

ALANDIONE CÉSAR DE ANDRADE

N. CLASS.....
CUTTER.....
ANO/EDIÇÃO.....

PROTEÇÕES PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação da Prof. Esp. Adilene Maria Soares Tirelli.

Varginha

2014

FEPESMIG

ALANDIONE CÉSAR DE ANDRADE

PROTEÇÕES PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de engenharia mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me. Aguinaldo Borba Pereira

Prof. Esp. Matheus Henrique Pereira

Prof. Ma. Djanira Helena Ferreira de Andrade

OBS:

Dedico este trabalho a meus familiares, aos colegas de curso, aos professores e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus, por ter me concedido essa oportunidade, a todos que me ajudaram na elaboração deste trabalho, em especial aos profissionais e colegas de trabalho, aos colegas universitários e aos professores pelo grande conhecimento transmitido durante o curso.

“Eu preferiria ser um fracasso em algo que amo do que um sucesso em algo que odeio.”

George Burns

RESUMO

O presente estudo tem como tema “Proteções para máquinas e equipamentos”, com ênfase a investigação à proteção elétrica para máquinas e equipamentos. Assim o presente estudo objetivou revisar a literatura sobre os requisitos para proteções para máquinas e proteções elétrica. Objetivou, ainda: discutir as normas regulamentadoras, especialmente a NR12 em segurança do trabalho; discorrer sobre os tipos de proteção em máquinas e equipamentos; citar os dispositivos elétricos de proteção; discorrer sobre os circuitos elétricos de segurança. O estudo se justifica e se faz relevante pois, apesar da incontestável importância da NR12, é sabido que na grande maioria das empresas brasileiras esta norma não é observada integralmente e muitas vezes nem parcialmente segundo pesquisas recentemente realizadas, isto se deve a falta de profissionais capacitados, habilitados e qualificados no mercado de trabalho. Foi visto que um sistema de segurança objetiva evitar o contato direto dos operadores com partes móveis e perigosas das máquinas. Para que esses sistemas funcionem são necessários dispositivos que impeçam seu funcionamento automático, quando ocorrem falhas no trabalho. Assim conclui-se que, com os variados modelos de instrumentos e a correta instalação dos mesmos em um método seguro, pode-se chegar a uma solução segura em conformidade com a NR12. Desta forma percebeu-se que a funcionalidade de um sistema de segurança depende da correta instalação dos dispositivos elétricos de segurança nas máquinas.

Palavras-chave: Trabalho. Segurança. Proteção Elétrica. Máquinas. Equipamentos.

ABSTRACT

The present study has as its theme "Protections for machinery and equipment", with emphasis on research to electrical protection for machinery and equipment. The present study aimed to review the literature on the requirements for protections for machines and electrical protections. The objective also: discuss the regulatory standards, especially in NR12 safety; discuss the types of protection in machinery and equipment; cite electrical protection devices; discuss electrical safety circuits. The study is justified and is relevant because despite the undeniable importance of NR12, it is known that in most Brazilian companies this standard is not fully observed and often even partly on recent research, this is due to lack of skilled professionals skilled and skilled workers in the labor market. It has been seen that a system of objective safety avoid direct contact with mobile operators and dangerous parts of machinery. For these systems to function devices are required to prevent automatic operation when failures occur at work. Thus it is concluded that, with varied models of instruments and proper installation of the same in a safe method, can reach a safe solution in accordance with NR12. Thus it was realized that the functionality of a system safety depends on proper installation of electrical safety devices on machinery.

Keywords: *Job. Safety. Electrical Protection. Machines. Equipment.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Enclausuramento	18
Figura 2 – Ferramentas Fechadas	18
Figura 3 – Dispositivo de Parada de Emergência	19
Figura 4 – Sensores de Segurança Magnéticos Codificados	20
Figura 5 – Pedal de Acionamento	21
Figura 6 – Comando Bimanual	21
Figura 7 – Cortina de Luz	22
Figura 8 – Tapete de Segurança	23
Figura 9 – Laser Scanner	23
Figura 10 – Calço de Segurança	24
Figura 11 – Relés de Proteção	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 SEGURANÇA DO TRABALHO	12
2.1 Normas Regulamentadoras.....	15
3 TIPOS DE PROTEÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	17
3.1 Proteção Fixa.....	17
3.2 Proteção Móvel.....	17
3.3 Área de Trabalho Enclausurada	17
3.4 Ferramenta Fechada	18
4 DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE PROTEÇÃO.....	19
4.1 Chave de Segurança	19
4.2 Dispositivo de Parada Emergência	19
4.3 Sensores de Segurança Magnéticos Codificados	20
4.4 Pedal de Acionamento.....	20
4.5 Comando Bimanual.....	21
4.6 Cortina de Luz.....	22
4.7 Tapete de Segurança	22
4.8 Laser Scanner.....	23
4.9 Calço de Segurança – Retenção Mecânica	24
5 CIRCUITOS ELÉTRICOS DE SEGURANÇA.....	25
5.1 CLP de Segurança.....	25
5.2 Relés de Segurança.....	25
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como tema “Proteção Elétrica”, delimitando-se a investigação à proteção elétrica a máquinas e equipamentos.

