

IGOR VIEIRA DANTAS

ADEQUAÇÃO DE MÁQUINA RETÍFICA CILÍNDRICA DE USINAGEM  
PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA NR-12.

SÃO PAULO

2017

IGOR VIEIRA DANTAS

ADEQUAÇÃO DE MÁQUINA RETÍFICA CILÍNDRICA DE USINAGEM  
PARA ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DA NR-12.

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de Segurança  
do Trabalho

SÃO PAULO

2017

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, principalmente: meu pai Valderi, minha mãe Izabel, minha filha Mariana e esposa Carla por todo apoio incondicional durante toda esta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo fôlego de vida que tem me dado, por abrir minha mente, pela saúde, força e motivação para encarar os grandes desafios que vieram nessa trajetória mesmo quando estava desanimado.

Agradeço aos meus pais Valderi e Izabel pela criação que me proporcionaram junto aos meus irmãos, nos mostrando que nada na vida é fácil e tudo o que quisermos seria possível, desde que, batalhasse e não desanimasse.

Agradeço muito a minha esposa Carla Camargo que tem sido uma grande ajudadora em minha vida pessoal e profissional, se abstendo, muitas vezes, de estudar para facilitar o meu trajeto rumo a esse grande objetivo, que está se concretizando, também a agradeço pela filha Mariana que Deus nos deu, essa contribuiu me motivando e dando alegria mesmo quando chegava tarde da faculdade, ela estava lá, esperando para me abraçar, esse carinho não tem preço.

Agradeço também aos meus amigos e companheiros de trabalho da empresa Meritor que me ajudaram, aos professores da instituição de ensino Politécnica da USP, onde, através de seus conhecimentos plenos, agregaram significativamente em minha vida profissional e pessoal.

“Nenhuma atividade é tão urgente ou importante que não possa ser planejada para ser executada com segurança. O planejamento de uma atividade é muito importante para o conhecimento dos riscos existentes”.

(Autor Desconhecido)

## RESUMO

A necessidade de proteger máquinas e equipamentos dentro das empresas vem se tornando um fator relevante nos tempos modernos, colaborando para um ambiente que proporcione ao funcionário trabalhar de maneira mais saudável, além do fator fiscalização por órgãos públicos, podemos verificar o grande número de acidentes típicos envolvendo máquinas e equipamentos no Brasil, principalmente relacionados ao seguimento da indústria de autopeças e a relação entre acidente e estado de conservação das máquinas, salientando a falta de dispositivos de segurança, assim como o papel importante que a NR-12 desempenha em relação a melhoria desse cenário. O presente trabalho objetiva demonstrar a adequação de uma máquina Retífica Cilíndrica de usinagem, em conformidade com a NR-12, através de referências técnicas, Normas Nacionais e internacionais de proteção de máquinas e equipamentos. A metodologia utilizada aborda conceitos de categoria de segurança, análise de risco e as características técnicas de alguns dos dispositivos de segurança que foram implantados no equipamento, demonstrando-se à redução dos riscos de níveis críticos para níveis aceitáveis, conforme a ferramenta HRN (*Hazard Rating Number*), evidenciando a eficiência de cada categoria de segurança. Os resultados encontrados mostraram inadequações no sistema de proteções existentes ou inexistentes no equipamento. Sendo assim, após a implantação de sistemas de segurança adequados podemos verificar como eram inseguras as condições de trabalho antes e como se tornaram seguras após adequadas, atingindo o propósito inicial desse estudo.

Palavras-chave: NR12. Análise de risco. Segurança de máquinas. Dispositivos de segurança.

## ABSTRACT

The need to protect machines and equipment within companies has become a relevant factor in modern times, collaborating for an environment that provides the employee to work healthier, in addition to the factor inspection by public agencies, we can verify the large number of typical accidents involving machinery and equipment in Brazil, mainly related to the follow-up of the auto parts industry and the relation between accident and state of conservation of the machines, highlighting the lack of safety devices, as well as the important role that NR-12 plays in relation to the improvement of this scenario. The present work aims to demonstrate the suitability of a Grinding Cylindrical machining machine, in accordance with NR-12, through technical references, National and International Standards for the protection of machinery and equipment. The methodology used addresses concepts of safety category, risk analysis and the technical characteristics of some of the safety devices that were implanted in the equipment, demonstrating the reduction of the risks with critical levels to acceptable levels, according to the tool HRN (Hazard Rating Number), showing the efficiency of each security category. The results found showed inadequacies in the system of existing or nonexistent protections in the equipment. Thus, after the implementation of adequate safety systems we can verify how the insecure conditions were before and how they became safe after reaching the initial purpose of this study.

Keywords: NR12. Risk analysis. Safety of machinery. Safety dispositive

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mandrilhadora .....	20
Figura 2 - Primeira máquina de Costura.....	21
Figura 3 - Primeiro carro montado em série .....	21
Figura 4 - Processo de regulamentação.....	28
Figura 5 - Elaboração da NR-12.....	31
Figura 6 - Principais normas de segurança no Brasil .....	32
Figura 7 - Elementos do Risco .....	33
Figura 8 - Apreciação de risco .....	34
Figura 9 - Avaliação de risco .....	36
Figura 10 - Definição da Avaliação de risco .....	37
Figura 11 - Definição categorias de segurança 1 .....	37
Figura 12 - Definição categoria de segurança 2 .....	38
Figura 13 - Definição categoria de segurança 3 .....	38
Figura 14 - Grau de possível lesão .....	39
Figura 15 - Possibilidade de ocorrência de evento perigoso .....	40
Figura 16 - Número de pessoas expostas ao risco .....	40
Figura 17 - Frequência de exposição .....	40
Figura 18 - Classificação de risco .....	41
Figura 19 - Inventario de maquinas.....	43
Figura 20 - <i>Checklist</i> de acordo com a NR12.153, parte a .....	44
Figura 21- <i>Checklist</i> de acordo com a nr12.153, parte b .....	44
Figura 22 - <i>Checklist</i> de acordo com a NBR ISO 14009.....	46
Figura 23 - Definição das responsabilidades,.....	47
Figura 24 - Gráfico do cronograma de adequação de maquinas .....	48

Figura 25 - Retifica cilíndrica angular usinando a carcaça do eixo de tração – vista frontal.....	50
Figura 26 - Operador acionando a máquina para usinagem da peça – vista frontal .	50
Figura 27 - Retifica antes da adequação de segurança – vista frontal .....	53
Figura 28 - Retifica depois da adequação – vista frontal .....	54
Figura 29 - Cortina de luz – vista frontal 2.....	55
Figura 30 - Chave de segurança – vista frontal .....	56
Figura 31 - Porta móvel com chave eletromagnética - vista frontal .....	56
Figura 32 - Porta móvel no rebolo - vista frontal.....	57
Figura 33 - Retifica cilíndrica - vista lateral direita antes da adequação .....	58
Figura 34 - Retifica cilíndrica - vista lateral direita depois da adequação .....	59
Figura 35 Retifica cilíndrica - vista lateral esquerda antes da adequação .....	60
Figura 36 - Retifica cilíndrica - vista lateral esquerda depois da adequação .....	61
Figura 37 - Retifica cilíndrica - vista traseira antes da adequação.....	62
Figura 38 - Proteção fixa traseira - vista após a adequação.....	63
Figura 39 - Proteção móvel traseira - vista depois da adequação .....	63
Figura 40 - Acesso a área hidráulica - vista depois da adequação.....	64
Figura 41 - Vista traseira esquerda - depois da adequação .....	65
Figura 42 - Vista superior - depois da adequação .....	66
Figura 43 - Analise de risco acesso frontal antes .....	67
Figura 44 - Analise de risco acesso frontal depois .....	68
Figura 45 - Analise de risco acesso lateral .....	68
Figura 46 - Analise de risco acesso lateral depois .....	69
Figura 47 - Analise de risco acesso lateral antes .....	69
Figura 48 - Analise de risco acesso lateral depois .....	70
Figura 49 - Analise de risco painel elétrico – retifica antes .....	70

Figura 50 - Analise de risco painel elétrico – retifica depois .....	71
Figura 51 - Controlador configurável .....	72
Figura 52 - Módulos de expansão .....	72
Figura 53 - Relé de segurança .....	73
Figura 54 - Cortina de luz SICK .....	73
Figura 55 - Chaves eletromecânicas .....	74
Figura 56 - Chaves fim de curso .....	74
Figura 57 - Chave magnética .....	75
Figura 58 - Botão de emergência .....	75
Figura 59 - Válvula de segurança .....	76
Figura 60 - Contadora de potência .....	76
Figura 61 - Chave seccionadora geral .....	77
Figura 62 - Visor instalado na proteção metálica .....	78
Figura 63 - Projeto da carenagem mecânica .....	78
Figura 64 - Painel de acionamento .....	80
Figura 65 - Controle tipo <i>pendant station</i> .....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR	Normas Regulamentadoras
HRN	<i>Hazard Rating Number</i>
DOU	Diário Oficial Da União
DIEESE	Departamento Intersindical De Estatística e Estudos Socioeconômicos.
MTE	Ministério Do Trabalho E Emprego
ISO	<i>International Organization For Standardization</i>
EN	<i>European Norms</i>
ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CLT	Consolidação Das Leis Do Trabalho
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
SSST	Secretaria De Segurança E Saúde No Trabalho
OIT	Organização Internacional Do Trabalho
ABIMAQ	Associação Brasileira Da Indústria De Máquinas E Equipamentos,
DPH	<i>Degree of possible hurt</i>
PO	<i>Possibility of Occurrence</i>
NP	<i>Number of Person</i>
FE	<i>Frequency of exposure</i>
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo, De Segurança E Medicina Do Trabalho

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 OBJETIVO.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO .....	18
<b>2.1.1 Montadoras .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 Concessionárias .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.3 Indústria de Autopeças .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.4 Distribuidores .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.5 Lojas de Autopeças .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.6 Oficinas Mecânicas .....</b>	<b>19</b>
2.2 AS PRIMEIRAS MÁQUINAS-FERRAMENTA – LINHA DO TEMPO.....	19
2.3 A RELAÇÃO MAQUINA SEGURANÇA DO TRABALHO .....	21
2.4 IDENTIFICAÇÃO DO MAQUINÁRIO OBSOLETO OU INSEGURO.....	23
2.5 REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	24
<b>2.5.1 Normas ISO e EN (Tipo A).....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.2 Normas ISO e EN (Tipo B).....</b>	<b>24</b>
2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS .....	25
<b>2.6.1 O que são? .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6.2 Como Surgiram? .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6.3 Quem elabora e revisa? .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6.4 Da composição .....</b>	<b>27</b>
2.7 OBRIGAÇÕES LEGAIS REFERENTES A MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. ....	29
<b>2.7.1 CLT - Consolidação das Leis do Trabalho.....</b>	<b>29</b>

2.7.2	CLT - Seção XI - Das máquinas e equipamentos .....	29
2.7.3	Art.186 .....	30
2.7.4	OIT – Organização Internacional do Trabalho .....	30
2.7.5	Decreto nº 1255.....	30
2.7.6	Norma regulamentadora nr-12.....	30
2.8	PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS DE SEGURANÇA NO BRASIL PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....	31
2.9	METODOLOGIAS DE APRECIAÇÃO DE RISCOS .....	32
2.9.1	Avaliação Do Risco De Acordo Com a EN 954 .....	35
2.9.2	Definição Categorias Segurança .....	37
2.9.3	Estimativa Do Risco E Critério De Avaliação .....	39
2.10	ESTRUTURANDO O PROGRAMA PARA ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS .....	42
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	49
3.1	MATERIAIS .....	49
3.2	METODO.....	51
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	52
4.1	RESULTADOS ALCANÇADOS COM ADEQUAÇÃO DE MAQUINA .....	71
4.1.1	Dispositivos utilizados na adequação: .....	71
4.1.2	Proteções mecânicas .....	77
4.1.3	Proteção mecânica fixa .....	77
4.1.4	Proteção mecânica móvel.....	78
4.1.5	Monitoramento.....	79
4.1.6	Controlador configurável de segurança (ccs) .....	79
4.1.7	Botão de emergência .....	79
4.1.8	Chave de segurança magnética .....	79
4.1.9	Contatores em redundância .....	80

4.1.10 Botões de acionamento .....	80
4.1.11 Adequação elétrica.....	82
4.1.12 Automação do processo de dressagem do rebolo .....	82
4.1.13 Operação de dressagem do rebolo .....	83
4.2 DISCUÇÕES .....	83
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>87</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>91</b>
DIAGRAMA ELETRICO – QUADRO DE COMANDO / SEGURANÇA .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

Somente no ano de 2013, segundo DIEESE (Departamento Intersindical De Estatística E Estudos Socioeconômicos), tivemos um total de 432.254 acidentes típicos no Brasil, sendo que, a indústria de Peças e acessórios para veículos automotores está entre as 20 atividades econômicas mais causadoras de acidentes típicos com 6.639 registros no ano. Uma das causas desses acidentes são as más condições e estado de conservação das máquinas e equipamentos, seja pela falta de investimento em equipamentos novos, modernos e seguros ou mesmo na manutenção e modernização dos equipamentos antigos, que de alguma forma estão produzindo com qualidade. A Norma Regulamentadora Nº12 do Ministério do Trabalho e Emprego define os parâmetros mínimos de segurança para as máquinas e equipamentos, sendo que essa passou por uma atualização em dezembro de 2010, segundo a Portaria SIT n.º 197, deixando de ser uma norma generalista, sem definição de avaliação de risco específica, com foco principalmente em Prensas e Similares, Sem parâmetro de manutenção, setup, ajustes, reparos, exigências formais de treinamento, para projetos, fabricação, referências a ergonomia, ficando mais específica, com definição de avaliação de riscos específicos, com foco em todos os tipos de máquinas, exigências para o detalhamento de tarefas de manutenção, setup, ajustes, reparos, treinamento, projetos, fabricação, vendas, e com referências a ergonomia e outras Normas de Segurança. De maneira geral essa atualização teve com o propósito, termos equipamentos mais seguros desde a sua fabricação até a destinação final. Os principais desafios em que as empresas estão enfrentando são: financeiros e como tornar um equipamento antigo, adequado a NR 12, com todas essas atualizações e detalhes técnicos, e mesmo assim deixá-lo produzindo com qualidade e produtividade. Nesse processo muitas máquinas acabam sendo descontinuadas, ou continuam em operação inadequadas sendo causadoras de acidentes, alvos de fiscalizações e interdições pelo Ministério do Trabalho e Emprego. (SANTOS et al., 1990).

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um processo de adequação, para uma Retífica Cilíndrica Angular, utilizada em uma indústria de autopeças na fabricação de eixos de veículos pesados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria Nacional, assim como, a própria empresa em que está alocada a máquina em questão, possui uma vasta gama de máquinas e equipamentos que necessitam de adequação de segurança conforme os requisitos da NR-12. A Retífica Cilíndrica Angular de 96 Polegadas foi escolhida devido ao seu grande risco e iminência de um grave acidente, também, pela complexidade para torná-la adequada, o que motivou o autor do trabalho a descrever sobre o tema abordado.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

A história do mercado independente de reposição de autopeças no Brasil começou há mais de 50 anos, junto com o nascimento da indústria automobilística no país. Atualmente, o segmento movimenta cerca de 90% da frota de veículos automotores e mais de R\$ 90 bilhões por ano. São mais de 35 mil varejistas, 120 mil oficinas e 934 mil empregos diretos, responsáveis pela produção e comercialização de mais de 200 mil itens para 400 modelos de veículos. (Rede *PitStop*, 2016).

Esses números demonstram a grandeza e a importância do segmento de reposição independente para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. Isso porque:

A cadeia de reposição independente é fundamental para que a indústria de autopeças sobreviva. Do contrário, ela não conseguiria atingir um enorme mercado consumidor e se transformaria em um negócio inviável.

O mercado de reposição independente garante aos consumidores liberdade de escolher onde reparar e fazer a manutenção preventiva de seus veículos. A decisão pode ser tomada levando-se em consideração a confiança, o preço e a qualidade do serviço prestado. Sem essa alternativa, os proprietários se tornaram reféns das concessionárias.

A cadeia automotiva está estruturada da seguinte forma no Brasil:

#### 2.1.1 Montadoras

Criam e montam automóveis cada vez mais tecnológicos. As montadoras compram peças da indústria de autopeças.

#### 2.1.2 Concessionárias

Comercializam veículos construídos nas montadoras e as peças que fazem parte de cada um deles.

#### 2.1.3 Indústria de Autopeças

Fábrica todas as peças utilizadas na construção de um veículo. A indústria de autopeças vende produtos tanto para as montadoras quanto para os distribuidores independentes. O setor tem investido em pesquisas para oferecer ao mercado

automotivo tecnologia cada vez mais sofisticada, seja para a reparação ou para a manutenção preventiva dos seus produtos.

#### **2.1.4 Distribuidores**

São os responsáveis por levar os produtos da indústria de autopeças até os varejistas. Grandes distribuidores como a Distribuidora Automotiva SA têm investido na especialização de atendimento, em amplo portfólio e em logística moderna, para poder abastecer com a máxima rapidez e qualidade o mercado varejista de autopeças.

#### **2.1.5 Lojas de Autopeças**

Podem ser lojas balcão, *call center* ou *shopping*. São agentes de relacionamento direto com as oficinas mecânicas e com o consumidor final. Esse setor da cadeia tem passado por uma clara e progressiva evolução.

#### **2.1.6 Oficinas Mecânicas**

São as consumidoras das lojas de autopeças. A evolução tecnológica dos veículos vem exigindo das oficinas mecânicas um grau de especialização e profissionalismo cada vez maior. Além disso, as oficinas mecânicas têm um relacionamento direto com os proprietários de automóveis. Por isso, precisam passar por constante evolução para poder acompanhar e atender às expectativas de um perfil de cliente cada vez mais exigente e bem informado. (Rede *PitStop*, 2016).

### **2.2 AS PRIMEIRAS MÁQUINAS-FERRAMENTA – LINHA DO TEMPO**

Desde a Pré-História, os seres humanos, de alguma forma, processavam pedras, depois metais, depois peças cada vez mais elaboradas até chegar à construção de máquinas simples e eficientes, mas de propulsão manual. Por isso mesmo não eram ainda consideradas Máquinas-Ferramenta, máquinas capazes de prolongar, sem energia própria, a inteligente ação humana. A moderna definição de Máquina-Ferramenta pode soar um tanto complexa, tal o grau de sofisticação a que chegou: “máquina estacionária, não portátil, acionada por uma fonte de energia externa – não humana nem animal – que modifica a forma de peças metálicas sólidas, ou de materiais alternativos com finalidades similares, por deformação plástica ou por corte de natureza mecânica, abrasiva, eletro física, eletroquímica ou fotônica, com decorrente remoção de massa”. (Revista ABIMAQ, 2016)

Historicamente, a mais antiga Máquina-Ferramenta a se enquadrar nessa definição é a mandrilhadora de canhões de bronze do século XVI, XVII e XVIII. Ela dispunha de um eixo giratório, normalmente feito a partir de um tronco de árvore (daí a expressão eixo-árvore), apoiado num mancal de couro, engastado num furo de uma grossa parede de pedra e lubrificado com gordura animal. Do lado de fora da parede da tosca fábrica, o eixo era acionado por uma roda-d'água – a fonte de energia externa. Do lado de dentro, o eixo recebia uma ferramenta de corte, feita de ferro e destinada a usinar o furo do canhão de bronze fundido. (Revista ABIMAQ, 2016)

A máquina completava-se com trilhos, polias e cordas, que possibilitavam puxar ou empurrar o canhão para dentro do eixo- árvore em movimento. Aos olhos de hoje, uma cena tanto primitiva, mas foi assim que começou. Da mesma época do canhão são as laminadoras e perfilhadoras de metais igualmente propulsionadas por roda-d'água, conforme a figura 01 abaixo.

