

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC CEL FERNANDO FEBELIANO DA COSTA
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

Jesuel de Toledo
Wilson R. Barbosa

APLICAÇÃO DA NR-12 EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

PIRACICABA
2025

APLICAÇÃO DA NR-12 EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Curso Técnico em Segurança
do Trabalho, da Escola Técnica Estadual
Coronel Fernando Febeliano da Costa como
requisito parcial para obtenção do título de
Técnico

Orientador: Prof.Sergio/Minéia

PIRACICABA

2025

TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DA NR-12 EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 04 de junho 2025, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Segurança do Trabalho. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Sérgio Bizzoto

Coordenador do Curso Técnico em
Segurança do Trabalho

Prof. Minéia Ferreira Schievano

Orientadora do Curso Técnico em
Segurança do trabalho

AGRADECIMENTO

Certamente, expressamos nossa profunda gratidão a Deus pela oportunidade de termos cursado em uma instituição de ensino técnico de grande renome. Apreciamos imensamente toda a paciência, orientação e encorajamento que nos foram oferecidos ao longo dessa jornada. Reconhecemos que não foi fácil dedicar tanto tempo para nos orientar e, por isso, sentimos grande respeito e agradecimento. Não poderíamos deixar de mencionar, também, os nossos orientadores, Professores Sérgio e Minéia, que nos acompanharam desde o primeiro dia de aula, demonstrando paciência e apoio contínuos. Sua orientação e dedicação foram fundamentais, especialmente neste momento final de nossa trajetória acadêmica.

DEDICATÓRIA

Um ambiente de trabalho seguro não acontece por acaso. É fruto de uma cultura de prevenção e cuidado.

RESUMO

Os processos produtivos exigem máquinas cada vez mais robustas e ágeis, características que, embora fundamentais para a eficiência, podem comprometer a segurança dos trabalhadores e resultar em acidentes de trabalho. A ausência de dispositivos de proteção e/ou de segurança, aliada às condições inadequadas de uso e ao despreparo dos operadores, constitui uma das principais causas de acidentes envolvendo máquinas e equipamentos. A Norma Regulamentadora NR-12, estabelecida pelo Ministério do Trabalho, define exigências mínimas para garantir um ambiente de trabalho seguro no que tange ao manuseio de máquinas e equipamentos. Neste contexto, foi realizado um estudo prévio sobre a NR-12, seguido pela adaptação de protetores de segurança nas máquinas, conforme as diretrizes da norma. Espera-se, com esse trabalho, demonstrar que a adequação das máquinas e equipamentos de acordo com as exigências da NR-12 é fundamental para a prevenção e mitigação dos acidentes de trabalho, garantindo, assim, a integridade e segurança dos trabalhadores.

ABSTRACT

Production processes increasingly require more robust and agile machines, features that, although essential for efficiency, can compromise worker safety and result in workplace accidents. The lack of protective and/or safety devices, combined with conditional conditions of use and lack of training of operators, is one of the main causes of accidents involving machines and equipment. Regulatory Standard NR-12, imposed by the Ministry of Labor, defines minimum criteria to ensure a safe work environment with regard to all machines and equipment. In this context, a study on NR-12 was carried out, followed by the adaptation of safety protectors to the machines, according to the guidelines of the standard. This work is expected to demonstrate that the adaptation of machines and equipment according to the criteria of NR-12 is essential for the prevention and mitigation of workplace accidents, thus ensuring the integrity and safety of workers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Transportadora de peça pronta para a Tempera.....	Pag.36
Figura 02 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.37
Figura 03 – Eixo do Cilindro do Laminador.....	Pag.38
Figura 04 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.39
Figura 05 - Prensa.....	Pag.40
Figura 06 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.41
Figura 07 –Acionamento do Laminador.....	Pag.42
Figura 08 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.43
Figura 09 – Linha Transportadora da Peça Laminada.....	Pag.44
Figura 10 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.45
Figura 11 – Transmissão de Acionamento.....	Pag.46
Figura 12 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.47
Figura 13 – Linha Transportadora.....	Pag.48
Figura 14 – Máquina após a aplicação da Norma.....	Pag.49

Sumário

1. Introdução	10
1.1. Problema	11
1.2. Justificativa	13
1.3. Objetivo	14
1.4. Objetivos Específicos	14
1.5. Metodologia	14
2. Acidentes de Trabalho Associados à Segurança de Máquinas e Equipamentos	15
2.1 Segurança em Máquinas e Equipamentos	16
2.2. Procedimentos para Adequação de Máquinas conforme as exigências da NR-12 ...	17
2.3. Reforma ou Reutilização de Máquinas e Equipamentos	20
2.4. Tipos de Proteção em Máquinas e Equipamentos	21
2.4.1. Proteções fixas	21
2.4.2. Proteções móveis	21
2.4.3. Enclausuramento da Zona de Trabalho	21
2.4.4. Ferramenta Fechada	22
3. NR-12	23
3.1. As Normas e seus Requisitos	23
3.2. Capítulos da Norma NR-12	24
3.3. Princípios Gerais da Norma NR 12:	25
4. Desenvolvimento	26
4.1. Inventário e Análise de Riscos	26
4.2. Probabilidade do Dano	27
4.3. Severidade das Lesões	28
4.4. Matriz de Risco	29
4.5. Arranjo Físico e Instalação	31
Considerações Finais	33
Referências	34
ESTUDO DE CASO	35

1. Introdução

A Norma Regulamentadora 12 (NR-12), que trata da segurança em máquinas e equipamentos, foi criada em 1978 pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) com a Portaria 3214.

