



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

ROMÁRIO FERREIRA LUCENA

Adequação de uma prensa hidráulica de sucatas à norma regulamentadora NR-12

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

ROMÁRIO FERREIRA LUCENA

Adequação de uma prensa hidráulica de sucatas à norma regulamentadora NR-12

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Segurança de máquinas.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Vitória de Almeida Macêdo.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R761a Ferreira, Romário  
Adequação de uma prensa hidráulica de sucatas à norma regulamentadora NR-12 / Romário Ferreira. - 2023.  
43 f.
- Orientadora: Ana Vitoria de Almeida Macedo.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Elétrica, Cabo de Santo Agostinho, 2023.
1. prensa hidráulica. 2. NR-12. 3. NR-1. I. Macedo, Ana Vitoria de Almeida, orient. II. Título

CDD 621.3

---

ROMÁRIO FERREIRA LUCENA

Adequação de uma prensa hidráulica de sucatas à norma regulamentadora NR-12

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em:

Banca Examinadora

---

Prof. Dra. Ana Vitória de Almeida Macêdo  
Orientadora

---

Prof. Dra. Juliana Claudino Veras  
Examinadora interna

---

Prof. Dr. Denis Keuton Alves  
Examinador interno

## RESUMO

Acidentes de trabalho com equipamentos e máquinas geralmente acontecem por falha humana. Várias vezes em consequência da falta de capacitação e treinamento dos operários, o cumprimento dos procedimentos padrões como também em função da não utilização ou utilização incorreta dos equipamentos de proteção individual e, principalmente, pela ausência de proteções e sistemas de segurança das máquinas e equipamentos. Diante disso, a NR12 estabelece dentre vários fatores, a exigência que as empresas garantam a segurança ao funcionário durante o desenvolvimento de seu trabalho. Porém, apenas a NR-12 não consegue garantir segurança específica de todas as máquinas, com isso existem normas como a NR-9 e NR-1 que fala sobre a questão de analisar o risco do equipamento ou máquina. O objetivo do presente trabalho é de apresentar uma Proposta de adequação de uma prensa hidráulica a combustão de acordo com as exigências estabelecidas pela NR12, e complementadas pela NR-9 e NR-1 afim de garantir uma segurança mais específica dessa máquina que está situada no Entrepasto de Metálicos de uma Industria em Jaboatão dos Guararapes.

Palavras-chave: prensa hidráulica; NR-12; NR-1; NR-9; adequação.

## **ABSTRACT**

Accidents at work with equipment and machines usually happen due to human error. Several times as a result of the lack of qualification and training of the workers, compliance with standard procedures, as well as the non-use or incorrect use of personal protective equipment and, mainly, the absence of protections and safety systems for machines and equipment. In view of this, NR12 establishes, among several factors, the requirement that companies guarantee employee safety during the development of their work. However, only the NR-12 cannot guarantee the specific safety of all machines, with that there are standards such as NR-9 and NR-1 that talk about the issue of analyzing the risk of the equipment or machine. The objective of this work is to present a Proposal for the adaptation of a hydraulic combustion press in accordance with the requirements established by NR12, and complemented by NR-9 and NR-1 in order to guarantee a more specific safety of this machine that is located in an Industry Metallic Warehouse in Jabotão dos Guararapes.

Keywords: Hydraulic Press; NR-12; N-12; NR-9; suitability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Divisão das normas técnicas .....	12
Figura 2: Resumo do fluxograma de apreciação de riscos .....	15
Figura 3: Guia de seleção de categoria .....	17
Figura 4: Prensa Hidráulica à combustão .....	29
Figura 5: Elementos da prensa.....	29
Figura 6: Parte frontal da cabine.....	31
Figura 7: Grade de proteção lateral .....	32
Figura 8: Válvula de descida de emergência .....	33
Figura 9: Cilindro do Guindaste .....	34
Figura 10: Retenção do cilindro de elevação.....	35
Figura 11: Válvula de retenção do cilindro de alongamento.....	35
Figura 12: Botão Homem morto.....	37
Figura 13: Sensor de abertura de porta .....	38
Figura 14: Sensor na posição inicial .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2: Frequência de Exposição (FE).....	20
Tabela 3: Probabilidade Máxima de Perda (MPL).....	21
Tabela 4: Número de Pessoas Expostas (NP).....	21
Tabela 5: Número de Classificação de Riscos (HRN).....	22
Tabela 6: Resumo de Custos.....	39

,



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Perigos mecânicos avaliados .....	16
Quadro 2: Probabilidade de Exposição (PE). .....	20
Quadro 3 Matriz de estimativa de risco. ....	23
Quadro 4: Nível de severidade de acidentes que possam ocorrer.....	26
Quadro 5: Frequência ou probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos.....	26
Quadro 6: Índice de riscos .....	27
Quadro 7: Risco relevante .....	30
Quadro 8: Riscos intoleráveis .....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Relevância do tema</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Motivação</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>10</b>
1.3.1	Objetivo geral.....	10
1.3.2	Objetivos específicos.....	10
<b>1.4</b>	<b>Organização do trabalho</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Norma Regulamentadora 12 (NR-12)</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Cultura dos fabricantes e usuários com relação à segurança em máquinas</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Norma Brasileira 12100 (ABNT NBR ISO 12100)</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Norma Brasileira 14153 (ABNT NBR 14153)</b> .....	<b>16</b>
<b>2.5</b>	<b>Métodos de avaliação de riscos</b> .....	<b>18</b>
2.5.1	<i>Hazard Rating Number (HRN)</i> .....	20
2.5.2	Matriz de riscos .....	22
2.5.3	Análise Preliminar de Risco .....	24
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Prensas hidráulicas</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Instalações de dispositivos mecânicos de proteção</b> .....	<b>30</b>
3.2.1	Proteção da cabine de controle .....	30
3.2.2	Descida da cabine em situação de emergência.....	32
3.2.3	Válvulas paraquedas .....	33
<b>3.3</b>	<b>Instalações de dispositivos elétricos de proteção</b> .....	<b>36</b>
3.3.1	Proteção Homem Morto .....	36
3.3.2	Abertura de porta.....	37
3.3.3	Custos .....	39
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Relevância do tema

Os acidentes de trabalho em equipamentos ou máquinas ocorrem geralmente pelas más condições de uso, falta de investimento em prevenção, pelo despreparo dos operadores em conduzir as máquinas e principalmente pela instalação ou até mesmo a falta das proteções e/ou dispositivos de segurança exigidos pela Norma Regulamentadora NR-12.

Além da NR-12, outras normas também são aplicadas a fim de complementar as questões de saúde e segurança como por exemplo a NR-1 e NR-9.

A NR-1 tem como objetivo estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às normas regulamentadoras relativas à segurança e saúde no trabalho e as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho – SST. A NR-9 estabelece os requisitos para a avaliação das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos quando identificados no Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR, previsto na NR-1, e subsidiá-lo quanto às medidas de prevenção para os riscos ocupacionais.

Dentro desse contexto, quando foi alterada e republicada por meio da Portaria Nº 197, de 17 de dezembro de 2010, a Norma Regulamentadora número 12 (NR-12) evidenciou de forma clara a importância da segurança em equipamentos e na operação de máquinas (MTB, 2022). A alteração da NR-12 se deu devido à necessidade de normatização das adequações necessárias em máquinas e equipamentos, em função do crescente número de acidentes de trabalho causados por operação insegura de máquinas e equipamentos.