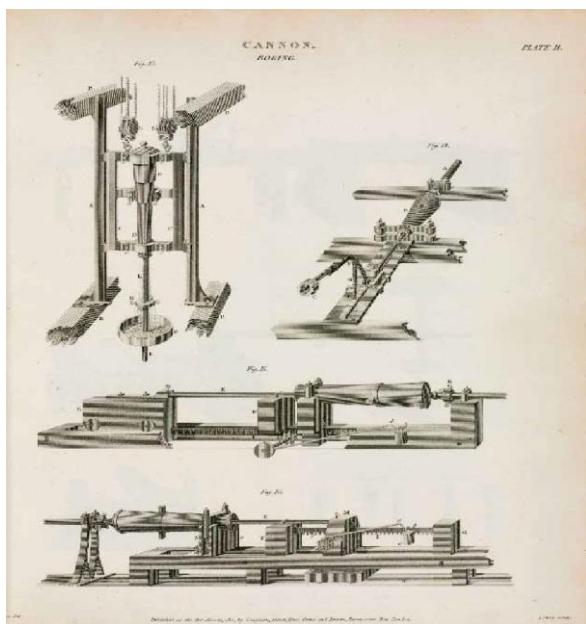


FIGURA 1 - MANDRILHADORA

FONTE: REVISTA ABIMAQ,2006

- 1837 John Deere desenvolve o primeiro arado feito de aço;
- 1846 Elias Howe desenvolve a máquina de costura de ponto de laçada, conforme a figura 02 abaixo:



FIGURA 2 - PRIMEIRA MÁQUINA DE COSTURA

FONTE: REVISTA ABIMAQ, 2006

- 1866 Werner von Siemens inventou o primeiro gerador de corrente contínua
- 1897 Rudolf Diesel cria o motor a combustão com pistão
- 1903 Henry Ford inaugura a *Ford Motor Company* e, com isso, dá início à era da montagem em série na indústria, figura 03 abaixo:



FIGURA 3 - PRIMEIRO CARRO MONTADO EM SÉRIE

FONTE: REVISTA ABIMAQ, 2006

- 1961 Criado o *Unimate*, primeiro robô industrial da história. (Revista ABIMAQ, 2016).

### 2.3 A RELAÇÃO MAQUINA SEGURANÇA DO TRABALHO

Podemos observar que ao longo do tempo os processos produtivos artesanais vêm sendo substituídos por máquinas e equipamentos, cada vez mais modernos, rápidos e com maior poder de produção, porém, a questão da segurança nesse processo não vem sendo empregada com a mesma velocidade, e cada vez mais, temos acompanhado o número de acidentes com máquinas aumentando. Geralmente um

acidente envolvendo uma máquina traz como consequência perdas sérias e irreversíveis aos colaboradores, o que se fez necessário uma “revolução” na segurança com máquinas com implantação de normas e leis referenciando essas recomendações.

Segundo a Organização Internacional do Trabalho, todos os anos morrem no mundo mais de 1,1 milhão de pessoas, vítimas de acidentes ou de doenças relacionadas ao trabalho. Esse número é maior que a média anual de mortes no trânsito (999 mil), as provocadas por violência (563 mil) e por guerras (50 mil). (BRANT, 2001).

No Brasil, os números são alarmantes. Os 393,6 mil acidentes de trabalho verificados em 1999 tiveram como consequência 3,6 mil óbitos e 16,3 mil incapacidades permanentes. De cada 10 mil acidentes de trabalho, 100,5 são fatais, enquanto em países como México e EUA este contingente é de 36,6 e 21,6, respectivamente. (BRANT, 2001).

Nesse contexto, destaca-se o problema das máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros, responsáveis por cerca de 25% dos acidentes do trabalho graves e incapacitantes registrados no País. (BRANT, 2001)

Um acidente começa muito antes da concepção do processo de produção e da instalação de uma empresa. O projeto escolhido, as máquinas disponibilizadas e as demais escolhas prévias já influenciam a probabilidade de acidentes de trabalho. Quando os defeitos são intrínsecos aos sistemas sociotécnicos, é muito mais difícil e dispendioso. Dessa forma, se a prevenção se funda e se inicia ainda na fase de concepção de máquinas, equipamentos e processos de produção, a ação de prevenção flui com muito mais facilidade e os acidentes se tornam eventos com reduzida probabilidade de ocorrência. (BRANT, 2001)

A prevenção focada na fase de concepção de máquinas e equipamentos foi desencadeada, pela primeira vez, no Ministério do Trabalho e Emprego no ano de 1993. Naquela ocasião, foram negociadas, de forma tripartite, mudanças no projeto e na fabricação de motosserras, incluindo vários itens de segurança. Tal negociação reflui para a Norma Regulamentadora 12, que desde então proíbe a comercialização de tais equipamentos desprovidos de seus dispositivos de segurança. Outros equipamentos foram objeto de ações positivas do MTE, como o cilindro de massa e as prensas injetoras. (BRANT, 2001).

## 2.4 IDENTIFICAÇÃO DO MAQUINÁRIO OBSOLETO OU INSEGURO

Estudo realizado na Zona Norte do Município de São Paulo mostrou que os acidentes graves de mão e dedos foram causados, principalmente, por máquinas e equipamentos da indústria metalúrgica. A Construção Civil e a Indústria Gráfica alinharam-se, juntamente com a Indústria Metalúrgica, dentre as que causaram o maior número de acidentes do trabalho naquela região. (SANTOS e et al., 1990).

Estudando o problema específico dos acidentes de trabalho com máquinas, o autor verificou que as máquinas foram responsáveis por 25% de todos os acidentes de trabalho graves ocorridos na região, destacando-se em primeiro lugar as prensas, seguidas em ordem decrescente por máquinas inespecíficas. Serras, cilindros/calandras, máquinas para madeira, máquinas de costura, impressoras, guilhotinas, tornos, máquinas para levantar cargas, esmeris, politrizes, injetoras de plástico, máquinas têxteis, dentre outras de mais baixa ocorrência. (SILVA, 1995).

De modo mais claro, que o grave problema dos acidentes do trabalho, mutiladores e incapacitantes, precisam ser analisados em pelo menos quatro vertentes:

A atual utilização de máquinas e equipamentos obsoletos ou perigosos em um parque industrial tecnologicamente obsoleto e economicamente limitado, carente ou quase falimentar, em que as máquinas, no estado em que elas se encontram, constituem indicadores da situação econômica, administrativa e tecnológica de empreendimentos econômicos, principalmente de pequeno e médio portes;

A atual comercialização de máquinas e equipamentos obsoletos ou perigosos, usados ou de segunda mão, estão à disposição de quem os quer ou pode comprar. Esse fenômeno está sendo, aparentemente, acelerado pela crescente terceirização que acompanha o esvaziamento da grande indústria, transferindo às pequenas e microempresas, algumas das atividades, aliás, quase sempre as mais pesadas, perigosas ou poluentes, ou de menor valor agregado; (SILVA, 1995).

A atual comercialização de máquinas ou equipamentos novos que, de fato, não vêm com os dispositivos de segurança, ou porque a máquina foi vendida pelo fabricante, sem os equipamentos ou dispositivos de segurança, mas não pode ser generalizado para marcas ou fabricantes, posto que se tornou praticamente uma opção negociada com o comprador ou o revendedor; o mesmo fabricante também produz com os dispositivos de segurança, ou pelo fato das máquinas serem estrangeiras,

importadas sem os dispositivos de segurança. Para essas duas possibilidades cabem chamar atenção para o fato de que as dezenas ou centenas de observações feitas em campo, pela nossa equipe, serviram tão-somente para retratar um flash ou instantâneo válido exclusivamente para a amostra observada, não podendo ser generalizada, com total segurança, para outras máquinas similares da mesma marca, nem para outros locais onde eventualmente estas máquinas se encontram à venda, nem para outros momentos que não o presente. Essa observação tem óbvias implicações na discussão das medidas de controle;

A comercialização de máquinas e equipamentos novos, mas tecnologicamente obsoletos, em que o fator de risco situa-se exatamente na tecnologia velha e perigosa; (ALMEIDA, 2000).

## 2.5 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

### 2.5.1 Normas ISO e EN (Tipo A)

✓ EN ISO 12100 - Segurança das máquinas. Conceitos básicos, princípios gerais de projeto. Este é um padrão A, que descreve todos os princípios básicos, incluindo avaliação de risco, proteção, intertravamento, paradas de emergência, dispositivos de desarme, distâncias de segurança, etc. Ele faz referência a outras normas que fornecem um nível maior de detalhe.

Num futuro próximo, é provável que a EN ISO 12100 e ISO 14121 sejam combinadas em um único padrão.

✓ EN ISO 14121 Princípios para avaliação de risco. Este princípio apresenta os fundamentos da avaliação dos riscos durante a vida útil das máquinas. Ele resume os métodos de análise de perigos e avaliação de risco. Um Relatório Técnico ISO: ISO/TR 14121-2 também está disponível. Ele dá conselhos práticos e exemplos de métodos de avaliação de risco.

### 2.5.2 Normas ISO e EN (Tipo B)

EN ISO 11161 - Segurança dos Sistemas Integrados de Manufatura - Requisitos básicos. Esta norma foi publicada em sua forma revisada em 2007. Foi significativamente atualizada, tornando-a muito útil para máquinas integradas contemporâneas.

EN ISO 13849-1: 2008 peças relacionadas com a segurança dos sistemas de controle - Parte 1: Princípios gerais para projeto. Este padrão é o resultado da revisão significativa da antiga EN 954-1 (que será retirada no final de 2011). Ele introduziu muitos aspectos novos de segurança funcional dos sistemas de controle. O termo “NP” (nível de performance) é usado para descrever o nível de integridade de um sistema ou um subsistema.

Ele está disponível como uma alternativa ao IEC/EN 62061 (ver adiante). Note-se que a norma EN ISO 13849-1 abrange todas as tecnologias do sistema de controle enquanto IEC/EN 62061 abrange apenas a tecnologia elétrica. EN ISO 13849-1 destina-se a fornecer um caminho de transição direta entre as categorias da EN 954-1 anterior. Ele tem uma metodologia relativamente simples em comparação com a norma IEC/EN 62061, mas isso é à custa de algumas restrições. Tanto a ISO/EN 13849-1 revista, como a IEC/EN 62061 podem ser aplicadas a sistemas elétricos de máquinas relacionadas com a segurança, e o usuário deve escolher o que for mais adequado às suas necessidades, mas EN ISO 13849-1 é muitas vezes preferida ao fazer a transição das categorias. Observação: Recentes à época da publicação do presente texto, o CEN (Comitê Europeu de Normalização), anunciou que a data final de presunção de conformidade da norma EN 954-1 será estendido para o final de 2011 para facilitar a transição para as normas posteriores. Isso substitui a data original de 29 de dezembro de 2009.

✓ ISO 13849-2 Peças relacionadas com a segurança dos sistemas de controle - Parte 2: Validação. Esta norma fornece informações para a validação de peças relacionadas com a segurança dos sistemas de controle. Ela tem anexos que dão detalhes de componentes de segurança, princípios e exclusão de falha. EN ISO 13850 Dispositivos de parada de emergência, aspectos funcionais - Princípios para o projeto.

Fornece os princípios de projetos e especificações.

## 2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS

### 2.6.1 O que são?

As Normas Regulamentadoras – NR tratam-se do conjunto de requisitos e Procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, de observância

obrigatória às empresas privadas, públicas e órgãos do governo que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

### **2.6.2 Como Surgiram?**

Primeiramente, a lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, estabeleceu a redação dos art. 154 a 201 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, relativas à segurança e medicina do trabalho.

Conforme, o art. 200 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer as disposições complementares às normas relativas à segurança e medicina do trabalho.

Dessa forma, em 08 de junho de 1978, o Ministério do Trabalho aprovou a Portaria nº 3.214, que regulamentou as normas regulamentadoras pertinentes a Segurança e Medicina do Trabalho.

Em 1978, através da Portaria nº 3.214, foram aprovadas 28 (vinte e oito). No entanto, atualmente, temos 36 (trinta e seis) NRs aprovadas pelo o Ministério do Trabalho e Emprego.

### **2.6.3 Quem elabora e revisa?**

As Normas Regulamentadoras são revisadas e elaboradas Através de uma comissão tripartite Paritária Permanente, denominada CTPP, instituída pela Portaria SSST/MTB Nº. 2, de 10/04/96 (DOU de 11/04/96).

Considerando a necessidade de estabelecer metodologia para elaboração de novas normas na área de segurança e saúde no trabalho, e revisão das existentes;

Considerando o disposto no artigo 10, II, da Estrutura Regimental do Ministério do Trabalho, aprovada pelo Decreto Nº. 1.643, de 25 de setembro de 1995, resolve:

Artigo 1º. A metodologia de regulamentação na área de segurança e saúde no trabalho, atribuição da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho -SSST, terá como princípio básico a adoção do Sistema Tripartite Paritário - Governo, Trabalhadores e Empregadores - e será estabelecida observando-se as seguintes etapas:

- I. definição de temas a serem discutidos;
- II. elaboração de texto técnico básico;

III. publicação de texto técnico básico no Diário Oficial da União - DOU;

IV. instalação de Grupo de Trabalho Tripartite - GTT;

V. aprovação e publicação da norma no Diário Oficial da União - DOU.

#### **2.6.4 Da composição**

Artigo 3º. A CTPP será composta por:

a) 5 (cinco) representantes titulares do Ministério do Trabalho, e respectivos suplentes, indicados pelo Secretário de Segurança e Saúde no Trabalho;

b) 5 (cinco) representantes titulares dos empregadores e respectivos suplentes, indicados pelas seguintes entidades:

- Confederação Nacional do Comércio;
- Confederação Nacional da Indústria;
- Confederação Nacional da Agricultura;
- Confederação Nacional do Transporte e
- Confederação Nacional das Instituições Financeiras.

Esse processo de criação e revisão das NRs é definido nos passos mencionados a seguir, como mostra a figura 04.

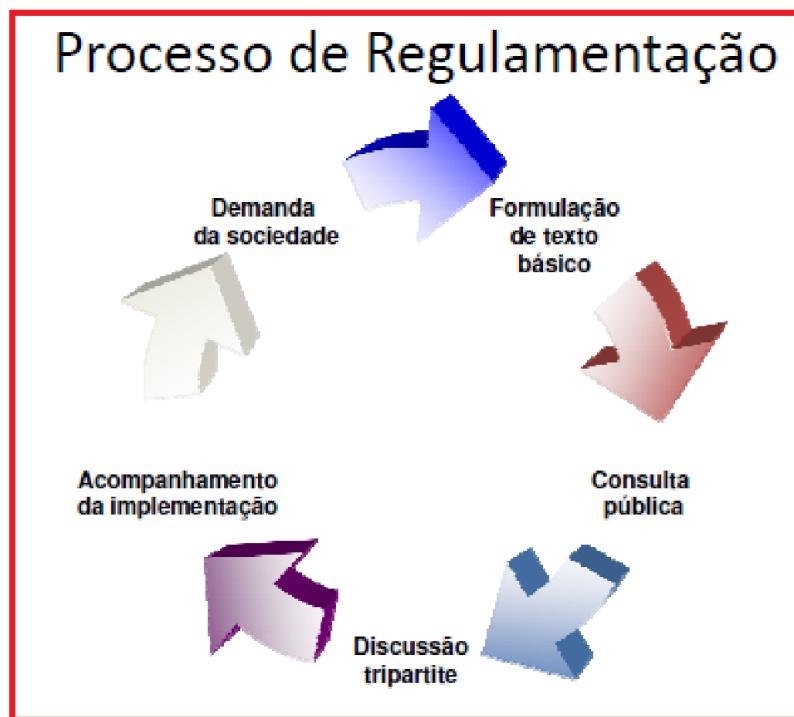


FIGURA 4 - PROCESSO DE REGULAMENTAÇÃO

FONTE: NWN SEGURANÇA DO TRABALHO, 2015

Algumas Normas regulamentadoras aplicáveis a adequação da máquina:

- ✓ Norma Regulamentadora Nº 10 – NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Visa estabelecer condições mínimas para garantir a segurança daqueles que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação. Cobrir em nível preventivo usuários e terceiros. Toda instalação elétrica da máquina foi adequada de modo a atender os requisitos dessa Norma, desde a concepção do projeto, profissional responsável até o material empregado. (NWN SEGURANÇA DO TRABALHO)
- ✓ Norma Regulamentadora Nº 17 – Ergonomia. Esta norma estabelece os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do homem. Máquinas, ambiente, comunicações dos elementos do sistema, informações, processamento, tomada de decisões, organização, tudo isso gera consequências no trabalhador, e devem ser avaliados, e se necessário, reorganizado.

Observe-se que as LER – Lesões por Esforços Repetitivos, e as denominadas DORT – Doença Osteomuscular, relacionada ao trabalho constituem o principal grupo de problemas à saúde, reconhecidos pela sua relação laboral.

O termo DORT é muito mais abrangente que o termo LER, constante hoje das relações de doenças profissionais da Previdência. Na aplicação da adequação da máquina procurou-se atender as características dos operadores de modo que toda proteção aplicada não agregasse algum esforço físico exagerado ou movimento que pudesse trazer uma lesão ergonômica aos colaboradores. (NWN SEGURANÇA DO TRABALHO).

✓ Norma Regulamentadora Nº 26 – Sinalização de Segurança. Determina as cores e serem observadas na segurança do trabalho como forma de prevenção evitando a distração, confusão e fadiga do trabalhador, bem como cuidados especiais quanto a produtos e locais perigosos.

Em 2011 a NR 26 foi alterada e já não oferece muito. Qualquer dúvida sobre o tema deve ser esclarecida com as normas estaduais e NBR's. Toda a sinalização empregada na máquina foi de encontro ao atendimento a Norma citada, desde os LEDs nos painéis elétricos, cores de segurança e adesivos de sinalização que foram empregados. (NWN SEGURANÇA DO TRABALHO).

## 2.7 OBRIGAÇÕES LEGAIS REFERENTES A MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.

### 2.7.1 CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

É de obrigação legal para os empregadores a Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977 relativa a segurança e medicina do trabalho e outras providências, especificamente para os fabricantes de bens de capital a seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, os Artigos 184, 185 e 186 da CLT.

### 2.7.2 CLT - Seção XI - Das máquinas e equipamentos

Art.184 As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental.

Parágrafo único. É proibida a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto neste artigo. Art.185 Os

reparos, limpeza e ajustes somente poderão ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à realização do ajuste.

### **2.7.3 Art.186**

O Ministério do Trabalho estabelecerá normas adicionais sobre proteção e medidas de segurança na operação de máquinas e equipamentos, especialmente quanto à proteção das partes móveis, distância entre estas, vias de acesso às máquinas e equipamentos de grandes dimensões, emprego de ferramentas, sua adequação e medidas de proteção exigidas quando motorizadas ou elétricas.