Com o contínuo desenvolvimento da indústria, surge a necessidade de máquinas cada vez mais robustas, capazes de realizar a maior parte dos processos produtivos. No entanto, essas máquinas apresentam riscos significativos aos operadores e às pessoas que transitam nas áreas onde estão instaladas. Visando à redução, e até à eliminação, de acidentes e doenças ocupacionais, foi estabelecida a Norma Regulamentadora NR-12 para se adaptar à evolução industrial e tecnológica, com destaque para a revisão de 2010, que trouxe mudanças significativas.

Evolução Detalhada:

1978: Publicação inicial da NR-12 com a Portaria 3214.

1983: Primeira revisão da norma.

1994: Incorporação do Anexo I sobre motosserras, pela Portaria SSST nº 13.

1996: Adição de um novo anexo sobre cilindros de massas.

2010: Reforma completa da norma para incluir novos tipos de máquinas, medidas de proteção mais abrangentes e diretrizes modernas.

2017: A norma foi considerada mais branda, com mais tempo para as empresas se adequarem.

2019: O Decreto nº 916, de 30 de julho, trouxe mais uma atualização.

Outras revisões: A norma continua a ser revisada para acompanhar a evolução industrial, com a última atualização sendo a Portaria MTP nº 248, de 7 de outubro de 2021.

A NR-12 tem como foco a segurança no trabalho, especialmente no que diz respeito às máquinas e equipamentos. Seu objetivo principal é garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, impondo exigências mínimas tanto nas fases de projeto quanto na utilização dos equipamentos. A norma especifica uma série de modificações necessárias nas máquinas, com o intuito de eliminar os riscos de acidentes. Essas modificações estão detalhadamente descritas na regulamentação e abrangem todos

os aspectos dos equipamentos, desde a parte elétrica até os procedimentos de instalação e manutenção.

A aplicação da NR-12 é obrigatória em qualquer empresa que possua máquinas e equipamentos, sendo essencial para assegurar a segurança dos trabalhadores.

1.1. Problema

A adequação das máquinas e equipamentos industriais à norma NR-12 constitui uma ação complexa, frequentemente demandando elevados investimentos. Quando viável, a adequação do maquinário envolve custos significativos e, nos casos em que a substituição das máquinas se torna necessária, os valores ultrapassam consideravelmente os limites inicialmente previstos pela organização, configurando-se como um dos principais obstáculos à implementação da norma.

A conscientização e a busca pela melhoria contínua representam as abordagens mais eficazes para o cumprimento da NR-12, entretanto, tais procedimentos ainda são insuficientemente aplicados por diversas indústrias. A carência de conhecimento sobre a NR-12 no meio industrial, a ausência de planos eficazes de comunicação interna para disseminação das informações e a falta de programas de treinamento adequado aumentam os riscos de acidentes e comprometem a eficiência do processo de adequação. Um dos principais obstáculos identificados para o cumprimento da norma refere-se ao fato de muitas máquinas serem importadas de países que não adotam legislações e normas equivalentes às exigidas no Brasil, resultando na chegada desses equipamentos ao país fora dos padrões de segurança estipulados pela NR-12

A reforma e reutilização de máquinas oferecem diversas vantagens, como redução de custos, prolongamento da vida útil dos equipamentos e menor impacto ambiental, mas também podem apresentar desvantagens como a necessidade de mão de obra especializada e a possível limitação de funcionalidades.

Vantagens:

Redução de custos:

Reformar e reutilizar máquinas pode ser mais econômico do que adquirir novas, tanto na compra inicial quanto nos custos de manutenção e operação.

Prolongamento da vida útil:

A reforma e manutenção adequadas podem prolongar a vida útil dos equipamentos, evitando que sejam descartados precocemente.

Menor impacto ambiental:

A reutilização de máquinas reduz a demanda por novas matérias-primas, diminui o consumo de energia e reduz o descarte de resíduos.

Melhoria do desempenho:

Reformas e atualizações podem melhorar o desempenho das máquinas, aumentando a eficiência e a produtividade.

Flexibilidade:

As máquinas reformadas podem ser adaptadas para diferentes aplicações e necessidades, tornando-as mais versáteis.

Desvantagens:

Necessidade de mão de obra especializada:

A reforma e reutilização de máquinas podem exigir conhecimentos técnicos e mão de obra especializada, o que pode aumentar os custos.

: Possível limitação de funcionalidades:

Máquinas reformadas podem não ter as mesmas funcionalidades e tecnologias de equipamentos novos.

Complexidade:

O processo de reforma e reutilização pode ser complexo e exigir planejamento e coordenação.