Na maioria das vezes que se busca adequar essas máquinas ou equipamentos às exigências da NR-12 muitos desses equipamentos e máquinas são condenados, pois a sua forma construtiva antiga e ultrapassada, transmissão de força desgastadas ou inadequadas entre outras deficiências, acabam impossibilitando a máquina de trabalhar. Portanto, é de extrema importância o conhecimento e o estudo de riscos inerentes ao uso destas máquinas.

Um acidente começa muito antes da concepção do processo de produção e da instalação de uma empresa. A escolha do projeto, das máquinas disponibilizadas e as demais escolhas prévias já influenciam na probabilidade de acidentes de trabalho.

Segundo Ministério Público do Trabalho (MPT), de 2012 a 2021, foram notificados em todo o Brasil cerca de 6,2 milhões de acidentes de trabalho, com 22,9 mil óbitos sendo que, apenas em 2021, 571,8 mil acidentes foram comunicados e 2.487 óbitos associados ao trabalho,

com aumento de 30% em relação a 2020, segundo dados atualizados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (OSST, 2022).

Todavia, esses números podem ser ainda maiores, pois estima-se que mais de 50% dos acidentes não são comunicados oficialmente. Ainda segundo o MPT, acidentes com máquinas e equipamentos causam lesões de maior gravidade e representam 15% do número total de acidentes (OSST, 2022). Sendo assim, a nova NR-12 determinou que os equipamentos de segurança em máquinas e equipamentos não podem ser opcionais. Isto possibilitou o mesmo nível de concorrência entre os fabricantes, onde essas empresas buscam melhorar cada vez mais a eficiência dos seus equipamentos dentro dos requisitos da norma sem violar nenhum sistema de segurança, a fim de garantir uma melhor performance da máquina e o mais importante que é a segurança ao operador.

## **1.2 MOTIVAÇÃO**

Com o objetivo de evitar sanções, incidentes e principalmente acidentes, a aplicação e adequação das normas regulamentadoras é essencial para o meio industrial e produtivo. Dessa maneira, o desenvolvimento de um projeto ou adequação de uma máquina baseado em NRs, deve começar pela elaboração de uma avaliação de riscos, que para máquinas, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) deve seguir a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) ISO 12100 (do inglês, *International Organization for Standardization*). Em meio à essa avaliação devem ser determinados os limites da máquina, identificados perigos e situações perigosas, estimados e avaliados os riscos de cada situação, por meio de uma ferramenta qualitativa, como o HRN (do Inglês *Hazard Rating Number*) ou pela APR (Análise Preliminar de Riscos).

Além disso, deve-se eliminar riscos ou reduzi-los a níveis aceitáveis através de medidas de proteção (ABNT, 2013). Para a definição dessas medidas de proteção, dentro da avaliação do risco é feita uma categorização do sistema a ser implementado. Dessa maneira, a partir do processo de avaliação de riscos, aplicação de sistemas de segurança e instalação de dispositivos de proteção é possível minimizar os riscos da máquina envolvida.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo do trabalho é analisar os riscos e apresentar uma adequação de uma prensa hidráulica de acordo com a Norma Regulamentadora NR-12 de uma indústria de aço do estado de Pernambuco.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analisar os riscos da prensa usando o HRZ e APR de acordo com a NR-12;
- Verificar possíveis inadequações da prensa com base na NR-12;
- Projetar esquemas elétricos e mecânicos para instalação de dispositivos de segurança;
- Implementar dispositivos de parada de emergência, sensores de segurança contra impacto;
- Comparação dos riscos envolvidos antes e depois das proteções instaladas;
- Garantir a adequação da máquina à NR-12.

### **1.4 Organização do trabalho**

- No capítulo 2 será realizado uma revisão bibliográfica sobre análise de riscos de máquinas e equipamentos com base em NRs, especialmente a NR-12;
- No capítulo 3 será apresentado um estudo de caso de uma prensa hidráulica em uma indústria de aço, com ênfase no método numérico de classificação de risco HRN, análise de dispositivos de segurança e um plano de adequação da máquina;
- O capítulo 4 traz as considerações finais e a comparação do grau dos riscos envolvidos antes e depois da adequação.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1.5 Norma Regulamentadora 12 (NR-12)**

Todas NRs são publicadas e editadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e são baseadas em leis relativas à segurança e a medicina do trabalho.

As NRs contêm regras de caráter obrigatório cuja finalidade principal é estabelecer requisitos técnicos e legais sobre aspectos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO), seja pela referência às normas técnicas, ou pela incorporação de todo ou parte do conteúdo. O não cumprimento das NRs pode resultar na aplicação e penalidades previstas na legislação vigente.

A NR-12 está regulamentada na Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, especificamente na seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, os Art. 184, 185 e 186 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). A primeira publicação da NR-12 ocorreu em 08 de junho de 1978, pela Portaria n.º 3.214.

Nesse sentido, foi editada ainda em 2010 a NR-12, como uma atualização das normas existentes sobre os parâmetros mínimos para a segurança do trabalhador e riscos de acidentes em máquinas e equipamentos. A NR-12 pode ser entendida como Segurança em Máquinas e Equipamentos, onde busca estabelecer os requisitos mínimos de segurança com a prevenção de acidentes. A última atualização no contexto do corpo da NR-12, foi publicada em 30 de julho de 2019, pela Portaria n.º 916 (MTB, 2022).

A NR-12 estabelece dentre vários fatores, a exigência que as empresas garantam a segurança ao funcionário durante o desenvolvimento de seu trabalho (CIESIELSKI, 2013). É uma norma multidisciplinar e foi concebida baseada nas principais normas da ABNT e também de normas internacionais destinadas a máquinas e equipamentos. As normas técnicas são divididas em três grandes grupos A, B e C. O grupo B ainda podem ser divididos em duas subcategorias (1 e 2).

Figura 1: Divisão das normas técnicas



Fonte: Adaptado de [www.researchgate.net/figure/Figura-1-Normas-De-Seguranca-EN-c-NBR-ABIMAQ-2014\\_fig2\\_330375632](http://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Normas-De-Seguranca-EN-c-NBR-ABIMAQ-2014_fig2_330375632), 2014.

**Normas tipo A:** especificam a estratégia principal para segurança de máquinas. Elas realizam a avaliação e redução de risco por um método iterativo de três etapas e são medidas imperativas para projetar uma máquina para atingir um nível de risco tolerável.

As três etapas baseiam-se em prever os possíveis riscos a partir das informações da máquina, reconhecer os riscos analisando o funcionamento e, por fim, classificar os potenciais riscos a partir de informações que são passadas pelos operadores que têm mais acesso ao local que está sendo analisado. Para elaborar a análise e redução de risco, o projetista deve tomar as seguintes ações na ordem indicada:

- Determinar os limites máximos da máquina, o que inclui o uso pretendido e qualquer uso incorreto razoavelmente previsível da mesma;
- Identificar os riscos e situações perigosas associadas ao equipamento;
- Estimar o risco para cada perigo identificado;
- Analisar o risco e definir se uma redução de risco é necessária ou não;
- Eliminar o perigo ou reduzir o risco associado ao perigo por meio de medidas de proteção.

As normas do tipo B possuem duas subcategorias que são:

**Categoria B1:** trata de aspectos de segurança específicos (por exemplo, distâncias de segurança, temperatura da superfície, ruído) e definem por dados e/ou metodologia como eles podem ser abordados.

**Categoria B2:** essa categoria fornece requisitos de desempenho para o projeto e 16 construção de proteções específicas (por exemplo, dispositivos de controle bimanuais, dispositivos de intertravamento, dispositivos de proteção sensíveis à pressão, proteções).

**Normas do tipo C** fornecem requisitos de segurança detalhados para máquinas específicas ou grupos de máquinas. Essas normas são específicas da máquina e seu escopo determina os limites do equipamento e o potencial riscos que o mesmo possui.

