



PRÁTICAS EM SEGURANÇA PERIMETRAL DE MÁQUINAS – NR-12

JÚLIO CÉSAR BERNARDI ⁽¹⁾; PAULO ANDRÉ SOUTO MAYOR REIS ⁽²⁾

(1) MBA – Engenharia de Segurança do Trabalho - bernardi.juliocesar@gmail.com

(2) UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – p.souto@outlook.com;

RESUMO

A divulgação de experiências e conhecimentos adquiridos entre profissionais que atuam em segurança do trabalho será sempre importante na elaboração de projetos e implantação de equipamentos de proteção contra acidentes em máquinas. Na última revisão da NR-12 houve um aumento na quantidade de itens a serem incorporados ou modificados nas máquinas para melhorar o controle e a segurança para os trabalhadores, porém as dificuldades na interpretação e na aplicação podem gerar soluções complexas e improdutivas. A proposta deste trabalho é analisar conceitos construtivos e definições técnicas sobre segurança perimetral para máquinas e equipamentos, instalados nas indústrias, como elemento eficiente de proteção de acidentes e na redução de vulnerabilidades. Os exemplos analisados e as soluções propostas são da indústria siderúrgica, mas poderão ser úteis para aplicação em outros segmentos industriais que utilizam máquinas e equipamentos de grande porte.

Palavras-chave: acidentes, segurança perimetral, proteção, vulnerabilidades e indústria siderúrgica.

PERIMETER SECURITY FOR MACHINERY AND EQUIPMENT – NR-12

ABSTRACT

The dissemination of the experience and knowledge acquired amongst professionals involved in occupational safety will always be important in the development of projects and implementation of protective equipment against machinery's accidents. In the latest revision of NR-12, there was an increase in the number of items to be added or modified on the machines to improve control and safety for workers; however, the difficulties on the interpretation and application could generate complex and unproductive solutions. The purpose of this study is to analyze the productive concepts and technical definitions on the perimeter security for machinery and equipment installed in the industry such as an effective element for accident protection and for the reduction of vulnerabilities. The studied examples and proposed solutions are within the steel industry, but may be valuable for other industries that uses heavy machinery and large equipment.

Key words: accidents, perimeter security, protection, vulnerabilities and steel industry.



1. INTRODUÇÃO

Com a nova edição da Norma “NR-12” do Ministério do Trabalho (Portaria SIT nº 197, de 17/12/2010) que regulamenta as características e condições de segurança para operadores de máquinas e equipamentos, surgiram inúmeras discussões relativas ao conteúdo e à abrangência do texto que apresentou definições específicas desde o projeto, fabricação, comercialização, instalação, operação, manutenção e até a desativação de máquinas.

A primeira edição da NR-12, criada em 1978, como um dos complementos da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), tinha diretrizes que contemplavam 40 procedimentos de segurança obrigatórios e que aumentaram para 340 nesta revisão de 2010. Em função desta ampliação drástica, das diferenças de porte e das condições financeiras de fabricantes e usuários de máquinas e equipamentos, foi definido um cronograma com prazos de adaptação e atendimento das novas exigências até 2014.

Porém mesmo com os prazos escalonados para as exigências entrarem em vigor, ainda existem de vários pontos polêmicos a serem equacionados como, por exemplo, ao fato da Norma tratar de formas iguais tanto máquinas novas como as antigas, e também a condição da aplicação das mesmas regras para todos os tipos de empresa. Por isso foi publicada a Portaria MTE nº 857, em junho de 2015, com alterações em alguns itens da NR-12, conforme as reivindicações da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e de outras entidades envolvidas nas discussões sobre o assunto.

Cabe salientar a importância do aprimoramento e da aplicação da NR-12 para que se tenha mais segurança para os operadores de máquinas, e também como referência legal, em harmonia com as práticas internacionais, para auferir um maior valor agregado ao maquinário produzido no Brasil e fomentar o aumento das exportações.

Neste contexto insere-se este artigo com a intenção de contribuir para o desenvolvimento de soluções práticas e efetivas para projetos de segurança perimetral de máquinas e equipamentos, descrevendo experiências de trabalhos recentes na área de siderurgia e realizados dentro das regras estabelecidas pela NR-12.



2. SEGURANÇA DE MÁQUINAS E CONDIÇÕES TÉCNICO-ECONÔMICAS

A segurança na operação de máquinas, e nos demais serviços próximos destas, deve ser priorizada não somente para atender os aspectos legais, mas também pelas consequências resultantes dos acidentes de trabalho na sociedade e na economia do País. Nos últimos anos observou-se uma pequena redução do número de acidentes de trabalho, registrados nas estatísticas do Brasil, muito provavelmente em função das inúmeras campanhas de prevenção e das recentes atualizações das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, como é o caso da NR-12 e das demais relacionadas à segurança de máquinas.

Tabela 1 – O número de acidentes no trabalho em 2012 foi menor desde 2007.

2007	2008	2009	2010	2011	2012
659.523	755.980	733.365	709.474	720.629	705.239

Fonte: Ministério da Previdência Social

A média anual de acidentes de trabalho registrados oscila em torno de 700 mil casos, e são gastos anualmente cerca de 70 bilhões de Reais com esse tipo de acidente, segundo informações do Ministério da Previdência. Esses números são altos e mostram que as condições atuais de trabalho nas fábricas precisam melhorar muito.

Com relação às condições técnicas atuais de segurança no trabalho com máquinas e dos equipamentos nos ambientes industriais, pode-se verificar que o conhecimento geral da nova edição da NR-12 e a consciência da necessidade da adoção das novas regras está praticamente disseminado, porém a complexidade do texto e suas interpretações divergentes estão gerando inúmeras polêmicas e muita resistência para que as empresas façam os ajustes necessários para se adequar a ela. Entre os principais objetivos da nova edição da NR-12 destacam-se:

- **A segurança do trabalhador na proteção da sua integridade física e da saúde;**
- **Melhoria das condições de trabalho com máquinas e equipamentos de uso geral;**
- **Máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros e a prova de burla;**
- **Conceito de falha segura (recentemente substituído por “estado da técnica”).**



Mas a realidade mostra que o parque fabril no Brasil está repleto de máquinas velhas, e muitas sem nenhum tipo de proteção contra acidentes, sendo necessária uma atualização tecnológica nas indústrias e a requalificação técnica de seus trabalhadores. Diante desse quadro foi criada em 2011 uma nova “Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho”, visando a Prevenção e não somente tratamentos e reabilitação, com ações conjuntas dos Ministérios do Trabalho, da Previdência e da Saúde. E recentemente o Ministério do Trabalho e Emprego anunciou um conjunto de ações da Estratégia Nacional para a Redução dos Acidentes do Trabalho no Brasil, em 2015 e 2016, com objetivos de reduzir a taxa de mortalidade e a incidência de acidentes de trabalho decorrentes da atividade profissional, contribuindo para a redução dos danos aos trabalhadores, às empresas e ao Orçamento da União.