Riscos de segurança:

A reutilização de máquinas antigas pode apresentar riscos de segurança se não forem devidamente inspecionadas e reformadas.

Problemas de compatibilidade:

Máquinas reformadas podem apresentar problemas de compatibilidade com outros equipamentos e sistemas.

1.2. Justificativa

Com a imposição da obrigatoriedade de atender à norma NR-12, que regula a segurança de máquinas e equipamentos no ambiente industrial, vigente desde 2014 e estabelecida pelo governo brasileiro, muitas empresas ainda se encontram despreparadas para atender a essa regulamentação. Diversas indústrias operam com máquinas que não atendem às especificações mínimas de proteção e dispositivos de segurança exigidos por esta norma, além de seus operadores carecerem de conhecimento sobre os detalhes e exigências da regulamentação. Em virtude dessa falta de conhecimento e de informações adequadas, as empresas têm incorrido em elevados custos, uma vez que não sabem como proceder para adequar suas máquinas, o que resulta em gastos consideráveis, especialmente quando comparados ao valor de adequações necessárias, que seriam substancialmente menores do que a substituição dos equipamentos. Uma análise detalhada da norma servirá como base para o desenvolvimento de soluções, por meio da conscientização dos proprietários e colaboradores, visando à redução dos custos com equipamentos e também dos gastos relacionados a acidentes de trabalho, uma vez que os colaboradores frequentemente manuseiam os equipamentos sem o treinamento adequado e sem a devida conscientização sobre os riscos iminentes de acidentes

1.3. Objetivo

Aplicar a norma NR-12 para a adequação de máquinas e equipamentos.

1.4. Objetivos Específicos

- Pesquisar as exigências da NR-12 no que diz respeito à segurança nas máquinas;
- Esclarecer o que é o retrabalho de máquinas industriais para adequação à norma NR-12, pois se trata de uma das soluções mais viáveis atualmente;
- Mostrar o benefício que o retrabalho de máquinas aplicando a NR- 12 irá gerar;
- Realizar a aplicação da norma NR-12 com fotos registrando o antes e depois de uma máquina.

1.5. Metodologia

A pesquisa é de natureza qualitativa onde o instrumento para a coleta de dados será a NR-12 e a aplicação será feita em uma máquina de uma indústria. Após analisar e entender a norma NR-12 foi feito um diagnóstico dos pontos dentro da fábrica e na máquina para verificação do atendimento aos requisitos da norma. Com esse diagnóstico em destaque, foram determinadas as alterações e readequações necessárias para que a norma fosse cumprida.

2. Acidentes de Trabalho Associados à Segurança de Máquinas e Equipamentos

Máquinas e equipamentos são responsáveis por inúmeros acidentes ocorridos nas mais diversas áreas de trabalho. Segundo Mendes (2003) todos os anos morrem cerca de 1,1 milhões de pessoas com doenças ou acidentes do trabalho, números maiores que a média anual de mortes no trânsito ou mesmo em guerras. Estes números são piores quando se trata do Brasil, que em 1999 foram contabilizadas 3,6 mil mortes e 16,3 incapacitados permanentes com acidentes no ambiente de trabalho e em cada 10 mil ocorridos 100,5 são fatais contraponto como exemplos do México e dos EUA que para cada 10 mil acidentes 36,6 e 21,6 respectivamente são fatais (MENDES, 2003). Pereira (2005) relata o exemplo do setor metalúrgico a respeito de prensas e similares que vão além da NR-12, com a criação acordada em uma de suas convenções o PPRPS (Programa de Prevenção de Risco em Prensas e Similares). Ele ressalta que assim como este programa criou critérios para o manuseio de prensas e similares cada empregador deveria ter um treinamento para máquina específica. Outro ponto que o autor citou é de segurança e saúde ocupacional, colocando como exemplos em muitas jurisprudências os acidentes de trabalho em máquinas que evidenciam o despreparo dos empregados acidentados, na maioria dos casos a responsabilidade fica com o empregador ou, seguindo muitas vezes o Direito do Consumidor, com o fabricante da máquina responsável pelos danos causados pelo acidente. Hoje em dia é comum encontrar dentro do meio industrial a necessidade de máquinas mais seguras, equipamentos que desde o projeto sejam criados para fornecer o mínimo de segurança para os operadores. Para começar a solucionar este problema é fundamental a compreensão dos fundamentos e quais os requisitos relacionados à segurança em máquinas e equipamentos, e também entender a norma regulamentadora NR-12 em detalhes.

2.1 Segurança em Máquinas e Equipamentos

De acordo com a NBR ISO 12100(2013), de maneira geral, pode-se dizer que uma máquina é segura se existe a probabilidade de continuar em operação, ser ajustada, sofrer manutenção, ser desmontada sob condições normais de utilização previstas, sem causar acidentes ou prejuízo à saúde humana. A forma para se alcançar isto incluem:

- Redução dos riscos através do projeto
- Medidas de proteção
- Informações para uso (avisos, advertências, instruções)
- E.P.I's. (Equipamentos de proteção individual)
- Medidas de segurança tomadas pelos usuários com procedimentos de trabalho seguro, meios organizacionais com respeito à segurança

Com a obrigatoriedade exigida pelo governo brasileiro para a adequação de máquinas e equipamentos, a norma NBR NR-12, estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho em máquinas e equipamentos de todos os tipos, nas fases que vão do projeto ao sucateamento delas.