### **2.7.4 OIT – Organização Internacional do Trabalho**

O Brasil em 1994 se tornou signatário da Convenção nº 119 da OIT- sobre Proteção de Máquinas, por meio do Decreto nº1.255 que adotou integralmente o conteúdo desta convenção. A redação da Convenção é de 1963, contendo os mesmos conceitos empregados na NR 12.

### **2.7.5 Decreto nº 1255**

Promulga a Convenção nº 119, da Organização Internacional do Trabalho, sobre Proteção das Máquinas, concluída em Genebra, em 25 de junho de 1963

### **2.7.6 Norma regulamentadora nr-12**

Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e, ainda, à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis (BRASIL, 2015).

A NR-12 é a principal norma em que temos referente a proteção de máquinas no Brasil, sua revisão deu-se conforme a figura 05.

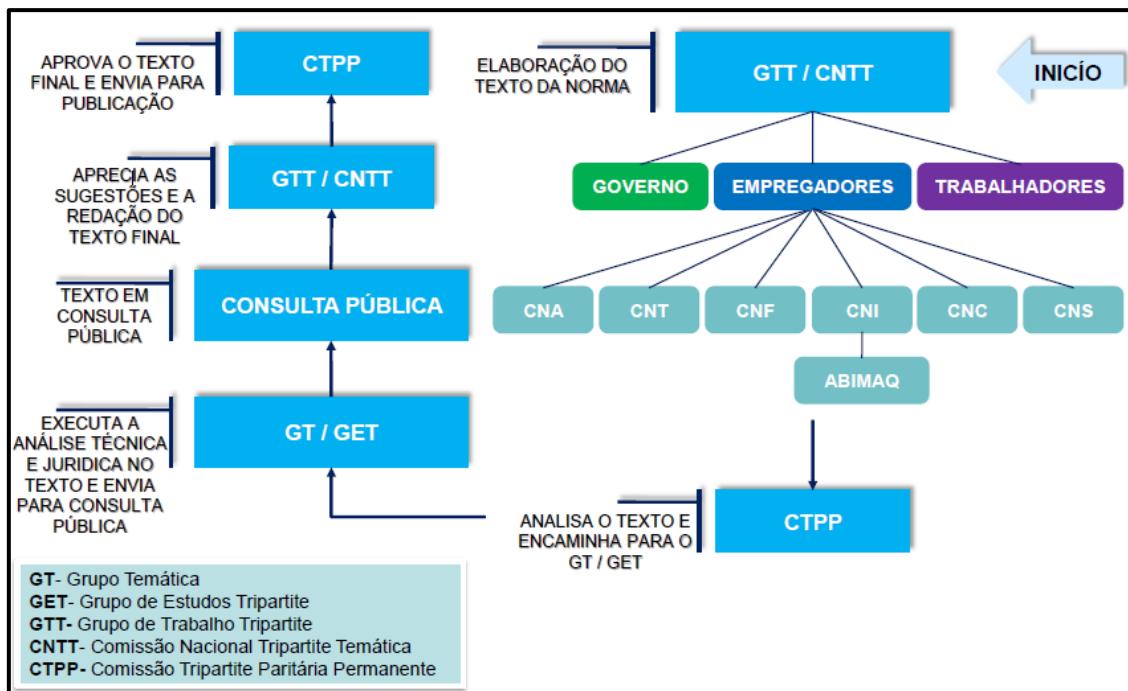


FIGURA 5 - ELABORAÇÃO DA NR-12

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016

## 2.8 PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS DE SEGURANÇA NO BRASIL PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Normas Tipo A – Normas fundamentais de segurança: definem os conceitos, princípios de projetos e aspectos gerais válidos para todas as máquinas.

Normas Tipo B – Aspectos e componentes de segurança.

Normas Tipo B1 – Aspectos gerais de segurança.

Normas Tipo B2 – Componentes utilizados na segurança.

Normas Tipo C – Normas de segurança por categoria de máquinas: fornecem prescrições detalhadas de segurança a um grupo particular de máquinas.

Essas Normas podem ser descritas conforme a figura 06.

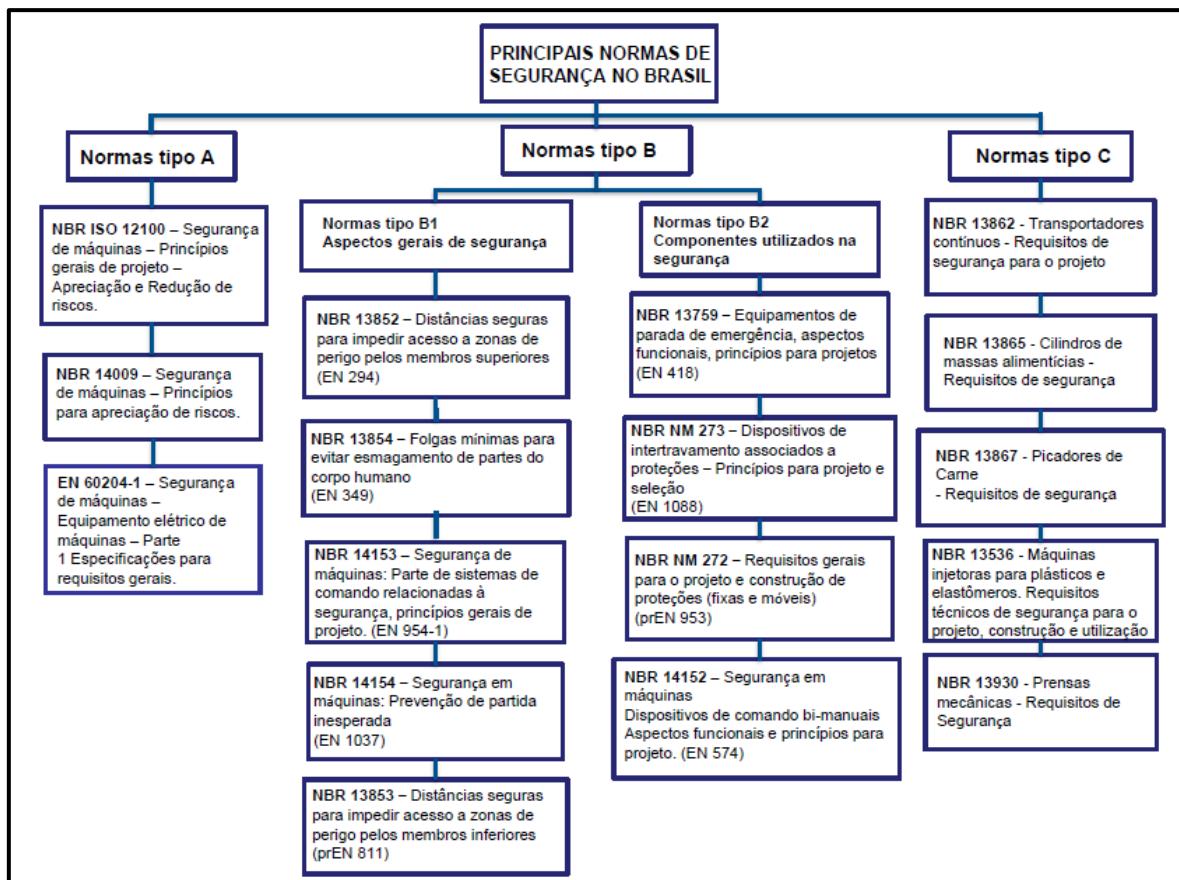


FIGURA 6 - PRINCIPAIS NORMAS DE SEGURANÇA NO BRASIL

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016

## 2.9 METODOLOGIAS DE APRECIAÇÃO DE RISCOS

Para o entendimento da definição de Risco e Perigo.

Perigo é uma condição ou característica que tem um potencial para causar danos.

A figura 07, mostra de maneira ordenada o conceito de Risco.

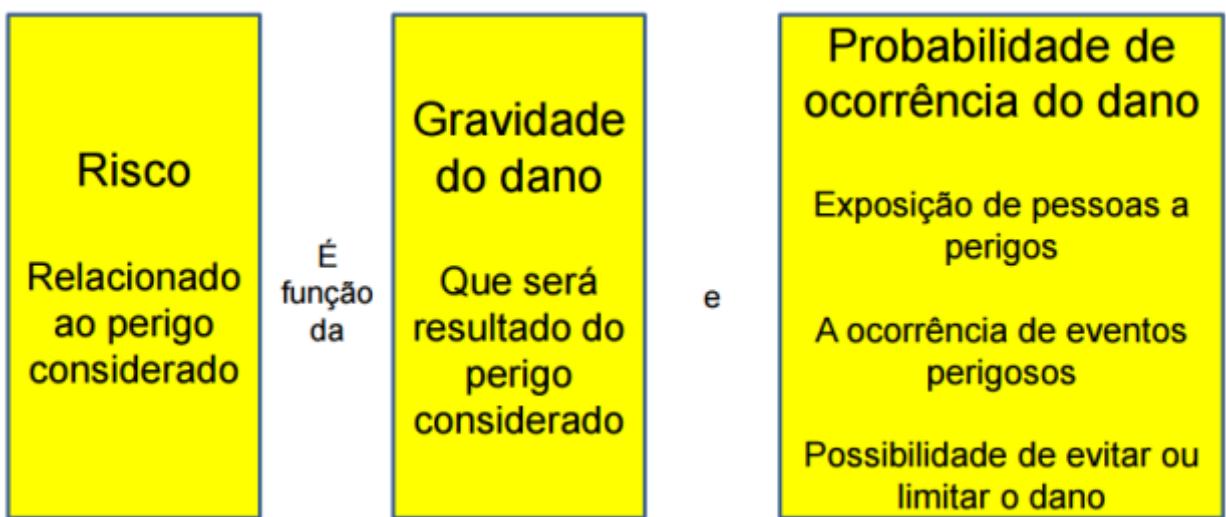


FIGURA 7 - ELEMENTOS DO RISCO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

A apreciação de riscos deve ser elaborada, executada por um profissional legalmente habilitado o qual realizará a análise de riscos de todo o sistema de segurança das máquinas e equipamentos, analisando todo o sistema elétrico, eletrônico, pneumático, hidráulico e mecânico. A análise de riscos é uma análise sistemática, e tem o objetivo de informar quais são os riscos que a máquina e equipamento oferecem, qual é a categoria do risco, quais as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir para controlar os riscos, quais as possibilidades dos perigos serem eliminados, e quais são as partes da máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos.

A apreciação de riscos, de maneira geral, é um processo composto por uma série de etapas que permite, de forma sistemática, analisar e avaliar os riscos associados à máquina.

As normas técnicas oficiais e vigentes para a apreciação de riscos são: NBR ISO 12100:2013, ISO 14121, e para a categorização do sistema de segurança a NBR 14153.

NBR ISO 14009:1997 Segurança de máquinas — Segurança de máquinas — Princípios para apreciação de riscos

NBR ISO 12100:2013 Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Apreciação e redução de riscos

ISO/TR 14121-2:2012 - Safety of machinery - Risk assessment - Part 2: Practical guidance and examples of methods.

NBR 14153:2013 - Segurança de Máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para o projeto.

O diagrama representado na figura 08 a seguir mostra passo a passo o processo de análise de risco:

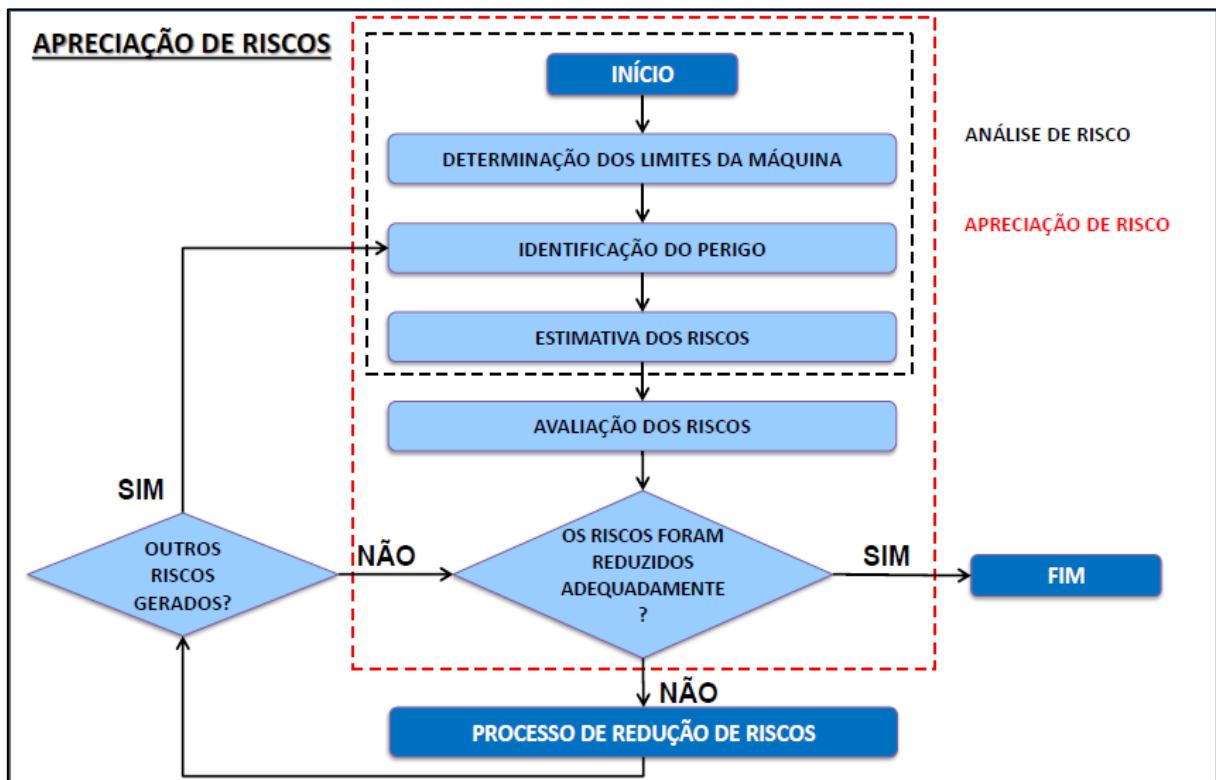


FIGURA 8 - APRECIAÇÃO DE RISCO

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016.

Foram feitos todos os esforços para avaliar o risco associado a cada perigo identificado ao longo do relatório. Porém, pode não ter sido possível quantificar o risco de todos os perigos. Quando isto não é possível, os perigos são avaliados em relação a sua conformidade com a Legislação aplicável. Cada perigo é identificado individualmente ao longo do relatório; a consequência do acúmulo de perigos não é avaliada.

Erro humano e mau uso relacionado a áreas tais como alimentação incorreta da máquina, uso incorreto de materiais e capacitação do operador para operar a

máquina, não são considerados como parte do escopo deste relatório. Apenas foram consideradas previsões claras de mau uso da máquina.

Devido a razões práticas, nem todo o ciclo de vida da máquina foi examinado no âmbito deste relatório e, as seguintes fases foram excluídas:

- Montagem/Instalação;
- Descomissionamento;
- Desativação;
- Transporte;
- Construção;
- Comissionamento;

### **2.9.1 Avaliação Do Risco De Acordo Com a EN 954**

Um dos tópicos principais na EN 954-1 é a especificação das chamadas Categorias de Segurança. Elas são utilizadas para classificar a capacidade das partes relacionadas à segurança e descreve a categoria de segurança requerida, o comportamento do sistema em caso de falha e como os requisitos podem ser preenchidos. A avaliação do risco exigido mostra que categoria deverá ser alcançada para determinada zona de perigo (EUCHNER, 2008).

A Figura 09 está em anexo à norma EN 954-1 e também na NBR 14153 e mostra como definir a categoria requerida por um processo de seleção.

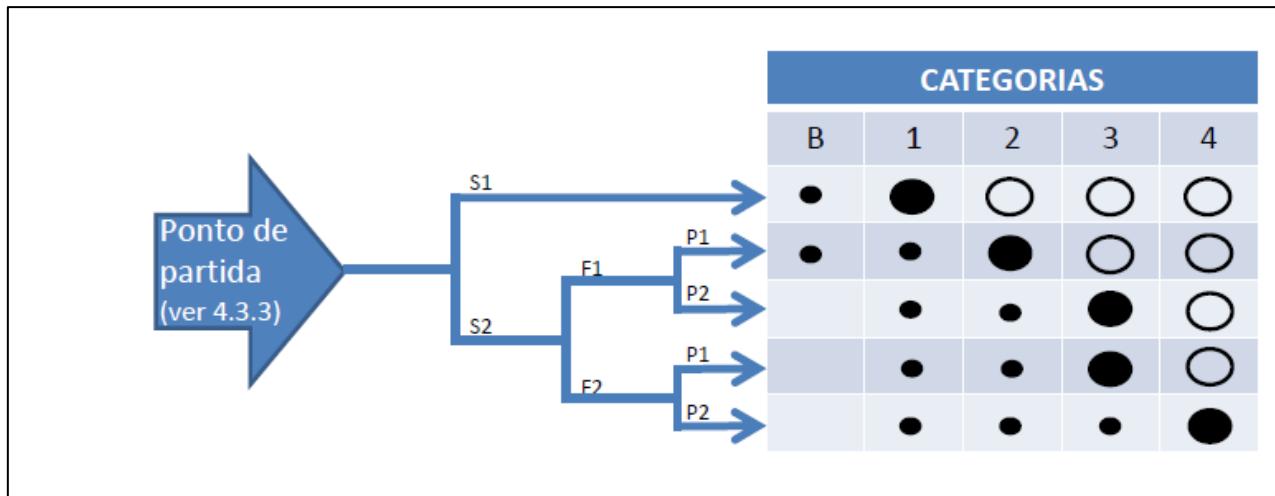


FIGURA 9 - AVALIAÇÃO DE RISCO

FONTE: EUCHNER, 2008

1- Inicia-se pelo ponto à esquerda.

2- Definisse a gravidade da lesão:

S1 significa pequena lesão

S2 significa lesão (seria até mesmo morte)

3- Definisse a frequência e/ou o tempo de exposição ao perigo:

F1 significa raramente a pouco frequente e/ou o tempo de exposição é curto

F2 significa frequente a contínuo e/ou o tempo de exposição é longo

4- Definisse a possibilidade de se evitar o perigo:

P1 significa que é possível sobre condições específicas

P2 significa que é quase impossível de se evitar o perigo

5- A Figura 10, abaixo mostra a definição conforme a categoria:

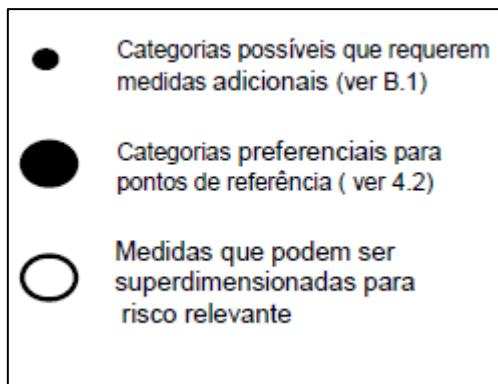


Figura 10 - Definição da Avaliação de risco

FONTE: EUCHNER, 2008

### 2.9.2 Definição Categorias Segurança

A definição das categorias de segurança está ilustrada nas figuras 11, 12 e 13 abaixo.