Diante da crise econômica atual em 2015, onde muitas empresas estão enfrentando uma retração drástica nas suas atividades, e reduzindo o número de funcionários, este tema precisa ser abordado com muito cuidado e bom senso, pois a escassez de recursos financeiros induz a questionamentos como se a NR-12 seria custo ou investimento, ou se a mesma representaria punição ou prevenção. Ainda acontece de alguns patrões e trabalhadores acharem que as normas de segurança atrapalham suas atividades e reduzem a produtividade operacional.

Apesar do rigor de algumas medidas e necessidade de revisões em alguns itens desta nova edição da NR-12, pode-se dizer a mesma despertou a atenção de todos para o tema proteção de máquinas. E isto poderá ser positivo se o Governo prosseguir na busca do consenso e na adequação das medidas, sempre cuidando para que sejam avaliados corretamente o impacto e a distribuição dos efeitos na sociedade, considerando os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Em resumo, a NR-12 está em vigência e sua aplicação é obrigatória em todas as empresas brasileiras, e diante desta condição o planejamento será fundamental na avaliação das necessidades e dos recursos a serem investidos nas adequações. E mesmo que isso represente um custo inesperado que vai onerar as indústrias num primeiro momento, também é fato que estão sendo criadas linhas de crédito pelos bancos do governo para financiar essas adequações, evitando assim a criação de passivos trabalhistas e demais prejuízos financeiros a médio e longo prazo.

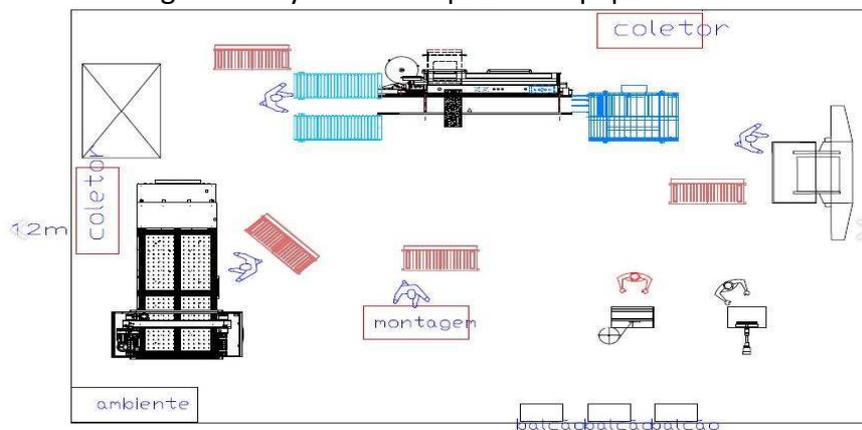


3. INVENTÁRIO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

O empregador deverá elaborar o inventário de máquinas e manter este atualizado, conforme descrito no item 12.153 da NR-12, salvo exceções previstas para micro e pequenas empresas na Portaria MTE Nº. 857, de 25/06/2015. Este mapeamento vai proporcionar o conhecimento do tamanho e a abrangência das adaptações às demais exigências de segurança da NR-12, pois nem todas as máquinas terão viabilidade técnica e financeira para as devidas modificações de atendimento a Norma.

Inicialmente deverão ser relacionadas todas as máquinas e equipamentos existentes na fábrica, inclusive as que não estão diretamente ligadas à produção, como ventiladores ou aquecedores, por exemplo, que serão também avaliadas de forma preliminar e registradas em fichas individuais ou arquivos eletrônicos. Também será muito importante a elaboração do Layout da fábrica, com um número ou código de identificação em cada máquina ou equipamento, para facilitar a localização de cada item do inventário que deverá ficar à disposição da fiscalização e da CIPA ou do SESMT.

Figura 1: Layout de Máquinas e Equipamentos.



Fonte: Site "<http://www.emobile.com.br>" (marcenaria modelo; agosto de 2015)

No inventário devem constar, pelo menos, os seguintes dados do equipamento:

- Tipo ou nome da máquina e Foto;
- Especificação resumida de funções;
- Fabricante e País de origem;
- Modelo ou referência;
- Ano de fabricação;
- Capacidades;
- Posição na planta (Layout);
- Sistemas de segurança existentes;



As informações para o inventário sobre sistemas de segurança existentes na máquina (conforme item 12.39 da NR-12) devem ser resultantes da identificação e confirmação do funcionamento ativo e da função de proteção por profissional habilitado, ou legalmente qualificado.

Figura 2: Imagens de Inventário de Máquinas e do Sistema de Segurança

Modelo e Posição em planta: Serra de Fita F 15000	Fotos	
		
<p>Operação : 01 Operador</p> <p>Sistemas de segurança existente:</p> <ul style="list-style-type: none">- Botão de intertravamento das portas- Botão de reset e restart- aspirador de pó		 <p>ATERRAMENTO</p>

Fonte: Cartilha de orientações de SST, editada pela FIEMG em 2014.

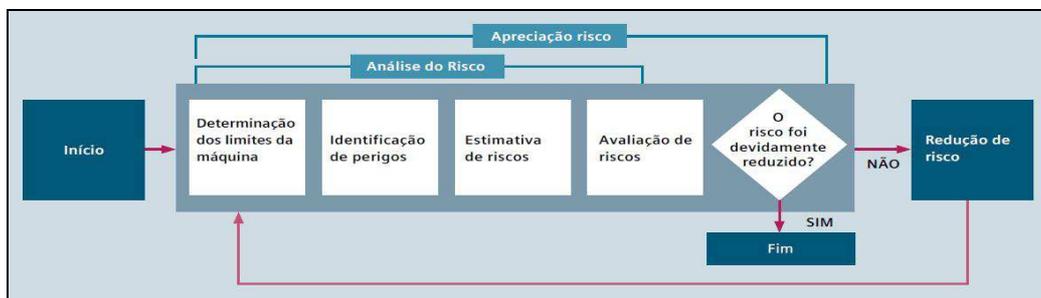
O inventário deve apresentar um diagnóstico real da situação de todas as máquinas e equipamentos da empresa, e ser atualizado de forma permanente, pois serve como subsídio para as ações de gestão e controle da aplicação das Normas de Segurança. Serão muito importantes estas informações do inventário, juntamente com as análises criteriosas de todos os pontos de riscos, para que se faça um projeto de segurança que apresente soluções definitivas para as máquinas consideradas viáveis e alternativas as máquinas que necessitam ser substituídas.