2.2. Procedimentos para Adequação de Máquinas conforme as exigências da NR-12

Algumas ações mais importantes se fazem necessária para a adequação de máquinas e equipamentos segundo a NR-12

1. Elaborar o Inventário das Máquina

De acordo com a NR-12 o empregador deve manter o inventário das máquinas e equipamentos atualizado com as devidas identificações e com a localização em planta baixa (layout), para que as mesmas sejam analisadas e adequadas conforme a NR-12.

Os itens da NR-12 que tratam deste assunto são: NBR 12153. O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização em planta baixa, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado. As informações do inventário devem subsidiar as ações de gestão para aplicação desta Norma.

2. Análise dos Perigos e Riscos

A análise de riscos, em máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos (ABIMAQ, 2014).

Segundo ABIMAQ (2014), é comum uma mesma máquina ou equipamento ter mais de uma categoria de riscos, em diferentes partes, por isso deve ser feita análise de riscos em todo o perímetro da máquina ou equipamento, considerando os riscos durante a operação e manutenção. Feita a Análise de Riscos é fundamental que se crie um plano de ação, como por exemplo:

- Quais são as categorias de risco?
- Quais dispositivos serão incorporados?
- Refazer o projeto do equipamento acrescentando os dispositivos de segurança?
- Quanto custará às modificações?
- Quanto tempo levará para a adequação?

Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:

- a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;
- b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;
- c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;
- d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;

- e) manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos;
- f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.

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

3. Término da Adequação

Ao terminar a análise, após todos os perigos e riscos identificados, será necessário elaborar um plano de ação para adequar todo o parque de máquinas conforme a NR-12, e executar as alterações pertinentes identificadas na prévia análise de riscos.

4. Conscientização

A NR-12 (2010), anexo II - Conteúdo Programático da Capacitação estabelece:

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

- a) descrição e identificação dos riscos associados com cada máquina e equipamento e as proteções específicas contra cada um deles;
- b) funcionamento das proteções; como e por que devem ser usadas;
- c) como e em que circunstâncias uma proteção pode ser removida, e por quem, sendo na maioria dos casos, somente o pessoal de inspeção ou manutenção;
- d) o que fazer, por exemplo, contatar o supervisor, se uma proteção foi danificada ou se perdeu sua função, deixando de garantir uma segurança adequada;
- e) os princípios de segurança na utilização da máquina ou equipamento;
- f) segurança para riscos mecânicos, elétricos e outros relevantes;
- g) método de trabalho seguro;
- h) permissão de trabalho; e
- i) sistema de bloqueio de funcionamento da máquina e equipamento durante operações de inspeção, limpeza, lubrificação e manutenção.

5. Capacitação

A capacitação de operadores de máquinas automotrizes ou auto propelidas, deve ser constituída das etapas teórica e prática e possuir o conteúdo programático mínimo descrito nas alíneas do item 1 deste anexo e ainda:

- a) noções sobre legislação de trânsito e de legislação de segurança e saúde no trabalho;
- b) noções sobre acidentes e doenças decorrentes da exposição aos riscos existentes na máquina, equipamentos e implementos;
- c) medidas de controle dos riscos: EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva) e EPI;
- d) operação com segurança da máquina ou equipamento;
- e) inspeção, regulagem e manutenção com segurança;
- f) sinalização de segurança;
- g) procedimentos em situação de emergência; e
- h) noções sobre prestação de primeiros socorros.

A etapa prática deve ser supervisionada e documentada, podendo ser realizada na própria máquina que será operada.

2.3. Reforma ou Reutilização de Máquinas e Equipamentos

A reforma ou reutilização é na maioria dos casos a solução mais viável para os que desejam atualizar máquinas antigas ou obsoletas, conservando as suas características funcionais para atender não só o mercado atual, mas também os requisitos mínimos das normas de segurança requeridos hoje. A reforma ou reutilização de máquinas ou equipamentos se faz necessário quando elas possuem tecnologia obsoleta ou ultrapassada, através da aplicação de técnicas e dispositivos de segurança e novas tecnologias existentes no mercado. Esta necessidade tem sido grande e continua crescente, pois com o avanço tecnológico da eletrônica das máquinas, dos equipamentos e dos sistemas, muitas máquinas pararam no tempo, e como a tecnologia continua em rápida evolução, a atualização das máquinas tem sido uma tendência para as empresas. Sendo assim, é realizada a atualização das peças ou implantação de novos componentes para adaptação da máquina às novas tecnologias, transformando-as mais confiáveis e seguras. Algumas das vantagens é o aumento da produtividade, a redução da inatividade causada por manutenções periódicas, o aumento de segurança do equipamento para o operador, e conseqüentemente atualização para atender especificações mínimas exigidas para o meio de trabalho. O custo da atualização e adaptação de uma máquina visa sempre ser inferior ao valor de uma máquina nova, e é baseado no custo do projeto e da tecnologia a ser integrada, como, por exemplo, sensores e atuadores, dispositivos eletrônicos de automação, servo motores, softwares, remodelamento estrutural e etc. Para a realização efetiva é fundamental um estudo do processo produtivo, pois definindo uma análise da viabilidade técnica, não só da produtividade desejada, mas também do nível de segurança que o equipamento tem que propiciar ao seu operador, tais como, ergonomia, dispositivos de segurança, controle de emissões de gases, entre outros, a fim de também manter a qualidade envolvida como um todo no processo para assim poder ser efetiva a aplicação adequada.

