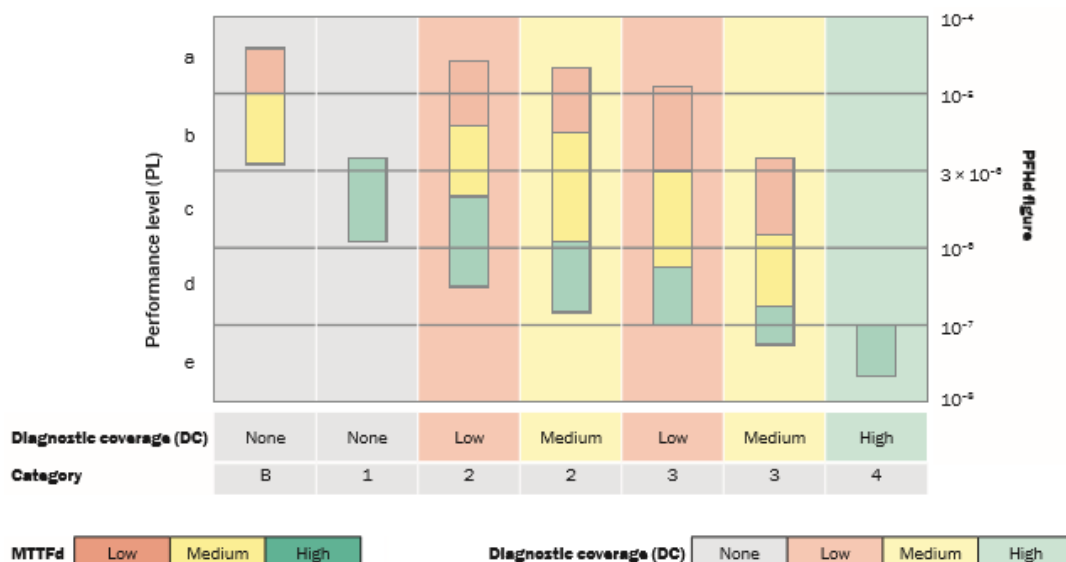
Máquinas de categoria 4 e não podem perder a sua função de segurança com uma simples falha ou mesmo com soma ou acúmulo de falhas. Por isto, é necessário utilizar contadoras em série e monitoradas, o bloco de segurança também

precisa ser monitorado. Além disto, deve ser aplicado o princípio da falha segura que foi recentemente substituído por “estado da técnica” (CORERA, 2011; MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Categoria	Resumo dos Requisitos	Comportamento do Sistema	Princípios
B	O controle deve ser projetado de forma a suportar as influências/ conseqüências esperadas.	Uma falha pode levar à perda da função de segurança.	Caracteriza-se principalmente pela seleção de componentes.
1	Deve-se cumprir os requisitos da Cat B; princípios e componentes de segurança testados devem ser usados.	Uma falha pode levar à perda da função de segurança mas a probabilidade de ocorrência é baixa.	
2	Deve-se cumprir os requisitos da Cat. B; as funções de segurança devem ser testadas pelo sist. de controle, com intervalos de tempo adequados.	Uma falha pode levar à perda da função de segurança, que é detectada na próxima verificação.	Caracteriza-se principalmente pela estrutura de controle.
3	Deve-se cumprir os requisitos da Cat. B. Um falha única não causa a perda da função de segurança.	A função de segurança permanece ativa quando uma falha única ocorre. Somatória de falhas pode levar à perda da função de segurança.	
4	Deve-se cumprir os requisitos da Cat. B. A falha individual deve ser identificada quando da próxima atuação da função de segurança.	A função de segurança permanece ativa quando uma falha única ocorre. Falhas são detectadas para prevenir uma perda da função de segurança.	

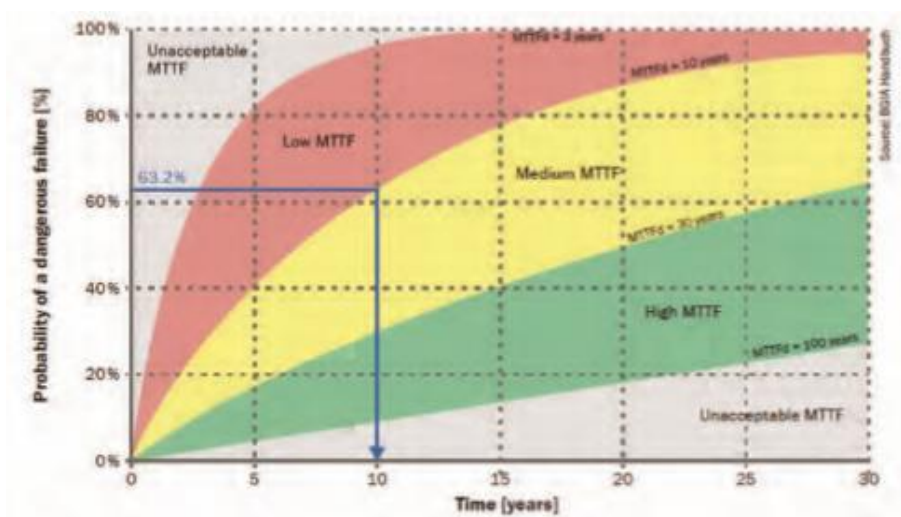
**Quadro 3 – Requisitos conforme categorização de máquinas.**  
Fonte: ABNT NBR 14.153, 2013.

A Figura 2 mostra que existe uma relação entre a categoria da máquina e a cobertura de diagnósticos exigida, bem como o tempo médio entre falhas perigosas. Sendo que nas máquinas de categoria 4 usam-se os melhores componentes disponíveis (SICK, 2016).



**Figura 2 – Relação entre categoria da máquina e requisitos dos componentes.**  
**Fonte: SICK, 2016.**

A Figura 3 mostra a evolução da probabilidade de ocorrência de uma falha perigosa com os anos de uso.



**Figura 3 – Relação entre probabilidade de falha e anos de uso.**  
**Fonte: SICK, 2016.**

Entre as principais partes de uma prensa hidráulica, estão, o martelo, o cilindro hidráulico, a unidade hidráulica e painel elétrico conforme apresentado na Figura 4 (SCHULZ, 2015).



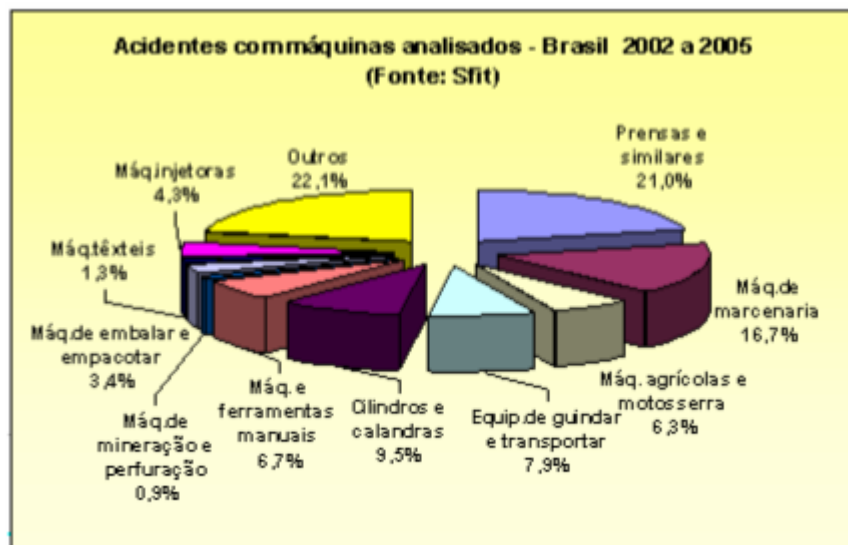
**Figura 4 – Partes de uma Prensa Hidráulica.**  
Fonte: Schulz, 2015.

O Brasil gasta 70 bilhões de reais anualmente com 700 mil casos de acidentes (PORTAL BRASIL, 2012).

Em 2013 houveram 717.911 acidentes de trabalho no Brasil (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA, 2015).

Mesmo em regiões mais desenvolvidas, como a União Europeia, a cada três minutos e meio ocorre um óbito por causas relacionadas ao trabalho e a cada quatro segundos e meio um trabalhador é vítima de acidente que o impede de trabalhar por três ou mais dias úteis (CAMPOS, 2010).

Entre 2002 e 2005, 21% dos acidentes de trabalho com máquinas no Brasil foram com prensas e similares conforme pode ser verificado na Figura 5 (LIMA, 2008).



**Figura 5 – Distribuição de acidentes por tipo de máquina.**  
Fonte: Sistema Federal de Inspeção do Trabalho apud LIMA, 2008.