4. APRECIÇÃO DE RISCOS

Conforme o item 12.39 da NR-12, para selecionar e instalar sistemas de segurança deve ser feito antes a análise dos riscos potenciais de cada máquina, ou equipamento, e definição da categoria de segurança, conforme previsto nas normas oficiais vigentes. No Brasil as normas técnicas voltadas para análise de riscos na segurança de máquinas são a NBR 14009: 1997 para análise qualitativa, a NBR 14153: 1998 para identificação da categoria do risco e a NBR ISO 12100: 2013 para a apreciação e redução de riscos.

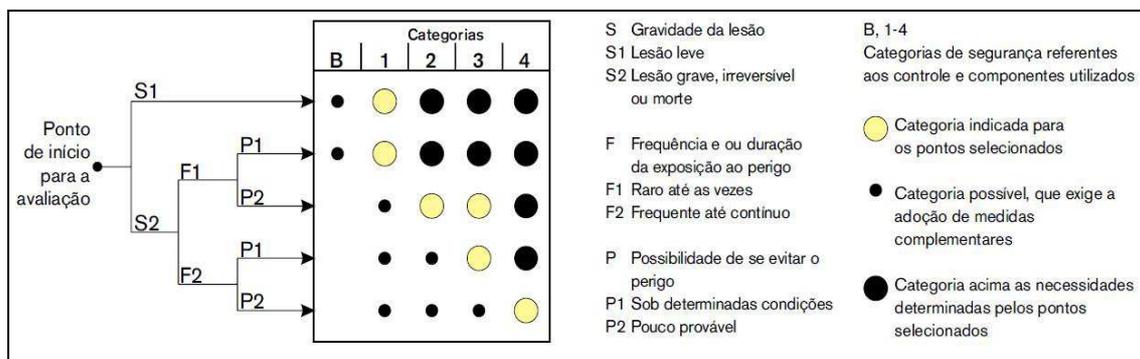
Figura 3: Análise e apreciação de risco



Fonte: NBR ISO 12100: 2013

O processo de apreciação de riscos integra uma sequência de etapas que permite de forma sistemática, analisar e avaliar os riscos associados à máquina e, quando houver a necessidade, proceder à redução de riscos. Também pode haver a necessidade da iteração incremental do processo para eliminar o máximo de perigos e desenvolver medidas de proteção para controlar e mitigar possíveis riscos residuais. A identificação em uma categoria de risco da máquina deve considerar o desempenho diante de eventual ocorrência de falha em relação ao sistema de comandos para a segurança.

Figura 4: Gráfico de categoria de segurança



Fonte: NBR 14153: 1998



Para fazer a análise quantitativa dos riscos e a severidade dos mesmos, em máquinas e equipamentos, o método utilizado é o HRN (Hazard Rating Number), que respeita os procedimentos descritos da NBR 14009: 1997. Neste método são considerados fatores de probabilidades de exposição, de frequência, de máxima perda e de número de pessoas envolvidas, com o objetivo de calcular e classificar a probabilidade de risco para cada perigo identificado. Após mensurar a estimativa de risco, desde o nível mínimo aceitável até a condição de inaceitável, poderão ser priorizadas as ações referentes à eliminação ou minimização dos riscos encontrados através de procedimentos, proteções e equipamentos de acordo com a categoria de segurança da máquina para obter valores de HRN próximos à zero ou a níveis aceitáveis.

A exigência de análise de riscos abrange todas as máquinas instaladas na empresa, independente da condição de nova ou usada, e devem ser consideradas todas as condições como a instalação, operação, ajustes, manutenção e mau funcionamento. Devido à dinâmica do processo produtivo os riscos não deverão ser analisados uma única vez, pois as mudanças constantes nos ambientes e nas máquinas indicam que os riscos precisam ser analisados periodicamente e, sempre que isso ocorrer devem providas medidas de controle conforme a prioridade e a severidade do risco.

Apesar das regras específicas para a não existência de riscos, sabemos que riscos nulos somente com fonte de perigo zero ou com medidas de controle eficazes, pois as pessoas cometem erros e porque não podemos prever tudo para assegurar uma condição de segurança absoluta de operação para o trabalhador. Justifica-se desta forma a necessidade de que todos os envolvidos no processo produtivo e administrativo fiquem sempre atentos de forma permanente aos eventuais perigos e imprevistos que surgem no dia a dia de uma empresa, pois assim a cultura da prevenção poderá se consolidar de forma efetiva, com a mobilização pela vigilância contínua e a valorização de informações para mitigar ou controlar os riscos que são inerentes às atividades produtivas.



5. FALHA SEGURA x ESTADO DA TÉCNICA

A Portaria MTE nº 857, publicada em 26 de junho de 2015, apresentou várias alterações para a NR-12: 2010, e entre elas a substituição do conceito “falha segura” por “estado da técnica”, no tópico dos “Princípios Gerais”, conforme descrito no item 12.5 da Norma: “Na aplicação desta Norma devem-se considerar as características das máquinas e equipamentos, do processo, a apreciação de riscos e o estado da técnica”.

O conceito da “falha segura”, que foi excluído do glossário (anexo IV) da Norma, indicava que numa ocorrência de falha técnica ou falha humana o sistema deveria obrigatoriamente entrar em estado seguro ou, na impossibilidade deste, o deveria usar o princípio da vida segura, que seria proporcionado com redundância através de componentes de alta confiabilidade para assegurar que o sistema funcione sempre. Na teoria o princípio da falha segura tinha por objetivo a segurança absoluta, o que seria inviável na prática, devido ao custo muitas vezes maior que o da própria máquina.