### **1.6 Cultura dos fabricantes e usuários com relação à segurança em máquinas**

Atualmente existe um movimento bastante forte por parte das empresas que querem saber como adequar suas máquinas e equipamentos à NR-12. Algumas dessas empresas sentem dificuldades para dar início às ações efetivas de adequação, seja por questão de custos para os devidos investimentos, seja por falta de conhecimento (não adquiriram informações suficientes) ou pelo simples fato de pensarem que passarão muito tempo fazendo a adequação da máquina e irão prejudicar a produção. De qualquer forma, o que acontece normalmente é a empresa de grande porte, que possui valores maiores disponíveis e que é administrada por profissionais especializados, se ajustarem à legislação mais rapidamente.

Apesar de existirem diversos fabricantes de equipamentos e máquinas que sequer conhecem as normas técnicas relativas à fabricação das mesmas, a maior dificuldade de implantação da prevenção de acidentes é no usuário, ou seja, os donos das máquinas e pessoas envolvidas na operação, no caso os operadores. Vários fabricantes aprenderam a construir determinada máquina porque trabalharam numa empresa que fazia aquele mesmo serviço e, acabaram herdando o conhecimento prático e o não conhecimento das normas técnicas, portanto também estão sujeitos a herdar erros na fabricação.

Também é muito comum hoje, empresas de médio a grande porte se desfazerem das máquinas usadas, vendendo para empresas menores, para adquirirem máquinas modernas, buscando manter a competitividade. Porém, a NR-12 estabelece que essas empresas que venderem seus maquinários antigos para empresas menores, deverão adequar as máquinas e equipamentos aos novos preceitos da própria Norma. Muitas vezes isso se torna economicamente inviável, ou seja, o valor da máquina é menor do que se for adequá-la dentro dos padrões da NR-12, fazendo com que, diminuam-se as ofertas de máquinas usadas. Para



solucionar esse problema das pequenas empresas, que muitas vezes compram esses maquinários por serem baratos, surgiram novas linhas de crédito, facilidades para a aquisição de novas máquinas e equipamentos.

### **1.7 Norma Brasileira 12100 (ABNT NBR ISO 12100)**

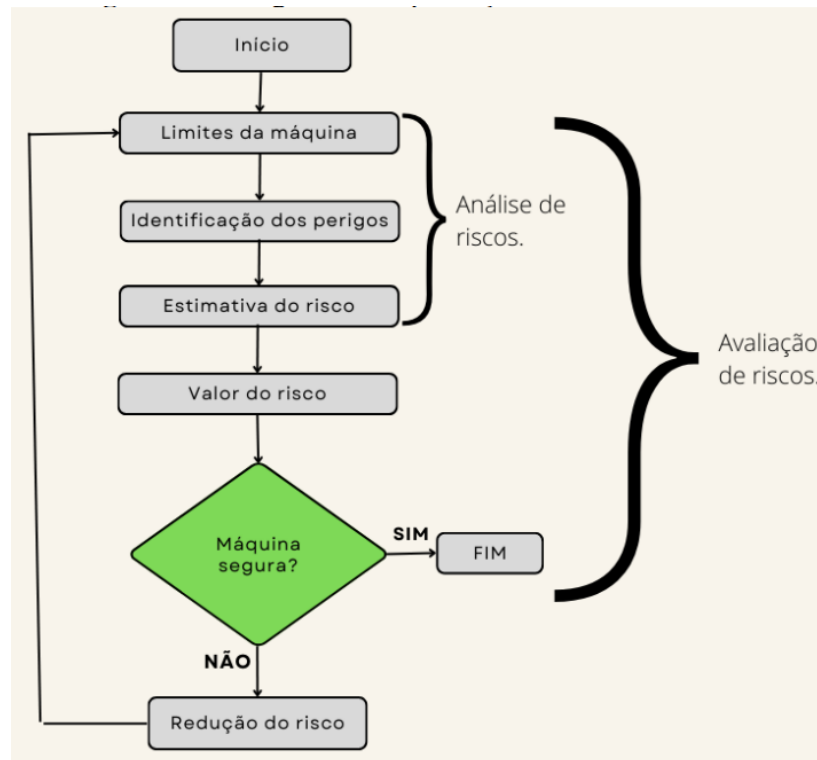
Traduzida de uma norma internacional ISO, ABNT NBR ISO 12100 – Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos, apresenta o princípio básico necessário, em uma sequência de passos lógicos, demonstrando como examinar de forma sistemática os riscos associados aos perigos e analisar a segurança de uma máquina ou equipamento.

A realização de avaliação de riscos durante todas as fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos passou a ser uma exigência obrigatória após a reformulação da NR-12. A avaliação de riscos é composta primeiramente, por uma análise de riscos para cada máquina em que são determinados os seus limites, identificados os perigos existentes e estimado os riscos. É recomendado que as decisões críticas sejam fundamentadas em métodos qualitativos e quantitativos, permitindo assim, a avaliação de sua segurança (SCHMERSAL, 2011).

Quando ocorre de a avaliação da máquina ser dada como insegura é necessário realizar uma nova análise de redução de riscos, na qual, sugere-se a utilização dos dispositivos de segurança, conforme fluxograma apresentado na Figura 2. Para a identificação dos perigos utiliza-se o Anexo B da ABNT NBR ISO 12100 (ABNT NBR 12100, 2013), em que se observa a divisão de perigos em:

- Perigos elétricos;
- Perigos térmicos;
- Perigos mecânicos
- Perigos ligados à vibração;
- Perigos ligados a ruído;
- Materiais e substâncias perigosas;
- Perigos ergonômicos;
- Perigos ligados à radiação;
- Perigos associados ao ambiente em que a máquina é utilizada;
- Combinação de perigos;

Figura 2: Resumo do fluxograma de apreciação de riscos



Fonte: O autor

Para a aplicação dos dispositivos de segurança na máquina em estudo, serão avaliados os eventos perigosos e consequências provenientes dos perigos mecânicos, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Perigos mecânicos avaliados

<b>Perigos Mecânicos</b>	
<b>Origem</b>	<b>Consequência</b>
Aceleração, desaceleração	Atropelamentos
Cantos vivos	Arremessos
Aproximação de um elemento fixo a uma parte móvel	Esmagamento
Corte de peças	Corte e mutilação
Elementos elásticos	Segurar e prender
Queda de objetos	Enroscar
Gravidade	Fricção e abrasão
Altura a partir do solo	Impacto
Alta pressão	Injeção
Instabilidade	Raspagem
Energia cinética	Escorregamento, tropeço e queda
Mobilidade da máquina	Perfuração
Elementos móveis	Sufocamento
Elementos rotativos	
Superfície áspera, escorregadia	
Arestas cortantes	
Energia armazenada	
Vácuo	

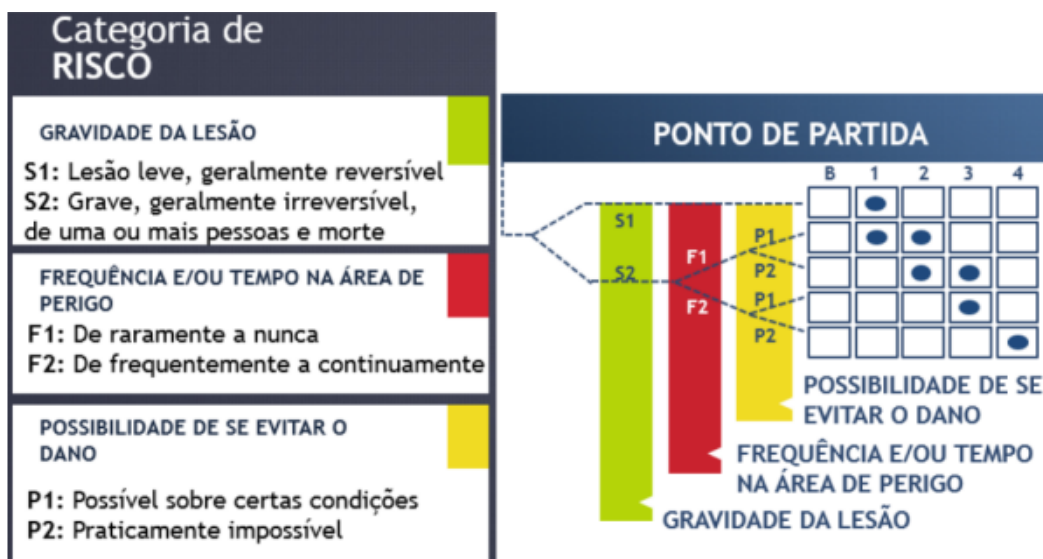
Fonte: O autor.