Assim, tem-se o seguinte problema de pesquisa: quais as principais normas de proteção elétrica a máquinas e equipamentos com vista à segurança no trabalho?

Sem dúvida, a Norma Regulamentadora nº 12 (NR12) traz uma contribuição ímpar na segurança e saúde do trabalhador, sendo essa uma norma extremamente técnica elimina a possibilidade de diferentes interpretações. Mas pode-se destacar como uma das maiores contribuições desta norma o princípio da falha segura, pois obriga que desde o planejamento de uma máquina ou equipamento seja considerado a possibilidade de uma falha, mecânica ou humana, e exista a previsão de procedimentos que protejam o trabalhador desta possível falha, sendo assim visando a prevenção. Outro fator importante a ser ressaltado é a obrigatoriedade do preparo do trabalhador para desenvolver suas atividades, estabelecendo que esses sejam profissionais habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados.

Apesar da incontestável importância da NR12, é sabido que na grande maioria das empresas brasileiras esta norma não é observada integralmente e muitas vezes nem parcialmente segundo pesquisas recentemente realizadas, isto se deve a falta de profissionais capacitados, habilitados e qualificados no mercado de trabalho.

Feitas estas considerações iniciais, o presente estudo teve como objetivo revisar a literatura sobre os requisitos para a proteção elétrica a máquinas e equipamentos. Objetivou, ainda: discutir as normas regulamentadoras, especialmente a NR12 em segurança do trabalho; discorrer sobre os tipos de proteção em máquinas e equipamentos; citar os dispositivos elétricos de proteção; discorrer sobre os circuitos elétricos de segurança.

Para a realização deste estudo fez-se uso de material bibliográfico coletado em livros, artigos, teses e dissertações que pertinem à temática abordada.

2 SEGURANÇA DO TRABALHO

O entendimento da concepção de segurança relacionada ao trabalho requer a análise das mudanças ocorridas no mundo do trabalho. É sabido que os efeitos da globalização têm proporcionado modificações por vezes preocupantes tanto na vida das pessoas, quanto das organizações e da sociedade como um todo. Essas questões têm trazido preocupação também para o governo de diferentes países, de onde emanam as políticas públicas de proteção à saúde e bem-estar do trabalhador, da sociedade e do meio ambiente.

As necessidades de segurança têm se intensificado proporcionalmente ao desenvolvimento técnico-científico aplicado ao mundo do trabalho.

Mendes (2003) define saúde como uma condição humana, com dimensões físicas, sociais e psicológicas, e que pode ser caracterizada de forma positiva e negativa.

Saúde positiva é associada com a capacidade de aproveitar a vida e resistir às mudanças, não é meramente a ausência de doenças; já a saúde negativa está associada com a morbidade e, num extremo, com a morte prematura (MENDES, 2003).

Numa abordagem mais abrangente devem ser estabelecidos um perfil individual comum do ponto de vista da saúde, o conhecimento do *status* de aptidão relacionada à saúde, as informações temporárias ou crônicas de invalidez, o absenteísmo, a produtividade e o uso de todas as formas de serviços médicos, incluindo o uso de drogas prescritas e não prescritas (OLIVEIRA, 2005).

A saúde do trabalhador, por sua vez, compreende um corpo de práticas teóricas interdisciplinares – técnicas, sociais e humanas – e interinstitucionais desenvolvidas por diversos atores situados em lugares sociais distintos e informadas por uma perspectiva comum. Essa perspectiva é resultante de todo um patrimônio acumulado no âmbito da Saúde Coletiva, com raízes no movimento da Medicina Social latino-americana e influenciado significativamente pela experiência italiana, que, por sua vez, ampliou significativamente o quadro interpretativo do processo saúde-doença durante os anos 60 e início da década de 70 (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Mendes (1980, p. 18), segurança do trabalho é “a preocupação pela prevenção de acidentes de trabalho”. Pode ser compreendida como o conjunto de medidas adotadas com o intuito de redução dos acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador. Existem diversos autores que ampliam esta definição, referindo-se à engenharia de segurança como um “componente do processo de produção”, que deve estar inserido dentro do planejamento da

empresa, somando-se aos esforços de redução de retrabalhos e de desperdícios de material, preservando os trabalhadores e o patrimônio material da empresa. A saúde ocupacional depende da segurança, higiene e medicina do trabalho para prevenir os acidentes.

De acordo com Mendes (1980, p.18):

[...] a saúde ocupacional tem como objetivos: a promoção e manutenção do mais alto grau de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores em todas as ocupações de trabalho; a proteção dos trabalhadores em seus empregos, dos riscos resultantes de fatores adversos à saúde; a colocação e manutenção do trabalhador adaptadas às aptidões fisiológicas e psicológicas; em suma, a adaptação do trabalho ao homem e de cada homem a sua atividade.