2.4. Tipos de Proteção em Máquinas e Equipamentos

O Artigo 186 da CLT e a devendo respeitar os seguintes requisitos:

- Não apresentar facilidade de ser burlada;
- Ter estabilidade no tempo (durabilidade, robustez);
- Não criar novos perigos, por exemplo, pontos de esmagamento e agarramento, com outras partes da máquina ou de outras proteções, extremidades e arestas cortantes (cantos vivos), e ou outras saliências perigosas que possam oferecer perigos físicos nocivos;
- Não criar nenhuma interferência.

Para uma compreensão mais clara e detalhada, descrevem-se os tipos de proteções resumidos mais comuns utilizados para as proteções que são aplicadas em máquinas e equipamentos, contidos na Norma NBR NM ISO 13852.

2.4.1. Proteções fixas

São as proteções fixadas normalmente no corpo ou estrutura da máquina, essas proteções deverão ser mantidas em sua posição fechada sendo de difícil remoção, fixadas por meio de solda ou parafusos, tornando sua remoção ou abertura impossível sem o uso de ferramentas. Podem ser confeccionadas em tela metálica, chapa metálica ou policarbonato.

2.4.2. Proteções móveis

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

- A máquina não possa operar até que a proteção seja fechada
- Se a proteção é aberta quando a máquina está operando, uma instrução de parada é acionada. Quando a proteção é fechada, por si só, não reinicia a operação, devendo haver comando para continuação do ciclo
- Quando há risco adicional de movimento de inércia, dispositivo de travamento de bloqueio deve ser utilizado, permitindo que a abertura de proteção somente ocorra quando houver cessado totalmente o movimento de risco.

2.4.3. Enclausuramento da Zona de Trabalho

Essa proteção deve impedir o acesso à zona de trabalho por todos os lados. Suas dimensões e afastamentos devem obedecer a NBR NM 13852. Pode ser constituída de proteções fixas ou móveis dotados de travamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina ou equipamento sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas conforme NBR NM 272 e 273. Podem possuir proteções reguláveis que se ajustam à geometria da peça a ser beneficiada, devendo sempre observar as distâncias de segurança da NBR NM 13852.

2.4.4. Ferramenta Fechada

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

NR-12 no item 12.2.2 estabelece que máquinas e equipamentos, que possuem acionamento repetitivo, obrigatoriamente devem receber proteção adequada para manuseio. De acordo com a NBR NM 272 - Seguranças de Máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis, proteção e definido como parte da máquina especificamente utilizada para promover proteção através de uma barreira física

3. NR-12

3.1. As Normas e seus Requisitos

As Normas Regulamentadoras (NR) são publicadas e editadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), e estão baseadas em leis relativas à segurança e medicina do trabalho, contendo regras de caráter obrigatório com a finalidade de estabelecer requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO), seja diretamente, seja pela referência a normas técnicas ou pela incorporação de todo ou apenas parte do conteúdo destas normas. Os instrumentos básicos descritos para o trabalho que devem ser utilizados para adequação de acordo com normas de trabalho e segurança são as normas técnicas da ABNT – NBR (ABIMAQ, 2014). Segundo a ABIMAQ (2014) são objetivos da NR12:

- Segurança do trabalhador
- Melhorias das condições de trabalho em prensas e similares, injetoras, máquinas e equipamentos de uso geral
- Máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros
- Conceito de falha segura
- Máquinas e equipamentos à prova de burla

As normas técnicas de segurança estão dispostas em três partes:

01- Normas do tipo A (fundamentais de segurança)

02- Normas do tipo B (B1 – Aspectos particulares de segurança / B2 – Sobre dispositivos elétricos condicionadores de segurança, como bi manuais, dispositivos de travamento)

03- Normas tipo C (por categoria de máquinas). Segundo a ABIMAQ (2014), A NR-12 está regulamentada na Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, especificamente na seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, e nos Art. 184, 185 e 186 da CLT.

A última atualização da NR-12 foi publicada pela portaria nº 1.893 de 09 de dezembro 2013. A Norma Regulamentadora NR-12 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 (ABIMAQ, 2014).

3.2. Capítulos da Norma NR-12

Capítulos 12.1 ao 12.5 – Princípios Gerais.

Capítulos 12.6 ao 12.13 – Arranjos Físicos e Instalações.

Capítulos 12.14 ao 12.23 - Instalações e Dispositivos Elétricos.