Estudo realizado nos EUA mostra que a frequência de acidentes com prensas é cinco vezes maior do que os ocorridos com os 25 tipos de máquinas mais comuns na indústria metal-mecânica e além disto estes possuem severidade, em média, duas vezes maior em relação às demais (CAMPOS, 2010).

A NR-12 apresenta no seu item 2.1 três tipos diferentes para sistemas de segurança nas zonas de prensagem ou trabalho, conforme transcrito abaixo (BRASIL; MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016, p. 53):

“2.1. Os sistemas de segurança nas zonas de prensagem ou trabalho aceitáveis são:

a) enclausuramento da zona de prensagem, com frestas ou passagens que não permitem o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo, conforme item A, do Anexo I, desta Norma, e podem ser constituído de proteções fixas ou proteções móveis dotadas de intertravamento, conforme itens 12.38 a 12.55 e seus subitens desta Norma;

b) ferramenta fechada, que significa o enclausuramento do par de ferramentas, com frestas ou passagens que não permitem o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo, conforme quadro I, item A, do Anexo I desta Norma;

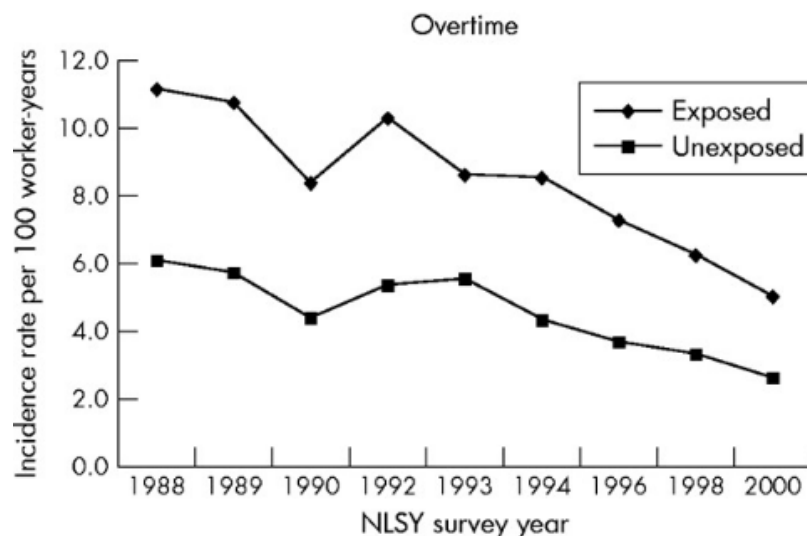
c) cortina de luz com redundância e autoteste, monitorada por interface de segurança, adequadamente dimensionada e instalada, conforme item B, do Anexo I, desta Norma e normas técnicas oficiais vigentes, conjugada com comando bimanual, atendidas as disposições dos itens 12.26, 12.27, 12.28 e 12.29 desta Norma.

2.1.1. Havendo possibilidade de acesso a zonas de perigo não supervisionadas pelas cortinas, devem existir proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento, conforme itens 12.38 a 12.55 e subitens desta Norma.”

Martins (2010) propõe uma análise mais abrangente de perícias de acidentes de trabalho, utilizando técnicas da modelagem ergonômica que não verificam apenas as máquinas, mas incluem também a análise das metas de produção, penalidades impostas aos trabalhadores em caso de não atingimento das mesmas, qualificação da mão de obra, entrevistas com operadores e supervisores, análise do clima organizacional, observação de postos de trabalho similares, entre outros. Este estudo ainda critica a ótica de que os acidentes sempre são oriundos de falha ou erro humano. Onde a filosofia oriunda da pirâmide de Heinrich acabaria servindo de argumento aos empregadores para sempre imputarem a culpa pelos acidentes aos acidentados.

Gonzalo (2016) mostra que probabilidade de sofrer stress após um aumento da carga de trabalho pode cair de 57,69% para 16,09% dependendo de fatores como carga de trabalho em casa com atividades domésticas, idosos e crianças, apoio familiar, pratica de esportes, etc.

Denbe (2005) mostra que trabalhadores expostos a jornadas de trabalho estendidas estão sujeitos à um risco de sofrer acidentes 84% maior.

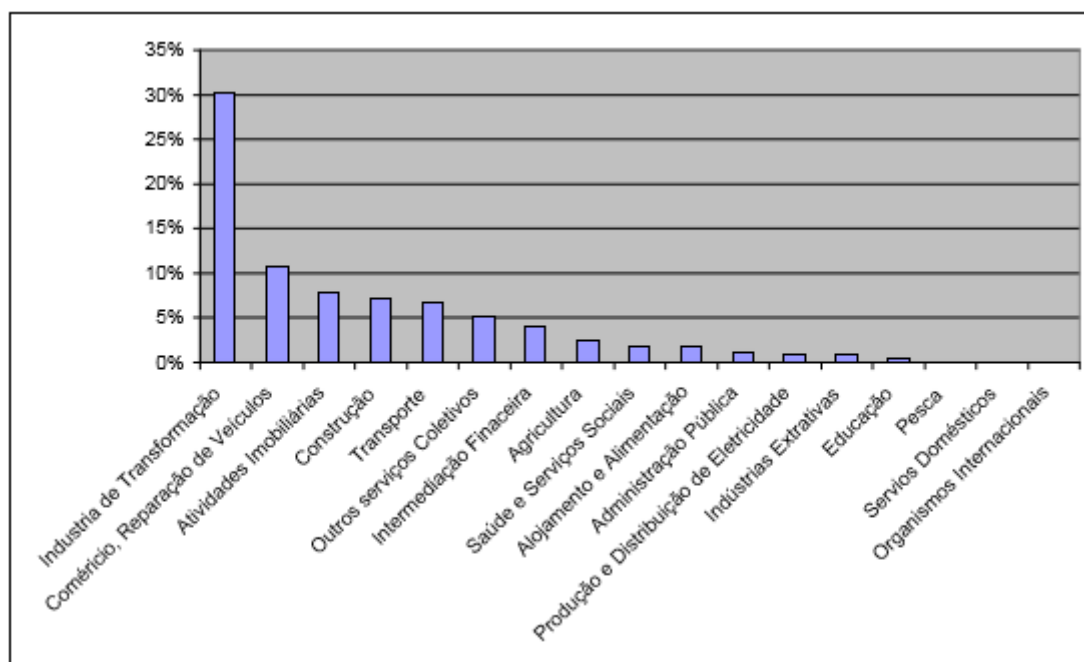


**Figura 6 – Índice de frequência de acidentes entre trabalhadores expostos e não expostos a horas extras.**  
**Fonte: Denbe, 2005.**

Segundo Roque (2016) a “apreciação de riscos” é a parte menos detalhada na NR-12, porém a mais importante, visto que pode justificar ou não o uso das medidas de proteção e citações subjetivas existentes na norma. Ele ainda recomenda que a ferramenta seja mais utilizada, com atenção ao conceito de risco e alerta para o mau uso: “O mau uso desta ferramenta pode trazer prejuízos e danos a empregados, e à aceitação da NR 12, pois embora ambos reconheçam as suas intenções benéficas, pode levar a rejeições de sua aplicação em algumas situações”.

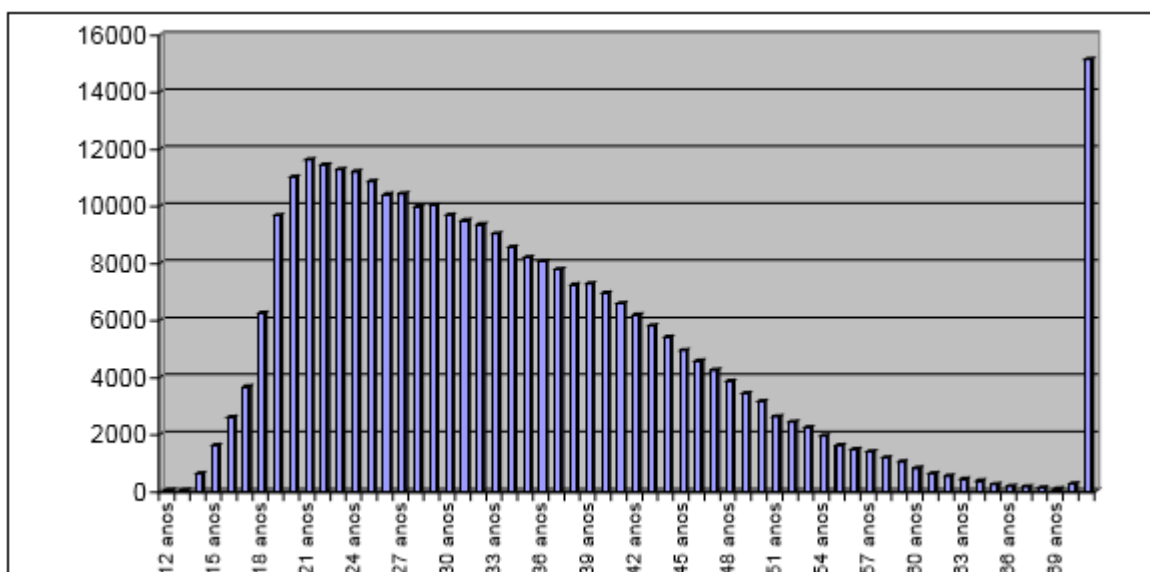
A Figura 7 evidencia que a indústria é o principal segmento de ocorrência de acidentes de trabalho graves em que a vítima fica mais de 15 dias afastada.