A higiene do trabalho preocupa-se com lesões classificadas como doenças profissionais. Segundo a *American Industrial Hygiene Association*¹ (apud MENDES, 1980, p. 18), a higiene do trabalho é “a ciência e a arte devotadas ao reconhecimento, avaliação e controle dos fatores ou riscos do ambiente de trabalho, capazes de provocar doenças, desvios da saúde e do bem-estar, ou desconforto e ineficiência entre os trabalhadores.”

A medicina do trabalho “é o exercício integral da medicina e não uma especialidade. Está relacionada à saúde dos trabalhadores e as condições de trabalho.” (MENDES, 1980, p. 18). Deve focar os lados preventivo e curativo das lesões. Embora a medicina curativa seja a mais utilizada pelas empresas, a preventiva é a mais eficiente, pois impede o aparecimento da doença profissional através do diagnóstico antecipado da eventual causa da doença.

Segundo Baxendale e Jones (2000, p. 33), “um acidente pode ser definido como um evento não planejado que resulta em acidentes ou doenças, danos ou perdas de bens, equipamentos, materiais ou do meio ambiente”. O acidente geralmente acontece pela falta de segurança nos ambientes produtivos, pois aparentemente alguns gerentes ainda consideram o investimento em segurança um gasto desnecessário, pois não avaliam os custos reais envolvidos com acidentes de trabalho.

De acordo com Gonçalves (2003, p. 973), é importante destacar que o acidente de trabalho “pode ser estudado a partir de dois conceitos básicos: o Legal e o Prevencionista”. Sob a ótica legal, o acidente do trabalho é classificado como o que acontece durante o

¹ AIHA - American Industrial Hygiene Association. OSHA publishes rule to better protect electric power line works. 2013. Disponível em: <<https://www.aiha.org/publications-and-resources/TheSynergist/Industry%20News/Pages/OSHA-Announces-Rule-to-Better-Protect-Electric-Power-Line-Workers.aspx>>. Acesso em 25 dez. 2013.

trabalho a serviço da empresa ou pela atividade do trabalho dos colaboradores referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (BRASIL, 1991, s.p).

O art. 20 da Lei 8.213/91, e seus incisos, prescrevem que são tidas como acidente de trabalho, doenças profissionais e as doenças do trabalho, assim então, temos as produzidas ou desenvolvidas pela prática do trabalho peculiar a determinada atividade e as adquiridas ou desenvolvidas em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, descartando-se, neste caso, as doenças degenerativas, as inerentes a grupos etários, as que não produzam incapacidade para o trabalho e as doenças endêmicas não adquiridas em função do trabalho.

As doenças profissionais e as doenças do trabalho são consideradas espécies do gênero denominado doenças ocupacionais e são consideradas como acidentes de trabalho atípicos, em oposição aos acidentes de trabalho ditos típicos.

O art. 21 da Lei 8.213/91, por sua vez, relaciona uma série de eventos que se equiparam ao acidente de trabalho (acidentes do trabalho por equiparação):

- a) acidentes ligados ao trabalho, que não tenham sido a causa única, mas contribuíram diretamente para a morte do trabalhador, para a redução ou para a perda da capacidade para o trabalho, ou produzido lesão que exija atenção médica para a recuperação (inciso I);
- b) acidentes sofridos no horário e no local de trabalho, decorrentes de ato de agressão, sabotagem ou terrorismo praticados por terceiros ou companheiros de trabalho, de ofensa física intencional (de colega de trabalho ou terceiro) por motivo de disputa relacionada ao trabalho, de ato culposo (negligência, imprudência ou imperícia) de terceiro ou companheiro de trabalho, de ato de pessoa privada do uso da razão, decorrentes de desabamento, inundação, incêndio e outros casos fortuitos ou de força maior (inciso II, alíneas "a" a "e");
- c) acidentes oriundos de doenças provenientes de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade (inciso III);
- d) acidentes que, ainda que fora do local e horário de trabalho, se verifiquem na execução de ordem ou na realização de serviço sob a autoridade da empresa, na prestação espontânea de qualquer serviço à empresa para lhe evitar prejuízo ou proporcionar proveito, em viagem a serviço da empresa, inclusive para estudo, quando financiada por esta dentro de seus planos para melhor capacitação da mão-de-obra, independentemente do meio de locomoção utilizado, inclusive veículo de propriedade do segurado, e, ainda, os havidos no percurso da residência para o local de trabalho, ou deste para aquela, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do trabalhador (inciso IV, alíneas "a" a "d") (BRANDÃO, 2006, p.89).

O art. 21-A, inserido na Lei 8.213/01 no ano de 2006, prescreveu que também estaria inserido no conceito de acidente de trabalho os eventos havidos no ambiente de trabalho que se relacionassem a dados agravamentos de incapacidades laborativas, ou seja, quando

houvesse nexos técnicos epidemiológicos, a partir de perícia realizada pelo Instituto Nacional do Seguro Social.

Após a publicação e concomitante vigência do Decreto 6.042/2007, que acresceu dispositivos ao texto do Decreto 3.048/99 (Regulamento da Previdência Social), ficou delimitado, no §4º do art. 337, que agravo (agravamentos) seriam as lesões, as doenças, os problemas de saúde, os distúrbios, as disfunções ou as síndromes de evoluções agudas, subagudas ou crônicas, de natureza clínica ou subclínica, inclusive mortes, independentemente do tempo de latência.