Capítulos 12.14 ao 12.37 - Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada.

Capítulos 12.38 ao 12.55.1 - Sistemas de Segurança.

Capítulos 12.56 ao 12.63.1 - Dispositivos de Parada de Emergência.

Capítulos 12.64 ao 12.76.1 - Meios de Acesso Permanentes.

Capítulos 12.77 ao 12.84.1 – Componentes Pressurizados.

Capítulos 12.85 ao 12.93.1 – Transportadores de Materiais.

Capítulos 12.94 ao 12.105 – Aspectos Ergonômicos.

Capítulos 12.106 ao 12.110 - Riscos Adicionais.

Capítulos 12.111 ao 12.115 - Manutenção, Inspeção, Preparação, Ajustes e Reparos.

Capítulos 12.116 ao 12.124.1- Sinalização.

Capítulos 12.125 ao 12.129 – Manuais.

Capítulos 12.130 ao 12.132.1- Procedimentos de Trabalho e Segurança.

Capítulos 12.133 ao 12.134 - Projeto, Fabricação, Importação, Venda, Locação, Leilão, Cessão a qualquer Título, Exposição e Utilização.

Capítulos 12.135 ao 12.147.2 – Capacitação

Capítulos 12.148 ao 12.152 - Outros Requisitos Específicos de Segurança

Capítulos 12.153 ao 12.155 - Dispositivos Finais.

3.3. Princípios Gerais da Norma NR 12:

O empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência envolvidas direta ou indiretamente no trabalho.

São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade:

- a) medidas de proteção coletiva
- b) medidas administrativas ou de organização do trabalho
- c) medidas de proteção individual.

4. Desenvolvimento

Para melhor aplicação e demonstração da NR-12 houve o acompanhamento de exemplos práticos, em conjunto com a metalúrgica. Foram feitos estudos, sempre levando em consideração dados da máquina, condições de adaptação. O processo ocorreu após pesquisas para que a máquina atendesse aos requisitos da norma.

4.1. Inventário e Análise de Riscos

Como indicado na norma NR-12, o inventário das máquinas deve ser o primeiro passo necessário a ser seguido, para que se tenha uma visão ampla e possa conhecer a amplitude das necessidades às máquinas e equipamentos que estarão sendo avaliadas para a sua readaptação às exigências de segurança da norma. Para cumprir mais um dos requisitos da norma NR-12 quanto à avaliação do risco que a máquina oferecia ao operador, também foi elaborada a análise de risco para validar a necessidade da readaptação da máquina. Após fazer o inventário individual da máquina e a análise de risco, constatou-se: a máquina apresentava risco de mutilação das mãos ou de outras partes

Este inventário contempla a identificação dos perigos aliados a matriz de riscos para eliminar e ou minimizar a gravidade e probabilidade dos danos relativos a máquinas e equipamentos utilizados

A partir da identificação e análise dos agentes de risco, será elaborado um Plano de Ação considerando as etapas da matriz de risco para mitigar possíveis falhas e ou correções.

4.2. Probabilidade do Dano

A gradação da probabilidade da ocorrência do possível dano é feita atribuindo-se um índice de probabilidade (P) variando de 1 a 4. O índice P é definido utilizando-se várias abordagens ou critérios, conforme exemplos a seguir quando aplicável:

Categoria		Critérios para a probabilidade (P) do possível dano	
		Perfil de exposição qualitativo	Perfil de exposição quantitativo
1	Pouco Exposto	Contato eventual com o agente e ou baixas concentrações/exposições.	Exposição estimada abaixo de 50% do limite de exposição ocupacional.
2	Moderadamente exposto	Contato frequente ou contato raro e ou a altas concentrações/exposições.	Exposição estimada entre 50% e 100% do Limite de Exposição Ocupacional.
3	Muito exposto	Contato frequente com o agente e ou a altas concentrações/exposições.	Exposição estimada acima de 100% do Limite de Exposição Ocupacional.
4	Altamente exposto	Contato frequente com o agente e ou a altas concentrações/exposições muito altas.	Exposição estimada acima de 200% do Limite de Exposição Ocupacional.

Com base em dados estatísticos de acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho obtidos ou fornecidos pela empresa ou do setor de atividade econômica quando predominam situações similares.

A partir do perfil de exposição qualitativo, quando não forem possíveis ou disponíveis dados quantitativos, considerando as variáveis de tempo de exposição e frequência.

4.3. Severidade das Lesões

A partir do perfil quantitativo levando em consideração intensidade/concentração, tempo de exposição e frequência da exposição.

Em função do fator de proteção considerando a existência, adequação e eficácia de medidas de controle.