A definição pelo “estado da técnica” aproxima a Norma da realidade brasileira a que estão sujeitas a fabricação e a utilização de máquinas e equipamentos. Porém isso não significa permissão para aumento de riscos para o trabalhador ou que a empresa pode ter isenção de responsabilidades, ou que poderá reduzir o nível de segurança de suas máquinas. O que deverá ser considerado na análise de riscos são as características operacionais da máquina e do contexto geral do processo, pois o princípio do estado da técnica prevê que deve ser feito o que for possível, segundo os recursos tecnológicos disponíveis e viáveis na época da construção ou instalação, para que seja disponibilizado o nível mais elevado possível de segurança para o trabalhador.

Desta forma a adequação de máquinas a NR-12 terá a possibilidade da adoção de soluções de segurança dentro de um patamar de realidade e de viabilidade dos custos, pois assim como a norma está evoluindo as tecnologias construtivas e de controle também estão em constante aperfeiçoamento a cada vez mais acessíveis. Além disso, o conceito do estado da técnica agrega flexibilidade a Norma, pois faz com que aquela característica impositiva de determinar o “como fazer” seja substituída pela orientação sensata “do que fazer”, mas com responsabilidade e critérios técnicos.



6. HIERARQUIA DE SOLUÇÕES EM SEGURANÇA DE MÁQUINAS

Após a identificação dos perigos e análise dos riscos deve ser feita a definição das medidas de proteção a serem adotadas para garantir a segurança do operador da máquina. Conforme a hierarquia das medidas de proteção, definida no item 12.4 dos “Princípios Gerais” da NR-12: 2010, a ordem de prioridade prevê a adoção de equipamentos de proteção coletiva em primeiro lugar, e se não forem suficientes devem ser adotadas medidas administrativas, e o terceiro e último recurso será a utilização de equipamentos de proteção individual.

6.1. Medidas de proteção coletiva

Geralmente são barreiras físicas para evitar o acesso às áreas de risco ou de qualquer tipo de exposição ao perigo, também conhecidas pela sigla “EPC”, com a finalidade de proteção coletiva e, por isso, devem ser os primeiros a serem implantados de modo a não sobrecarregar o fator humano e não deixar que a segurança dependa de ação permanente ou eventual do homem. As proteções coletivas são customizadas de acordo com o tipo de máquina como, por exemplo, as grades fixas e portões com travas para enclausurar de equipamentos, carenagens de proteção para transmissões de movimentos, dispositivos de bloqueio e travas, circuitos de parada de emergência, sensores diversos para monitoramentos e outros.

Figura 5: Grades fixas de proteção e portões com controle de acesso para segurança



Fonte: SIEMENS – Safety – “Answers for industry”



6.2. Medidas administrativas ou de organização do trabalho

Se houver dúvidas sobre a efetividade das medidas de proteção coletiva instaladas, ou se estas forem insuficientes para garantir a segurança para todas as pessoas envolvidas do processo, a segunda ação será implantar medidas administrativas ou de organização do trabalho para estabelecer regras de conduta e procedimentos técnicos para o trabalho seguro. Nesta etapa será necessário treinar os trabalhadores para garantir o funcionamento previsto dos sistemas de segurança e demais medidas de proteção relativas aos procedimentos de prevenção e controle de riscos das atividades. As medidas administrativas e organizacionais podem ser desde uma mudança de layout até programas de estratégias de gestão ou qualidade como o “5S” ou “Seis Sigma”. Também são exemplos as políticas de saúde e prevenção de acidentes ou programas de manutenção preventiva e preditiva para redução de falhas técnicas.

6.3. Medidas de proteção individual

O terceiro e último recurso é a proteção individual ou EPI, somente será adotada diante da impossibilidade de ações para a eliminação ou atenuação dos riscos do ambiente da atividade, ou quando as medidas de proteção coletiva forem inviáveis, ineficientes ou insuficientes para proteger a integridade ou a saúde do trabalhador.

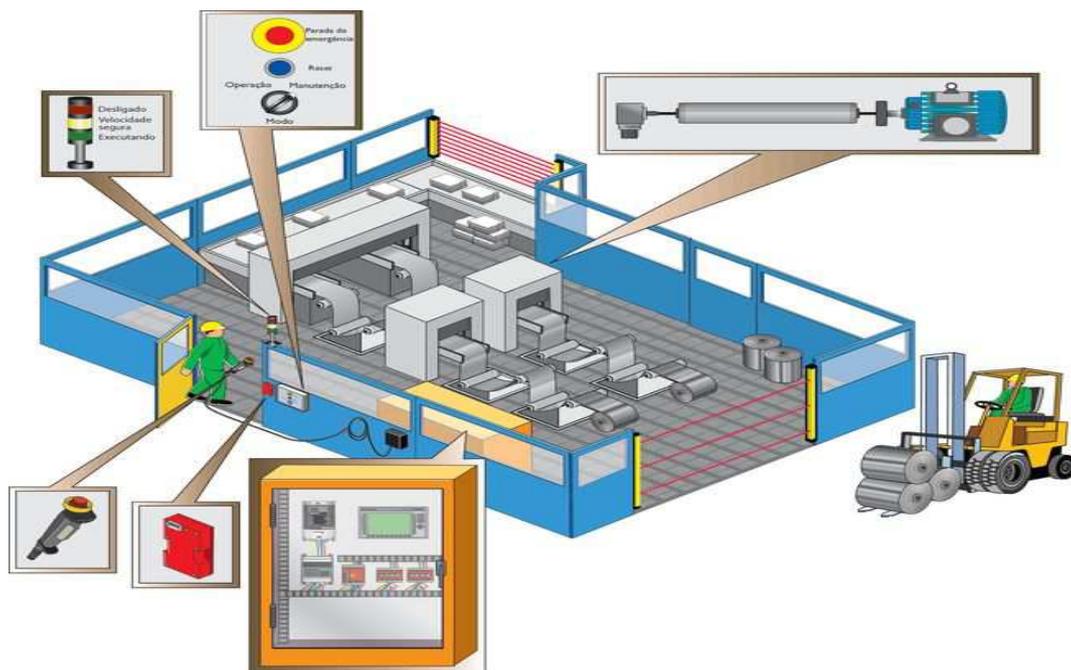
Especificações para uso de “EPI” serão feitas a partir de análises e definições do PPRA e PCMSO, conforme condições gerais de trabalho e tempo de exposição aos fatores de riscos. Os tipos de EPI utilizados podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador e da parte do corpo que se pretende proteger, tais como: proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares; proteção respiratória: máscaras e filtro; proteção visual e facial: óculos e viseiras; proteção da cabeça: capacetes; proteção de mãos e braços: luvas e mangas; proteção de pernas e pés: sapatos e botas; e proteção contra quedas: cintos de segurança e talabartes. Devido à complexidade do tema e a importância destes equipamentos, que são a última barreira de proteção do trabalhador contra os perigos nas atividades, foi elaborada em 1978 a NR-6 que é específica sobre o assunto.