Com amparo nas normas mencionadas, assim como nas ponderações formuladas até aqui, percebe-se que o acidente de trabalho típico se caracteriza por ser um ato danoso, súbito, inesperado, decorrente durante o trabalho em favor de uma empresa, evento que engendra ou a morte ou a lesão corporal ou uma perturbação funcional, lesões essas (ou perturbações essas), que levam a pessoa à perda, parcial ou total, temporária ou definitiva, da sua capacidade para o trabalho.

2.1 Normas Regulamentadoras

Os aspectos legais referentes à proteção do trabalhador devem ser estudados, pois neles reside um dos fatores de importância desta temática, pois por meio deles pode-se perceber todo o descaso com que o homem moderno tem para com o seu semelhante e para com o bem maior que é a vida.

Neste item, pretende-se abordar de forma genérica, mas compreensível, a legislação específica sobre o tema, suas relações com seus interlocutores principais e, na medida do possível, mostrar suas faces polissêmicas e complexas. Assim, a legislação de proteção ao trabalhador, especificamente aquela determinada pela Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que alterando o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho, aprovada pelo Decreto-Lei Nº 5.452, de 1º de maio de 1943, estabeleceu e aprovou, pela Portaria Nº 3.214, de 08 de junho de 1978, as Normas Regulamentadoras, inicialmente com 28 NR's e atualmente com 36 NR's.

Com a aprovação da Portaria nº 3.067, de 12 de abril de 1988, foram estabelecidas as Normas Regulamentadoras Rurais – NRR – do art. 13, da Lei nº 5.889 de 05/06/1973, relativas à Segurança e Higiene do Trabalho Rural. As Normas Regulamentadoras são as seguintes:

NR – 1 DISPOSIÇÕES GERAIS; NR – 2 INSPEÇÃO PRÉVIA; NR – 3 EMBARGO OU INTERDIÇÃO; NR – 4 SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO; NR – 5 COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES – CIPA; NR – 6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI; NR – 7 PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICOS DE SAÚDE OCUPACIONAL; NR – 8 EDIFICAÇÕES; NR – 9 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS; NR – 10 INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DE ELETRICIDADE; NR – 11 TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS; NR – 12 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS; NR – 13 CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO; NR – 14 FORNOS; R – 15 ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES; NR – 16 ATIVIDADES E OPERAÇÕES PERIGOSAS; R – 17 ERGONOMIA; NR – 18 CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO; NR – 19 EXPLOSIVOS; NR – 20 LÍQUIDOS COMBUSTÍVEIS E INFLAMÁVEIS; NR – 21 TRABALHO A CÉU ABERTO; NR – 22 SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO; NR – 23 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS; NR – 24 CONDIÇÕES SANITÁRIAS E DE CONFORTO NOS LOCAIS DE TRABALHO; NR – 25 RESÍDUOS INDUSTRIAIS; NR – 26 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA; NR – 27 REGISTRO PROFISSIONAL DO TÉCNICO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO MINISTÉRIO DO TRABALHO; NR – 28 FISCALIZAÇÃO E PENALIDADES; NR – 29 SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO PORTUÁRIO; NR – 30 SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO AQUAVIÁRIO; NRR – 1 DISPOSIÇÕES GERAIS; NRR – 2 SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO; NRR – 3 COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO RURAL – CIPA; NRR – 4 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI; NRR – 5 PRODUTOS QUÍMICOS (BRASIL, 1988² *apud* OLIVEIRA NETO, 2008, p.11).

Apresentado os conceitos e características da Medicina e Segurança do Trabalho nas empresas, discorre-se à seguir sobre a proteção elétrica a máquinas e equipamentos prevista na NR12.

² BRASIL. Portaria 3067, de 12 de abril de 1988. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/58303453/Portaria-N%C2%BA-3-067-Normas-Regulamentadoras-Rurais-Seguranca-e-Higiene-do-Trabalho-Rural>>. Acesso: 26 abril 2014.

3 TIPOS DE PROTEÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Determinado pelo item 12.2.2 da NR 12, as máquinas com acionamento repetitivo deve receber proteção adequada. Define-se proteção, a parte da máquina utilizada para proteger através de uma barreira física, devendo: dificultar a burla; prevenir o contato (NBR NM 13852 / 13853 / 13854); tempo estável; não desenvolver novos perigos, como pontos de agarramento ou esmagamento; não desenvolver interferência (BRASIL, 2010).

Abaixo resume-se os tipos básicos de proteção especificados na Norma NBR NM 13852.

3.1 Proteção Fixa

Fixada normalmente na estrutura da máquina, essa proteção deve ser mantida em sua posição fechada para dificultar a remoção, fixada por meio de parafusos ou solda, impossibilitando a remoção sem uso de ferramentas.