**Figura 7 – Distribuição dos acidentes de trabalho com afastamento superior a 15 dias conforme atividade da empresa em 1997.**  
**Fonte: Goldman, 2002.**

A Figura 8 mostra que a maior quantidade de acidentes de trabalho ocorre com jovens que acabaram de entrar no mercado de trabalho. Embora a falta de experiência corrobore, não pode se esquecer que esta é uma grande parcela da população empregada e também que após alguns anos no mercado de trabalho, o trabalhador tem a tendência de migrar para atividades em que fique menos exposto a riscos (Goldman, 2002).



**Figura 8 – Frequência de acidentes por idade das vítimas em 1997.**  
**Fonte: Goldman, 2002.**

A análise de riscos deve ser feita antes mesmo do projeto da máquina e durante esta fase, cliente e fabricante devem definir juntos as contramedidas cabíveis para eliminar ou reduzir os riscos (SICK, 2016).

Os principais perigos oriundos de movimentos mecânicos em máquinas são os decorrentes do movimento rotativo, alternativo e de translação contínua. Todos estes podem resultar em esmagamento de membros. Além destes, existem os perigos elétricos, térmicos, devido ao ruído, às vibrações, aos materiais e à ergonomia (CAMPOS 2010).

Aquillos e Romero (2016) estudaram aproximadamente 90 mil casos de acidentes do trabalho em empresas de reparo e manutenção automotiva localizadas na Espanha entre os anos de 2003 e 2008. Este estudo mostra que ferimentos superficiais e queimaduras são mais comuns em homens, no trabalho rotineiro e no posto de trabalho usual. Ao passo que deslocamento de membros e entorses são mais comuns em mulheres, fora do local usual de trabalho, às segundas-feiras e em trabalhos não –rotineiros.

Na Europa, as duas maiores ocorrências de doenças do trabalho são dores musculares (23%) e dores lombares (25%) (Parent-Thyrion, 2007).

A ergonomia pode ser definida como o estudo científico das relações entre o homem e seu ambiente de trabalho. As consequências de sua análise e melhoria não estão apenas restritas a melhoria da qualidade de vida, saúde e segurança. A

empresa que faz isso também é beneficiada por aumento de produtividade, eficiência, qualidade e lucro. Prensas acionadas por pedal não devem tê-lo posicionado em altura elevada em relação ao piso (SILVA, 2012).

Estudo de caso comparativo quanto a ergonomia de operadores de prensas e de esteira de classificação de DAMASCENO (2009) mostra que dores na coluna oriundas do trabalho possuem incidência próxima entre operadoras que trabalham em pé sem carga e estaticamente e as que trabalham em pé com carga e dinamicamente. Conclui ainda que “não se pode considerar apenas o tipo de postura adotada para questionar a existência donexo causal entre o tipo de trabalho e a dor relatada e também que o trabalho de forma dinâmica já faz com que o operador tenha movimentos de relaxamento. Também aponta para a necessidade de regulagens no posto de trabalho de modo a adaptar as máquinas e equipamentos às características antropométricas dos trabalhadores.

Estudo feito em uma planta italiana da Electrolux mostra a preocupação com a ergonomia dos trabalhadores e mostra que a idade média deles neste local é de 48 anos. Fabro et al. (2016) diz que o avanço da idade média dos trabalhadores é motivo para intensificar a mudança dos mesmos entre os postos de trabalho.

Moussavi et al. (2016) diz que a mudança de postos de trabalho não é apenas uma medida de mitigação de riscos ergonômicos, porém também uma estratégia efetiva de aumento de motivação, satisfação e eficiência de trabalho. Também propõe um modelo matemático para determinação dos postos de trabalho que mais se ajustam às características de cada trabalhador, ou seja, suas alturas, habilidades, experiências e idades.

Segundo Khan (2015) probabilidades de danos na parte lombar das costas crescem com atividades de levantamento e giro de tronco e é possível estabelecer uma correlação entre postos de trabalho e danos em determinadas partes do corpo.

A automação e constante avanço tecnológico fazem com que a mão de obra humana se torne a principal restrição e gargalo de processos industriais. O corpo humano constitui o principal limite à performance industrial e ao aumento de velocidade de processos. A análise ergonômica não pode se limitar à normas e metodologias de avaliação, é preciso uma análise holística, o que inclui a situação socioeconômica e cultural do trabalhador, a carga horária de trabalho, absenteísmo e motivação. (Allwood et al., 2016)

Labuttis (2015) detalha um questionário aplicado em plantas industriais da Siemens que visa avaliar riscos ergonômicos em postos de trabalho. Este questionário avalia três aspectos: cargas manipuladas; atividades executadas em posturas ou forças desfavoráveis; e atividades executadas com alta repetição.

Serratos-Perez (2015) utiliza o método Reba para fazer análise ergonômica em diversos postos de trabalho de uma fábrica de eixos de comando de válvula. Esta análise mostra a necessidade de ações de correção em diversos postos e ressalta a necessidade de elaboração de um layout correto de trabalho e também a falta de adaptação das máquinas que vêm de outros países e não consideram características morfológicas e funcionais dos trabalhadores.

Segundo o artigo 198 da Consolidação das Leis Trabalhistas o peso máximo que pode ser carregado por um trabalhador é de 60 kg.

A Norma Regulamentadora número 17 estabelece diversos critérios de ergonomia como: temperatura, umidade, ruído e iluminação.

Nguyen et al. (2016) nos propõe uma solução para postos de trabalho utilizando a interação do homem e da máquina. Câmeras observam o trabalho humano e quando identificam situações de risco ergonômico, avisam o operador e atuam adaptando o posto de trabalho de forma a minimizar ou neutralizar os riscos. Os recentes avanços na área da robótica e a aplicação de robôs colaborativos permitem um avanço inédito neste aspecto. A Figura 9 mostra a ideia da solução onde o robô faz com que o operador corrija automaticamente sua postura.



**Figura 9 – Ajuste do posto do trabalho para correção de posturas inadequadas com o auxílio de câmeras e um robô colaborativo.**

**Fonte: Nguyen et al (2016).**

WCM – World Class Manufacturing ou Manufatura em classe mundial é um programa que reúne diversas metodologias, práticas e ferramentas objetivando constituir um sistema de inovação e melhoria contínua de modo a reduzir custos e aumentar a competitividade (FELICE, 2015).

Arezes (2010) e Cirjaliu (2016) nos dizem que a palavra japonesa “*Muda*” significa a eliminação de desperdícios cuja uma das vertentes é a eliminação do “*Muri*” que é a sobrecarga sobre operadores e máquinas. A eliminação do “*Muri*” é uma ferramenta própria do WCM que visa reduzir movimentações e esforços desnecessários. Embora a ergonomia não seja o foco da ferramenta e sim a otimização dos processos de fabricação, sua aplicação implica também na identificação e melhoria das condições ergonômicas dos operadores.

A sobrecarga (“*Muri*”) coloca os operadores sobre estresse desnecessário, o que reduz a habilidade para performance e capacidade deles (PIENKOWSKI, 2014).