### **1.8 Norma Brasileira 14153 (ABNT NBR 14153)**

A NBR 14153 é considerada essencial no quesito estrutura de procedimentos que são exigidas na Norma Regulamentadora 12, ou seja, ela é uma norma que classifica a confiabilidade de sistemas de segurança.

A NBR 14153 apresenta de modo simplificado, um método qualitativo de avaliação de riscos para a escolha de categorias apropriadas como ponto de referência para o projeto das diversas partes relacionadas à segurança de sistemas de comando. Na Figura 3 é apresentado um guia de seleção de categoria de risco, que pode ser utilizado também para obter uma base da criticidade da máquina ou equipamento de acordo com a exposição dos operadores e colaboradores.

Figura 3: Guia de seleção de categoria



Fonte: O autor

De acordo com a Figura 3, a categoria do risco pode ser dividida em três categorias: Gravidade de lesão, frequência e/ou tempo na área de perigo e possibilidade de se evitar o dano. A categoria de gravidade da lesão, fala sobre a severidade do ferimento (representada por S) que a depender do grau S1 ou S2 pode ir de ferimentos leve como pequenos cortes ou arranhões como até mesmo um acidente fatal resultando em morte.

A categoria frequência, fala sobre o tempo de exposição ao perigo e é classificado em dois tempos: F1 que é o raramente exposto e o F2 que é o frequentemente exposto. A depender do tempo de exposição o colaborador pode ou não ter graves lesões, onde um dos maiores exemplos é o tempo de exposição ao barulho e a gases. Um período geralmente válido para a escolha dos parâmetros F1 ou F2 não pode ser especificado através de uma estimativa, pois são informações obtidas com base nas observações. F2 deve ser selecionado se a pessoa estiver frequentemente ou continuamente exposta ao perigo. Se o acesso somente for necessário de tempo em tempo, pode-se selecionar F1 (CLINIMERCÊS, 2022).

A categoria Possibilidade de se evitar dano também é dividida em duas: P1 onde é possível, sobre certas condições e o P2 que é praticamente impossível, pois sabemos que nem sempre conseguimos erradicar os riscos por isso a uso de EPIs é uma boa forma de minimizar, porém não acabar com o risco. Quando um perigo aparece é importante saber se ele pode ser reconhecido e quando pode ser evitado antes de levar a um acidente. Com relação a possibilidade de se evitar o dano, P1 deve ser selecionado se houver chances reais de evitar o perigo, caso contrário é selecionado P2 (CLINIMERCÊS, 2022). Esses parâmetros podem ser combinados para fornecer uma graduação do risco, de baixo a alto. É importante ressaltar que o guia de seleção de categorias é um processo qualitativo que fornece apenas uma estimativa do risco.

Com essa análise atingem-se as categorias de segurança que o sistema de segurança deve atender, sendo:

- Categoria B (categoria de nível mais baixo, o equipamento ou a máquina está tecnologicamente apropriado conforme NR-12);
- Categoria 1 (é necessário utilizar componentes testados e com princípios de segurança);
- Categoria 2 (os dispositivos necessitam de verificação periódica do controle relacionado à segurança da máquina);
- Categoria 3 (o sistema de controle não poderá perder as funções de segurança em caso de haver uma falha)
- Categoria 4 (categoria mais crítica, a falha deverá ser detectada antes ou durante a próxima função de segurança).

As categorias de segurança diferenciam-se levando em conta a necessidade de aplicação de produtos que comprovem a segurança, testes de inicialização ou contínuos do sistema instalado, ligação ou aplicação de produtos em redundância, além do arranjo de monitoramento por interface lógica de segurança, os relés ou controladores lógicos de segurança.

### **1.9 Métodos de avaliação de riscos**

Após a reformulação da NR-12, a norma passou a requerer a execução da análise de riscos no decorrer de todas as fases de projeto e utilização de equipamentos e máquinas, sejam eles de qualquer tipo. Paralelo a isso, a norma ABNT 14009:1997 – Segurança de equipamentos: princípios para avaliação de riscos, apresenta o embasamento necessário em um encadeamento de passos lógicos, demonstrando como averiguar de forma ordenada os perigos

agregados a máquinas e, conseqüentemente, analisar o risco, permitindo a apreciação sobre a segurança da máquina.

Esta avaliação dos riscos é constituída primeiramente, por uma análise de risco para cada equipamento e/ou máquina, em que são determinados os limites das mesmas, identificados os perigos nelas existentes e estimando-se o risco. Em seguida, realiza-se a avaliação do risco por meio de medidas críticas fundamentadas em métodos qualitativos e quantitativos, permitindo a avaliação preliminar de segurança das máquinas. O momento em que a avaliação da máquina é constada como não segura, é necessário realizar uma análise de redução de risco, na qual, recomenda-se dispositivos de segurança para reduzir os riscos encontrados. Posteriormente, realiza-se novamente a análise e verifica-se o risco residual existente, uma vez que não existe o risco zero.

Os métodos de avaliação de risco podem ser classificados em dois tipos, qualitativos e quantitativos e possuem como finalidade promover elementos concretos que embasem um processo de decisão dos riscos existentes e a redução dos mesmos.

O método qualitativo é efetivo para analisar situações mais simples, cujos riscos possam ser facilmente identificados por uma simples observação, podendo-se logo adotar padrões preventivos por meio de boas práticas, especificações e normas. Esse método possui algumas desvantagens devido ao fator humano, uma vez que algumas observações são condicionadas por percepções pessoais do indivíduo que está analisando, o que pode conduzir a desvios, que pode acabar não contemplando todos os fatores de riscos. Todavia, o método quantitativo possui por finalidade obter uma resposta numérica à estimativa de intensidade do risco, sendo particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade, além de poder ser utilizado para aprofundar o estudo para se justificar o custo ou dificuldade em aceitar determinadas ações preventivas. Alguns pontos fracos deste método são os custos devido a sua complexidade, a dificuldade de avaliação do peso da contribuição da falha humana, a subjetividade dos erros de decisão e os erros de comunicação (SILVA e SOUZA, 2011).

Ao serem efetuadas, as avaliações de risco normalmente são mais completas, eficientes e mais bem fundamentadas, quando executadas por uma equipe, visto que o tamanho da equipe varia de acordo com o método utilizado para a apreciação dos riscos, a complexidade e funcionalidade da máquina, equipamento e o processo em que a mesma é aplicada.