Para obter a graduação da severidade das possíveis lesões atribui-se um índice de severidade (S) variando de 1 a 4 conforme os critérios relacionados na tabela abaixo:

Nível	Severidade	Possível consequência da exposição	Exemplo para critérios genéricos
1	Leve	Lesão com efeitos reversíveis.	Ferimentos leves, irritações leves que não implique em afastamento.
2	Moderado	Lesão com efeitos reversíveis.	Ferimentos, irritações, doenças que não implique em afastamento superior a 15 dias.
3	Significativo	Lesão com efeitos irreversíveis.	PAR, danos ao sistema nervoso central lesões com sequelas.
4	Muito Significativo	Lesão irreversíveis.	Perda de membros ou órgãos que incapacita definitivamente para o trabalho, lesões múltiplas que resultem em morte

4.4. Matriz de Risco

EQUIPAMENTO	PERIGOS	RECOMENDAÇÕES	ORIENTAÇÕES/ EPI's	PROBABILIDADE	SEVERIDADE
Transportadora de peça para Tempera	Enroscar roupa, estourar correia, causar traumas em membros superiores	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos e roupas alinhadas	1	2
Eixo do Cilindro do Laminador	Traumas de membros superiores, enroscar roupas	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos e roupas alinhadas	1	3
Prensa	Esmagamento de membros superiores, enroscar roupas e cabelo	Utilizar sistema de segurança de acionamento três vias e desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos, roupas alinhadas, cabelo amarrado ou toca	4	3
Acionamento do Laminador	Traumas de membros superiores e inferiores, enroscar roupas	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos e roupas alinhadas	2	4
Linha Transportadora da Peça Laminada	Traumas e perdas de membros superiores, enroscar roupas	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos e roupas alinhadas	3	4
Transmissão de Acionamento	Decepar membros superiores, enroscar cabelo e roupas	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos, roupas alinhadas, cabelo amarrado ou toca	4	4
Linha Transportadora	Traumas e lesões em membros superiores, enroscar roupas e cabelo	Desligar equipamento para manutenção	Utilizar luvas, óculos, roupas alinhadas, cabelo amarrado ou toca	3	4

Este documento permanecerá válido enquanto forem mantidas as condições existentes por ocasião da vistoria. Quaisquer alterações que venham a ocorrer nas atividades, equipamentos e posto de trabalho, exigirão novas análises.

Para solucionar essa situação os seguintes itens foram implementados conforme os requisitos da norma. A proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, observando-se que:

a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de travamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;

b) a proteção deve ser associada a um dispositivo de travamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco.

Para as máquinas auto propelidas e seus implementos, a proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido mais de uma vez por turno de trabalho.

Foi utilizada uma proteção de chapa de aço carbono resistente, fixa de acordo com todos os esforços de trabalho da mesma, que resistisse ao ambiente em que será exposto, permitindo limpeza, permite não só a projeção de peças e partes, mas também a visibilidade do operador sem a necessidade do contato físico, e não acrescentando riscos adicionais. A proteção móvel vinculada ao dispositivo de travamento permite que o operador só opere o equipamento com a proteção fechada.

4.5. Arranjo Físico e Instalação

A norma NR-12 estabelece os requisitos mínimos de um bom funcionamento dos processos, cabendo aos empresários não só a tarefa de comprar os equipamentos que cumpram as exigências estabelecidas, mas também a instalação das mesmas de forma adequada. Um ambiente que suporta várias máquinas deve ter instalações adequadas e arranjo físico seguro garantindo que as pessoas possam desenvolver suas atividades sem que corram riscos. Uma área adequada deve levar em consideração a circulação de pessoas e materiais, uma boa sinalização e uma boa organização. A NR-12 com relação a este assunto estabelece no requisito 12 que:

12.6. Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e em conformidade com as normas técnicas oficiais

12.6.1. As vias principais de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem as saídas devem ter, no mínimo, 1,20m (um metro e vinte centímetros) de largura

12.6.2. As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas

12.7. Os materiais em utilização no processo produtivo devem ser alocados em áreas específicas de armazenamento, devidamente demarcadas com faixas na cor indicada pelas normas técnicas oficiais ou sinalizadas quando se tratar de áreas externas

12.8. Os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao seu modelo e ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionados ao trabalho.

12.8.1. A distância mínima entre máquinas, em conformidade com suas características e aplicações, deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, permitindo a movimentação dos segmentos corporais, em fase da natureza da tarefa

12.8.2. As áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno das máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança

12.9. Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam as máquinas e equipamentos nas áreas de circulação, devem:

a) ser mantidos limpos e livres de objetos, ferramentas e quaisquer materiais que ofereçam riscos de acidentes;

b) ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios

c) ser nivelados e resistentes às cargas a que estão sujeitos.

d) as ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.

As máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas quanto a sua estabilidade, de modo que não basculhem e não se desloquem intempestivamente por vibrações, choques, forças externas previsíveis, forças dinâmicas internas ou qualquer outro motivo acidental

As instalações das máquinas estacionárias devem respeitar os requisitos necessários fornecidos pelos fabricantes ou, na falta desses, o projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, em especial quanto à fundação, fixação, amortecimento, nivelamento, ventilação, alimentação elétrica, pneumática e hidráulica, aterramento e sistemas de refrigeração.

Nas máquinas móveis que possuem rodízios, pelo menos dois deles devem possuir travas.