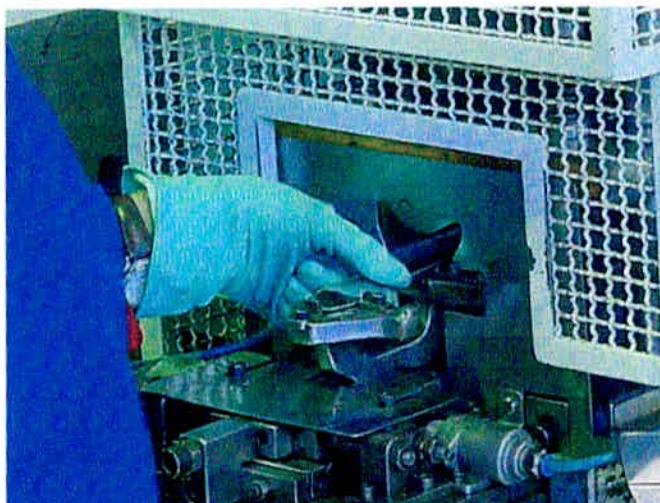
3.2 Proteção Móvel

Usualmente na estrutura da máquina ou fixado que pode ser aberto sem auxílio de ferramentas. A proteção móvel deve ser monitorada (porta, tampa) e intertravada para que: a máquina não opere com a proteção aberta; se tenha um comando de parada, quando a proteção é aberta, com a máquina operando; reinicie a operação através de um comando após a proteção fechada; em caso de risco adicional de movimento de inércia, um dispositivo de intertravamento de bloqueio deve ser utilizado, permitindo que a proteção só se abra quando o movimento de risco estiver totalmente parado (BRASIL, 2013).

3.3 Área de Trabalho Enclausurada

Impede o acesso na área de trabalho por todos os lados. Possui frestas que permitem somente entrada de material e não de membros do operador. Deve obedecer a NBR NM 13852 e NBR NM 13854 (Figura 1). Formada por proteções fixas ou móveis com intertravamento através de chaves de segurança, garante a paralisação instantânea da máquina sempre que em movimento, removidas ou abertas conforme NBR NM 272 e 273 (BRASIL, 2013).

Figura 1 – Enclausuramento



Fonte: Silva (2014)

3.4 Ferramenta Fechada

Permite apenas entrada de material e não entrada de mão e dedos na área de prensagem. Para que funcione corretamente deve ser analisada e desenvolvida na fase de projeto e montagem da ferramenta, para não criar riscos adicionais com a implantação da proteção (Figura 2) (TAVARES, 2004).

Figura 2 – Ferramentas Fechadas



Fonte: Silva (2014)

4 DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE PROTEÇÃO

Para uma máquina funcionar com segurança deve-se possuir proteções ou dispositivos de proteção instalados nas mesmas, monitorando sua operação, e permitindo o funcionamento somente com a proteção devida em seu local.

Além das proteções físicas, dispositivos elétricos em pontos corretos devem estar no circuito elétrico da máquina, para obter uma solução de segurança na máquina. Abaixo descreve-se alguns dispositivos elétricos para segurança de funcionamento das máquinas.

4.1 Chave de Segurança

Componente usado para proteger o acesso a partes móveis de máquinas e equipamentos. Se a proteção estiver aberta deve impossibilitar a partida. Interrompendo o movimento a qualquer ciclo da máquina. Existem 2 tipos de chave de segurança, chave de sinalização e corte e chave de bloqueio (BRASIL, 2013).

4.2 Dispositivo de Parada Emergência

Geralmente na forma de botões na cor vermelha, tipo cogumelo, com retenção com base ou anel de base na cor amarela, colocados em local visível na máquina, sempre ao alcance do operador, com finalidade de parar a máquina sobrepondo todos os outros controles da mesma e promover a parada de todas as partes móveis. Deve ser instalado conforme a NBR 13759, monitorados por relê ou CLP de segurança (BRASIL, 2013) (Figura 3).

Figura 3 – Dispositivo de Parada de Emergência

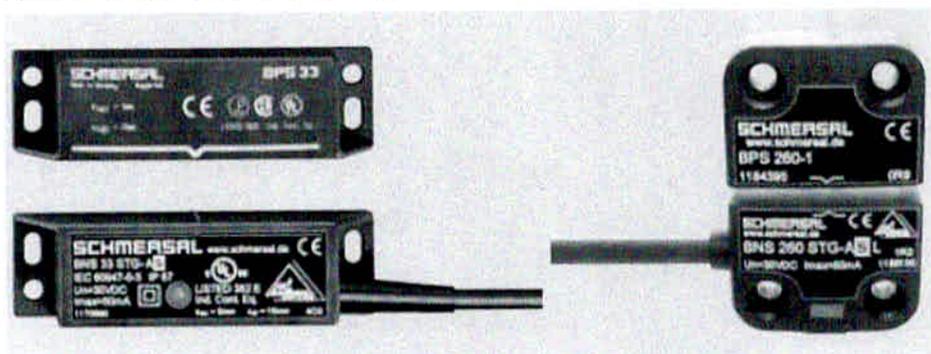


Fonte: Silva (2014)

4.3 Sensores de Segurança Magnéticos Codificados

Servem para monitorar a posição de proteções móveis. Composto de um sensor magnético e um ímã codificado. Somente podem ser aplicados em conjunto com um módulo de segurança. Utilizado também onde não é possível a realização de aproximações precisas e onde se necessitam tolerâncias. Esses sensores são vantajosos na utilização abaixo de materiais não magnéticos (Figura 4) (BRASIL, 2013).