7. AUTOMAÇÃO SEGURA COM PRODUTIVIDADE

Quando o sistema de segurança da máquina atua efetivamente, sem causar perda de produtividade, evidencia-se o êxito de um projeto seguro e economicamente viável. E isso também será devido à abrangência e a qualidade do processo da análise de riscos, que classificou de forma adequada a categoria de segurança, o que será fundamental nas definições dos conceitos estruturais e na seleção de componentes do sistema.

Figura 6: Automação e Sistema de Segurança de Máquinas



Fonte: Safebook - Rockwell Automation

As demandas crescentes nos processos produtivos exigirão soluções cada vez mais dinâmicas para sistemas de segurança das máquinas, e aí a tecnologia será importante aliada como provedora de uma infinidade de sensores, controladores e atuadores com certificação e disponíveis no mercado. Com a recente alteração da NR-12, para adoção do conceito de “estado da técnica” em substituição da “falha segura”, a evolução da segurança em máquinas e equipamentos será algo mais factível e flexível em termos de soluções técnicas com maior grau de liberdade para o projeto e o planejamento. Também poderá haver uma interação maior entre homem e máquina, em qualquer momento ou modo operacional, sempre em condição segura para o trabalhador, devido aos novos sensores e sistemas eletrônicos mais dinâmicos e precisos, que devem aumentar a flexibilidade de movimentação e acessibilidade nas máquinas.

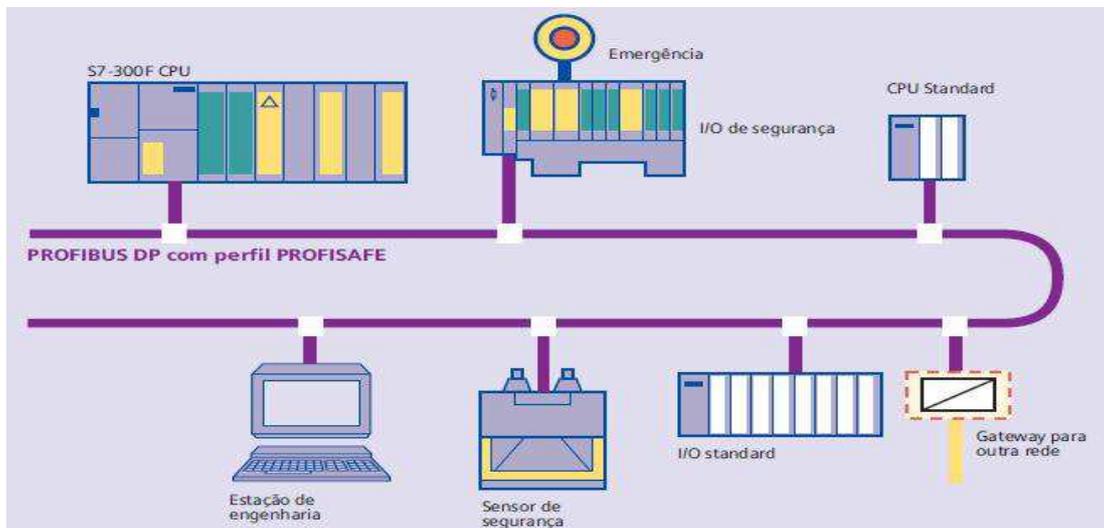


É importante destacar que a responsabilidade pelo funcionamento e confiabilidade do sistema de segurança é de quem define a aplicação e faz a integração dos componentes da automação do sistema de segurança da máquina, de acordo com os requisitos da Norma. Porém caberá ao fabricante, ou fornecedor dos componentes de segurança, a responsabilidade pela especificação dos parâmetros de aplicação e o suporte técnico, quando requisitado, desde o projeto até a instalação e testes do sistema de segurança para validação.

7. 1. Integração das funções de segurança e de controle na automação de máquinas

Entre as tendências tecnológicas nas indústrias está a ampliação do uso da “função segurança” integrada aos componentes aplicados na automação convencional das máquinas. Com isso pode-se criar um eficiente sistema único para comando e monitoração ainda mais produtivo e seguro, pois os novos conceitos modulares e de flexibilidade devem padronizar os sistemas e simplificar desde a engenharia até os processos de operação e de manutenção com inúmeras vantagens.

Figura 7 - Comunicação de dados normais de processo e segurança (barramento único)



Fonte: SIEMENS – Guia de Produtos e Soluções Sistemas de Segurança

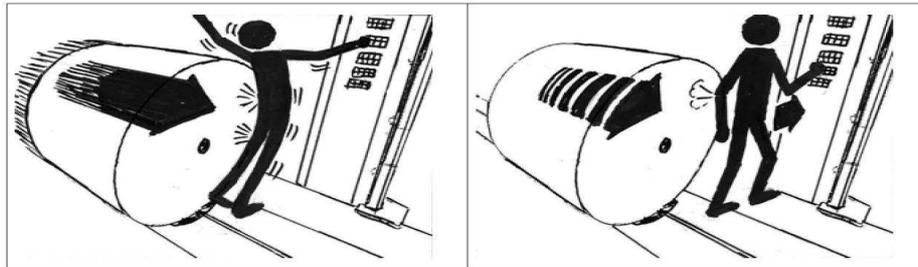
Essa integração, numa mesma estrutura de rede de comunicação, garante a confiabilidade na troca de dados entre o nível de segurança e os componentes normais (standard) de comando, sem necessidade de nenhum hardware ou interface adicional no sistema. A solução acima descrita é certificada e poderá atingir até a Categoria 4, de acordo com a Norma ABNT NBR 14153, que é baseada na Norma EN 954-1, e também poderá atingir o Nível de Integridade de Segurança “SIL=3” do Sistema.



7. 2. Tecnologias para segurança nos comandos e acionamentos das máquinas

Atualmente na automação de máquinas já são utilizados comandos de segurança que registram, processam e fazem a emissão segura de parâmetros de controle de maior complexidade, como especificações precisas de rotação ou torque de motores.