Categoría (1)	Resumo de requisitos	Comportamento do sistema (2)	Princípios para atingir a segurança
<b>B</b> (ver 6.2.1)	Partes de sistemas de comando, relacionadas à segurança e/ou seus equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com as normas relevantes, de tal forma que resistam às influências esperadas.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança.	Principalmente caracterizado pela seleção de componentes.
<b>1</b> (ver 6.2.2)	Os requisitos de B se aplicam. Princípios comprovados e componentes de segurança bem testados devem ser utilizados.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança, porém a probabilidade de ocorrência é menor que para a categoria B.	

FIGURA 11 - DEFINIÇÃO CATEGORIAS DE SEGURANÇA 1

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016

Categoría (1)	Resumo de requisitos	Comportamento do sistema (2)	Princípios para atingir a segurança
2 (ver 6.2.3)	<p>Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam.</p> <p>A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.</p>	<p>A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança entre as verificações.</p> <p>A perda da função de segurança é detectada pela verificação.</p>	Principalmente caracterizado pela estrutura.
3 (ver 6.2.4)	<p>Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam.</p> <p>As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>um defeito isolado em qualquer dessas partes não leve à perda da função de segurança; e</li> <li>- sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.</li> </ul>	<p>Quando um defeito isolado ocorre, a função de segurança é sempre cumprida.</p> <p>Alguns defeitos, porém não todos, serão detectados.</p> <p>O acúmulo de defeitos não detectados pode levar à perda da função de segurança.</p>	Principalmente caracterizado pela estrutura.

FIGURA 12 - DEFINIÇÃO CATEGORIA DE SEGURANÇA 2

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016

Categoría (1)	Resumo de requisitos	Comportamento do sistema (2)	Princípios para atingir a segurança
4 (ver 6.2.5)	<p>Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam.</p> <p>As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>um <b>defeito isolado</b> em qualquer dessas partes <b>não leve à perda da função de segurança</b>; e</li> <li>– o defeito isolado seja detectado durante ou antes da próxima demanda da função de segurança. Se isso não for possível, <b>o acúmulo de defeitos não pode levar à perda das funções de segurança</b>.</li> </ul>	<p>Quando os defeitos ocorrem, a função de segurança é sempre cumprida.</p> <p>Os defeitos serão detectados a tempo de impedir a perda das funções de segurança.</p>	Principalmente caracterizado pela estrutura.

(1) As categorias não objetivam sua aplicação em uma seqüência ou hierarquia definidas, com relação aos requisitos de segurança.

(2) A apreciação dos riscos indicará se a perda total ou parcial da(s) função(ões) de segurança, consequente de defeitos, é aceitável.

FIGURA 13 - DEFINIÇÃO CATEGORIA DE SEGURANÇA 3

FONTE: FICHA CATALOGRÁFICA ABIMAQ/IPDMAQ, 2016

### 2.9.3 Estimativa Do Risco E Critério De Avaliação

A fim de identificar, estimar e reduzir os perigos existentes na máquina, uma Análise Preliminar de Risco foi realizada utilizando a técnica *Hazard Rating Number* (HRN).

Uma análise preliminar de risco gera um item de linha no inventário tabular dos perigos de sistema não trivial e, uma avaliação dos seus riscos residuais após as contramedidas aplicadas. A técnica Hazard Rating foi utilizada para analisar os riscos associados com a máquina. Esta técnica oferece uma abordagem analítica para o método Análise Preliminar de Risco.

A metodologia de avaliação, baseada nos critérios, avalia os fatores: Grau da Possível Lesão (DPH), Probabilidade de Ocorrência de um Evento Perigoso (PO), Número de Pessoas Expostas (NP) e Frequência e/ou duração da Exposição (FE) e é aplicada aos riscos relacionados a cada perigo. O valor do Hazard Rating Number é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{HRN} = \text{DPH} \times \text{PO} \times \text{NP} \times \text{FE}$$

Onde os parâmetros acima podem ter os seguintes valores:

Grau da Possível Lesão (DPH), figura 14 abaixo.

0.25	Arranhão / Escoriação
0.5	Dilaceração / corte / enfermidade leve / queimaduras leves
2	Fratura Enfermidade leve
4	Fratura Enfermidade grave.
6	Perda de 1 ou 2 dedos dos pés, das mãos ou queimaduras graves
10	Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão
15	Fatalidade

FIGURA 14 - GRAU DE POSSÍVEL LESÃO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

Possibilidade de Ocorrência do Evento Perigoso (PO), figura 15 abaixo.

0.033	Quase impossível
1	Altamente improvável
1.5	Improvável
2	Possível
5	Alguma chance
8	Provável
10	Muito Provável
15	Certo

FIGURA 15 - POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE EVENTO PERIGOSO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

Número de Pessoas Exposta ao Risco, conforme figura 16 abaixo.

1	1-2 Pessoas
2	3-7 Pessoas
4	8-15 Pessoas Não Possível
8	16-50 Pessoas
12	Mais que 50 Pessoas

FIGURA 16 - NÚMERO DE PESSOAS EXPOSTAS AO RISCO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

Frequência de Exposição (FE), conforme figura 17 abaixo.

0.5	Anualmente
1	Mensalmente
1.5	Semanalmente
2.5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constantemente

FIGURA 17 - FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

Os valores numéricos máximos e mínimos que poderão ser atribuídos a cada fator, para todos os perigos, são mostrados na figura 18 abaixo.

Nível de Risco		
	HRN	Risco
	0 - 5	Risco Aceitável
	5 - 50	Risco Moderado
	50 - 250	Risco Alto
	250 - 500	Risco Crítico
	> 500	Risco Intolerável

FIGURA 18 - CLASSIFICAÇÃO DE RISCO

FONTE: FUNDACENTRO, 2014

Aceitável (Residual): Nível de risco sobre controle, ou seja, todos os controles operacionais e administrativos são praticados necessita ser monitorado constantemente a fim de assegurar que o nível de risco seja mantido.

A classificação de cada risco em uma máquina ou equipamento é o resultado efetivo da avaliação de cada perigo.

Cada perigo será identificado, avaliado, analisado e então classificado. A partir deste ponto, uma recomendação baseada na classificação é dada para cada perigo analisado.

Nível de Risco Moderado: Nível de risco parcialmente sobre controle, ou seja, existem alguns controles operacionais e administrativos praticados e mantidos considerados adequados, mas não totalmente satisfatórios no quesito de confiabilidade, portanto, existe possibilidade de ocorrer acidentes. Necessita implementar ações corretivas para conter e corrigir a situação não conforme a fim de evitar o acidente / dano ou minimizar os efeitos do acidente / dano.

As ações de contenção ou corretivas a serem implementadas devem ser imediatas mas sempre objetivando reduzir o nível de risco para Aceitável.

Nível de Risco Alto: Existem alguns controles operacionais e administrativos praticados e mantidos que podem não ser considerados adequados, mas não são

satisfatórios no quesito de confiabilidade, portanto, existe chance significativa de ocorrer acidentes graves. Necessita implementar ações corretivas imediatas para conter e corrigir a situação não conforme a fim de evitar o acidente / dano ou minimizar os efeitos do acidente / dano.

As ações de contenção ou corretivas a serem implementadas devem ser imediatas e outras em médio prazo, mas sempre objetivando reduzir o nível de risco para Aceitável.

**Nível de Risco Crítico:** Não existem controles operacionais e administrativos praticados. Existem chances significativas de ocorrer acidentes graves. Necessita implementar ações corretivas imediatas para conter e corrigir a situação não conforme a fim de evitar o acidente / dano ou minimizar os efeitos do acidente / dano.

As ações de contenção ou corretivas a serem implementadas devem ser imediatas, mas sempre objetivando reduzir o nível de risco para Aceitável.

**Nível de Risco Intolerável:** Possui risco grave iminente e não existe controles operacionais e administrativos praticados. Existem chances significativas de ocorrer acidentes gravíssimos até mesmo a morte. Necessita implementar ações corretivas imediatas para conter e corrigir a situação não conforme a fim de evitar o acidente / dano ou minimizar os efeitos do acidente / dano.

As ações de contenção ou corretivas a serem implementadas devem ser imediatas, mas sempre objetivando reduzir o nível de risco para Aceitável.

## **2.10 ESTRUTURANDO O PROGRAMA PARA ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

Antes de começar a investir tempo e dinheiro com adequação de máquinas, a empresa se estruturou tecnicamente e legalmente, de maneira a ter um trabalho planejado em pelo menos 10 anos para adequar suas máquinas em relação a NR-12, e que toda máquina nova só operaria adequada.

A primeira fase desse trabalho, com base no inventário total de máquinas e equipamentos da empresa, foi a elaboração de um inventário de máquinas de acordo com a NR-12.153, que exige que a empresa mantenha inventário atualizado com o seguinte conteúdo mínimo:

Identificação da máquina e equipamento;  
 Descrição geral. (Tipo, fabricante, modelo, características);  
 Capacidade, produtividade, tempo de operação por dia, operadores envolvidos;  
 Diagnóstico com relação a NR-12 (sistema de segurança);  
 Previsão da adequação;  
 Recursos financeiros para a adequação;  
 Localização em planta baixa (*layout*);  
 O inventário que foi elaborado e está parcialmente demonstrado na figura 19 a seguir:

INVENTÁRIO DE MAQUINAS				
ITEM	DESCRÍÇÃO	FABRICANTE	MODELO	TIPO
10013	BROCHADEIRA VERTICAL	NATIONAL BROACH	H RED RING 101	Brochadeira Prensa
2010	MONTAGEM - TRANSFER	ALLWARE		
4162	FRESADORA 15 HP (ERA 607)	HELLER	PFH-12	Fresadora
4158	<b>RETIFICA ANGULAR 96"-15 HP-30/ERA 1506</b>	CINCINNATI	330-30	Retífica
10040	CORTADORA DE ENGENAGEM COM CARACOL	CARL HURTH		Cortadora
10041	CORTADORA DE ENGENAGEM COM CARACOL	CARL HURTH		Cortadora

FIGURA 19 - INVENTARIO DE MAQUINAS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

A próxima fase foi o diagnóstico individual de cada equipamento, conforme recomenda a NR 12.153, demonstrado nas figuras 20 e 21 abaixo.

CHECK LIST DE ACORDO COM A NR12.153						
SETOR	ITEM	TIPO	OPERAÇÃO			
LCE	4158	RETIFICA ANGULAR	RETIFICA			
Tópico	NBR	Item	Sim	Não	N/A	Está adequado?
Botão de Emergência	NBR 13759	No local de acionamento tem botão de emergência	X			SIM
		No painel tem botão de emergência		X		
		Existe botão de emergência em todos os lados onde pode-se trabalhar com a máquina	X			SIM
		Os botões de emergência estão ligados num relé de segurança	X			SIM
		O botão é na cor vermelha	X			SIM
		Existe uma faixa amarela na base do botão	X			SIM
		Nesta faixa está escrito na cor preta: "Emergência"	X			SIM
		O botão de emergência é de categoria 4	X			SIM
Dispositivos de acionamento	NBR 14152	Após acionado o botão de emergência a máquina exige que seja feito um rearne manual para a prensa voltar a operação		X		
		Os dispositivos de acionamento estão localizados na zona perigosa do equipamento	X			não
		Os dispositivos podem ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador	X			
		Os dispositivos de parada e acionamento impedem acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental		X		
		Os comandos de partida ou acionamento possuem dispositivos que impedem o funcionamento automático da máquina ao ser energizada		X		

FIGURA 20 - CHECKLIST DE ACORDO COM A NR12.153, PARTE A

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

Meios de acesso permanentes	EN 14122	Os meios de acesso permanentes e sistemas de proteção contra quedas em plataformas estão na inclinação e medidas de acordo com a norma (Anexo III - NR-12)	X			
Componentes pressurizados		Os componentes pressurizados estão protegidos para em caso de ruptura ou vazamento não ocasionarem acidentes		X		
		As mangueiras pressurizadas indicam a pressão máxima de trabalho admissível de acordo com o seu fabricante	X			
		O sistema pressurizado possui dispositivo para garantir que não exceda a pressão máxima de trabalho admissível	X			
		O sistema pressurizado possui dispositivo para garantir que em caso de queda de pressão progressiva ou brusca e perdas de vácuo não gerem perigo.	X			
Acionamentos por comando Bi-manual	NBR 14152	O comando Bi-manual está ligado a um relé ou CLP de segurança (*)			X	
		O comando Bi-manual tem simultaneidade			X	
		Foi construído de forma a impedir o acionamento por apenas um braço			X	
Acionamentos por pedal		O pedal tem proteção que impeça o acionamento indevido			X	
		O pedal é de acionamento elétrico, pneumático, hidráulico, etc (exceto mecânico) (*)			X	

FIGURA 21- CHECKLIST DE ACORDO COM A NR12.153, PARTE B

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

Finalizado o preenchimento dos formulários com a avaliação individual de cada equipamento demonstrando o diagnóstico de cada um, o que possui em relação a NR-12, principais tópicos, e o que não possuía, se fazia necessário elaborar um cronograma para a adequação e cada equipamento, então, foi reunida uma equipe

multidisciplinar composta de representantes da Segurança do trabalho, manufatura, manutenção e engenharia do produto para definir um critério que as máquinas seriam adequadas de acordo com a Norma NR-12 e quando seriam adequadas. O primeiro critério foi definido pelo tipo de equipamento, ficando as Prensas e Similares em primeiro plano, assim como as máquinas em que ocorreram algum tipo de acidente, em seguida, com base na apreciação de risco que foi elaborada em todos os equipamentos com base na NBR ISO 14009:97, foram adotados pesos definindo priorização e categorização, assim, foi possível saber qual máquina era mais crítica e deveria ser colocada na frente no cronograma de adequação de máquinas, abaixo temos a figura 22 que demonstra um exemplo de avaliação feita em um equipamento de acordo com a NBR ISO 14009:97.

<u>NOME DA EMPRESA</u>			
<b>Check list para Categorização e Priorização de Riscos em Equipamentos ABNT NBR 14009</b>			
Máquina: # 466	Tipo: Brochadeira Horizontal		
Setor: ESO	Data:		
<b>Classificação de Severidade</b>			
<b>S2 Irreversível</b>		<b>Peso</b>	Priorização
Existe risco de morte ou amputação?	9	9	
Existe risco de uma fratura exposta?	8	8	
Existe risco de corte com perda de substância?	7	7	
			S2 Irreversível
<b>S1 Reversível</b>			
Existe risco de uma micro fratura?	3	3	
Existe risco de um corte?	2	2	
Existe risco de uma queimadura?	1	0	
<b>Frequencia e tempo de exposição</b>			
<b>F2 Frequentemente / contínuo / longa exposição</b>		<b>Peso</b>	Priorização
O colaborador coloca a mão na área de risco 3 vezes ou mais a cada peça	9	9	
O colaborador coloca a mão na área de risco 2 vezes a cada peça	8	0	
O colaborador coloca a mão na área de risco 1 vez a cada peça	7	0	F2 Frequentemente / contínuo / longa exposição
<b>F1 Raro / pequena exposição</b>			
O colaborador só fica exposto durante o set-up?	3	0	
O colaborador só fica exposto durante um ajuste?	2	0	
O colaborador só fica exposto durante uma manutenção?	1	0	
<b>Possibilidade de evitar o perigo (refere-se à velocidade e frequência com a qual a peça analisada movimenta-se e a distância do operador da mesma)</b>			
<b>P2 Pouco possível evitar o perigo</b>		<b>Peso</b>	Priorização
O equipamento permite acesso as áreas de risco com a maquina em movimento?	7	7	
Existe risco de projeção de estilhaços, cavacos ou respingos contra o colaborador?	6	6	P2 Pouco possível evitar o perigo
<b>P1 Possível sob determinadas condições</b>			
As proteções existentes permitem acesso as áreas de risco?	3	3	
A parada do equipamento é imediata, caso acionado algum dispositivo de segurança seja acionado?	2	2	
Total		56	

FIGURA 22 - CHECKLIST DE ACORDO COM A NBR ISO 14009

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

O outro passo importante para o andamento no programa de adequação de máquinas de acordo com a NR-12 foi a definição das responsabilidades de cada setor dentro desse contexto, ficando definida de acordo com a figura 23 abaixo.

<b>GESTÃO / AQUISIÇÃO</b>		
<b>Nº</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>RESPONSABILIDADE</b>
1	Definição do Projeto	Responsável pelo projeto/SMA/GMA
2	Elaboração do pré-projeto	FORNECEDOR
3	Aprovar o pré-projeto	SMA/GMA/GOE
4	Avaliação das máquinas novas conforme check-list de RFQ	SMA / Responsável pelo projeto
5	Aquisição	RESP. PELO PROJETO
6	Instalação / Adequação: ART final NR-12/Laudo final	FORNECEDOR/GMA (CELLO)
<b>GESTÃO DO PROGRAMA</b>		
<b>Nº</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>RESPONSABILIDADE</b>
7	GESTÃO DE EQUIPAMENTOS/PROGRAMA	Manufatura
8	Atualização da Lista de Máquinas, incluindo uma coluna com o item de adequação conforme NR12: Planilha GOE	Manufatura / finanças
9	AUDITORIA DE MAQUINAS	SMA/GMA/PRODUÇÃO
10	Elaboração de auxílio visual dos elementos de segurança	
11	NR-12	SMA
12	Validação e registro da adequação: Maquina nova ou adequada	SMA/GMA/GOE
13	Registro e arquivamento adequação (ART)	SMA
14	Registro e arquivamento Manual de operação , manual de manutenção	GMA
15	Atualizar registro de manutenção de equipamento	GMA
<b>GESTÃO DE TREINAMENTOS NR-12</b>		
<b>Nº</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>RESPONSABILIDADE</b>
16	Solicitar treinamento operacional para novos/transferidos	GOE
17	Treinamento Operacional RECICLAGEM ANUAL	GRH
18	Treinamento NR-12 Operadores RECICLAGEM ANUAL	GRH
19	Treinamento NR-12 Manutentores RECICLAGEM ANUAL	GRH
20	Treinamento NR-12 Engenheiros RECICLAGEM ANUAL	GRH
21	Atualizar prontuario do funcionário	GRH
	Treinamento e elaboração de check list com equipamentos de segurança	SMA

FIGURA 23 - DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES,

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

Com todas as informações e definições em mão, concluímos o cronograma final para adequação de máquinas que foi apresentado ao Ministério do Trabalho e

Emprego, juntamente com toda documentação conforme a NR-12.153, abaixo segue a figura 24 com o gráfico do cronograma.