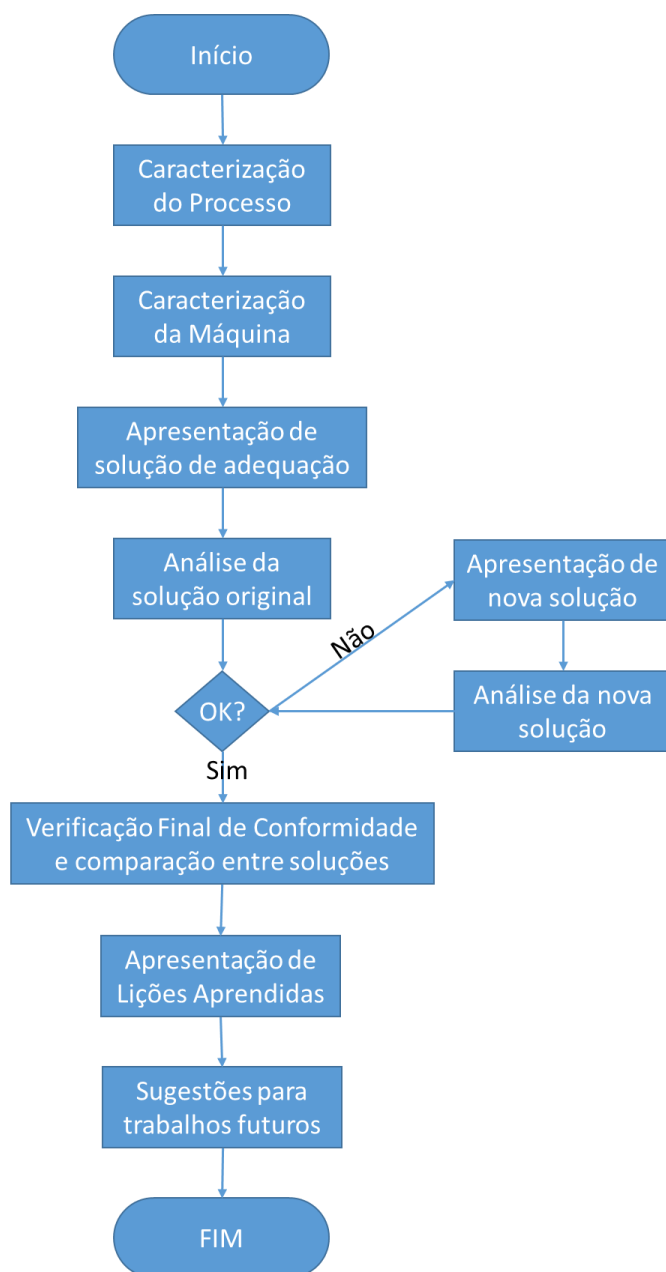
Segundo Zainal (2007) o método de relato de caso é um método robusto, especialmente quando se faz necessário uma investigação profunda e holística, explorando e investigando fenômenos da vida real através de um número limitado de eventos ou condições e suas relações.

Os estudos de caso podem ser classificados em três categorias distintas: explanatórios nomeadamente, descritivos e estudos de caso explanatórios. Sendo que os explanatórios nomeadamente existem questionamentos gerais preparatórios para estudos posteriores; os descritivos têm como objetivo a descrição dos fatos como eles ocorreram, podendo até mesmo ser narrativos; os estudos de caso explanatórios examinam os dados com cuidado de forma superficial e profunda de forma a gerar uma hipótese e testá-la (ZAINAL apud YIN, 2007).

### 3. METODOLOGIA

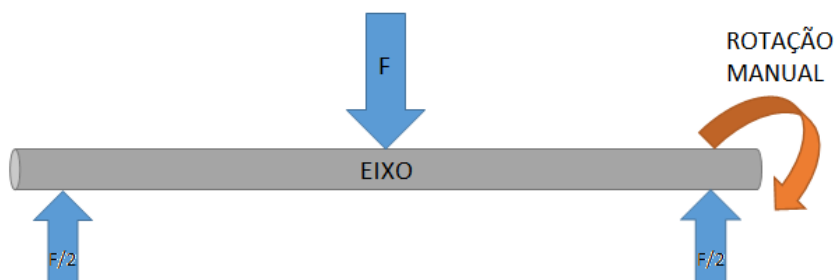
O presente trabalho foi um estudo de caso descritivo conforme categorizado por (ZAINAL apud YIN, 2007).

Foi seguido o fluxo de trabalho mostrado na Figura 10, sendo que neste capítulo foi mostrado o objeto do estudo e foi feita a descrição do processo.



**Figura 10 – Fluxo de trabalho.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Diferentemente dos processos de prensagem usual, onde existe apenas um ponto de prensagem, o processo de desempenamento que está representado na Figura 11, funciona imprimindo uma força de cisalhamento, o que pressupõe três pontos de aplicação de força e conseqüentemente três zonas de risco de prensagem.



**Figura 11 – Forças atuantes no processo de desempenamento.**  
Fonte: Autoria própria.

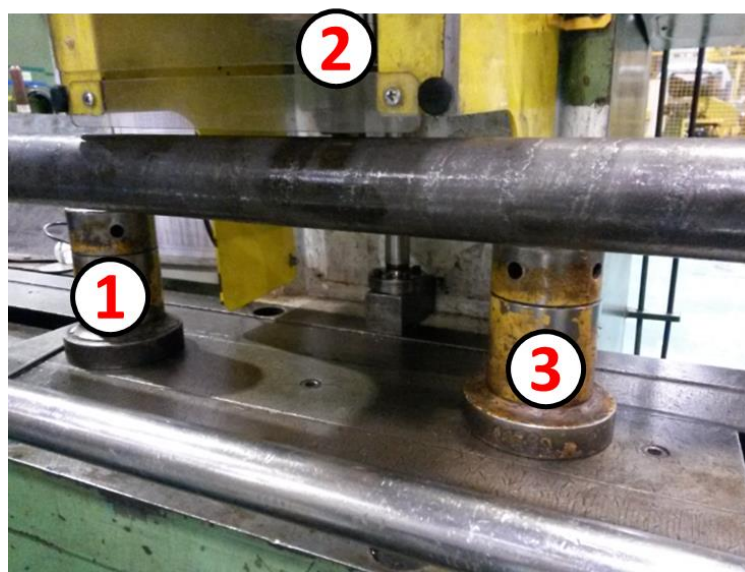
O processo de desempenamento é um processo iterativo que depende muito da experiência do operador. Após cada atuação da prensa, efetua-se a medição do batimento da peça e a verificação de qual parte do eixo está mais “alta”. Tendo isto em vista, deduz-se que o processo é dificilmente automatizado e envolveria um alto custo. De tal sorte que comumente a automatização fica inviabilizada.

O quadro abaixo traz informações da máquina objeto deste estudo.

Item	Descrição
Tipo	Prensa desempenadeira
Marca / Fabricante	Fred Frey
Modelo	C20PS
Ano de fabricação	1985
Número de identificação interno / manutenção	6113

**Quadro 4 – Dados da máquina objeto de estudo**  
**Fonte: Autoria própria.**

A máquina opera com o desempenamento de eixos de diferentes diâmetros, variando entre 20 e 63 milímetros. Tal variação faz com que a fresta formada entre a peça e a proteção também varie. Apesar da possibilidade deste problema ser resolvido por mecanismo com molas, durante o desempenamento o eixo se movimenta devido à deflexão o que forma novos pontos de esmagamento no limite da proteção existente.



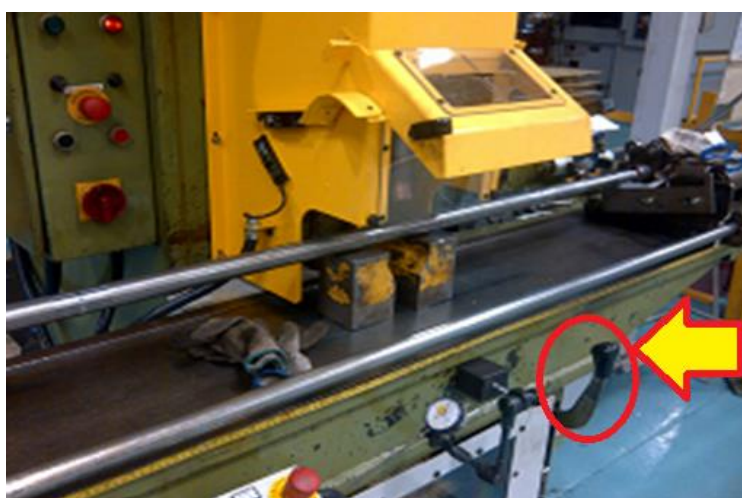
**Figura 12 – Pontos de aplicação de força sobre o eixo.**  
**Fonte: Autoria própria.**



O eixo é fixado atrás de suas extremidades pelos dois furos de centro previamente usinados em pontas rotativas.

Ele é transladado manualmente pelo operador e também rotacionado para que a força de cisalhamento possa ser aplicada da forma mais efetiva.

A força é regulada por uma alavanca que está ligada em uma válvula reguladora de pressão de modo a imprimir maior força sobre o eixo tanto quanto maior for seu deslocamento para baixo.