Figura 8 – Segurança Integrada: Movimentação de bobinas em velocidade segura



Fonte: SIEMENS - Drives with "Safety Integrated" in the application

Um exemplo simples de segurança dinâmica é a movimentação de bobinas através de carros transportadores, em área com monitoração de acessos ou sensores de detecção de presença, que pode ter o motor freado numa rampa de desaceleração definida e permanecer paralisado com regulagem ativa. E se houver permissão de acesso poderá ser ativado um modo operacional seguro, em que o motor atuará em velocidade reduzida no modo lento, e prosseguir na função de movimentação segura, sem interrupção da produção, até cessar a condição de ativação do sistema de segurança.

A evolução dos sistemas de controle para monitoramento e operações remotas está viabilizando cada vez mais a utilização destas tecnologias na automação industrial, pois estes recursos permitem ao operador monitorar e controlar máquinas e processos de produção à distância, ou numa condição mais segura. São diversas as formas de comunicação digital encontradas nas indústrias como conexão direta com a internet ou via Wi-Fi, e também podem ser feitas através de "Bluetooth", raios infravermelhos ou sinais de rádio, e isso também requer muita atenção com relação à segurança. Essa conectividade digital na manufatura, prevista para a futura "indústria 4.0", envolverá um universo de várias tecnologias de materiais, construtivas e operacionais, mas trará a necessidade de alterações para a segurança na proteção de dados. As tecnologias da "indústria do futuro" possibilitarão melhorias de comunicação, além da interação entre operador e máquina, e também a conexão entre os processos industriais para que seja possível produzir de forma mais eficiente e segura.

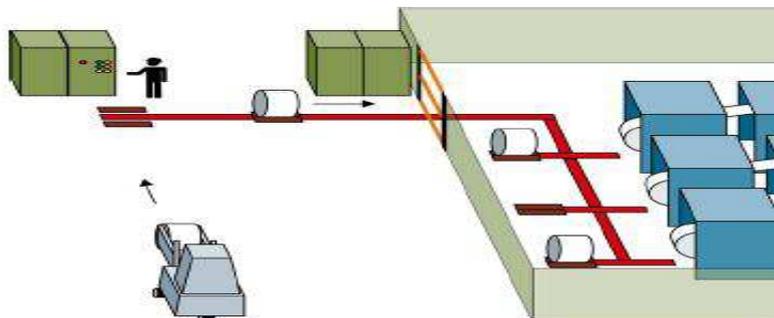


8. SEGURANÇA PERIMETRAL DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Partindo do princípio de que “proteção adequada” é um dos três pilares básicos da segurança de máquinas e equipamentos, juntamente com a gestão e a capacitação, e diante da impossibilidade da eliminação dos riscos a ideia é “isolar” ou “confinar” as fontes de perigo. É importante lembrar que segurança deve ser para todos que estão envolvidos no processo produtivo e não somente quando a máquina está em funcionamento, mas também na manutenção e diante de acessos ou aproximações não autorizados. As barreiras de proteção, ou dispositivos de segurança normalizados (certificados), reduzem muito os riscos existentes, mas não podem garantir a total eliminação destes. Por este motivo, analisar soluções de segurança de máquinas já desenvolvidas nas indústrias pode ser uma boa referência para formar uma base de conhecimentos para o estudo e a aplicação efetiva das novas regras da NR-12, que precisam ser bem compreendidas e implantadas de forma correta para garantir a proteção e a saúde dos trabalhadores.

A seguir são descritos exemplos e práticas em segurança perimetral de máquinas com o objetivo de mostrar que a mesma deverá ser a mais simples quanto possível, todavia com muita atenção às vulnerabilidades e utilizando a tecnologia como aliada na proteção e na prevenção de acidentes para melhoria dos sistemas de segurança.

Figura 9 – Segurança Perimetral: Barreiras físicas e eletrônicas para máquinas



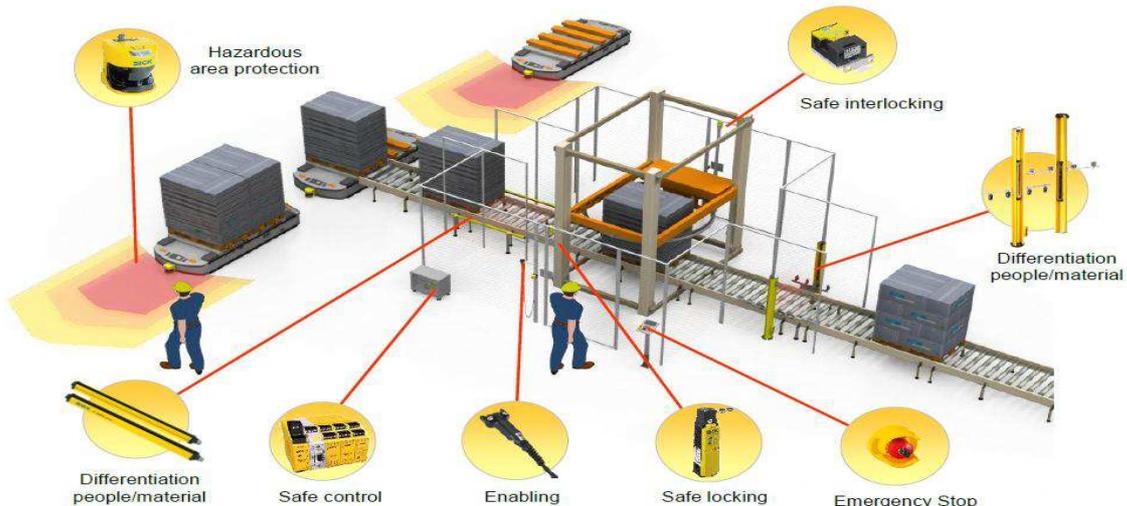
Fonte: SIEMENS - Drives with "Safety Integrated" in the application

A ideia para segurança é “cercar” a área dos equipamentos para isolar o operador dos riscos, e garantir que todos os acessos estarão monitorados e controlados por Relé ou CLP (Controlador Lógico Programável), sem comprometer a produção das máquinas.



De forma geral as proteções físicas fixas podem reduzir a mobilidade no local de operação, porém essa limitação é minimizada através do uso de cortinas de luz, sensores e scanners que são utilizados em combinação com barreiras mecânicas (telas e grades), para monitorar e controlar a movimentação de operadores e auxiliares, em determinadas áreas e distâncias, sem necessitar interromper totalmente a produção.