Figura 4 - Sensores de Segurança Magnéticos Codificados



Fonte: Catálogo eletrônico ACE Schmersal, 2014

4.4 Pedal de Acionamento

Com objetivo de deixar o operador com as mãos livres durante o processo produtivo, tem por função enviar um sinal de liberação, que gera movimento a máquina. Cada operador deve ter o seu pedal de acionamento interligado a uma chave seletora de posições, a qual impede o funcionamento acidental da máquina, sem que todos os pedais sejam acionados. Somente pode ser usado onde não seja possível a utilização de outro acionamento, como o comando bimanual (Figura 6) (SILVA, 2014).

Figura 5 – Pedal de Acionamento

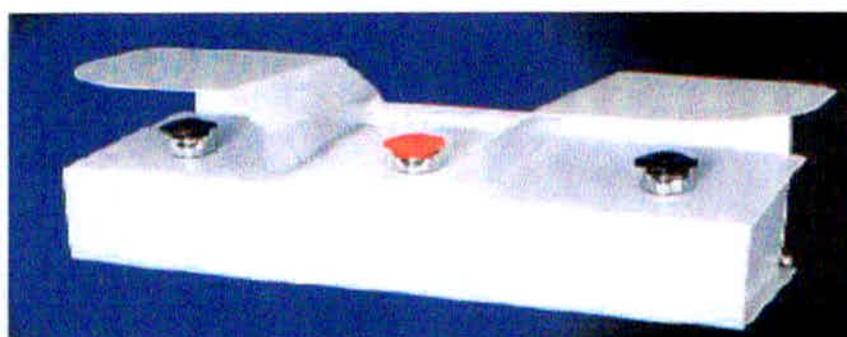


Fonte: Silva (2014)

4.5 Comando Bimanual

Dispositivo que exige que as duas mãos do operador sejam utilizadas simultaneamente, o que garante que as mãos não estarão em área de risco. O sinal gerado tem uma defasagem de 0,5s e dura enquanto os dois sinais de entrada forem mantidos. A parada é instantânea quando houver interrupção de um dos botões do comando bimanual. Isso garante condição de não acionamento em caso de falha em um dos componentes do circuito elétrico. Sua utilização é um recurso complementar, quando reduz ou elimina o uso do pedal (Figura 6) (SILVA, 2008).

Figura 6 – Comando Bimanual

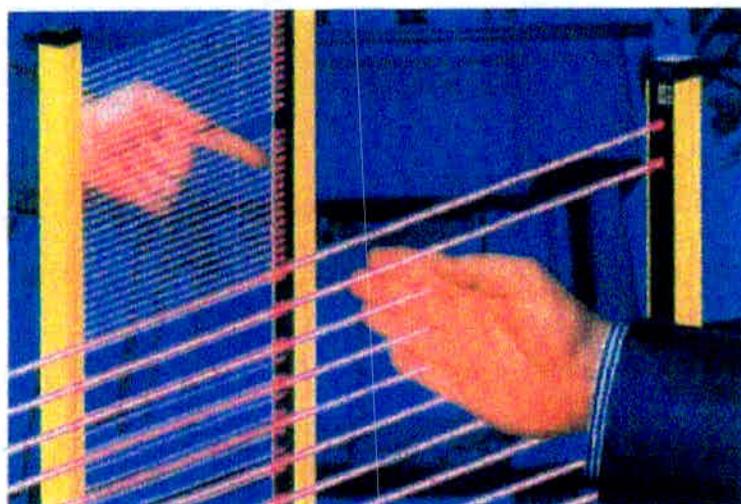


Fonte: Silva (2014)

4.6 Cortina de Luz

Deve possuir simultaneidade, auto-teste e funções de *blanking*, *floating blanking* e *muting*. Consiste de um transmissor, um receptor e um sistema de controle. A cortina de luz deverá de acordo com a aplicação especificar resolução para dedos, mãos ou corpo, e posicionada a uma distância segura da zona de risco, contando o tempo de parada da máquina (SILVA, 2008) (Figura 7).

Figura 7 – Cortina de Luz



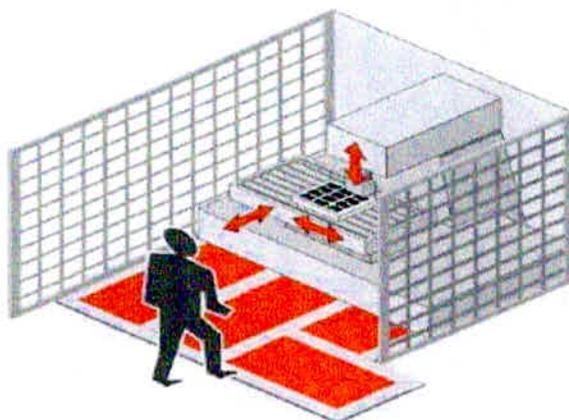
Fonte: Silva (2014)

A instalação deve atingir a categoria 4, e monitorada por relês de segurança. Existindo possibilidade de acesso a áreas de risco não monitoradas pela cortina, devem existir proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por chaves de segurança.