**Figura 13 – Alavanca de regulagem da força aplicada.**  
**Fonte: Laudo de adequação da empresa que realizou a adequação.**

O conceito “*Mur*” foi utilizado para verificação do processo operacional da máquina. Foram listadas as atividades operacionais e analisados os movimentos necessários para execução de cada atividade. Cada movimento foi classificado em três níveis, sendo o nível um o de maior amplitude e dificuldade e o de nível três o de menor amplitude e dificuldade. Foi calculado o somatório das pontuações dos movimentos, sendo somado três pontos para cada movimento de nível um; dois pontos para movimentos de nível dois e um ponto para movimentos de nível três. Atividade com somatório entre 9 e 10 é considerada boa do ponto de vista operacional com baixo impacto na operação e no risco ergonômico; entre 11 e 12 é dita intermediária com médio impacto na operação e no risco ergonômico; maiores ou iguais a 13 são consideradas inadequadas com alto impacto na operação e risco ergonômico, sendo neste último caso necessária a implantação de melhorias no processo visando a redução da pontuação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta parte do trabalho será relatada e avaliada a adequação inicialmente implantada e a sua evolução.

### 4.1. A SOLUÇÃO ORIGINAL

Analisando o processo e considerando a necessidade do operador de segurar o eixo com sua mão esquerda para posicioná-lo (tanto através da translação quanto da rotação) e de mantê-lo na rotação desejada até que a força comece a ser aplicada sobre a peça, a empresa que realizou a adequação da máquina optou por seguir o descrito na alínea “a” do item 2.1 da NR-12 transcrito anteriormente – vide revisão bibliográfica.



**Figura 14 – Portinhola móvel para enclausuramento da zona de prensagem.  
Fonte: Laudo de adequação da empresa que realizou a adequação.**

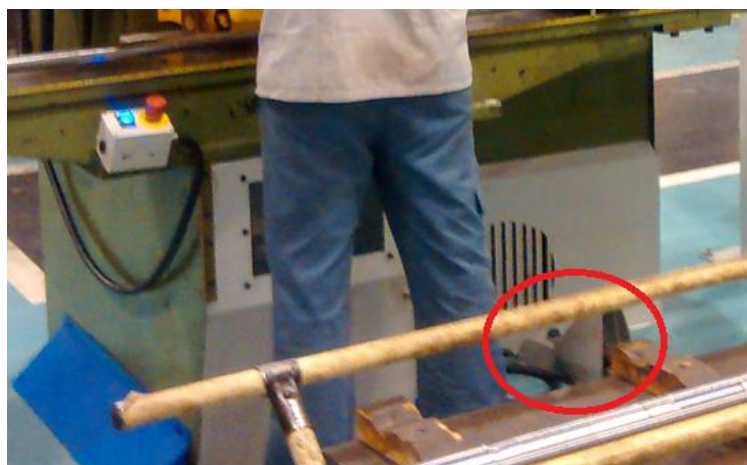
Foi confeccionada proteção fixa com porta móvel monitorada através de um sensor magnético certificado visando o enclausuramento da zona de prensagem como pode ser visto na Figura 14.

A Figura 15 mostra o detalhe da chave magnética monitorada que é acionada ao se fechar a portinhola.



**Figura 15 – Detalhe da chave magnética monitorada.**  
**Fonte:** Laudo de adequação da empresa que realizou a adequação.

A solução também envolve a utilização de um pedal de três estágios, onde o processo só ocorre quando o pedal está na posição intermediária, sendo que é interrompido quando o pé do operador é retirado e possui função de parada de emergência quando pressionado com força excessiva, requerendo o acionamento do *reset*.



**Figura 16 – Detalhe do pedal de três estágios.**  
**Fonte:** Laudo de adequação da empresa que realizou a adequação.

Para a interrupção do processo, se fez necessária a utilização de um bloco hidráulico de segurança para garantir que o pistão da prensa pare e não caia com seu peso próprio conforme é mostrado na Figura 17.



**Figura 17 – Detalhe do bloco hidráulico de segurança.**  
**Fonte: Laudo de adequação da empresa que realizou a adequação.**

Após algum tempo em processo, durante uma entrevista com os operadores da máquina, percebeu-se que eles passaram a sofrer com dores nas costas e por conta disso burlaram o sistema de segurança conforme pode ser visto na Figura 18.



**Figura 18 – Burla do sistema feita pelos operadores da máquina.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Uma investigação da causa das dores mostrou que os operadores precisavam manter uma inclinação lateral para acionar o pedal de três estágios da máquina.



Posteriormente a máquina foi avaliada em uma visita de auditores do Ministério do Trabalho. Desta avaliação resultou uma notificação que está apresentada na Figura 19.

**TERMO DE REGISTRO DE INSPEÇÃO**

Data: [redacted] Hora de início: [redacted] Término: [redacted]

Nome do Agente da Inspeção do Trabalho: [redacted] Auditor e Inspeção Trabalho

Matrícula: [redacted] Cargo ou função: [redacted] Auditor Inspeção do Trabalho

Documentos exigidos: Entrega do Relatório de AI de [redacted]

**MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO  
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO  
Relação de Autos de Infração Lavrados**

Número	Ementa	Descrição da ementa (Capitulação)
Empregador: [redacted]		
1	2120771	Deixar de instalar sistemas de segurança em zonas de perigo de máquinas e/ou equipamentos. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.38, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
2	2123231	Deixar de elaborar procedimento de trabalho e/ou segurança específico e/ou padronizado e/ou com descrição detalhada de cada tarefa e/ou que obedeça a análise de risco. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.130, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
3	1250124	Lançar e/ou liberar no ambiente de trabalho quaisquer contaminantes que possam comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 25.3 da NR-25, com redação da Portaria 253/2011.)
4	2121123	Utilizar proteção de máquina e/ou equipamento confeccionada com material descontínuo sem observar as distâncias de segurança, conforme previsto no Anexo I, item A, da NR 12. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.50, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
5	2124980	Deixar de dotar as prensas hidráulicas ou similares de bloco hidráulico de segurança ou sistema de segurança composto por válvulas em redundância que possua a mesma característica e eficácia e/ou comandado por válvulas que não estabeleçam monitoramento dinâmico. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 4.3, Anexo VIII, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
6	2120836	Selecionar e/ou instalar sistemas de segurança que não estejam sob monitoramento automático, de acordo com a categoria de segurança requerida. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.39, alínea "e", da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
7	2120828	Selecionar e/ou instalar sistemas de segurança que permitam neutralização e/ou burla. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.39, alínea "d", da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
8	2125285	Deixar de pintar o componente de retenção mecânica na cor amarela e/ou deixar de dotar componente de retenção mecânica de intertravamento monitorado por interface de segurança. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 11.2, Anexo VIII, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
9	2120887	Deixar de instalar dispositivo de intertravamento associado à proteção móvel. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 12.44, alínea "a", da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
10	2121271	Utilizar dispositivo de pádua de emergência sem monitoramento por sistema de segurança. (Art. 184, parágrafo único, da CLT, c/c item 12.58, alínea "f", da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)
11	2125420	Deixar de acionar os dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes de dobradeiras hidráulicas através de comando bimanual ou de pedal de segurança de 3 (três) posições. (Art. 157, inciso I, da CLT, c/c item 13.2, alínea "g", Anexo VIII, da NR-12, com redação da Portaria 197/2010.)

Orientação dada: De acordo geral

[redacted] Auditor Inspeção do Trabalho

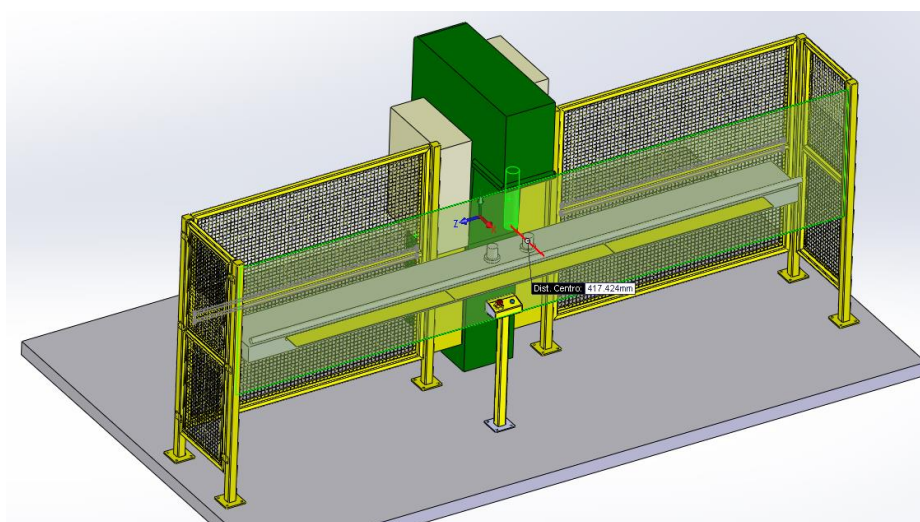
[redacted] Auditor Inspeção do Trabalho

Figura 19 – Notificação oriunda da avaliação da máquina.  
Fonte: Autoria própria.