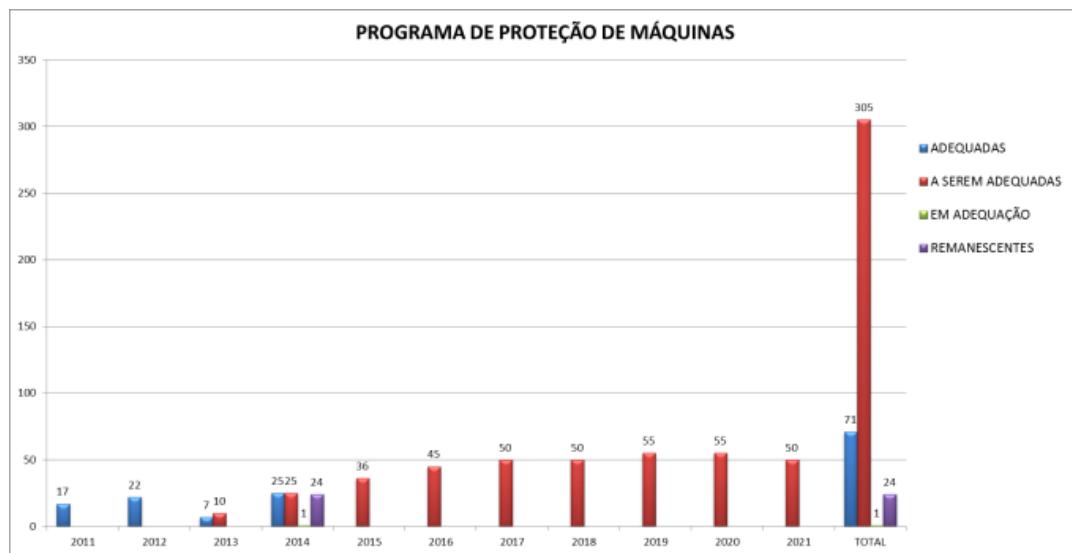


FIGURA 24 - GRÁFICO DO CRONOGRAMA DE ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

As máquinas dos setores Ferramentaria e refeitório, ficaram para uma posterior avaliação, tendo em vista, que são máquinas muito antigas e de difícil adequação devido ao processo de trabalho, priorizando uma substituição por tecnologia mais nova e adequada aos critérios da NR-12.

Com o programa de adequação de máquinas estruturado, com todas as informações técnicas, legais e financeiras em mãos conseguimos fazer uma estimativa de gastos, solicitando a matriz da empresa.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAIS

Será apresentado um exemplo prático de adequação de uma retífica cilíndrica de usinagem de acordo com a NR-12, itens mais relevantes.

**Problema Proposto:** Trata-se de uma Máquina Retífica Cilíndrica Angular da Marca Cincinnati com rebolo, que usina a extensão da carcaça metálica que serve como estrutura para acomodação do diferencial e semi eixo formando o eixo rodante que é o elemento de tração para veículos pesados, ônibus e caminhões, em uma empresa localizada na Zona Oeste do estado de São Paulo que possui uma média de 600 funcionários trabalhando em 3 turnos de segunda a sábado. A máquina usina em média 250 peças por dia, sendo que a empresa produz em média 5000 eixos por mês.

A atividade de usinagem das peças é desenvolvida da seguinte maneira: Primeiro é retirado à carcaça do suporte metálico, com auxílio de gancho e talha elétrica, movimentando-a até a retífica onde é fixado na placa hidráulica com acionamento através de um pedal simples, então se retira o gancho da peça e com o operador em frente à operação do rebolo, na parte frontal da máquina, pressiona o botão de avanço do rebolo ajustando para a usinagem necessária, conforme o equipamento de medição, finalizada a usinagem é feita a remoção da peça com auxílio do gancho novamente.

Periodicamente é realizada a atividade de *setup* do equipamento, realizando a dressagem do rebolo, que é a correção do desgaste do rebolo, necessitando que o operador suba na parte traseira do equipamento e acompanhe a dressagem fazendo a regulagem do dressador.

As figuras 25 e 26 abaixo demonstram o cenário mencionado.



FIGURA 25 - RETIFICA CILÍNDRICA ANGULAR USINANDO A CARCAÇA DO EIXO DE TRAÇÃO – VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.



FIGURA 26 - OPERADOR ACIONANDO A MÁQUINA PARA USINAGEM DA PEÇA – VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

### 3.2 METODO

O processo de adequação da máquina inicia-se pela análise de risco no local do trabalho, elaborada por um profissional habilitado e suportado por uma equipe multidisciplinar composta por: Operador da máquina, preparador de máquina, que é o profissional que faz todo ajuste do equipamento, técnicos em manutenção, técnico em segurança do trabalho e supervisor de produção.

A análise de risco utilizada para encontrar a categoria de segurança foi de acordo com a NBR14153, para determinação da categoria de segurança dos sistemas e interface de segurança da máquina. Determinando a categoria de segurança da máquina elabora-se a avaliação de risco, quantificando em cada acesso do equipamento os níveis que podem estar críticos ou inaceitáveis de maneira que após a implantação das medidas recomendadas esses tornaram-se aceitáveis, utilizando como base o método HRN (*Hazard Rating Number*) que analisa a possibilidade da ocorrência do evento perigoso, a frequência de exposição, o grau de risco da possível lesão e o número de pessoas expostas, obtendo o HRN que é o produto desses fatores.

As medidas propostas para redução do HRN são proteções mecânicas móveis e fixas dotados de dispositivos de bloqueio monitorados por uma interface de segurança, relé ou controlador configurável de segurança para garantia do perfeito funcionamento das proteções.

Para eliminação do risco na operação de dressagem do rebolo da retifica foi sugerido a automação do processo, obtendo a redução no número da HRN para um nível aceitável.

Para demonstrar todo o trabalho de adequação na máquina elaborou-se uma comparação entre o antes e depois da adequação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de adequação Inicia-se com a Análise de Risco identificando todos os pontos de risco.

Risco 01: Acesso frontal da máquina a área de esmagamento

Análise de risco conforme NBR 14153 - Identificação dos pontos de risco.

Tipo de Risco: Esmagamento e contusão na seguinte condição:

O operador eventualmente pode colocar as mãos na parte interna da máquina onde há riscos de esmagamento entre o rebolo da máquina em movimento e a peça sendo usinada.

Gravidade do ferimento: Severa (S2) - Caso o operador coloque as mãos ou dedos na zona de esmagamento, o ferimento será grave, levando a esmagamento e até mesmo a perda do membro superior.

Exposição: Exposição Frequente (F2) - O operador interage com a peça durante o ciclo de usinagem, fazendo ajustes e regulagens.

Possibilidade de evitar o perigo: Possível (P2) – Não será possível evitar o risco levando em consideração a velocidade de movimentação do rebolo, aproximadamente 1700 RPM (Rotação por Minutos), o que não permite uma ação do operador, caso tenha contato com o mesmo em movimento.

➤ Categoria Encontrada: 04

Com a determinação da categoria de segurança requerida através da Avaliação de Risco, conforme determina a NBR 14153, inserida na figura 09, inicia-se o processo de avaliação quantitativa.

Utilizando o método HRN (*Hazard Rating Number*), sendo que:

Possibilidade de Ocorrência do Evento Perigoso (PO) = 15 pontos – Certo.

Frequência da Exposição (FE)= 05 pontos - Constantemente

Grau da Possível Lesão (DPH)= 06 pontos - Perda de 01 ou 02 dedos das mãos / dedos dos pés

Número de Pessoas sob Risco (NP) = 01 ponto - 01-02 pessoas

HRN= PO x FE x DPH x NP.

HRN = 15 x 05 x 06 x 01

HRN = 450 - Risco Crítico – Necessita implementar ações corretivas imediatas para conter e corrigir a situação não conforme a fim de evitar o acidente / dano ou minimizar os efeitos do acidente / dano.

A seguir os pontos analisados.

- Vista frontal Antes da adequação, figura 27:

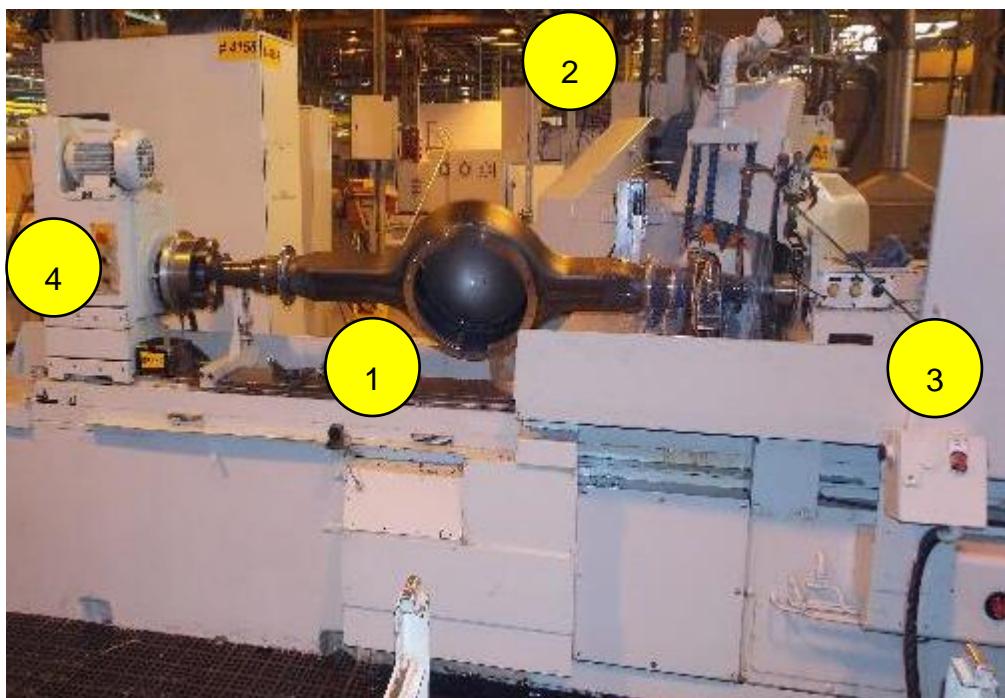


FIGURA 27 - RETIFICA ANTES DA ADEQUAÇÃO DE SEGURANÇA – VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALÚRGICA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de proteção móvel na parte frontal da máquina monitorada por cortina de luz.
- 2- Instalação de chave fim de curso categoria 4 na porta frontal.
- 3- Substituição do botão de emergência no painel frontal por botão categoria 4;
- 4- Instalação de proteção fixa na parte frontal.

Após as implementações realizadas, seguem os apontamentos, vista frontal:

- Vista frontal depois de implantadas as adequações, conforme as figuras 28 e 29.

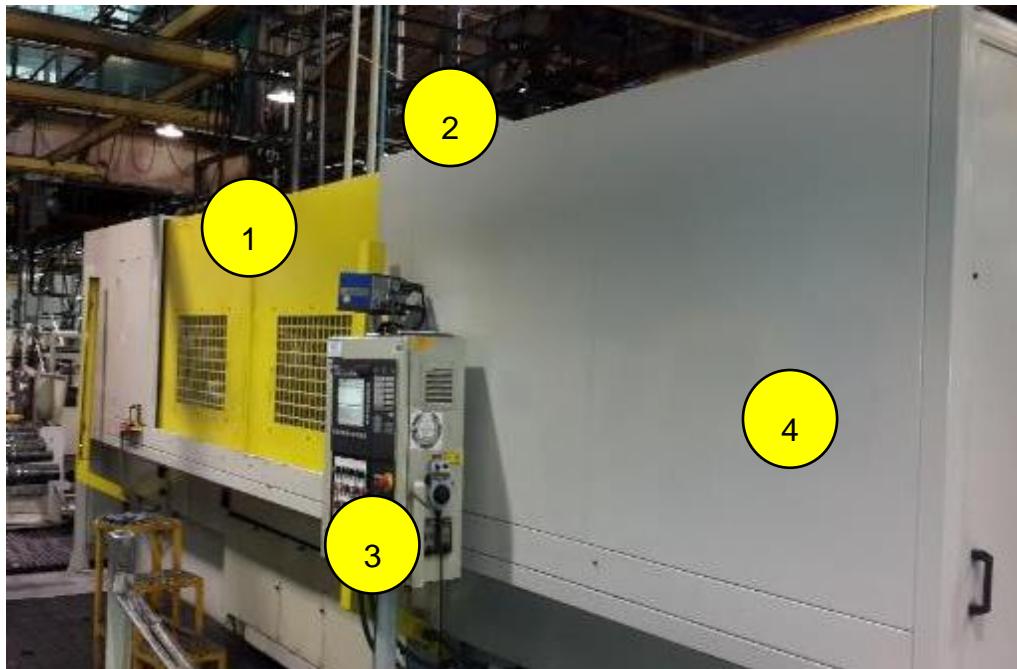


FIGURA 28 - RETIFICA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO – VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Realizada a Instalação de proteção móvel na parte frontal da máquina monitorada por cortina de luz;
- 2- Realizada a Instalação de chave fim de curso categoria 4 na porta frontal;
- 3- Realizada a Substituição do botão de emergência no painel frontal por botão categoria 4;
- 4- Realizada Instalação de proteção fixa na parte frontal.

- ✓ Vista Cortina de Luz instalada na adequação, Figura 29:



FIGURA 29 - CORTINA DE LUZ – VISTA FRONTAL 2

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Realizada a instalação de cortina de luz com altura de 1200 mm e resolução de 30 mm categoria 4 de acordo com NR12.42 c
  
- ✓ Vista chave de segurança porta frontal depois da adequação, figura 30.

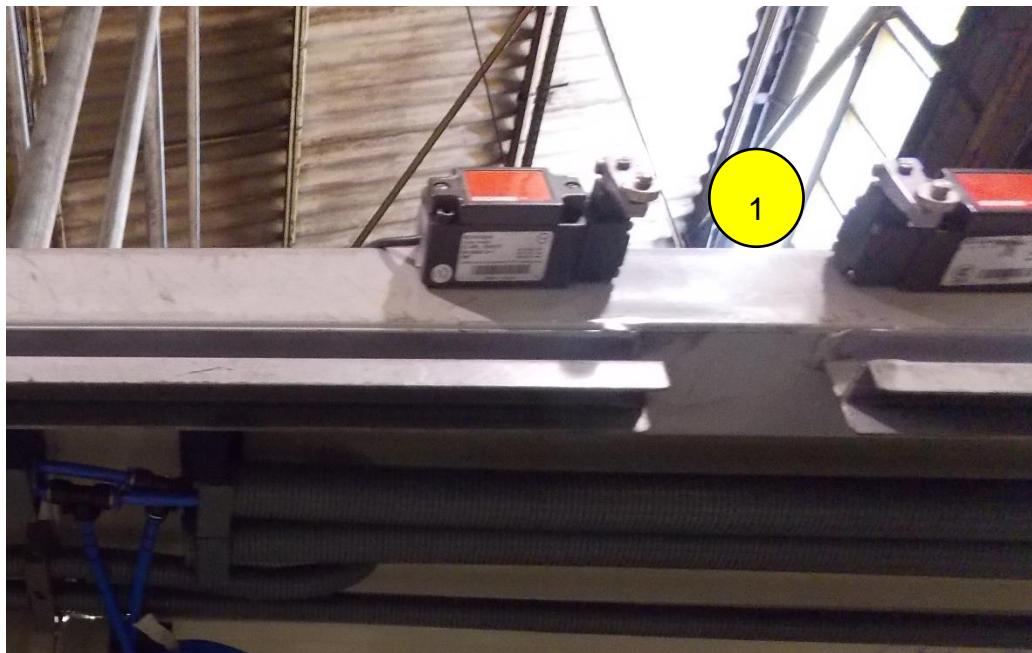


FIGURA 30 - CHAVE DE SEGURANÇA – VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de 02 chaves fim de curso de segurança em modo positivo categoria 4 para monitoramento das 2 proteções móveis conforme NR12.41b.
- ✓ Vista Porta Móvel Frontal depois da adequação, Figura 31.

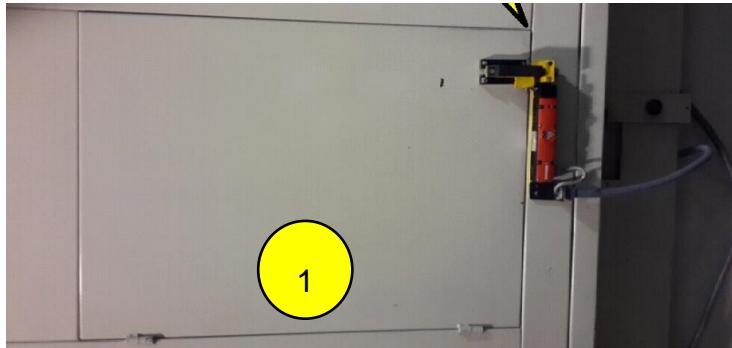


FIGURA 31 - PORTA MÓVEL COM CHAVE ELETROMAGNÉTICA - VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de chave eletromecânica de segurança com travamento mecânico para monitorar a proteção móvel conforme NR12.41b

- ✓ Instalação de proteção móvel no Rebolo, Figura 32:

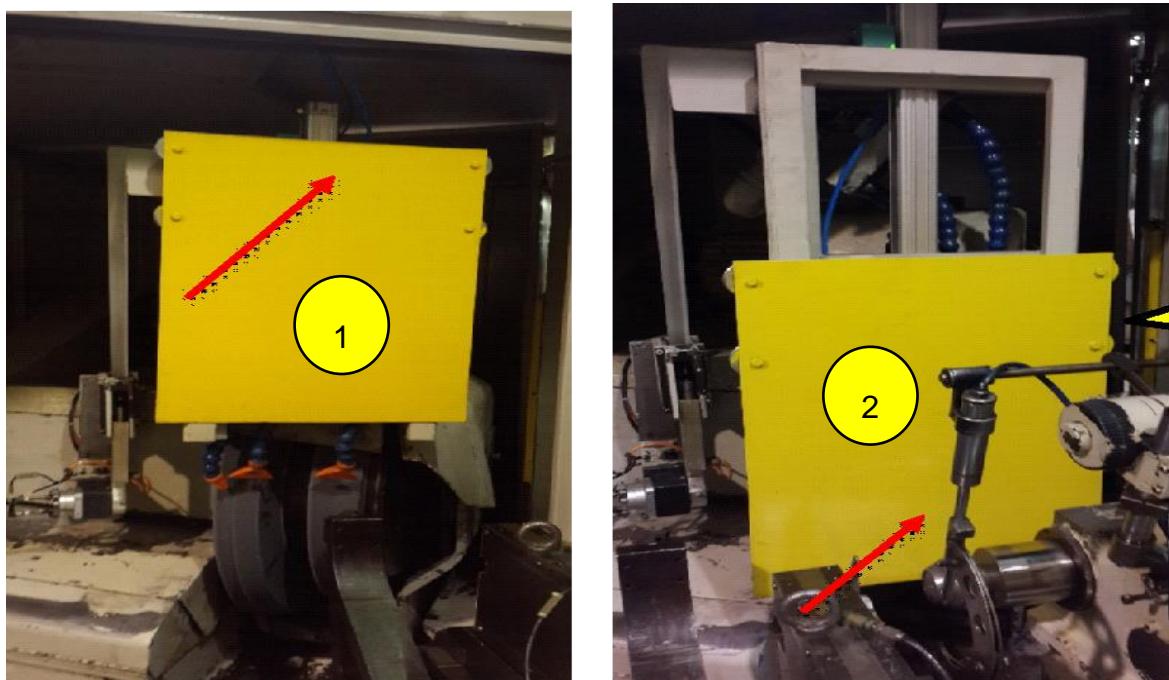


FIGURA 32 - PORTA MÓVEL NO REBOLO - VISTA FRONTAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de proteção móvel de proteção ao operador no acesso ao rebolo girando em alta velocidade no momento em que a porta frontal é aberta para retirada ou colocação da peça, posição em cima;
- 2- Instalação de proteção móvel de proteção ao operador no acesso ao rebolo girando em alta velocidade no momento em que a porta frontal é aberta para retirada ou colocação da peça, posição embaixo;