Figura 10 - Segurança funcional: atuação segura de operadores em áreas controladas



Fonte: SICK – Guide for Safe Machinery: Technical protective devices

8.1. Segurança funcional (proteções mecânicas com dispositivos eletroeletrônicos)

Proporcionar segurança em acessos e movimentos normais de operadores capacitados e garantir a integridade física e a saúde destes, com a máquina em funcionamento, não devem constituir dificuldades para um sistema de segurança projetado e construído conforme as Normas vigentes. O desafio é garantir a segurança de pessoas não informadas, ou sem capacitação, que se aproximam ou entram em contato com as máquinas de forma indevida, ou não autorizada, no dia a dia do processo produtivo.

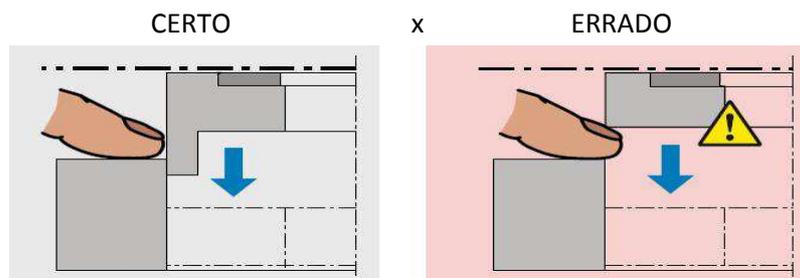
A segurança funcional é a função específica do conjunto de dispositivos (sensores, relés, cortinas de luz, CLP de segurança e outros) que compõem o sistema elétrico e eletrônico para controle dos perigos dos elementos móveis das máquinas. As definições técnicas e referências, desde o projeto até a validação, de um sistema e da segurança funcional que este fornece, assim como o “SIL” (Safety Integrity Level) e o “PL” (Performance Level) são fornecidas pelas Normas IEC/EN 61508, IEC/EN 62061, EN ISO 13849-1 e a IEC 61511.



8.2. Afastamento seguro da fonte de perigo e prevenção de vulnerabilidades

As definições de projeto e instalação de proteções para enclausurar máquinas devem seguir as regras da NR-12, e também atender as especificações das Normas Regulamentadoras NR-10, NR-17 e NR-23. Distâncias de segurança e requisitos para uso de detectores de presença optoeletrônicos são definidas no Anexo I da NR-12, que reúne informações das Normas ABNT NBR NM-ISO 13852:2003, ISO 13855 e EN 12622. A condição ideal é ter a segurança como uma das diretrizes no projeto da máquina, com especial atenção ao desenho de componentes e conceitos dos mecanismos, e não somente aos detalhes construtivos das proteções e suas definições normatizadas, para prevenir possíveis acidentes devido à negligência ou imprudências com máquinas.

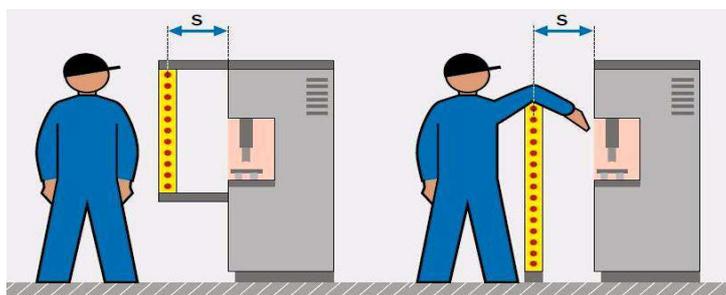
Figura 11 - Exemplos de conceitos de projeto para evitar esmagamento ou cortes nas mãos



Fonte: SICK – Guide for Safe Machinery: Technical protective devices

Prestar atenção também aos pontos vulneráveis entre proteções e as estruturas das máquinas, pois através dessas aberturas pode haver violações e ocorrer acidentes.

Figura 12 – Distância mínima (S) do ponto de detecção até a zona de perigo (ISO 13855)



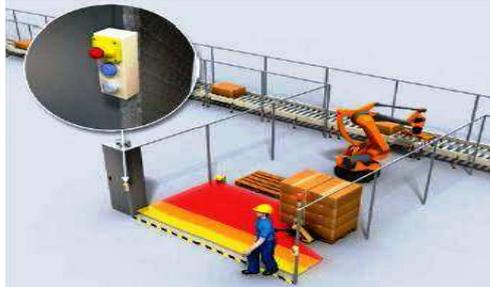
Fonte: SICK – FAQs Safety: Protective devices for machines

É oportuno lembrar que dispositivos de detecção de acesso à zona de perigo reduzem os riscos de acidentes, mas não podem ser a única barreira do sistema de segurança, que deverá ter outros elementos de proteção combinados na máquina.



O comando “RESET” para reinicializar ou rearmar o sistema de segurança, após algum desligamento ou parada de emergência, deve ser “externo” e o operador deve ter visão total das áreas internas do cercado de proteção da máquina ou equipamentos.

Figura 13 – Botoeira do comando “RESET” instalada fora da zona de perigo (ISO 13849-1)



Fonte: SICK – Guide for Safe Machinery: Technical protective devices

A diversidade das atividades no âmbito industrial impossibilita o uso geral da solução de isolar com cercados e grades todas as fontes de perigos, pois alguns equipamentos têm funções de movimentação no processo produtivo, como transporte de materiais ou peças, por exemplo. Por isso a necessidade da demarcação das áreas de circulação e de risco, em conformidade com as normas regulamentadoras, é uma determinação da NR-12, conforme item 12.6 referente aos arranjos físicos e instalações industriais.

Figura 14 – Demarcação de áreas de circulação e zonas de perigo (NR-12/12.6)



Fonte: SICK – FAQs Safety: Protective devices for machines

Em segurança perimetral de máquinas a “Sinalização”, é obrigatória e regulamentada (NR-12 e NR-26), e tem a função estratégica de alertar sobre a existência de perigos e orientar os trabalhadores sobre os riscos inerentes as suas atividades. A sinalização é mais uma barreira de proteção, mas como todas as demais, possui o seu nível de vulnerabilidade. Também é preciso ressaltar que a sinalização é uma medida preventiva e complementar do sistema de segurança, e que não elimina o risco de acidentes e falhas em geral.