Desta notificação e também considerando as reclamações quanto à ergonomia, foi elaborado o plano de readequação da máquina.

#### 4.2.A SOLUÇÃO DE READEQUAÇÃO

Após algumas reuniões, foi verificada que a melhor alternativa seria a implantação do sistema de segurança descrito no item 2.1, alínea c, a saber: a utilização de cortina de luz associada à um comando bimanual como pode ser observado na Figura 20. Porém, com algumas adaptações que serão explicadas a seguir.



**Figura 20 – Projeto de adequação da máquina com nova solução.  
Fonte: Empresa que realizou a adequação da máquina.**

A primeira dificuldade na aplicação do comando bimanual foi o fato de o operador, ao mesmo tempo em que aciona o comando da máquina, também estar manipulando a alavanca de regulação da força aplicada sobre eixo (operação já descrita anteriormente). Tal problema foi resolvido com a instalação de um dos botões do bimanual sobre a alavanca, de forma que ao mesmo tempo em que o operador aciona o bimanual pode também manipular a alavanca.

A segunda dificuldade encontrada foi o fato de o operador ter de segurar a peça para que ela não se mova antes de o pistão encostar na peça. Como já explicado, a força do pistão precisa ser aplicada sobre a parte mais alta do eixo

empenado. Porém, a força da gravidade faz com que esta parte se desloque para baixo. Este problema foi resolvido substituindo uma das pontas rotativas por uma ponta sem rotação, de forma que a própria força de atrito mantém o eixo na posição deixada pelo operador.

A terceira dificuldade encontrada foi o acesso à zona de prensagem pela parte inferior da máquina. Para eliminar esta pendência, vislumbrou-se a possibilidade da implantação de uma chapa metálica formando uma “mesa” de trabalho.

Após estas definições das mudanças a serem implementadas iniciaram-se as modificações. Iniciou-se com a confecção da mesa supracitada. A mesa tem objetivo principal impedir o acesso de membros superiores pela parte de baixo da máquina e respeitando o quadro III da NR-12. Além disto, serve também como suporte para os comandos e botões como pode ser visto na Figura 21.



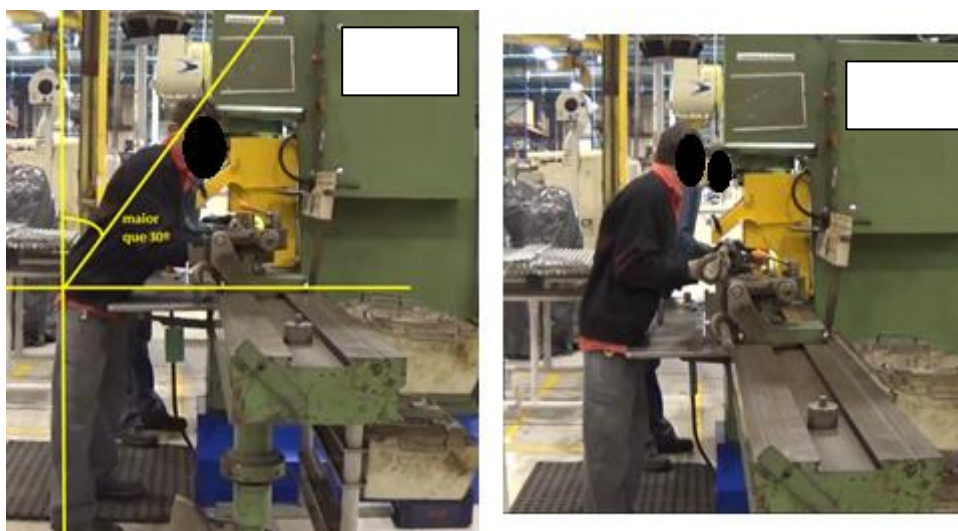
**Figura 21 – Máquina com mesa em fase de testes.  
Fonte: Autoria própria.**

Após a instalação da mesa as reclamações dos trabalhadores quanto à ergonomia da operação da máquina se intensificaram. Por isto, foi realizada uma análise ergonômica utilizando a ferramenta “MURI” do WCM considerando a frequência de movimentos de 40 por turno.

WORKING STATION / OPERATION:		MURI																								TOTAL ACTIVITY (WORKER)																																																																																																												
N°	N° SOP / N° WC	DESCRIPTION																																																																																																																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Flexion angle of the waist</th> <th colspan="3">Rotation angle of the waist</th> <th colspan="3">Height of the working area</th> <th colspan="3">Push and/or pulling force (in feet)</th> <th colspan="3">Rotation angle of the torso</th> <th colspan="3">Pick up parts and transport</th> <th colspan="3">Working range</th> <th colspan="3">Walk</th> <th colspan="3">Transport</th> </tr> <tr> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> <th>Level 1</th> <th>Level 2</th> <th>Level 3</th> </tr> </thead> <tr> <td>0-30°</td> <td>31-45°</td> <td>46-60°</td> <td>0-45°</td> <td>46-90°</td> <td>91-135°</td> <td>0-100cm</td> <td>101-120cm</td> <td>121-150cm</td> <td>0-100N</td> <td>101-150N</td> <td>151-200N</td> <td>0-30°</td> <td>31-45°</td> <td>46-90°</td> <td>0-1.5m</td> <td>1.5-2m</td> <td>2-3m</td> <td>0-1.5m</td> <td>1.5-2m</td> <td>2-3m</td> <td>0-1.5m</td> <td>1.5-2m</td> <td>2-3m</td> <td>0-1.5m</td> <td>1.5-2m</td> <td>2-3m</td> </tr> <tr> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> <td>Score</td> </tr> </table>																								Flexion angle of the waist			Rotation angle of the waist			Height of the working area			Push and/or pulling force (in feet)			Rotation angle of the torso			Pick up parts and transport			Working range			Walk			Transport			Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	0-30°	31-45°	46-60°	0-45°	46-90°	91-135°	0-100cm	101-120cm	121-150cm	0-100N	101-150N	151-200N	0-30°	31-45°	46-90°	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	
Flexion angle of the waist			Rotation angle of the waist			Height of the working area			Push and/or pulling force (in feet)			Rotation angle of the torso			Pick up parts and transport			Working range			Walk			Transport																																																																																																														
Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3																																																																																																												
0-30°	31-45°	46-60°	0-45°	46-90°	91-135°	0-100cm	101-120cm	121-150cm	0-100N	101-150N	151-200N	0-30°	31-45°	46-90°	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m	0-1.5m	1.5-2m	2-3m																																																																																																												
Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score	Score																																																																																																												
31	plm-1	realizar a ação na bancada de máquinas																								2																																																																																																												
32	plm-2	realizar a ação de torque da máquina																								3																																																																																																												
<b>TOTAL ACTIVITY (WORKER)</b>																										<b>15</b>																																																																																																												

**Figura 22 – Análise ergonômica conforme ferramenta MURI.**  
**Fonte: Laudo ergonômico da empresa proprietária da máquina.**

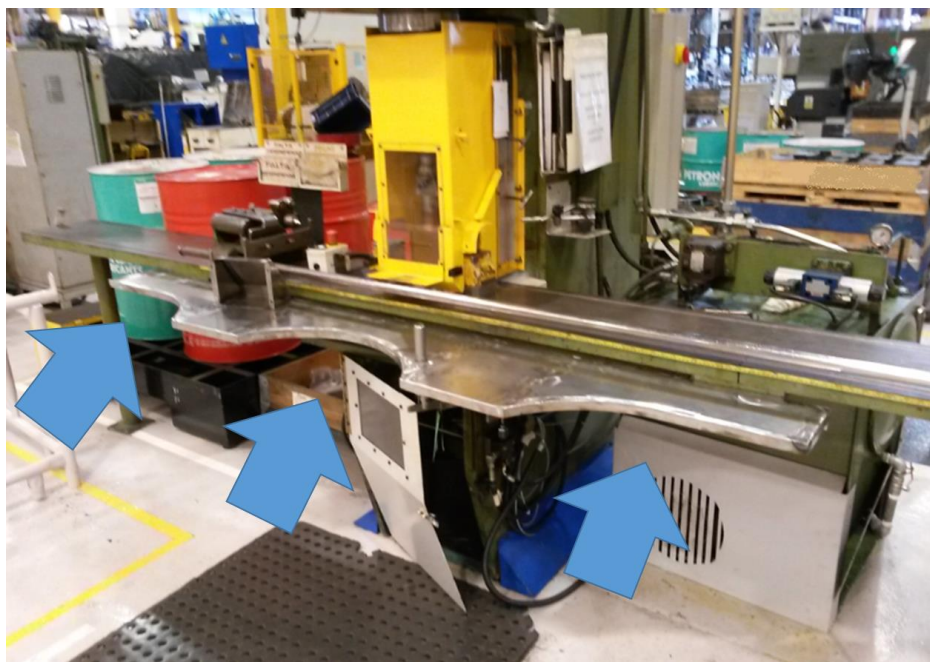
De acordo com os critérios estabelecidos pela ferramenta qualquer resultado maior de 12 pontos representa um alto risco ergonômico e o resultado encontrado foi de 15 pontos. Os pontos mais críticos encontrados foram a flexão de tronco e o manuseio de peças (que pesam em média 12 kg) conforme Figura 23.