Recomenda-se a utilização de comando bi manual e cortina de luz.

4.7 Tapete de Segurança

Serve para detecção de presença de pessoas na superfície do dispositivo, usados para proteger uma área de piso ao redor de uma máquina. Qualquer pressão desliga a unidade controladora do tapete da fonte de alimentação do perigo. A saída da superfície sensível não deve, por si só, reiniciar o funcionamento da máquina (Figura 8) (SILVA, 2008).

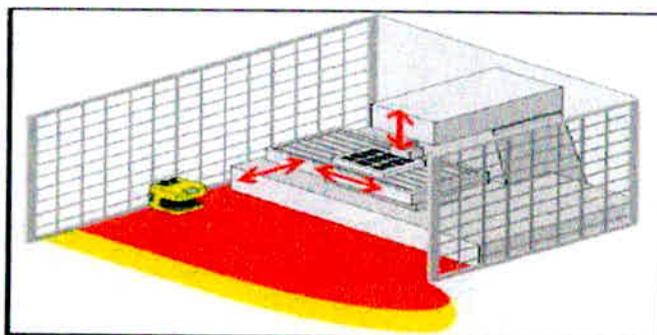
Figura 8 – Tapete de Segurança

Fonte: Silva (2014)

A EN 999 determina o tamanho e o posicionamento dos tapetes, calculados pela fórmula da norma.

4.8 Laser Scanner

Dispositivo eletroeletrônico de proteção de uma área de risco, utilizados no monitoramento sem contato, substituindo os tapetes de segurança. Permite a configuração de uma área de advertência e outra de risco, quando alguma tomada de decisão é requerida. De simples instalação, pois o transmissor e o receptor são acomodados em um único equipamento. Paralisa a máquina e impede o seu funcionamento assim que a área for invadida. Assim que a área esteja livre de pessoas, e um novo comando seja dado, a máquina volta a funcionar (SILVA, 2008) (Figura 9).

Figura 9 – Laser Scanner

Fonte: Silva (2014)

4.9 Calço de Segurança – Retenção Mecânica

São dispositivos de retenção mecânica, obrigatórios conforme a Nota técnica 16/2005 do Ministério do Trabalho, utilizados para travar o equipamento durante as atividades de manutenção. Deve ser conectado ao comando central da máquina para impedir o funcionamento da máquina durante sua utilização (SILVA, 2008) (Figura 10).

Figura 10 – Calço de Segurança ligado a chave de segurança



Fonte: Silva (2014)

Todas as máquinas devem possuir instalações elétricas projetadas, conforme NBR 5410 e NBR 5419, com aterramento e em perfeitas condições, para prevenir, seguramente os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão entre outros, conforme NR 10. Todos os componentes da interface de operação das máquinas devem operar em tensão de até 25V (vinte e cinco volts) em corrente alternada ou de até 60V (sessenta volts) em corrente contínua.

5 CIRCUITOS ELÉTRICOS DE SEGURANÇA

Os dispositivos elétricos, como cortinas de luz, comandos bimanuais, chaves seletoras e dispositivos de emergência devem ser ligados a comandos elétricos de segurança, ou seja, CLP ou relés de segurança, classificados como tipo 4, seguindo a NBR 14009 e 14153.

5.1 CLP de Segurança

É um sistema computadorizado, automatizado, para controlar de modo redundante, os sinais elétricos de comando de uma máquina, inibindo seu funcionamento no eventual aparecimento de falhas (TAVARES, 2004).

O software instalado deve garantir sua eficácia, reduzindo ao mínimo a possibilidade de erros proveniente de falha humana em seu projeto, verificando sua conformidade, evitando o comprometimento de qualquer função relativa à segurança, não permitindo alteração do software pelo usuário.

5.2 Relés de Segurança

São dispositivos que têm como objetivo monitorar as operações de equipamentos e/ou circuitos em uma determinada instalação elétrica. Assim, quando as grandezas por ele supervisionadas exceder aos valores pré-estabelecidos, estes relés passam a operar podendo emitir ordens de comando, controle, alarme, entre outros, fazendo com que um ou mais receptores específicos atuem de forma a minimizar danos e prejuízos impostos aos equipamentos e circuitos os quais o relé está supervisionando. Porém, para que as providências necessárias possam ser executadas, os relés precisam possuir unidades operativas compatíveis com as funções que lhe são atribuídas.

Desta forma, estes dispositivos são constituídos basicamente de duas unidades distintas. A primeira, denominada de Unidade de Medição, que processa as devidas comparações de níveis entre as grandezas supervisionadas e as suas referências ajustadas, e a segunda, denominada de Unidade de Saída, que permite o interfaceamento do relé com a unidade receptora de comando e/ou controle (ROSSI, 2010).