- ✓ Vista Lateral Direita Antes da adequação, Figura 33:

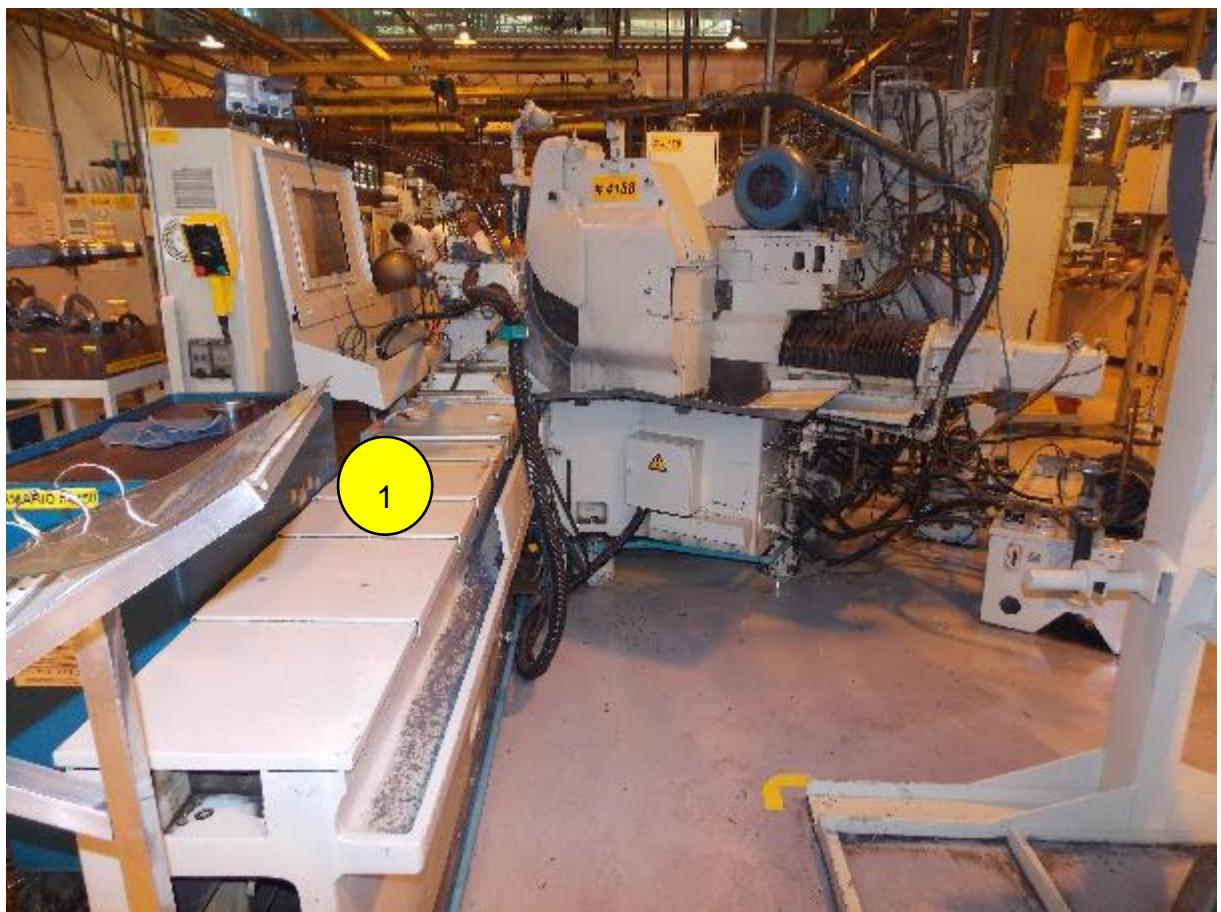


FIGURA 33 - RETIFICA CILÍNDRICA - VISTA LATERAL DIREITA ANTES DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Lateral sem nenhum tipo de proteção fixa ou móvel para impedir o acesso a área de movimentação da máquina.

- ✓ Vista Lateral Direita Depois da adequação, figura 34.

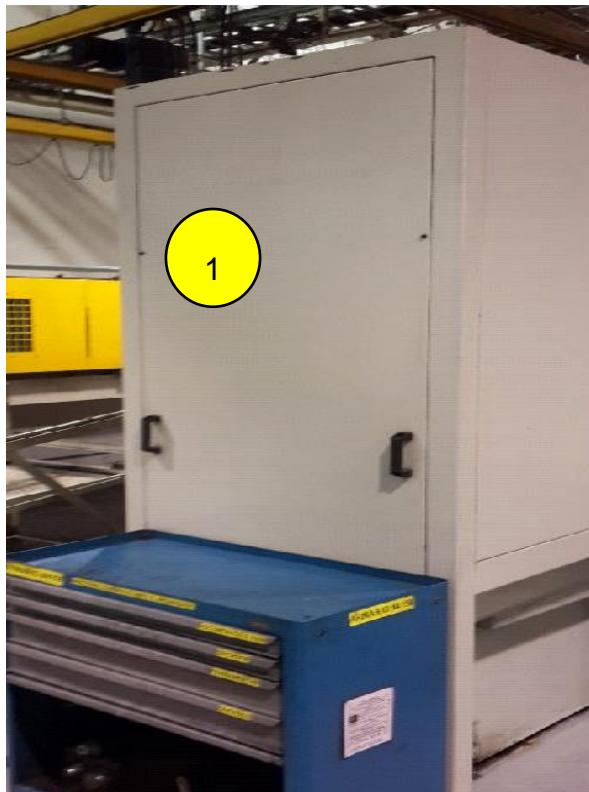


FIGURA 34 - RETIFICA CILÍNDRICA - VISTA LATERAL DIREITA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Lateral direita após instalação de proteção fixa conforme NR12.41a.

- ✓ Vista Lateral Esquerda antes da adequação, figura 35.



FIGURA 35 RETIFICA CILÍNDRICA - VISTA LATERAL ESQUERDA ANTES DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Lateral esquerda sem nenhum tipo de proteção fixa ou móvel para impedir o acesso a área de movimentação da máquina.

- ✓ Vista Lateral Esquerda depois da adequação, figura 36.



FIGURA 36 - RETIFICA CILÍNDRICA - VISTA LATERAL ESQUERDA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de proteção fixa na lateral direita da máquina, protegendo toda movimentação da mesa e giro da peça, conforme Nr12.41 a.

- ✓ Vista Traseira Antes da adequação, figura 37.

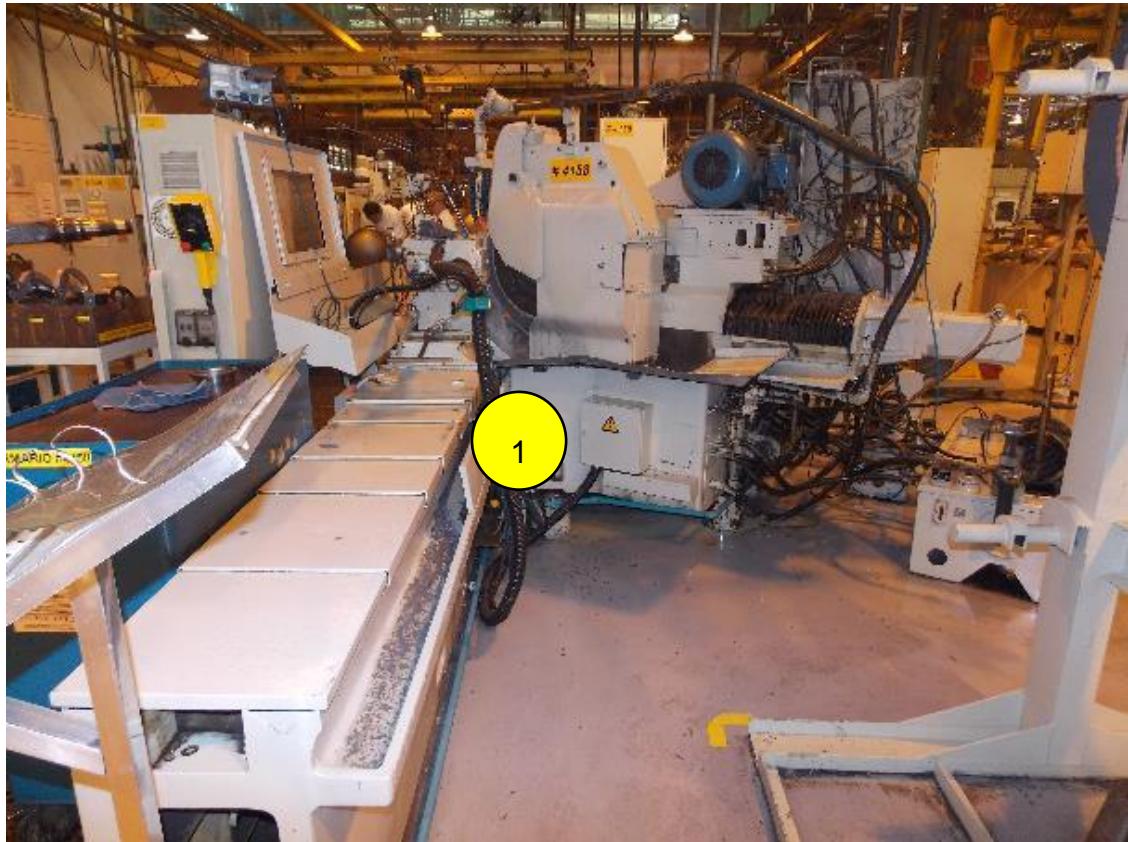


FIGURA 37 - RETIFICA CILÍNDRICA - VISTA TRASEIRA ANTES DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Falta de proteção mecânica fixa ou móvel na parte traseira para impedir acesso ao giro do rebolo e movimento do carro do rebolo.

- ✓ Vista Traseira Depois da adequação, figura 38 e 39.

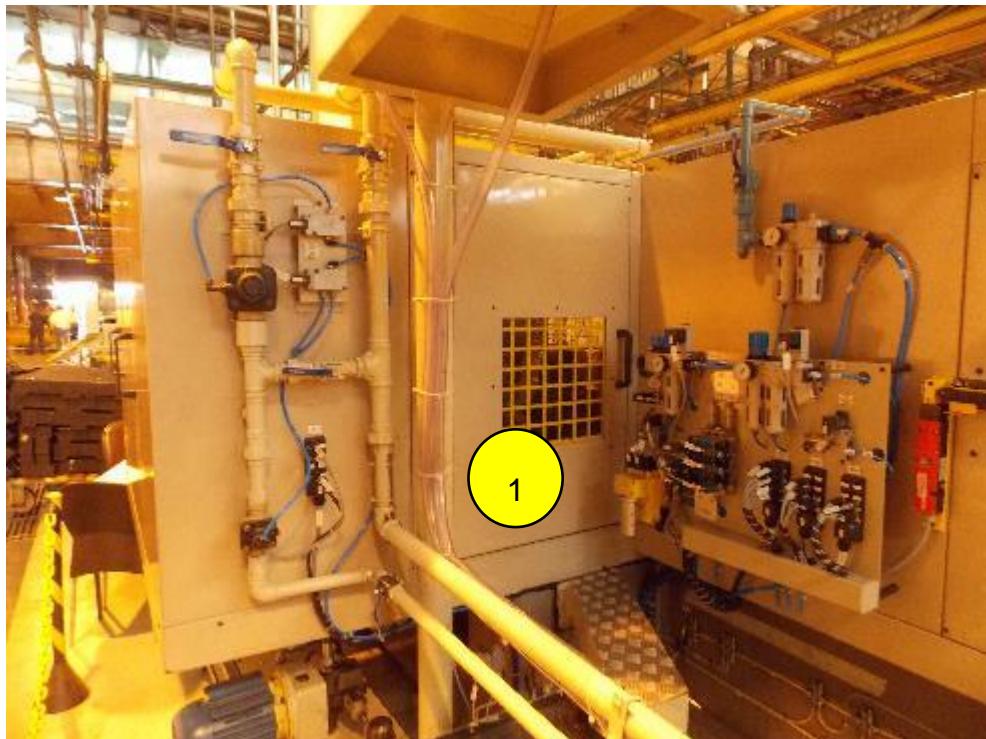


FIGURA 38 - PROTEÇÃO FIXA TRASEIRA - VISTA APÓS A ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

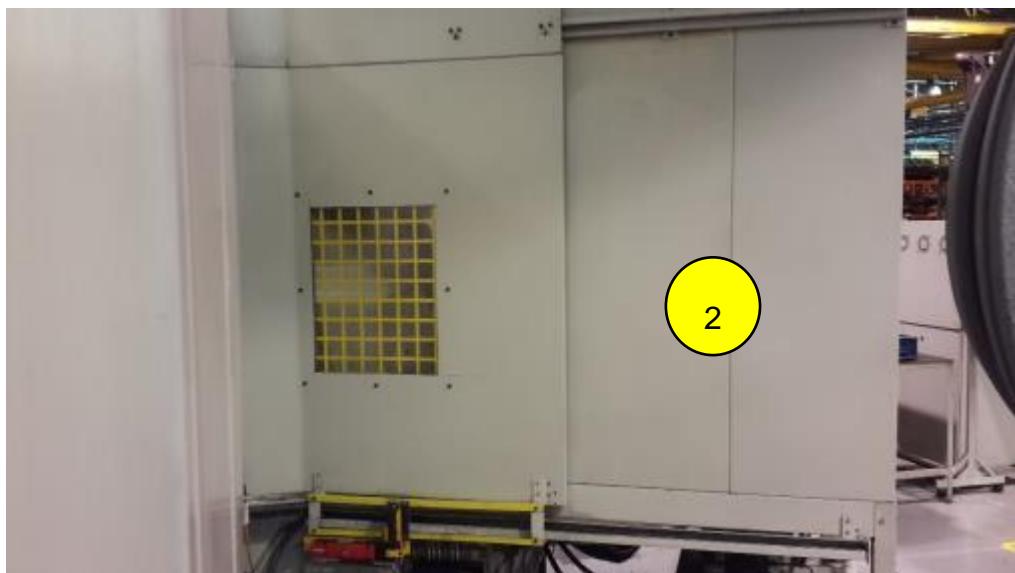


FIGURA 39 - PROTEÇÃO MÓVEL TRASEIRA - VISTA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- 1- Instalação de proteção móvel mecânica fixa na parte traseira direita;

2- Na parte traseira do equipamento foi instalada uma proteção móvel corrediça da qual servirá para troca do rebolo, essa está monitorada com chave de segurança eletromecânica com travamento mecânico conforme item 12.41b da Norma NR12.

- ✓ Instalação de proteção fixa para acesso a área do motor e reservatório Hidráulico do equipamento, conforme a figura 40 a seguir.

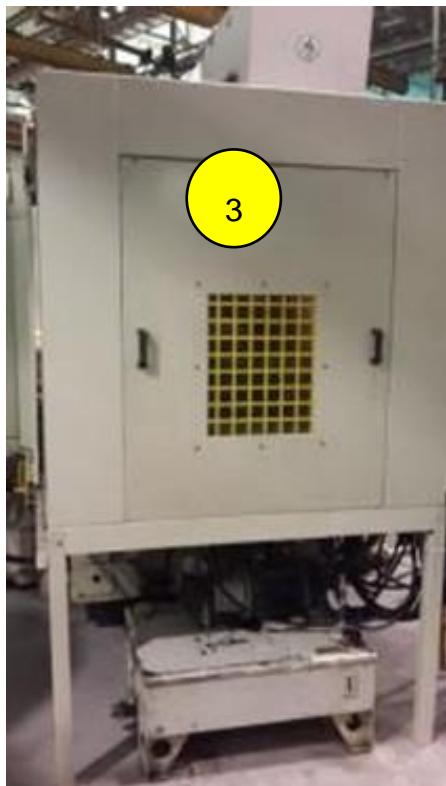


FIGURA 40 - ACESSO A ÁREA HIDRÁULICA - VISTA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- ✓ Vista Traseira Esquerda Depois da adequação, figura 41.

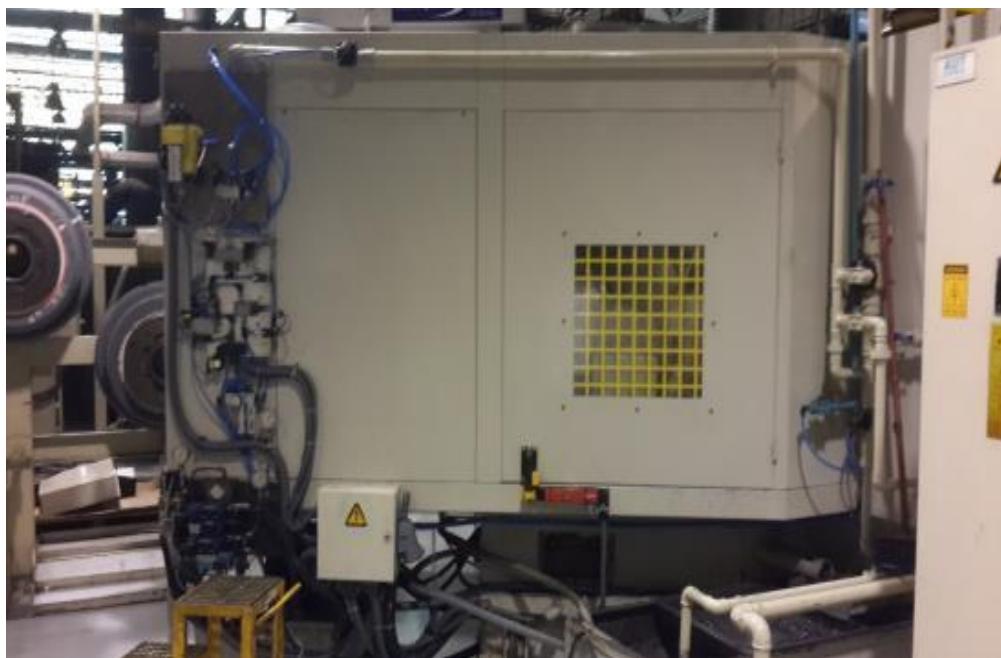


FIGURA 41 - VISTA TRASEIRA ESQUERDA - DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

Na parte traseira lado esquerdo foi instalado uma proteção mecânica móvel, monitorada por chave de segurança eletromecânica com travamento mecânico, conforme item 12.41b e proteção fixa conforme item 12.41a da Norma NR12, que serve também como apoio para as válvulas pneumáticas de segurança do equipamento.

- ✓ Vista Superior com o eliminador de nevoas, Depois da adequação, figura 42.