Existem vários tipos de avaliação de risco de acordo com SILVA e SOUZA (2011), entretanto os mais simples oferecem um bom grau de confiança e facilidade para classificação de risco e prioridades, e os mais complexos são fundamentados em dados estatísticos e

oferecem estimativas mais precisas. A seguir são apresentados três métodos para avaliação de risco, sendo eles: HRN (*Hazard Rating Number*), matriz de riscos e APR (*Análise preliminar de Riscos*).

#### 1.9.1 Hazard Rating Number (HRN)

De acordo com SILVA e SOUZA (2011), o HRN é uma ferramenta quantitativa no qual os valores numéricos são atribuídos para os seguintes itens: PE (Probabilidade de Exposição), FE (Frequência de Exposição ao Perigo), MPL (Probabilidade Máxima de Perda) e NP (Número de Pessoas Expostas ao Risco). Das Quadro 2 e as tabelas 1e 2 são apresentados os valores e frases descritivas com destino a cada um desses itens. O quadro 2, Probabilidade de Exposição (PE): apresenta a probabilidade de uma pessoa entrar em contato com o perigo para cada risco existente em uma máquina.

Quadro 2: Probabilidade de Exposição (PE).

0	Quase impossível	Não pode acontecer sobre nenhuma
1	Improvável	Apesar de concebível
2	Possível	Mas não atual
5	Alguma chance	Poderia acontecer
8	Provável	Grande chance de acontecer (sem surpresa)
10	Muito provável	De se esperar
15	Certo	Nenhuma dúvida

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990.

Tabela 2, Frequência de Exposição ao Perigo (FE): Apura-se a frequência em que o indivíduo está sendo exposto ao perigo analisado.

Tabela 1: Frequência de Exposição (FE).

0,1	Raramente
0,2	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constantemente

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990.

Tabela 3, Probabilidade Máxima de Perda (MPL): deve-se escolher pela máxima perda que possa acontecer em função do perigo em que se está visível, isto é, o grau mais elevado de lesão ou danos à saúde que poderá ser ocasionado.

Tabela 2: Probabilidade Máxima de Perda (MPL).

0,1	Arranhão / contusão leve
0,5	Dilaceração / doenças moderadas
1	Fratura / enfermidade leve (temporária)
2	Fratura / enfermidade grave (permanente)
4	Perda de 1 membro / olho ou doença séria (temporária)
8	Perda de 1 membro / olho ou doença séria (permante)
15	Fatalidade

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990.

Tabela 4, Número de Pessoas Expostas (NP): Escolhe-se o número de pessoas expostas ao risco que está sendo analisado.

Tabela 3: Número de Pessoas Expostas (NP)

1	1 – 2 pessoas
2	3 – 7 pessoas
4	8 – 15 pessoas
8	16 – 50 pessoas
12	Mais de 50 pessoas

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990.

Para cada risco existente no equipamento ou máquina, deve ser aplicado o método HRN, ou seja, se na máquina existirem dez pontos de riscos, o método deve ser realizado dez vezes. Em seguida, ao ter selecionado cada item e seu referente valor, obtém-se, por meio de cálculo simples de uma multiplicação das quatro variáveis, como na Equação 1 que representa o nível de risco:

$$\text{Nível de Risco} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP} \quad (1)$$



Após obter-se o valor do nível de risco, Tabela 5, estima-se a classificação do risco e seu tempo de ação recomendado para que o mesmo seja minimizado. Além disso, pode-se extrair algumas informações de suma importância para um resultado mais claro, preciso e objetivo como:

- Risco muito baixo: Além do uso de EPI e a aplicação de treinamento, não serem consideradas medidas de controle significativas, é o mais recomendável;
- Risco baixo: Considerar medidas de controle significativas;
- Risco significativo: medidas de controle adicionais devem ser implementadas ao sistema instalado na máquina dentro de um mês;
- Risco alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de uma semana;
- Risco muito alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas até no máximo 24h;
- Risco extremo: medidas de controle de segurança devem ser imediatas;
- Risco inaceitável: deve-se parar a operação/atividade de trabalho da máquina ou equipamento até que as medidas de controle tenham sido adotadas;

Tabela 4: Número de Classificação de Riscos (HRN)

Aceitável	0 – 1	Risco aceitável – considerar possíveis ações
Muito baixo	1 – 5	Até 1 ano
Baixo	5 – 10	Até 3 meses
Significante	10 – 50	Até 1 mês
Alto	50 – 100	Até 1 semana
Muito Alto	100 – 500	Até um dia
Extremo	500 – 1000	Ação imediata
Inaceitável	>1000	Parar atividade

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990.

### 1.9.2 Matriz de riscos

De acordo a norma ISO/TR 14121-2, o método Matriz de Risco fundamenta-se numa tabela multidimensional que permite a associação de qualquer classe de gravidade ou

severidade de dano com qualquer classe da probabilidade de ocorrência do dano. A utilização da matriz de risco é simples, ela é aplicada sempre após a identificação dos perigos. A mesma pode ser utilizada para avaliar risco de equipamentos, máquinas entre outros.

A Matriz de Risco tem como objetivo auxiliar na identificação de riscos inaceitáveis, para em seguida focar na sua redução e solução, sendo utilizado basicamente, para categorizar e agrupar os riscos em níveis aceitáveis. Para aplicar esse método precisa-se, a princípio, selecionar uma tabela de estimativa de risco, onde geralmente em faixas de níveis, como é observado no quadro 3, baseada na Norma ANSI B11 TR3: 2000 – Avaliação e reduções dos riscos – Um guia para estimar, avaliar e reduzir os riscos associados às máquinas.

Quadro 3 Matriz de estimativa de risco.

Probabilidade de ocorrência de do dano	Catastrófico	Sério	Moderado	Menor
Muito provável	Alto	Alto	Alto	Médio
Provável	Alto	Alto	Médio	Baixo
Improvável	Médio	Médio	Baixo	Insignificante
Remoto	Baixo	Baixo	Insignificante	Insignificante

Fonte: ANSI B11 TR3, 2000.

A gravidade ou severidade é avaliada para cada perigo, dano ou consequência do resultado. A severidade pode ser avaliada de acordo com ferimento provocados à pessoa ou por componentes como número de fatalidades, ferimentos, tempo de produção perdido, valor do equipamento entre outros. De acordo com os dados do quadro 3 e da norma ISO supracitada, as severidades dos danos são definidas como:

- Catastrófico ou fatal: Doença ou ferimento permanentemente incapacitante ou morte (profissional não retorna ao trabalho);
- Sério: doença ou ferimento debilitante e severo normalmente irreversível, invalidez permanente, isto é, quando o indivíduo tem perda de visão, adição ou amputação (profissional retorna ao trabalho em algum momento);
- Moderado: Ferimento significativo ou Doença, atendimento maior que primeiros socorros, como por exemplos: ossos quebrados, queimaduras, cortes (profissional está capacitado para retornar para o mesmo trabalho);

- Menor: Ferimento leve ou sem ferimento, não mais que primeiros socorros, hematomas, cortes (profissional retorna ao trabalho em seguida ou com pouca perda de tempo).

Em conjunto da severidade, avalia-se a probabilidade de ocorrência para cada perigo, escolhendo-os do nível mais alto de dano incluindo: a frequência e tempo de exposição ao perigo (frequentemente, diariamente ou raramente); posto de trabalho; número de pessoas envolvidas; possibilidade de evitar o dano, entre outras. Além disso, para avaliar a probabilidade de ocorrência do dano, existem ainda as escalas: remoto, improvável, provável, e muito provável.

### 1.9.3 Análise Preliminar de Risco

As técnicas de análise de riscos são métodos capazes de oferecer elementos visíveis que embasam um processo de decisão de redução e perdas e riscos, podendo ser aplicadas a quaisquer situações produtivas, pois uma pessoa não consegue controlar sozinho os riscos de sua atividade.