**Figura 23 – Flexão de tronco e manuseio da peça.**  
**Fonte: Laudo ergonômico da empresa proprietária da máquina.**

Para atenuar a inclinação do operador observada na figura anterior, foram abertos raios de acesso nas duas laterais e no centro da mesa, pontos estes, os quais os operadores desenvolvem suas atividades de medição, abastecimento, desabastecimento e correção do batimento dos eixos. A mesa com os raios de acesso é mostrada na Figura 24.





**Figura 24 – Máquina com mesa retrabalhada com novos acessos.**  
Fonte: Autoria própria.

Após os problemas ergonômicos serem resolvidos, pode-se implantar a solução final de adequação da máquina que pode ser verificada nas Figura 25 e 26. Tal solução consiste em proteções fixas na parte traseira e lateral confeccionadas em policarbonato para melhor aparência e limpeza, par de cortinas de luz e bimanual.



**Figura 25 – Máquina com solução final implementada na visão do operador.**  
Fonte: Autoria própria.



**Figura 26 – Máquina com solução final implementada em visão geral.  
Fonte: Autoria própria.**

#### 4.3. VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE DA MÁQUINA

O quadro a seguir traz análise dos itens da notificação recebida.

Item da notificação	Descrição	Norma referência	Item	Aplicação à máquina em questão	Situação na vistoria	Situação após nova solução de adequação
1	Deixar de instalar sistemas de segurança em zonas de perigo de máquinas e equipamentos.	NR-12	12.38	SIM	Não conforme	Conforme
2	Deixar de elaborar procedimento de trabalho e/ou segurança específico e/ou padronizado e/ou com descrição detalhada de cada tarefa e/ou que obedeça a análise de risco.	NR-12	12.130	SIM	Conforme	Conforme
3	Lançar e/ou liberar no ambiente de trabalho quaisquer contaminantes que possam comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores.	NR-25	25.3	Não	Não aplicável	Não aplicável
4	Utilizar proteção de máquina e/ou equipamento confeccionado com material descontínuo sem observar as distâncias de segurança, conforme previsto no Anexo I, item A da NR-12.	NR-12	12.50	SIM	Não conforme	Conforme
5	Deixar de dotar as prensas hidráulicas ou similares de bloco hidráulico de segurança ou sistema de segurança composto por válvulas em redundância que possua a mesma característica e eficácia e/ou comandado por válvulas que não estabeleçam monitoramento dinâmico.	NR-12	item 4.3 do Anexo VIII	SIM	Conforme	Conforme
6	Selecionar e/ou instalar sistemas de segurança que não estejam sob monitoramento automático, de acordo com a categoria de segurança requerida.	NR-12	item 12.39	SIM	Conforme	Conforme
7	Selecionar e/ou instalar sistemas de segurança que permitem a neutralização e/ou burla.	NR-12	item 12.39	SIM	Conforme	Conforme
8	Deixar de pintar o componente de retenção mecânica na cor amarela e/ou deixar de dotar componente de retenção mecânica de intertravamento por interface de segurança.	NR-12	item 11.2 do Anexo VIII	SIM	Conforme	Conforme

9	Deixar de instalar dispositivo de intertravamento associado à proteção móvel.	NR-12	item 12.44, alínea "a"	SIM	Conforme	Conforme
10	Utilizar dispositivo de parada de emergência sem monitoramento por sistema de segurança.	NR-12	item 12.58, alínea "i"	SIM	Conforme	Conforme
11	Deixar de acionar dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes de dobradeiras hidráulicas através de comando bimanual ou de pedal de segurança de 3 (três) posições.	NR-12	item 13.2 do Anexo VIII	Não	Não aplicável	Não aplicável

**Quadro 5 – Verificação dos itens da notificação recebida**  
**Fonte: Autoria própria.**

Conforme pode ser verificado no quadro apresentado, todos os itens aplicáveis à máquina do estudo foram solucionados. No entanto, conforme relatado, a dificuldade prática maior foi a compatibilização do atendimento à norma com o atendimento dos requisitos ergonômicos da operação.

#### 4.4. LIÇÕES APRENDIDAS

O relato de caso apresentado permite apresentar lições aprendidas tais como:

##### 4.4.1. Desenvolvimento Inicial do Projeto.

O desenvolvimento inicial do projeto não considerou certos aspectos que “apareceram” durante a fase de implantação. De tal sorte que a adequação se tornou um processo iterativo. Tal situação é veementemente condenada pela opinião do autor pois teve como consequência o não atendimento pleno à norma, a notificação recebida pela empresa, além da exposição dos trabalhadores a uma condição péssima de trabalho enquanto a nova solução era gerida. O fato da empresa contrata estar distante da localização da máquina contribuiu para as dificuldades de programação das alterações necessárias, bem como o fato da máquina ser muito utilizada, dificilmente podendo ser parada para dar frente às modificações. Sob a ótica da empresa contratada, a deficiência de comunicação e planejamento no início do projeto também gerou custos adicionais desnecessários. Como lição aprendida, fica a necessidade de um bom planejamento, envolvendo toda as áreas afetadas (produção, engenharia de processos, manutenção, segurança do trabalho, etc.). Para isto, a utilização da ferramenta da apreciação de riscos ou análise preliminar de riscos no início do projeto teria contribuído muito, como já citado no capítulo 2 por ROQUE. Infelizmente, é prática comum nas adequações NR 12 quando contratado o pacote completo que toda a documentação seja entregue apenas ao final do serviço. O que impede que cliente e prestador de serviços se debrucem e discutam os pontos verificados na APR.

#### 4.4.2. O Impacto Sobre Variáveis Ergonômicas

É comum a preocupação das empresas quanto ao impacto na produtividade das máquinas após as adequações necessárias para o atendimento às normas de segurança. Porém, poucas empresas observam o impacto ergonômico. Com o relato de caso apresentado, fica evidente a necessidade de tal preocupação. Lembrando ainda que a própria norma diz no seu item 12.49, alínea I que “As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança” (...) “I) não acarretar riscos adicionais”. Isto posto, fica evidente também a necessidade de supervisão e execução da adequação por profissionais habilitados (entende-se engenheiros mecânicos e de segurança do trabalho).

O presente trabalho demonstrou que nem sempre o trabalho de adequação à NR-12 de máquinas elimina os riscos das mesmas como deveria. Ficou evidenciado que se fazem necessários cuidados com possíveis consequências dos mecanismos de segurança, em especial atenção à questão ergonômica.

Em empresas de pequeno e médio porte, onde geralmente os gestores não possuem formação ou conhecimento técnico, o risco é maior. O fato da empresa ter sido visitada e autuada pelo Ministério do Trabalho também é um fato de destaque que mudou completamente o rumo que a adequação tomou. Notoriamente, o número de fiscais do trabalho é muito pequeno e a preocupação reside justamente nas milhares de empresas que possuem operações no país e que nunca receberam uma visita deles e as quais, muitas vezes, nem mesmo comunicam os acidentes de trabalho.

A escolha da empresa para realizar as adequações também não pode se basear apenas no seu preço. Sendo que as exigências de adequação por parte do Ministério do Trabalho podem variar de região para região e de profissional para profissional conforme as interpretações que se fazem da norma.

Outro ponto importante é que a empresa que está realizando as adequações precisa contar com o apoio dos seus funcionários. Todos precisam trabalhar juntos. Muitas vezes a resistência dos operadores de máquinas em alterar seus processos de trabalho acaba por conduzir o processo de adequação à uma solução deficiente. O conhecimento relacionado a segurança de máquinas precisa ser amplamente difundido e aplicado para que o país atinja seu potencial de prevenção de acidentes do trabalho.

## 5. CONCLUSÕES

As normas regulamentadoras estão em constante evolução. Prova disto é que apenas a NR-12 sofreu três alterações em 2016 (até setembro). Apesar disto, a norma ainda é muito voltada a prensas e dobradeiras e difícil de ser interpretada para máquinas diferentes.