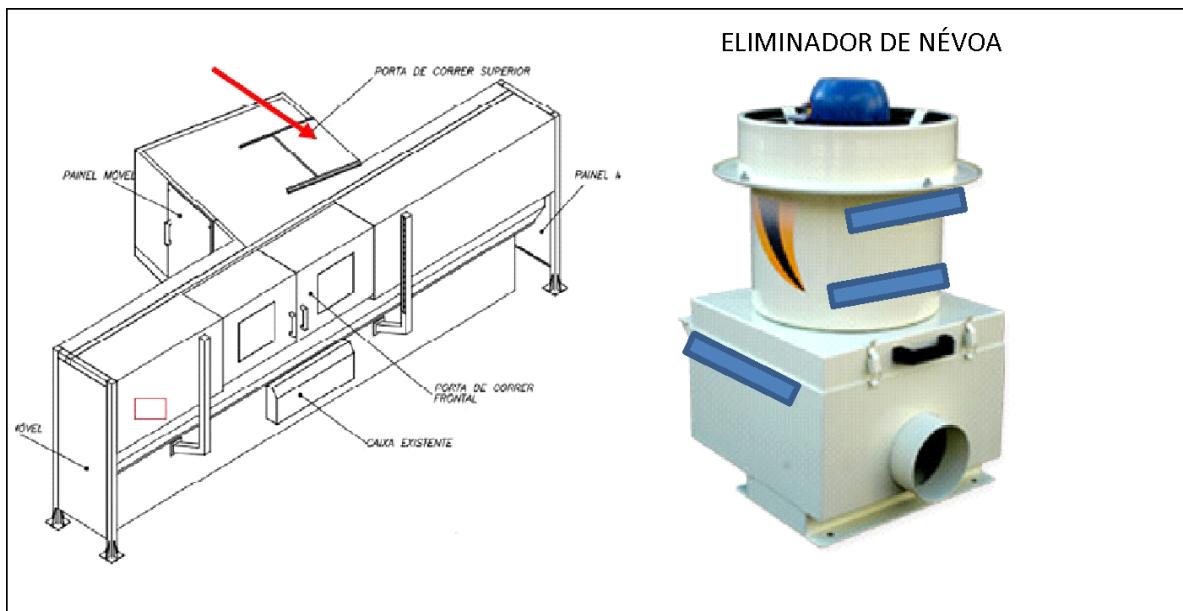


FIGURA 42 - VISTA SUPERIOR - DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

FONTE: DELLBRO / EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

Na parte superior do equipamento foram instaladas proteções mecânicas fixas e proteção móvel em formato “L” que abrem a parte frontal ou lateral juntamente com a superior.

Para proteção a riscos mecânicos o equipamento foi totalmente enclausurado, assim, toda nevoa do óleo refrigerante produzido na usinagem sairia para parte frontal no momento a abertura, para tanto, instalou um Eliminador de Névoa que fica na parte superior do equipamento trabalha eliminando toda nevoa durante o processo, conforme a figura 42, acima.

Depois de realizada a instalação das proteções, conforme recomenda a NR-12, será demonstrado a análise quantitativa através do método HRN (*Hazard Rating Number*), apresentando o quanto se reduziu com as adequações:

Possibilidade de Ocorrência do Evento Perigoso (PO) = 0,033 pontos – Quase impossível.

Frequência da Exposição (FE)= 05 pontos - Constantemente

Grau da Possível Lesão (DPH)= 06 pontos - Perda de 01 ou 02 dedos das mãos / dedos dos pés

Número de Pessoas sob Risco (NP) = 01 ponto - 01-02 pessoas

HRN= PO x FE x DPH x NP.

HRN =  $0,033 \times 05 \times 06 \times 01$

HRN = 0,99 - Risco Aceitável – Nível de risco sobre controle, ou seja, todos os controles operacionais e administrativos são praticados necessita ser monitorado constantemente a fim de assegurar que o nível de risco seja mantido.

Os resultados obtidos com a análise de risco através do método HRN, podem ser demonstradas nas figuras abaixo:

- ✓ Analise de risco acesso frontal da retifica, figuras 43 e 44.

HRN ANTES DAS RECOMENDAÇÕES ACESSO FRONTAL DA MÁQUINA		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	CERTO	15
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	CONSTANTEMENTE	5
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS OU QUEIMADURAS GRAVES	6
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	450	
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: CRÍTICO		
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO <input checked="" type="checkbox"/>	ERGONOMICO
	TÉRMICO	QUÍMICO
DESCRIÇÃO DOS RISCOS		
Contato com as mãos na área de esmagamento pela parte frontal da máquina; Contato com as mãos na área de esmagamento do fechamento da porta automática Instalação de válvula de segurança pneumática para monitorar o cilindro pneumático da porta frontal da máquina; Instalação de proteção mecânica fixa nas laterais e proteção móvel na parte frontal da máquina.		
CATEGORIA DE SEGURANÇA	B	1
		2
		3
		4
		<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 43 - Analise de risco acesso frontal antes

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

HRN APLICANDO AS RECOMENDAÇÕES ACESSO FRONTAL DA MÁQUINA				
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	CERTO			0,0333
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	CONSTANTEMENTE			5
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS OU QUEIMADURAS GRAVES			6
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS			1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	0.99			
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ACEITÁVEL				
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO	X	ERGONOMICO	TÉRMICO
				QUÍMICO
RECOMENDAÇÕES				
1- Instalação de 2 chaves de posição de segurança em modo positivo categoria 4 para monitorar o fechamento da porta automática conforme NR12.41b. 2- Instalação de botão de emergência conforme NR12.58. 3- Instalação e cortina de Luz categoria 4 para monitorar a porta frontal automática conforme NR12.42c 4- Instalação de válvula de segurança pneumática categoria 4 para monitorar o cilindro pneumático conforme NR12.42c				

FIGURA 44 - ANALISE DE RISCO ACESSO FRONTAL DEPOIS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- ✓ Analise de risco acesso lateral da retifica, figuras 45 e 46

HRN ANTES DAS RECOMENDAÇÕES ACESSO LATERAL DIREITO DA MÁQUINA						
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	Muito Provável			10		
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	EM TERMOS DE HORAS			4		
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS			6		
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS			1		
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	240					
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ALTO						
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO	X	ERGONOMICO	TÉRMICO		
				QUÍMICO		
DESCRÍÇÃO DOS RISCOS						
Instalação de proteção mecânica fixa						
CATEGORIA DE SEGURANÇA	B	1	2	3	4	X

FIGURA 45 - ANALISE DE RISCO ACESSO LATERAL

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

HRN APLICANDO AS RECOMENDAÇÕES ACESSO LATERAL DIREITO DA MÁQUINA		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	CERTO	0,0333
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	EM TERMOS DE HORAS	4
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS OU QUEIMADURAS GRAVES	6
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	0,79	
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ACEITÁVEL		
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO	X
	ERGONOMICO	
	TÉRMICO	
	QUÍMICO	
RECOMENDAÇÕES		
INSTALAÇÃO DE PROTEÇÃO FIXA CONFORME NR12.41A		

FIGURA 46 - ANALISE DE RISCO ACESSO LATERAL DEPOIS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- ✓ Analise de risco acesso a parte traseira da retifica, figura 47 e 48.

HRN ANTES DAS RECOMENDAÇÕES ACESSO PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	Muito Provavel	10
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	EM TERMOS DE HORAS	4
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS OU QUEIMADURAS GRAVES	6
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	240	
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ALTO		
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO	X
	ERGONOMICO	
	TÉRMICO	
	QUÍMICO	
DESCRÍÇÃO DOS RISCOS		
Contato com as mãos na área de esmagamento pela parte traseira da máquina, Contato com as mãos na área do rebolo que está girando em alta velocidade pela parte traseira da máquina		
CATEGORIA DE SEGURANÇA	B	1
		2
		3
		4
		X

Figura 47 - Analise de risco acesso lateral antes

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

HRN APLICANDO AS RECOMENDAÇÕES ACESSO A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	CERTO	0,0333
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	EM TERMOS DE HORAS	4
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	PERDA DE 01 OU 02 DEDOS DAS MÃOS OU PÉS	6
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	0,79	
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ACEITÁVEL		
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO <input checked="" type="checkbox"/>	ERGONOMICO
RECOMENDAÇÕES		
1- Instalação de proteção mecânica fixa na part traseira conforme NR12.41a 2- Instalação de 2 portas móveis de manutenção com instalação de chave eletromagnética com travamento conforme NR12.41b 3- Instalação de proteção mecânica fixa nas partes traseiras direita e esquerda conforme NR12.41a		

FIGURA 48 - ANALISE DE RISCO ACESSO LATERAL DEPOIS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- ✓ Analise de risco painel elétrico da retifica, figuras 49 e 50.

HRN ANTES DAS RECOMENDAÇÕES PAINEL ELÉTRICO DA MÁQUINA		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	ALGUMA CHANCE	5
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	SEMANALMENTE	1,5
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	FRATURA ENFERMIDADE GRAVE	4
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	30	
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: MODERADO		
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO <input checked="" type="checkbox"/>	ERGONOMICO
DESCRÍÇÃO DOS RISCOS		
RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO INSTALAÇÃO DE CONTROLADOR CONFIGURAVEL DE SEGURANÇA CATEGORIA 4 PAINEL ELETRICO EM EXTRA BAIXA TENSÃO INSTALAÇÃO DE SEGUNDA CONTATORA EM SÉRIE		
CATEGORIA DE SEGURANÇA	B	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/>

FIGURA 49 - ANALISE DE RISCO PAINEL ELÉTRICO – RETIFICA ANTES

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

HRN APLICANDO AS RECOMENDAÇÕES PAINEL ELÉTRICO DA MÁQUINA					
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	QUASE IMPOSSÍVEL	0,0333			
FREQUENCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	SEMANALMENTE	1,5			
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	FRATURA ENFERMIDADE GRAVE	4			
NUMERO DE PESSOAS EXPOSTAS (NP)	1-2 PESSOAS	1			
NÍVEL DO RISCO (LO X FE X DPH X NP)	0.198				
CLASSIFICAÇÃO DO RISCO: ACEITÁVEL					
RISCO ENCONTRADO: ELÉTRICO	MECÂNICO	X	ERGONOMICO	TÉRMICO	QUÍMICO
RECOMENDAÇÕES					
1- Instalação de controlador configurável de segurança categoria 4 para realizar a lógica de segurança da máquina conforme NR12.42a 2- Instalação de segunda contadora em série monitorado pelo CCS categoria 4 3- Instalação de relé de segurança ELAN para monitorar a parada do giro do rebolo.					

FIGURA 50 - ANALISE DE RISCO PAINEL ELÉTRICO – RETIFICA DEPOIS

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

#### 4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS COM ADEQUAÇÃO DE MAQUINA.

A adequação da retifica cilíndrica em relação à NR-12 se deu através de implementações de dispositivos de modo a tornar o equipamento o mais seguro possível, dentro de um estudo metodológico de análise de risco, apontando o que estava com risco crítico ou inaceitável, e com a instalação das proteções, mecânicas fixas ou móveis, dispositivos de monitoramento, botões de acionamento e válvulas, vieram a se enquadrar em uma faixa e risco aceitável.

##### 4.1.1 Dispositivos utilizados na adequação:

- ✓ 01 Controlador configurável de Segurança REER (MOSAIC M1) (figura 51), utilizado para monitorizar dispositivos de entrada, tais como botões de paragem de emergência, fins de curso, barreiras de segurança e outros dispositivos de segurança;



FIGURA 51 CONTROLADOR CONFIGURÁVEL

FONTE: REER, 2015

- ✓ 04 Módulos de Expansão de Segurança REER (MI8O2) (figura 52), são usados para aumentar a confiabilidade de controle e integridade de segurança de um circuito e dispositivos.



Figura 52 Módulos de expansão

FONTE: REER, 2015

- ✓ 01 Rele de Segurança ELAN (SSW301HV) (figura 53), cumprem a função de supervisionar os circuitos em equipamentos e máquinas, garantindo a segurança do operador e do sistema;

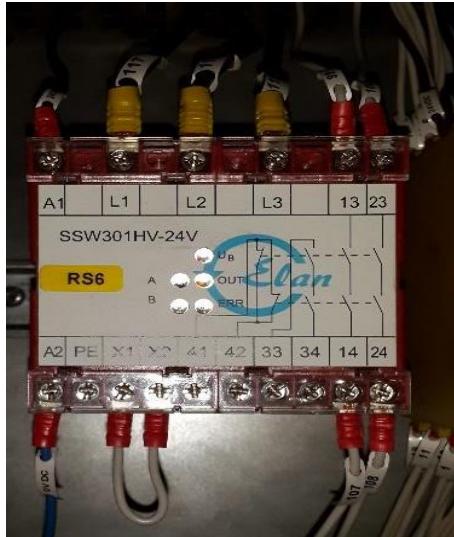


FIGURA 53 RELÉ DE SEGURANÇA

FONTE: REER, 2015

- ✓ 01 Cortina de Luz SICK Transmissora (C4C-SA12030A10000) (figura 54), São equipamentos opto eletrônicos com certificação de segurança utilizados para a supervisão de áreas com zona de risco ou perigo aos operadores.



Figura 54 Cortina de luz SICK

Fonte: Schmersal, 2015.

- ✓ 03 Chaves Eletromecânicas EUCHNER (TX1-024M) (figura 55), utilizada na máquina de modo a impedir a abertura da porta enquanto tiver qualquer movimento na máquina;



FIGURA 55 CHAVES ELETROMECÂNICAS

FONTE: REER, 2015

- ✓ 04 Chaves Fim de Curso EUCHNER (NZ1HS-538M) (figura 56), aplicada para comunicação entre a porta de correr automática e a proteção móvel interna do equipamento de maneira a proporcionar a sincronia entre abertura e fechamento das mesmas;



FIGURA 56 CHAVES FIM DE CURSO

FONTE: REER, 2015

- ✓ 01 Chave Magnética de Segurança EUCHNER (CMS-R-BZB-SC) (figura 57), aplicada nas proteções móveis que não necessitam de travamento, de maneira que a abertura da proteção móvel corte a energia e movimentos com a simples abertura e desconexão da chave;



FIGURA 57 - CHAVE MAGNÉTICA

FONTE: REER, 2015

- ✓ 01 Botão de emergência Euchner (ES-XW1E-BV412MFR) (figura 58), utilizado para casos em que necessite a parada imediata do movimento de risco da máquina, sua atuação cortará todo movimento da máquina e para que seja rearmada a mesma esse deverá ser rearmado com o movimento de girar e após isso deve ser acionado o botão de rearne.



FIGURA 58 - BOTÃO DE EMERGÊNCIA

FONTE: REER, 2015

- ✓ 01 Válvula de Segurança ROSS (DM2DDA42A2X) (figura 59), Impedem o acionamento inesperado do cilindro pneumático, eliminando energia residual e proporcionando a real parada do mesmo quando acionado;



FIGURA 59 - VÁLVULA DE SEGURANÇA

FONTE: TECNIAR, 2016

- ✓ 01 contadora de potência, figura 60, dispositivo eletromecânico que permite, a partir de um circuito de comando, efetuar o controle de cargas num circuito de potência;

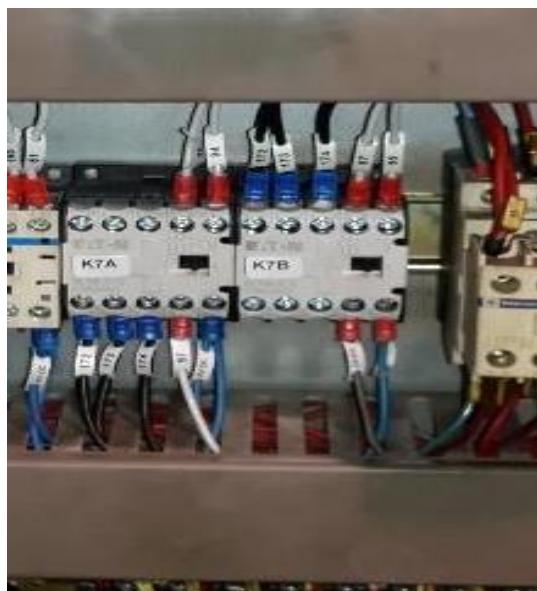


Figura 60 - Contadora de potência

FONTE: EATON, 2015

- ✓ 01 Chave seccionadora geral, figura 61, com função de parada geral do equipamento em caso de manutenção ou trocas de ferramentas em que necessite cortar a energia elétrica geral da máquina, além de permitir a conexão de chave de bloqueio com cadeado individual para o responsável pela parada.



FIGURA 61 - CHAVE SECCIONADORA GERAL

FONTE: ACE SCHMERSAL, 2015

#### 4.1.2 Proteções mecânicas

Foram projetadas e instaladas Proteções mecânicas nas faces dianteira, traseira, superior e laterais direita e esquerda, sendo as mesmas do tipo fixa ou móvel.

#### 4.1.3 Proteção mecânica fixa

São estruturas metálicas feitas em aço carbono, dobrada e com acabamento em pintura epóxi, são instaladas por meio de parafusos ou solda elétrica de maneira quem em caso de manutenção para serem removidas são necessários dispositivos e pessoas qualificadas para removerem, sua principal finalidade é impedir o acesso ao interior do equipamento, ou ponto de movimento do rebolo ou projeção de objetos que possam se soltar no momento da usinagem da peça. Foram instalados visores nas proteções fixas em suas faces dianteira e traseira para facilitar a visualização do processo sem ter a necessidade de abertura da porta da máquina, essa é composta por camadas de policarbonato de 06 mm, grade metálica em aço carbono e vidro laminado na parte interna, onde existe o contato com o fluido lubrificante da retífica, conforme a figura 62, a seguir.

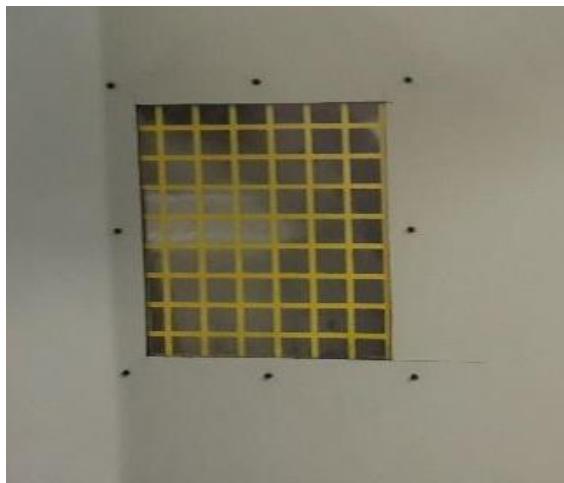


FIGURA 62 - VISOR INSTALADO NA PROTEÇÃO METÁLICA

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

#### 4.1.4 Proteção mecânica móvel

São estruturas metálicas em aço carbono cortadas, dobradas e instaladas com dobradiças na parte traseira se movimentando manualmente ou corredeiras em trilho na parte frontal, se movimentando através de cilindro pneumático, com acabamento em pintura epóxi. Seu principal objetivo é impedir o acesso à parte interna do equipamento quando esse estiver em movimento ou durante a usinagem da peça, de maneira que são dotadas de dispositivos eletrônicos de monitoramento, durante sua abertura a máquina não funciona. A figura 63 a seguir mostra o projeto do *layout* da carenagem metálica a ser instalada no equipamento.