Existem cinco categorias aos quais os relés podem ser classificados: 1) Relés de Proteção; 2) Relés de Monitoração ou Supervisão; 3) Relés de Programação; 4) Relés de Regulação; 5) Relés Auxiliares (ROSSI, 2010).

E ainda, segundo Rossi (2010), para estas categorias, pode-se ter as seguintes sub-classificações:

- a) Quanto às grandezas físicas de atuação: elétricas, mecânicas, ópticas, térmicas, etc;
- b) Quanto à natureza da grandeza a que respondem: corrente, frequência, potência, pressão, temperatura, tensão, etc;
- c) Quanto ao tipo construtivo: eletromecânicos, mecânicos, eletrônicos, estáticos, digitais (lógicos e microprocessados), etc;
- d) Quanto à função: sobrecorrente, sobretensão, subtensão, direcional, diferencial, sequência negativa, perda de campo, etc;
- e) Quanto à forma de conexão: relés primários (conectados diretamente ao circuito ou ao equipamento primário) ou relés secundários (conectados através de redutores de medida como TC's e/ou TP's / TPC's);
- f) Quanto à fonte de alimentação e atuação: corrente alternada ou corrente contínua;
- g) Quanto ao grau de importância: principal ou intermediário;
- h) Quanto à posição dos contatos: normalmente aberto ou fechado;
- i) Quanto à aplicação: máquinas rotativas (motores, geradores) ou estáticas (transformadores, capacitores, reatores);
- j) Quanto à temporização: instantâneo ou temporizado.

A Figura 11 ilustra exemplos de relés de proteção.

Figura 11 – Relés de Proteção Schmersal



Fonte: Silva (2014)

6 CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou analisar a utilização e instalação de dispositivos de segurança em máquinas, conforme as especificações da Norma Regulamentadora 12, possibilitando agrupar material técnico para ajudar na instalação correta dos componentes que venham a compor um sistema de segurança.

Foi visto que um sistema de segurança objetiva evitar o contato direto dos operadores com partes móveis e perigosas das máquinas. Para que esses sistemas funcionem são necessários dispositivos que impeçam seu funcionamento automático, quando ocorrem falhas no trabalho.

Com base no anteriormente explicado, conclui-se que, com os variados modelos de instrumentos e a correta instalação dos mesmos em um método seguro, pode-se chegar a uma solução segura em conformidade com a NR12.

Finalizando-se esta pesquisa percebe-se que a funcionalidade de um sistema de segurança depende da correta instalação dos dispositivos elétricos de segurança nas máquinas.

REFERÊNCIAS

- AIHA - American Industrial Hygiene Association. **OSHA publishes rule to better protect electric power line works**. 2013. Disponível em: <[https://www.aiha.org/publications-and-resources/TheSynergist/Industry% 20News/Pages/OSHA-Announces-Rule-to-Better-Protect-Electric-Power-Line-Workers.aspx](https://www.aiha.org/publications-and-resources/TheSynergist/Industry%20News/Pages/OSHA-Announces-Rule-to-Better-Protect-Electric-Power-Line-Workers.aspx)>. Acesso em 25 dez. 2013.
- BAXENDALE, T; JONES, O. Construction design and management safety regulations in practice - progress on implementation. **International Journal of Project Management**, Buckinghamshire, v. 18, p. 33-40, 2000.
- BRANDÃO, Cláudio. **Acidente do trabalho e responsabilidade civil do empregador**. São Paulo: Ltr, 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria n.º 197, de 17 de dezembro de 2010, NR12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.
- BRASIL. **Manual de Legislação: Segurança e Medicina do Trabalho**. 67 ed. São Paulo: Atlas, 2013
- GONÇALVES, E. A. **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho**. 2. ed. São Paulo, LTr, 2003.
- MENDES, R. **Medicina do trabalho e doenças profissionais**. São Paulo: Sarvier, 1980.
- MENDES, R. **Patologia do Trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2003.
- OLIVEIRA NETO, Raimundo Dias. **Ministério Público do Trabalho: atuação extrajudicial**. São Paulo: LTR, 2008.
- OLIVEIRA, J. C. **Segurança e saúde no trabalho**. Belo Horizonte: Arthur D. Little, 2005.
- ROSSI, R. **Subestações Elétricas de AT/MT – Manutenção Elétrica**. Curitiba: CAMSE, 2010.
- SCHMERSAL, **Sensores de segurança – monitoração e comutação segura**. Disponível em: <<http://www.schmersal.net/cat?lang=pt&produkt=ahj732924119079i0ld55220nf5kv9#>>>. Acesso em: 14 jul. 2014.
- SILVA, Kleber Pereira de Araújo. **Identificação de riscos e prevenção de acidentes em prensas e similares**. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/prensas-kleber.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2014.
- TAVARES, José da Cunha. **Noções de Prevenção e Controle de Perdas em Segurança do trabalho**. São Paulo: Senac, 2004.