9. CONFIABILIDADE E AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE

O desempenho do sistema de segurança da máquina, diante de uma falha de software ou hardware, será um indicador da confiabilidade. Em termos gerais, quando a falha for detectada o sistema deve executar ações seguras como gerar uma comunicação da falha e bloquear o funcionamento da máquina, conforme o nível de gravidade da ocorrência ou tipo de defeito, até haver a resolução do problema. Entretanto, nem todas as falhas são detectadas num primeiro momento, pois alguns componentes como fios elétricos e mangueiras podem gerar interferências ou instabilidades funcionais, e mesmo assim a função de segurança deverá ser realizada pelo sistema. No Brasil a Norma ABNT NBR 14153 ainda é adotada para a classificação do desempenho de sistemas de segurança das máquinas, porém será substituída pela Norma ISO 13849.

Após a aprovação funcional do sistema de controle de segurança da máquina e testes de integridade e desempenho com relação à ocorrência de defeitos, deverá ser feita à avaliação de conformidade de adequação da máquina em relação à NR-12. Os dados e informações que devem constar numa avaliação de conformidade são definidos pela ABNT NBR ISO/IEC 17050. A avaliação de conformidade pode ser voluntária, quando provida em forma de declaração pelo fabricante ou pelo comprador da máquina, ou então de forma compulsória, quando exercida pelo Estado através de autoridade regulamentadora. No Brasil o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO é o organismo oficial que coordena as atividades de avaliação de conformidade e certificação de produtos, de processos e de serviços.

O Brasil ainda não possui nenhuma “Organização Certificadora de Produto” acreditada pelo INMETRO para a certificação de conformidade de segurança para a norma NR-12, com relação a máquinas, componentes e sistemas de proteção. Porém isso não exclui a necessidade da avaliação de conformidade, que deverá ser executada sob a responsabilidade de Engenheiro habilitado com formação à aplicação da máquina, que certifique que o equipamento foi construído, ou está em condições funcionais, conforme a NR-12. Isto deve ser feito através de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), devidamente registrada no CREA.



10. CONCLUSÃO

Este artigo procurou mostrar que existem opções para adequar as máquinas industriais às regras da NR-12, revisada em 2010, e que segurança perimetral é uma forma básica de fazer isso mantendo o trabalhador distante da fonte de perigo, com barreiras físicas para isolar a área da máquina e controlando os acessos através de monitoramento permanente. Também destacou a possibilidade de integrar os controles e comandos de segurança com a automação da máquina. Além das vantagens técnicas da integração os custos finais também estão ficando viáveis devido à padronização de componentes da automação com a função segurança integrada, pois não haverá a necessidade de montagens de comandos paralelos e reduzem-se assim a quantidade de itens elétricos e eletrônicos que seriam adquiridos normalmente.

A relação entre segurança e produtividade também foi destacada dentro da ideia de que os sistemas de proteção, para atender a NR-12, não devem atrapalhar a produção das máquinas. A gestão de controle dos aspectos de segurança e saúde deve prestar atenção ao fator humano e a tecnologia utilizada, pois a eficácia e eficiência dos sistemas de controle serão determinantes para definir se uma máquina é segura para o trabalho e atende aos padrões regulatórios.

Procurou-se destacar também que ainda existem muitas medidas técnicas e administrativas que podem ser adotadas para promover uma redução muito maior no número de acidentes registrados anualmente no País, pois somente as Normas Regulamentadoras e as Leis não podem ser garantias de melhoria do cenário atual. E mesmo que ainda existam discussões com relação às exigências da NR-12, não deverá haver retroatividade na aplicação da Norma, e sim o necessário aperfeiçoamento de alguns itens polêmicos em revisões futuras, para melhorar o entendimento e a implementação prática desta importante Norma que visa garantir a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

Portanto, em nome da ética e da segurança no trabalho, precisamos fazer o que é certo, e não o que é fácil, pois dessa conscientização dependem as vidas das pessoas, a comunidade e o nosso meio ambiente.



11. REFERÊNCIAS

Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Disponível em: [//www.mte.gov.br/seg_sau/nr_12_texto.pdf](http://www.mte.gov.br/seg_sau/nr_12_texto.pdf). Acesso em 23/11/2015 a.

BRASIL, Ministério do Trabalho. **Manual de legislação, segurança e medicina do trabalho**. São Paulo: Editora Atlas, 68ª Edição, 2011.

SILVA, I. B. R.; SOUZA, B. S. **Proteção de máquinas: A melhor alternativa**. Novo Hamburgo: Revista Proteção, nº. 239, p. 76-81, Nov. 2011.

MORAES, G. **Normas Regulamentadoras comentadas e ilustradas**. Rio de Janeiro: GVC Editora, 8ª Edição, 2011.

ROQUE, J. C. M. **Proteção de Máquinas: Como selecionar sistemas**. Novo Hamburgo: Revista Proteção, nº. 287, p. 48-53, Nov. 2015.

VENDRAME, A. C. **Proteção de Máquinas: Coerência na aplicação**. Novo Hamburgo: Revista Proteção, nº. 289, p. 52-53, Jan. 2016.

FIEMG. **Cartilha de orientação de segurança do trabalho para a indústria do setor moveleiro**. Disponível em:

http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/SESI/SST/CARTILHA_SST_SetorMoveleiro_WEB.pdf

SIEMENS. **Máquinas seguras de forma rápida e fácil – com alta produtividade**. Disponível em: <http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/seguranca-de-maquinas/documents/safety-geral-safety.pdf>

ROCKWELL AUTOMATION. **SAFEBOOK 4 - Safety related control systems for machinery**. Disponível em: http://www.marketing.rockwellautomation.com/safety-solutions/en/MachineSafety/ToolsAndDownloads/safebook4_Form

SICK. **Guide for Safe Machinery - Six steps to a safe machine**. Disponível em: <https://www.mysick.com/saqqara/im0014678.pdf>

Silva, T. R. P. **Marcenaria modelo é destaque na “ForMar” 2015**. Disponível em: <http://www.emobile.com.br/site/industria-e-marcenaria/marcenaria-modelo-e-destaque-da-formar/>

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Estratégia Nacional para Redução dos Acidentes do Trabalho 2015- 2016**. Disponível em:

<http://acesso.mte.gov.br/data/files/FF8080814D5270F0014D71FF7438278E/Estrat%C3%A9gia%20Nacional%20de%20Redu%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Acidentes%20do%20Trabalho%202015-2016.pdf>