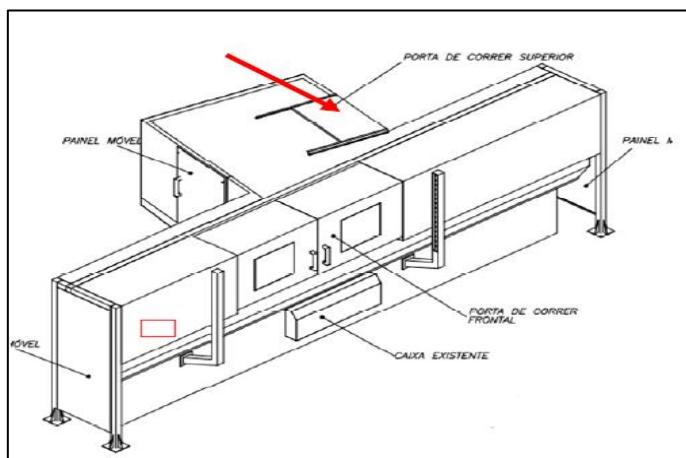


Figura 63 - Projeto da carenagem mecânica.

FONTE, EMPRESA METALÚRGICA, 2015.

#### **4.1.5 Monitoramento**

São todos os dispositivos de segurança instalados de maneira a controlar as funções de segurança do equipamento, atendendo os requisitos da NR-12.

#### **4.1.6 Controlador configurável de segurança (ccs)**

Foi proposto realizar todo o comando do dispositivo através de um controlador configurável de segurança certificado categoria 4, todas as entradas e saídas são alimentados em 24V DC.

#### **4.1.7 Botão de emergência**

Foram instalados botões de emergência no painel de acionamento do equipamento, parte traseira e no painel elétrico, esses tem como função cortar toda energia elétrica, mecânica ou hidráulica do equipamento parando todo movimento que possa gerar risco ao colaborador, atendem a NR-12.56, sendo que após acionado esse permanece travado e somente será liberado com ação manual voluntaria do operador após girar a cabeça no sentido horário, possui dois canais NF (normalmente fechados) e monitoramento da quebra de contato, ou seja, caso o bloco de contatos da base desprenda da cabeça de atuação (atuador tipo cogumelo), os mesmos permanecem em estado NA (normalmente aberto), isso impede quem em caso de problema com o botão de emergência a máquina entre em funcionamento.

#### **4.1.8 Chave de segurança magnética**

A chave de segurança magnética é constituída de dois componentes: o atuador e a cabeça leitora, sendo que a cabeça leitora possui dois contatos NA (normalmente aberto) e, ao aproximar-se em torno de 2mm do atuador, o mesmo comuta os dois canais para o estado de NF (normalmente fechado). Esta chave de segurança magnética tem a função de garantir que somente haja movimentação do dispositivo com a porta frontal fechada, não tem função de travamento, ou seja, só são utilizadas em parte de equipamento que não exista inercia ou exija bloqueio da porta em caso de abertura manual.

#### 4.1.9 Contatores em redundância

Foram instaladas contatoras em série conforme item 12.37 da NR12, para controle da lógica de segurança e intertravamentos elétrico da máquina, o que garante a segurança em caso de falha das mesmas, desligando o motor elétrico que é a principal fonte de energia mecânica do rebolo, elétrica e acionamento da bomba hidráulica da lubrificação. Em caso de perda da função de segurança neste tipo de ligação somente será possível caso haja a falha nas duas contatoras ao mesmo tempo; como este é um evento cuja probabilidade de ocorrer é muito pouco provável presume-se que seja um risco residual, ou seja, um risco aceitável em projeto, pois se uma contadora colar os contatos de potência a outra garantirá por estar em série no circuito que, por sua vez, assegurará o desligamento correto.

#### 4.1.10 Botões de açãoamento

Foram eliminadas algumas alavancas de acionamento, botões inadequados de acordo com a NR-12, e instalado um painel de acionamento na parte frontal do equipamento deixando todo acionamento acessível ao operador no ponto de operação, com visão ao processo da máquina. No painel foram instalados os seguintes botões conforme a figura 64:



FIGURA 64 - PAINEL DE AÇÃOAMENTO

FONTE: EMPRESA METALURGIA DE AUTOPEÇAS, 2015.

- ✓ Botões bi manual para aproximação do carro do rebolo em caso de regulagem da máquina, essa ação somente é permitida quando o rebolo não está em movimento;

- ✓ Botão para abertura da porta frontal: a ação desse botão somente ocorrerá após uma sequência da lógica de segurança que verifica se a proteção interna que fica em frente ao rebolo está na posição abaixada e após receber essa informação é liberada a outra trava de segurança da porta que irá liberar a movimentação do cilindro pneumático para abertura da porta frontal;
- ✓ Acionamento do rebolo: Essa ação ocorrerá após toda logica de fechamento de porta ocorrer;
  - Dressagem do rebolo;
  - Ligar a máquina;
  - Refrigeração;
  - Avanço da luneta;
- ✓ Reset de segurança através deste comando, é possível liberar o circuito de emergência que foi atuado, ou por atuação do botão de emergência e/ou por alimentação geral do circuito, que sempre inicia logicamente com o circuito de emergência atuado. Esta característica garante que o dispositivo não ligue somente com a liberação do botão de emergência.

Para regulagens da máquina com a porta aberta, feita em modo manual, foi substituída a manivela eletrônica por dispositivo do tipo *enable switch*, conhecido também por dispositivo “homem morto”, esse permite que o colaborador faça regulagens no equipamento com as proteções abertas, desde que, mantenha as mãos no dispositivo e caso solte o botão ou aperte o mesmo, essa ação funciona como um botão de emergência desligando a máquina, a seguir a figura 65 mostra o novo controle instalado.



FIGURA 65 - CONTROLE TIPO *PENDANT STATION*.

FONTE, REER, 2016.

#### 4.1.11 Adequação elétrica

Para adequação à NR-10, foi inserida uma chave seccionadora geral na lateral do painel de comando, figura 40, na qual permitirá a realização do bloqueio e sinalização ou (*Lockout / Tagout*). Para adequação à NR-12, foi projetado um circuito total de comando em extra baixa tensão, ou seja, 24V DC em corrente contínua, na qual promoverá a segurança contra riscos de choques elétricos nos botões de comando. Foi realizado *retrofiting* de todo circuito elétrico do equipamento, eliminando pontos desnecessários e substituindo pontos em desgaste que ofereciam risco de curto circuito ou aquecimento.

#### 4.1.12 Automação do processo de dressagem do rebolo

A dressagem é denominada por ser responsável pela topografia dos rebolos, um dos pontos de maior extensão na formação de cavaco durante as operações de retificação. O rebolo tem sua durabilidade do ciclo de retificação e qualidade final da peça atingido pela operação de dressador de rebolo.

A peça rebolo tem uma enorme importância por conta do grande número de arestas de corte que se diferenciam na aparência e na profundidade de corte. Antes de exercer e praticar a retificação, é fundamental a operação de dressador de rebolo.

As principais características do dressador de rebolo são:

- ✓ Restaurar a habilidade de corte, fazendo com que os grãos nasçam novamente na superfície;
- ✓ Excluir da superfície do rebolo partículas de material do processo anterior;
- ✓ Perfilar a face do rebolo para obtenção do acabamento desejado;
- ✓ Resgatar a descrição inicial do rebolo, mesmo quando ele não apresenta o perfil inicial;
- ✓ Conceder a concentricidade entre a face do dressador de rebolo e o eixo de rotação.

A conclusão é que a agressividade do rebolo cresce de acordo com o aumento do passo e da profundidade do dressador de rebolo. Acontecem dois fenômenos no momento da dressagem que são denominados de micro efeitos e macro efeitos.

O macro efeito é ocasionado pela aparência geométrica do dressador e também pelo estado atual do mesmo. Na dressagem os grãos do rebolo são cortados e fraturados pelo dressador e o resultado do movimento do dressador de rebolo, tem um efeito de rosca na superfície do rebolo onde as arestas dos grãos estão localizadas.

#### **4.1.13 Operação de dressagem do rebolo**

Para executar a operação de dressagem do rebolo o colaborador necessitava subir em uma pequena plataforma metálica na parte traseira da máquina com o rebolo em movimento, ficando próximo a operação para acompanhamento do dressador. Esse processo apresentava um risco alto para o mesmo, tendo em vista que partes do rebolo poderiam se desprender e atingi-lo, e também ocorrer queda do colaborador. Para redução desse risco foi necessário fazer o *retrofiting* do processo de dressagem tornando ele automático e seu acionamento feito através do painel na parte frontal da máquina.

## **4.2 DISCUÇÕES**

Para a gestão do programa de adequação de máquinas da empresa foi composta uma equipe multidisciplinar por segurança do trabalho, manutenção, engenharia e consultor de automação de segurança. A equipe de segurança do trabalho quem faz toda gestão do programa, com apoio de um especialista em eletrônica com conhecimento em legislação NR-12. Esse trabalho começou no ano de 2011 com a elaboração do inventário de máquinas da empresa de acordo com a Norma, a seguir

foi feito um cronograma inicial priorizando as prensas e similares para adequação. Antes de iniciar o processo de adequação da Retifica cilíndrica foram feitos diversos estudos de viabilidade econômica, de engenharia de manufatura e orçamentos para adequação da máquina.

O primeiro passo para a adequação do equipamento em relação a NR-12, principais tópicos, foi elaborada uma análise de risco para saber qual a prioridade dessa adequação, a seguir foram feitos estudos dos impactos na produção com a implantação de proteções e sistemas de segurança do equipamento, tendo em vista que o tempo de processo aumentaria, consequentemente a quantidade de peças produzidas depois de 1 turno de trabalho diminuiria. Foram orçados com empresas especialistas em adequação de máquinas em relação à NR-12 e automação de sistemas de máquinas para modernização o valor para eliminar sistemas ultrapassados e inseguros da máquina e instalação de proteções com sistemas de segurança de acordo com a NR-12.38.

Foi realizado um estudo por empresa especializada em eliminador de nevoas para implantação de um sistema para eliminar a nevoa gerada no processo de usinagem, uma vez que, com a implantação de proteções essas seriam liberadas pela parte frontal do equipamento na zona de operação, gerando um risco químico ao colaborador. Com a implantação de um eliminador de nevoa adequadamente dimensionado esse risco seria atenuado a níveis aceitáveis.

A equipe multidisciplinar concluiu que, para esse equipamento não bastava apenas fazer a adequação com proteções mecânicas e sistemas de segurança, mantendo a dressagem do rebolo subindo na máquina, para tanto, seria imprescindível a automação ou modernização do mesmo, eliminando o risco existente, além de considerarmos, devido as características do processo da máquina, a mais perigosa da empresa, apresentando risco iminente de acidente com potencial para perda de membro ou fatalidade, esse argumento e o estudo de viabilidade forneceram a Segurança Industrial parâmetros para conseguir junto a presidência da empresa a aprovação do alto investimento necessário para a adequação total da máquina.

Aprovado o orçamento para modernização da máquina e implantação de proteções, foi elaborado um projeto para construção das carenagens, instalação do eliminador

de nevoas, automação do dressador e após algumas reuniões aprovado pela equipe multidisciplinar, dando início ao processo de adequação da máquina.

Após a adequação da máquina toda equipe de manutenção da empresa foi treinada nos sistemas implantados, assim como, os operadores, responsáveis pela manufatura e qualidade do produto na nova maneira de operar o equipamento. Foram elaborados e deixados disponíveis manuais de operação e manutenção para o equipamento.

O custo total em *retrofiting* da máquina, proteções e sistemas de segurança e eliminador de nevoas ficou em aproximadamente R\$660.000,00. O tempo de execução da adequação em torno de 45 dias, envolvendo 04 empresas subcontratadas, sendo uma de automação eletrônica responsável pelo *retrofiting*, outra pela automação de segurança, serralheria e ventilação para instalação do eliminador de nevoa, além da equipe interna composta por eletricista, eletrônicos e mecânicos da empresa metalúrgica.

## 5 CONCLUSÕES

O objetivo principal de adequar uma retífica cilíndrica em relação à NR-12, principais tópicos, foi alcançado através do processo descrito, com a modernização de sistemas ultrapassados e inseguros do equipamento e implantação de proteções mecânicas fixas e móveis dotadas de sistemas de segurança, podendo ser comprovada sua eficácia através da análise de risco método HRN (*Hazard Rating Number*), reduzindo os níveis de riscos críticos e inaceitáveis a níveis aceitáveis. Assim, foi eliminada ou reduzida a iminência de um acidente que pode gerar afastamento, ações judiciais, interdição de equipamento ou processo de produção pelo Ministério do trabalho, entre outros gastos com indenização, justificando o investimento feito no equipamento.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. M. **Construindo a culpa e evitando a prevenção**: caminhos da investigação de acidentes do trabalho em empresas de município de porte médio, Botucatu, São Paulo, 1997. São Paulo, 2000. [Tese de doutoramento, Faculdade de Saúde Pública da USP].

A HISTORIA DAS MAQUINAS - **ABIMAQ 70 ANOS. Revista Abimaq**. São Paulo, jan. 2006, p.10-11. Disponível em:<<http://www.abimaq.org.br/arquivos/html/publica%c3%a7%c3%b5es/livro-a-historia-das-maquinas-70-anos-abimaq.pdf>>. Acesso em junho 2016.

AGENCIA EUROPEIA PARA A SEGURANÇA E SAUDE NO TRABALHO. **NORMAS EUROPEIAS**: informação e documentação: Disponível em:<<https://osha.europa.eu/pt/safety-and-health-legislation/standards>>. Acesso em Setembro de 2016.

BECKER, AC. **12% dos acidentes são causados por máquinas**. In: Revista eletrônica NEI, 12.,outubro 2014, São Paulo. Disponível em:<<http://www.nei.com.br/artigo/12-dos-acidentes-sao-causados-por-maquinas>>. Acesso em 03 / 2016

BRANT, R. Máquinas e acidentes de trabalho. – Brasília: MTE/SIT; MPAS, 86 p. (Coleção Previdência Social; v. 13), 2001

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-actualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 04/2016

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 12 - segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-12-seguranca-no-trabalho-em-maquinas-e-equipamentos>>. Acesso em: 03/2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 17 - Ergonomia.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 26 - Sinalização de Segurança.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR26.pdf>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Comissão Nacional Tripartite NR-12 – Maquinas e Equipamentos.** Disponível em:< [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E7536F091D08/p\\_20110609\\_233.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E7536F091D08/p_20110609_233.pdf)>. Acesso em 03/2016

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego; Secretaria de Inspeção do Trabalho; Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho, Convenções da OIT, Trabalho organizado pela Dra. Júnia Maria de Almeida Barreto da DRT/ MG, 108p.s/d.

DELLBRO: **Eliminador de Nevoa e óleo:** Filtro Feno – DB FM. Bragança Paulista, SP, 2015. Disponível em:< <http://dellbro.com.br/produto/eliminador-de-nevoa/>

Acesso em Setembro de 2016.

DIMAS FERRAMENTAS DIAMANTADAS. **Dressador de rebolo:** características gerais. São Bernardo do Campo, 2016. Disponível em:< <http://www.dimasferramentas.com.br/dressador-rebolo>>. Acesso em novembro de 2016.

DIVISÃO DE SEGURANÇA. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/2015-09-14-19-20-50>. Acesso em Outubro de 2016.

EUCHNER: Safety Book Na Introduction to Safety Engineering: EUCHNER GmbH + Co. KG, Leinfelden-Echterdingen, Germany, Edition May 2008.

FUNDACENTRO: **Estatísticas de Acidentes de Trabalho:** Banco de Dados Brasileiros e Internacionais. Pinheiros / SP. 2013. Disponível em:< <http://www.fundacentro.gov.br/estatisticas-de-acidentes-de-trabalho/inicio>>. Acesso em Outubro de 2016

INBEP: **Normas regulamentadoras**: O que são e como surgiram? Florianópolis, SC. Disponível em:< <http://blog.inbep.com.br/normas-regulamentadoras-nrs-o-que-e/>>. Acesso em Setembro de 2016.

IGLESIAS, FRANCISCO. **Revolução Industrial (coleção Tudo é História)**. Brasília: ed. Brasiliense, 2004. Disponível em:< <http://www.suapesquisa.com/industrial>>. Acesso em 23 dez. 2016.

MAXIMIANO, ANTONIO CESAR AMARU. **Teoria Geral da Administração** (7a. edição, revista e aumentada). 7a.. ed. , 2012.

MENDES, R. **máquinas e acidentes de trabalho**. Brasília: MTE/SIT; MPAS, 2001. 86 p. (Coleção Previdência Social; v. 13). Disponível em:< [http://www.previdencia.gov.br/arquivos/office/3\\_081014-111357-495.pdf](http://www.previdencia.gov.br/arquivos/office/3_081014-111357-495.pdf)>. Acesso em setembro / 2016.

NWN SEGURANÇA DO TRABALHO. **Como são criadas e alteradas as NRs – Normas Regulamentadoras**. 2016. Disponível em: <http://segurancadotrabalhonwn.com/como-sao-criadas-e-alteradas-as-nrs/>

OHSA. **Direito e normas nos EUA**: informação e documentação: Disponível em:< <https://www.pilz.com/pt-BR/knowhow/law-standards-norms/international-standards/north-america#tab0>>. Acesso em Setembro de 2016.

PINTO, J. B. B. **Métodos de Apreciação de Riscos de Máquinas e Equipamentos Usados no Brasil**. Brasília, DF, 30 de outubro de 2014. SEMINÁRIO COOPERAÇÃO BRASIL-UNIÃO EUROPÉIA INTERCÂMBIO EM SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO.

PITSTOP: **Cenário e Mercado**: mercado mundial. 2015. São Paulo / SP. Disponível em:< <http://www.pitstop.com.br/cenario-e-mercado/D19>>. Acesso em Outubro de 2016.

ROCKWELL AUTOMATION: **Padrões**: Normas Europeias Harmonizadas. Milwaukee, Wisconsin, EUA, 2016. Disponível em:< <http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131355/EN-normas-europeias-harmonizadas.html>

ROCKWELL AUTOMATION: **Padrões:** Normas ISO e EN (Tipo B). Milwaukee, Wisconsin, EUA, 2016. Disponível em:<<http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131355/Normas-ISO-e-EN-Tipo-B.html>>. Acesso em Setembro de 2016.

ROCKWELL AUTOMATION: **Padrões:** Normas ISO e EN (Tipo C). Milwaukee, Wisconsin, EUA, 2016. Disponível em:<<http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131355/Normas-ISO-e-EN-Tipo-C.html>>. Acesso em Setembro de 2016.

ROCKWELL AUTOMATION: **Padrões:** Normas Osha. Milwaukee, Wisconsin, EUA, 2016. Disponível em:<<http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131355/Normas-dos-E-U-A.html>>. Acesso em Setembro de 2016.

SANTOS, U. P. et al. **Sistema de vigilância epidemiológica para acidentes do trabalho:** experiência na Zona Norte do município de São Paulo (Brasil), IN: Revista de Saúde Pública, 24(4): 286-93, 1990.

SEGURANÇA DO TRABALHO NWN: **Historia da Segurança do Trabalho:** Historia da segurança do trabalho no mundo. Curitiba, PR. Disponível em:<<http://segurancadotrabalhonwn.com/historia-da-seguranca-do-trabalho/>>. Acesso em Setembro de 2016

SILVA, L. F. **Acidentes de trabalho com máquinas:** estudo a partir do sistema de vigilância do programa de saúde dos trabalhadores da Zona Norte de São Paulo, em 1991. São Paulo, 1995. 201 p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Saúde Pública da USP, 1995.

## APENDICE

DIAGRAMA ELETRICO – QUADRO DE COMANDO / SEGURANÇA