O processo de adequação de máquinas nem sempre é tão simples, baseando-se nos itens listados em notificação recebida do Ministério do Trabalho, a solução de adequação teve de ser completamente alterada para atender de modo satisfatório aos requisitos impostos.

As consequências da solução de adequação na ergonomia dos trabalhadores e também na readequação foram analisadas, da mesma forma que a adesão à norma, a ergonomia somente se mostrou satisfatória após as mudanças terem sido realizadas no equipamento. Tal aspecto deveria ter sido melhor analisado na fase da análise preliminar de riscos. Nesta fase, faltou o envolvimento de mais setores da empresa e maior discussão. Isto poderia ter feito com que o resultado final fosse alcançado com muito menos desperdícios de tempo e custos.

As lições aprendidas no relato do caso foram apresentadas, mostrando a importância da robustez inicial do projeto antes de ser implantado e também da prévia análise das consequências ergonômicas causadas pelos novos dispositivos de segurança.

A divulgação deste estudo de caso pode auxiliar trabalhadores, proprietários e até mesmo fiscais que trabalhem, possuam ou auditem máquinas semelhantes.

Sugere-se a elaboração de estudo para maior generalização da norma. Aspectos técnicos específicos podendo ser balizados por normas técnicas da ABNT, citadas nas normas regulamentadoras. Atualmente adequações de máquinas especiais precisam ser feitas por “analogia”. A dúvida não existe apenas nas mentes dos funcionários das empresas que promovem adequações, porém também nas dos clientes destas e também em alguns auditores fiscais do trabalho, o que dificulta que o trabalho seja executado de forma uniforme por todo o território nacional ao mesmo tempo em que aumenta os custos de adequação de máquinas com a realização de retrabalhos.

## REFERÊNCIAS

ALLWOOD, Julian M.; CHILDS, Tom H. C.; CLARE, Adam T.; DE SILVA, Anjali K. M.; DHOKIA, Vimal; HUTCHINGS, Iam M.; LEACH, Richard K.; LEAL-AYALA, David R.; LOWTH, Stewart; MAJEWSKI, Candice E.; MARZANO, Adelaide; MEHNEN, Jörn; NASSEHI, Aydin; OZTURK, Erdem; RAFFLES, Mark H.; ROY, Raj; SHYHA, Islam; TURNER, Sam. **Manufacturing at double the speed**. Cambridge. 2016

AMORIM, Guilherme. **A Evolução Industrial em meio à Desordem Fiscal**. Curitiba, 2016. Disponível em: < [http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/bol\\_38\\_3\\_c.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/bol_38_3_c.pdf) >, acesso em 26 de outubro de 2016.

ARQUILLOS, Antonio López; ROMERO, Juan Carlos Rubio. **Analysis of Workplace Accidents in Automotive Repair Workshops**. Malaga. Espanha, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. A Situação da Manutenção no Brasil. Salvador. 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>, acesso em 23 de outubro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.153** - Segurança em Máquinas e Equipamentos Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para projeto. Rio de Janeiro, 2013.

AREZES, Pedro M; CARVALHO, Jose Dinis; ALVES, Anabela C. **Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments**. Braga, Portugal. 2010.

BRASIL. Decreto lei 5.452/1943. **Consolidação das leis trabalhistas**.



BRASIL. **País gasta cerca de R\$ 70 bilhões com acidentes de trabalho.** Portal Brasil. Brasília. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2012/04/pais-gasta-cerca-de-R-70-bilhoes-com-acidentes-de-trabalho>>, acesso em 28 de outubro de 2016.

CAMPOS, Diogo Carlos Melo de Pinho. **Seleção de Sistemas de Segurança para Prensas Mecânicas Não Conformes.** Porto, Portugal. 2010.

CIRJALIU, Bianca; DRAGHICI, Anca. **Ergonomic Issues in Lean Manufacturing.** Timisoara, Romênia. 2016.

CORREA, Martinho Ullmann. **Sistematização e Aplicações da NR-12 na Segurança de Máquinas e Equipamentos.** Ijuí, 2011.

DAMASCENO, José Edel Júnior. **Ergonomia aplicada ao operador de prensa hidráulica e esteira de classificação na reciclagem de plástico.** Goiânia. 2009.

FABRO, Enrico Del; SANTAROSSA, Daria. **Ergonomic analysis in manufacturing process.** A real time approach. Pordenone. 2016.

FELICE, Fabio de; PERILLO, Antonella; MONFREDA, Stanislao. **Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry.** Cassino, Itália, 2015.

GOLDMAN, Cláudio Fernando. **Análise de Acidentes de Trabalho Ocorridos na Atividade da Indústria Metalúrgica e Metal-Mecânica no Estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997 Breve Interligação Sobre o Trabalho do Soldador.** Porto Alegre, 2002.

GONZALO, David Cárdenas. **Influence of Cushioning Variables in the Workplace and in the Family on the Probability of Suffering Stress**. Burgos, 2016.

KHAN, Mustafa; POPE-FORD, Regina. **Improving and modifying the design of workstations within a manufacturing environment**. Bradley. 2015.

LABUTTIS, Johannes; **Ergonomics as element of process and production optimization**. Munich. 2015.

LIMA, Ana Cândida Ferreira. **Um enfoque sobre a Gestão dos Riscos no Trabalho em Prensas do Ponto de Vista da Atividade**. Belo Horizonte, 2008.

MARTINS, Moizés Júnior; CARVALHO, Paulo Victor Rodrigues de; GRECCO, Claudio Henrique dos Santos; FONSECA, Bernardo Bastos de; PACHECO, Raphael; VIDAL, Mario Cesar Rodriguez. **A necessidade de novos Métodos para Análise de Acidentes de Trabalho na Perícia Judicial**. Rio de Janeiro, 2010.

MENDES, René. **Máquinas e Acidentes de Trabalho**. Brasília. 2001. Disponível em:

<[https://www.cintegrado.com.br/curitiba/site/documentos/maquinas\\_acidentes\\_trabalho.pdf](https://www.cintegrado.com.br/curitiba/site/documentos/maquinas_acidentes_trabalho.pdf)>, acesso em 28 de outubro de 2016.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho 2013**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/aeat-2013/estatisticas-de-acidentes-do-trabalho-2013/subsecao-a-acidentes-do-trabalho-registrados/tabelas-a-2013/>>, acesso em 29 de outubro de 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília, 2016. Disponível em: <

n-12-seguranca-no-trabalho-em-maquinas-e-equipamentos>, acesso em 08 de outubro de 2016.

MOUSSAVI, S. E.; Mahdjoub, M; GRUNDER, O. **Reducing production cycle time by ergonomic workforce scheduling**. Borgonha. 2016.

NGUYEN, The Duy; BLOCH, Christian; KRÜGER, Jörg. **The Working Posture Controller**: Automated adaptation of the work piece pose to enable a natural working posture. Berlin. 2016.

NOBRE, Hildebranto Bezerra Júnior. **Os acidentes de trabalho em prensas analisados pelos Auditores Fiscais do Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego no período de 2001 a 2006**. Botucatu. 2009

PARENT-THIRION, Agnès; MACÍAS; Enrique Fernández; HURLEY, John; VERMEYLEN, Greet. **Fourth European Working Conditions Survey**. European Foundation for the improvement of living and working conditions. Dublin. 2007

PIENKOWSKI, Maciej. **Waste measurement techniques for lean companies**. Wroclaw, Polônia. 2014.

ROQUE, José Carlos de Miranda. **Reduzindo as chances**. Revista Proteção. P. 60-64. Novo Hamburgo, 2016.

SCHULZ, Alexandre Corassini. **Proposta de Adequação à NR12 de uma Prensa Hidráulica**. Horizontina, 2015.

SERRATOS-PEREZ, J Nieves; HERNANDEZ-ARELLANO, Juan Luis; NEGRETE-GARCIA, M. Carmen. **Task analysis and ergonomic evaluation in camshaft production operations**. Leon. 2015.

SICK, **Guidelines for Safe Machinery: Six Steps for a Safe Machine**. Minneapolis. 2016

SILVA, Jonhatan Magno Norde da; SOUSA, Ialy Cordeiro de; SANTOS, Arthur de Souza Leao Filho; LABORDE, Cataline Veruska; ARAUJO, Ivanildo Fernandes. **Levantamento das Demandas Ergonômicas do Setor de Prensas Eletro-hidráulicas em uma Empresa de Confecção de Louças de Metal**. Bento Gonçalves. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR, Press Safety Considerations. Disponível em: <<https://www.osha.gov/SLTC/etools/machineguarding/presses/presssafety.html>>, acesso em: 02 de novembro de 2016.

ZAINAL, Zaidah. **Case study as a research method**. Johor, Malásia. 2007.