As máquinas, as áreas de circulação, os postos de trabalho e quaisquer outros locais em que possa haver trabalhadores devem ficar posicionados de modo que não ocorram transporte e movimentação aérea de materiais sobre os trabalhadores. Após a análise do local foram feitas modificações de modo a atender aos requisitos da norma e também sugerido uma verificação para medir as condições de segurança do ambiente, verificando se a iluminação estava adequada e se o nível de ruídos estava dentro do permitido pelo ministério do trabalho.

Considerações Finais

Uma das grandes melhorias com a nova NR-12 é a de propor um olhar para os riscos, que não vão apenas aos operadores mais sim englobando máquinas e equipamentos em suas respectivas áreas. Em um país com tantas diferenças sociais mesmo no ramo industrial, não é uma tarefa simples para todos se adaptarem a regulamentação, mesmo assim a NR-12 traz diversos benefícios para o meio, prevenindo acidentes que poderão ocorrer com máquinas e equipamentos. Por fim, o cumprimento das normas nos mostra que não só em longo prazo gera retorno econômico, mas também uma melhora nos sistemas e nos colaboradores como um todo. Uma reeducação dentro do meio industrial vinculada a bons treinamentos, consultorias, reformas e reutilização e os ajustes para ficar dentro das normas, torna-se viável e altamente vantajosa, torna-se praticável pelo retorno significativo e por tratar-se de máquinas e equipamentos que geralmente possuem custos elevados.

O desenvolvimento do projeto nos permitiu conhecer profundamente à NR- 12 podendo aplica-la de várias formas, a máquina utilizada necessitava de adequação principalmente por segurança, oferecendo boa oportunidade para estudo, atendendo os requisitos da norma o projeto de readequação eliminou riscos que o equipamento oferecia, mesmo sendo operado por um operador experiente. A cartilha vem de encontro com essa adequação da máquina, agregar conhecimento para o operador, deixando-o mais apto ao trabalho, o conjunto de informação da máquina deixa claros os perigos que a mesma pode causar quando mal operada. A escolha de um bom layout para cada tipo de processo é fundamental, a sua importância dentro da NR-12 é fundamental para a harmonia funcional da empresa. O funcionamento equilibrado aumenta a produtividade e o desenvolvimento técnico. Para os Tecnólogos em Mecatrônica que no dia-a-dia estão em contato ou desenvolvendo máquinas e equipamentos, é de fundamental importância o conhecimento das normas de segurança em máquinas e equipamentos (NR-12). Assim atingiu-se o objetivo com resultados válidos e aplicáveis tanto na readequação das máquinas, treinamento para uso ou mesmo na disposição das mesmas dentro do ambiente de trabalho

Referências

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. Manual de Instruções da Norma Regulamentadora NR12. 2014. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/deci/Manual-de-Instrucoes-da-NR-12.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT- NBR- NM -272: 2002. Segurança de máquina – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis. Rio de Janeiro, 2002. 29p.

_____. NBR NM - 273:2002 - Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção. Rio de Janeiro, 2002. 48p.

_____. NBR NM ISO 13852:2003. Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores. Rio de Janeiro, 2003. 13p.

_____. NBR ISO 12100:2013. Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013. 23p

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452compilado.htm>. Acesso em: 10 out. 2014

PEREIRA, Alexandre Demetrius. Tratado de Segurança e Saúde Operacional. São Paulo, 2005.

MENDES, René, Patologia do Trabalho. Ateneu, 2003.

NR 12. Norma Regulamentadora Nº 12. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-12-span-class-destaque-novo-span.htm>>. Acesso em: 16 mai. 2014.

ESTUDO DE CASO

As imagens a seguir são de melhoria quanto ao sistema de segurança elaborado em uma empresa de laminação de pente para mineração, onde após um grave acidente com amputação de membros (dedos das mãos) de um funcionário, foi solicitado a adequação das máquinas.

Figura 01: Transportadora de Peça pronta para a Tempera

Causa de acidente: Enroscar a roupa na correia, estouro correia, podendo causar traumas nos membros superiores



Figura 02: Máquina após a aplicação da norma



Figura 03: Eixo do Cilindro do Laminador

Causa de Acidente: Traumas de membros superiores, enroscar roupas



Figura 04: Máquina após a aplicação da norma



Figura 05: Prensa

Causa de Acidentes: Esmagamento de membros superiores, enroscar cabelo devido à altura e roupas



Figura 06: Máquina após a aplicação da norma



Figura 07: Acionamento Laminador

Causas de Acidentes: Traumas de membros superiores e inferiores e enroscamento de roupas



Figura 08: Máquina após a aplicação da norma



Figura 09: Linha Transportadora da Peça Laminada

Causas de Acidentes: Traumas e Perdas de Membros Superiores e Enroscamento de Roupas



Figura 10: Máquina após a aplicação da norma



Figura 11: Transmissão de Acionamento

Causa de Acidentes: Decepar membros superiores, enroscar cabelos e roupas



Figura 12: Máquina após a aplicação da norma



Figura 13: Linha Transportadora

Causa de acidentes: Traumas e lesões em membros superiores, enroscar roupas e cabelo



Figura 14: Máquina após a aplicação da norma