A Análise Preliminar de Riscos – APR teve origem na área militar com aplicação inicial na retificação de sistemas de mísseis do exército. Essa ferramenta tem como objetivo definir os riscos e medidas preventivas antes que um sistema, processo ou produto entrem em sua fase de atuação, sendo muito empregado na fase de projeto e desenvolvimento. Tudo o que puder ser constatado como risco de acidente ou de doença ocupacional nesta fase merece muita atenção, para que medidas preventivas apropriadas possam ser tomadas e evitar que riscos possam ser criado nos ambientes de trabalho (ZOCCHIO, 2000).

Além disso a APR pode ser também útil como: ferramenta para revisão geral de segurança em sistemas operacionais, expondo aspectos que às vezes passam despercebidos; em instalações de grandes dimensões; e, quando se quer evitar a utilização de técnicas mais complexas para a priorização de riscos. Este método geralmente é utilizado para análises qualitativas, entretanto, pode também ser utilizado para identificar cenários de acidentes que serão empregados em estudo de análises quantitativas para a obtenção de índices de risco (DE CICCIO e FANTAZZINI, 1982).

De acordo com De Cicco e Fantazzini (1994), a elaboração de uma APR deve conter seguintes procedimentos:

1. Definição do grupo que participará da análise;
2. Subdivisão da instalação em diversos subsistemas;
3. Definição das fronteiras do sistema e de cada subsistema;
4. Determinação dos produtos e atividades com possibilidades de gerar acidentes;
5. Realização da APR propriamente dita: preenchimento das planilhas de APR em reuniões do grupo de análises;
6. Elaboração do relatório final;
7. Acompanhamento da implementação das recomendações.

Em seguida, após a reconhecimento dos cenários de acidentes, os mesmos são classificados de forma qualitativa segundo sua severidade. Esta classificação servirá de parâmetro para as pessoas envolvidas no desenvolvimento da APR a fazerem uma classificação dos riscos, considerando-os conforme o seu grau de intensidade. Os envolvidos deverão priorizar e propor medidas preventivas com o objetivo de anular os riscos identificados.

A APR compõe-se em um estudo, efetuado na fase de concepção ou desenvolvimento de um empreendimento, da determinação dos riscos que estão passíveis de ocorrer na fase operacional deste novo empreendimento. Trata-se de uma revisão superficial de problemas gerais de segurança (DE CICCIO e FANTAZZINI, 1994).

De acordo com Catai (2012), para a elaboração de uma APR, antes de tudo deve-se descrever todos os riscos e fazer sua caracterização; com a descrição dos riscos identifica-se as causas e efeitos dos mesmos, o que concederá a busca o desenvolvimento de ações e medidas de correção ou prevenção das possíveis falhas identificadas; e por fim priorização das ações que depende da caracterização dos riscos, ou seja, quanto maior ou prejudicial for o risco, mais rapidamente deve ser solucionado.

A APR é capaz de ser completa para isso serão necessários três quadros (quadro 4, 5 e 6), para utilizar esta forma de análise.

Quadro 4: Nível de severidade de acidentes que possam ocorrer

GRAU	EFEITO	DESCRIÇÃO	AFASTAMENTO
01	Leve	Acidentes que não provocam lesões (batidas leves, arranhões).	Sem afastamento.
02	Moderado	Acidentes com afastamento e lesões não incapacitantes (pequenos cortes, torções leves).	Afastamento de 01 a 30 dias.
03	Grande	Acidentes com afastamentos e lesões incapacitantes, sem perdas de substâncias ou membros (fraturas, cortes profundos)	Afastamento de 31 a 60 dias.
04	Severo	Acidentes com afastamentos e lesões incapacitantes, com perdas de substâncias ou membros (perda de parte do dedo).	Afastamento de 61 a 90 dias.
05	Catastrófico	Morte ou invalidez permanente.	Não há retorno à atividade laboral.

Fonte: Catai, 2012.

Quadro 5: Frequência ou probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos

GRAU	OCORRÊNCIA	DESCRIÇÃO	FREQUÊNCIA
01	Improvável	Baixíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 02 anos
02	Possível	Baixa probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 01 ano
03	Ocasional	Moderada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada semestre
04	Regular	Elevada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 03 meses
05	Certa	Elevadíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez por mês

Fonte: Catai, 2012

Quadro 6: Índice de riscos

ÍNDICE DE RISCO	Tipo de risco	NÍVEL DE AÇÕES
até 03 (severidade < 03)	Riscos Triviais	Não necessitam ações especiais, nem preventivas, nem de detecção.
de 04 a 06 (severidade < 04)	Riscos Toleráveis	Não requerem ações imediatas. Poderão ser implementadas em ocasião oportuna, em função das disponibilidades de mão de obra e recursos financeiros.
de 08 a 10 (severidade < 05)	Riscos Moderados	Requer previsão e definição de prazo (curto prazo) e responsabilidade para a implementação das ações.
de 12 a 20	Riscos Relevantes	Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção) e definição de responsabilidades. O trabalho pode ser liberado p/ execução somente c/ acompanhamento e monitoramento contínuo. A interrupção do trabalho pode acontecer quando as condições apresentarem algum descontrole.
> 20	Riscos Intoleráveis	Os trabalhos não poderão ser iniciados e se estiverem em curso, deverão ser interrompidos de imediato e somente poderão ser reiniciados após implementação de ações de contenção.

Fonte Catai, 2012

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 1.10 Prensas hidráulicas

De acordo com o anexo III da NR-12, as prensas são máquinas utilizadas na conformação e corte de materiais diversos, nas quais o movimento do martelo – punção, é proveniente de um sistema hidráulico ou pneumático – cilindro hidráulico ou pneumático, ou de um sistema mecânico, em que o movimento rotativo se transforma em linear por meio de sistemas de bielas, manivelas, conjunto de alavancas ou fusos.

As prensas são divididas em:

- Mecânicas excêntricas de engate por chaveta ou acoplamento equivalente;
- Mecânicas excêntricas com freio ou embreagem;
- De fricção com acionamento por fuso;
- Servoacionadas;

- Hidráulicas;
- Pneumáticas;
- Hidropneumáticas;
- Outros tipos não relacionados neste subitem

Segundo (POLACK, 2004), nas indústrias as prensas hidráulicas mais utilizadas no Brasil, dividem-se em prensas rápidas para processos de estampagem e prensas lentas para processo de embutimento.

Com o desenvolvimento da tecnologia estes tipos de máquinas passaram a ter alta precisão nos controles de pressões e posicionamento. Dessa maneira, em muitos casos, ao decorrer da construção das prensas hidráulicas são inseridos componentes que podem ser monitorados por sensores e controlados eletronicamente, tais como servo-bombas, servo-válvulas, sensores de posição, os quais ajudam no controle da leitura de posição e controle, ajudando na correção de eventuais variações e resposta de forma muito rápida (BOLTON, 2008).

A seguir serão apresentados os itens da NR-12 que mais se relacionam com o tema do presente trabalho, especialmente a itens e componentes das prensas hidráulicas que podem sofrer adequação em relação à NR-12. Além disso, serão apresentados sistemas de segurança que não estão declarados na NR-12, porém foram aplicados depois de uma análise e gerenciamento de risco de conforme os itens da NR-1 e NR-9.

A prensa hidráulica está localizada no pátio de sucata de uma siderúrgica em Jabotão dos Guararapes. O equipamento possui cerca de 12 metros de comprimento e 39 Toneladas. Na Figura 4 é apresentada uma imagem do equipamento em manutenção preventiva.



Figura 4: Prensa Hidráulica à combustão



Fonte: O autor.

Na figura 5 são apresentados alguns dos principais elementos do equipamento.





Fonte: O autor

Principais elementos da prensa:

1. Cabine de controle
2. Guindaste ou Braço Hidráulico
3. Compactador
4. Garra
5. Motor Eletrônico a diesel

### 1.11 Instalações de dispositivos mecânicos de proteção

#### 1.11.1 Proteção da cabine de controle

Após feita uma análise de risco do equipamento de acordo com a NR-1, foi verificado que a cabine de controle ficava muito exposta a projeção de sucata, que é a matéria prima da prensa, uma vez que a cabine tinha janela e portas de vidro que podiam ser quebradas facilmente em caso de colisão de material.

Em uma rápida avaliação, de acordo com o quadro 5 o nível de severidade de acidentes que poderiam ocorrer é 04 (severo) a frequência ou probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos é 05 (certa) como apresentado no quadro 6. Com isso fazendo a multiplicação dos fatores o índice de risco é:

$$ID = 04 \times 05 = 20$$

Onde de acordo com o quadro 6 apresentada na o risco é relevante como apresentado a seguir.

Quadro 7: Risco relevante

De 12 a 20	Riscos relevantes	Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção) e definição de responsabilidades. O trabalho pode ser liberado para execução somente com acompanhamento e monitoramento contínuo. A interrupção do trabalho pode acontecer quando as condições apresentarem algum descontrole
------------	-------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Catai, 2012 (Adaptado).

De acordo com anexo VIII da NR-12 que fala sobre prensas em específico, na seção 1.3.1 “As ferramentas devem ser projetadas de forma que evitem a projeção de material nos operadores, ou ser utilizadas em prensas cujo sistema de segurança ofereça proteção contra a projeção de material nos operadores;” a norma também apresenta na seção 2.1.4 “Para as atividades de forjamento a frio nas prensas, a parte frontal da máquina deve estar protegida, através de proteções móveis dotadas de intertravamento, e nas demais partes da área de risco com proteções fixas, conforme item 12.5 - Sistemas de Segurança e seus subitens”.

Com isso a solução foi a fixação de grades de proteção com varões de ferro de 3/8' em todas as partes da cabine de controle da prensa, como apresentados nas Figuras 7 e 8.

Figura 6: Parte frontal da cabine



Fonte: O autor

Figura 7: Grade de proteção lateral



Fonte: O autor

Fazendo uma nova análise de riscos, a severidade de ocorrer o acidente cai para moderado (02) e a frequência também baixa para improvável (01), totalizando um índice de risco igual a 2, onde de acordo com o quadro 6 o risco é classificado como trivial.

$$ID = 02 \times 01 = 2$$

#### 1.11.2 Descida da cabine em situação de emergência

Como mostrado na Figura 5, a cabine de controle se eleva para uma altura de 3,5 m para que o operador possa trabalhar. Apesar da NR-12 não especificar nenhum dispositivo de segurança, pois se trata de um equipamento muito específico, novamente se guiando pela NR-1 que falar sobre a análise de riscos, foi visto que em uma situação em que a máquina não conseguisse dar a partida, o operador não conseguia descer a cabine. Esse procedimento de subida e descida da cabine antes só era possível quando a máquina estivesse ligada, porém através de uma instalação de uma válvula hidráulica mostrada na Figura 9, é possível descer a cabine mesmo com a prensa desligada.

Figura 8: Válvula de descida de emergência



Fonte: O Autor

### 1.11.3 Válvulas paraquedas

Ainda na Figura 5 é possível ver no item 2 o guindaste ou braço mecânico da prensa usado para pegar sucata e retirar o pacote depois de compactado. O guindaste possui dois cilindros hidráulicos, um primeiro que é o de elevação para levantar ou abaixar a lança e um segundo, de alongamento e de contração como mostrado na Figura 10.



Figura 9: Cilindro do Guindaste



Fonte: O autor

No anexo VIII da NR-12 na sessão 2.6.1 diz que “O bloco hidráulico de segurança ou sistema hidráulico equivalente deve ser composto por válvulas em redundância que interrompam o fluxo principal do fluido”, e na sessão 2.6.4 a norma diz que: “As prensas hidráulicas devem possuir válvula de retenção, incorporada ou não ao bloco hidráulico de segurança, para impedir a queda do martelo em caso de falha do sistema hidráulico, sendo que uma das válvulas em redundância referida no item 2.6.1 pode também executar a função de válvula de retenção, não sendo exigido neste caso uma válvula adicional para esta finalidade.”

Na NR-12 é especificado sobre a queda do martelo, no caso os compactadores. Porém, como auxílio da análise de segurança e o PGR do equipamento foi feita a instalação de válvulas do tipo paraquedas para ficar como retenção em caso de falha do sistema hidráulico da prensa. Esse tipo de válvula tem a função de impedir o fluxo de óleo hidráulico em caso de falha do sistema, com isso não tem como os cilindros da lança recuarem por falta de óleo fazendo com que o guindaste fique travado. Nas Figuras 11 e 12 são apresentadas as válvulas do tipo paraquedas instaladas como retenção dos cilindros de elevação e alongamento respectivamente.

Figura 10: Retenção do cilindro de elevação



Fonte: O autor

Figura 11: Válvula de retenção do cilindro de alongamento



Fonte: O autor

## 1.12 Instalações de dispositivos elétricos de proteção

### 1.12.1 Proteção Homem Morto

Quando uma máquina precisa de funcionar num modo especial, às vezes é necessário desativar total ou parcialmente os dispositivos de proteção. Nestas condições, os sistemas de paragem “homem morto”, juntamente com outras medidas de segurança, servem para proteger o operário face a situações perigosas. O item 2.7 do anexo VIII da NR-12 fala, de uma maneira geral, “As prensas devem possuir dispositivos de parada de emergência que garantam a parada segura do movimento da máquina, dispositivos de parada de emergência e seus subitens.”

Fazendo a avaliação, de acordo com o quadro 4 o nível de severidade de acidentes que podem ocorrer é 05 (catastrófico) a Frequência ou probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos é 05 (certa) como apresentado no quadro 4. Com isso fazendo a multiplicação dos fatores, o índice de risco é:

$$ID = 05 \times 05 = 25$$

Com isso de acordo com o quadro 6, para o ID maior que >20 o tipo de risco é intolerável como mostra o quadro 7.

Quadro 8: Riscos intoleráveis

>20	Riscos Intoleráveis	Os trabalhos não poderão ser iniciados e se estiver em curso, deverão ser interrompidos de imediato e somente poderão ser reiniciados após implementação de ações de contenção
-----	---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Catai, 2012 (Adaptado).

Através de mais uma análise de risco foi encontrado um risco muito elevado quando, no momento da operação caso o operador venha a passar mal ou tenha um mal súbito, a máquina perderia o controle impossibilitando um possível resgate para a retirada do operador de dentro

da cabine. O “homem morto” é nada mais que um botão, com retorno por mola, que fica no joystick do operador e que deve ser mantido sempre pressionado enquanto o operador está trabalhando como mostrado na Figura 14.

Figura 12: Botão Homem morto



Fonte: O Autor

Esse botão é um contato fechado e está ligado em série com o botão de emergência, portanto em caso de o operador soltar esse botão por qualquer motivo, a máquina automaticamente irá se desligar. Esse tipo de controle garante que a máquina não desgoverne, pois está sem o controle de um operador, como também garante a aproximação das pessoas para que consigam desabilitar mais um botão de emergência e fazer um resgate de forma segura.

Fazendo uma nova análise de riscos, a severidade de ocorrer o acidente cai para leve (01) e a frequência também baixa para improvável (01), totalizando um índice de risco igual a 01, onde de acordo com o quadro 5 o risco é classificado como trivial.

$$ID = 01 \times 01 = 01$$

#### 1.12.2 Abertura de porta

Para abrir a porta da máquina, o operador tinha como procedimento desligar a mesma e acionar o botão de emergência para evitar qualquer partida descontrolada do equipamento. Entretanto, alguns casos de acidente e incidentes dentro da empresa acabaram acontecendo por conta de o operador esquecer de desligar a máquina e descer da cabine com a prensa ligada.



Diante disso, foi analisado que existia um risco muito alto em deixar esse tipo de procedimento apenas para o operador, visto que esses acidentes tinham um motivo em comum que era o “esquecimento dos operadores”.

Desse modo, foi pensado em inserir um sensor de abertura de porta para que esse procedimento não ficasse atrelado apenas ao operador. Com isso, foi instalado um sensor indutivo, preso em uma base feita na impressora 3D e fixado na lateral interna da cabine como mostrado na Figura 15.

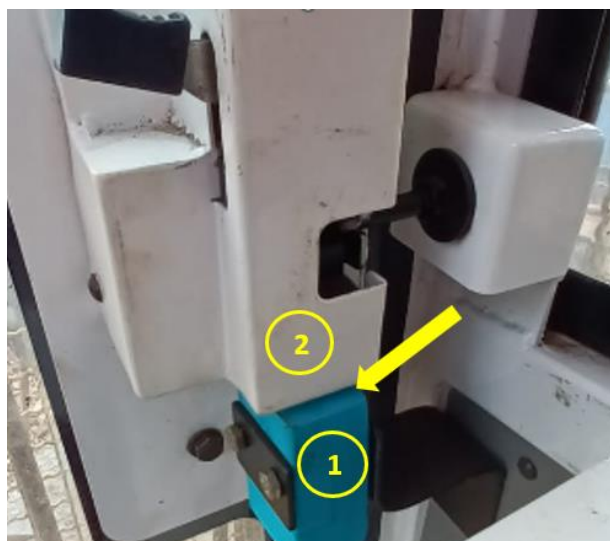
Figura 13: Sensor de abertura de porta



Fonte: O autor

Quando a porta fecha, a tranca fica sobre o sensor indutivo que mede a presença dessa trava através da distância como mostrado na Figura 16.

Figura 14: Sensor na posição inicial



Fonte: O autor

1. Sensor indutivo dentro do molde 3D
2. Fechadura da cabine de controle

Quando a porta abre a trava sai da posição inicial, aumentando a distância referencial de 10mm, logo um sinal é mandado para o CLP (Controlador Lógico Programável) que automaticamente desliga todo o equipamento de forma instantânea para que o operador possa descer da cabine de forma segura.

### 1.12.3 Custos

O investimento para segurança das pessoas é essencial em todas as empresas. Dessa forma os valores dos projetos podem variar de acordo com o tipo de solução que foi dada. Na Tabela 10 é apresentado um resumo de todos os materiais, exceto a mão de obra de alguns, que foram utilizadas nos ajustes para a segurança dos operadores.

Tabela 5: Resumo de Custos

Proteção da cabine de controle		Descida da cabine em situação de emergência	
Materias	Valor	Materias	Valor
Eletrodo	R\$ 136,00	Válvula	R\$ 1.836,45
Diso de corte	R\$ 100,00	Chave de fluxo	R\$ 0,00
Material Ferroso	R\$ 0,00	Mão de Obra	R\$ 500,00
Mão de Obra	R\$ 1.500,00	<b>Total</b>	<b>R\$ 2.336,45</b>
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.736,00</b>		
Válvulas paraquedas		Abertura de porta	
Materias	Valor	Materias	Valor
Valvulas	R\$ 8.023,50	Sensor	R\$ 30,00
Mão de Obra	R\$ 1.200,00	Molde 3D	R\$ 20,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 9.223,50</b>	Mão de Obra	R\$ 0,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 50,00</b>
Proteção Homem Morto		VALOR TOTAL	R\$ 13.658,21
Materias	Valor		
Joystick	R\$ 312,26		
Mão de Obra	R\$ 0,00		
<b>Total</b>	<b>R\$ 312,26</b>		

Fonte: O autor

Apesar do custo aparentar ser alto, para dimensão do equipamento esses valores não são tão elevados. Além disso, o custo da segurança para a vida das pessoas não tem preço. Na tabela é possível ver alguns valores zerados devido ao fornecimento de material ferroso por conta da própria empresa e mão de obra realizada por pessoas de dentro da mesma.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho foi realizado na prensa hidráulica de um Entrepasto de Metálicos em

Jaboatão dos Guararapes. Apesar do equipamento estar dentro dos padrões da Norma Regulamentadora 12, através do PGR (Programa de Gerenciamento de Risco) citado na NR-1, os riscos analisados deveriam ser eliminados ou minimizados ao máximo.

A NR-1 foi fundamental para completar e consolidar a NR-12, que apesar de conter um anexo específico sobre prensas, não consegue falar de uma forma específica e clara os padrões de segurança para esse determinado tipo de equipamento.

A análise crítica fez com que soluções de engenharias fossem tomadas através de investimentos simples em relação ao custo e importância do equipamento para operação do entreposto.

Neste trabalho fica claro que a análise crítica da segurança sempre vai ser necessária mesmo que determinada máquina ou equipamento esteja dentro da norma regulamentadora 12 e que a engenharia é uma ferramenta essencial que pode ser usada para proteger sempre a vida dos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

ÁLVARO, Zocchio. **Política de segurança e saúde no trabalho**: elaboração, implantação, administração. São Paulo: LTR, 2000. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:livro:2000;000563047>. Acesso: em 19 de mar. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12100**: Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Apreciação e redução de riscos. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/33852/nbriso12100-seguranca-de-maquinas-principios-gerais-de-projeto-apreciacao-e-reducao-de-riscos>. Acesso em: 19 de mar. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13759**: Segurança de máquinas — Equipamentos de parada de emergência – Aspectos funcionais - Princípios para projeto. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/77110577/NBR-13759>. Acesso em: 19 de mar. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14153**: Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionados à segurança — Princípios gerais para projeto. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/342228654/ABNT-NBR-14153-2013>. Acesso em: 19 de mar. de 2023.

BOLTON, W. **Mecatrônica**: uma abordagem multidisciplinar. 4. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2008.

CLINIMERCÊS. **Apreciação de Riscos NR-12**. Disponível em: <https://www.clinimerces.com.br/servicos/6/seguranca-do-trabalho/24/nr-12:-seguranca-no-trabalhoemmaquinaseequipamentos/63/apreciacaoderiscosnr12#:~:text=A%20Aprecia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Riscos%20NR,empresa%20e%20suas%20respectivas%20localiza%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em 19 de mar. de 2023.

AUGUSTO DE BRUIN, LUIS. **Gerenciamento de Riscos**. Revista Proteção. Disponível em: <https://protecao.com.br/destaques-da-revista-protecao/gerenciamento-de-riscos/>. Acesso em 15 de mar. de 2023.

NORMA REGULAMENTADORA: **NR-12 segurança do trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília 2020.

NORMA REGULAMENTADORA: **NR-1 Disposições Gerais e Gerenciamento De Riscos Ocupacionais**. Brasília 2004.

NORMA REGULAMENTADORA: **NR-9 programa de prevenção de riscos ambientais**. Brasília 2021. Hemus, 2004

SILVA, I. B. R.; SOUZA, B. S. Proteção de Máquinas: A Melhor Alternativa. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, n. 239, p. 76-81, nov. 2011.