

**UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho

MARTINHO ULLMANN CORRÊA

**SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÕES DA NR-12 NA SEGURANÇA EM MÁQUINAS
E EQUIPAMENTOS**

Ijuí/RS

2011

MARTINHO ULLMANN CORRÊA

**SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÕES DA NR-12 NA SEGURANÇA EM
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Monografia do Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* em
Engenharia de Segurança do Trabalho apresentado como
requisito parcial para obtenção de título de Engenheiro de
Segurança do Trabalho

Orientador: Professor Luis Antonio Bortolaia

Ijuí/RS

2011

MARTINHO ULLMANN CORRÊA

**SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÕES DA NR-12 NA SEGURANÇA EM
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Monografia defendida e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo membro da banca examinadora.

Banca examinadora

Prof. Dr. Luis Antonio Bortolaia

Prof. Dr. Antonio Carlos Valdiero

Ijuí, 10 de dezembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho à Deus, força e serenidade nos momentos difíceis e alegres, nas decisões e conquistas; aos meus pais, que se doaram por inteiro e não mediram forças para que esta segunda etapa se concretizasse; a minha irmã e a minha namorada, pela paciência, pelo carinho e pelas alegrias; ao meu orientador, grande mestre, amigo, ajuda e dedicação na elaboração do trabalho; aos amigos, companheiros nas alegrias e nas preocupações;

A todos estes, o meu especial agradecimento!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Acidentes de trabalho com máquinas e equipamentos normalmente ocorrem por falha humana, muitas vezes em decorrência da falta de capacitação dos operários, também em função da não utilização de equipamentos de proteção individual e, principalmente, pela ausência de proteções, sejam elas fixas, móveis ou eletroeletrônicas. No Brasil, comumente encontram-se, em pequenas e médias empresas, máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros, sendo utilizados diariamente, cujas operações estão associadas a acidentes de trabalho graves e incapacitantes. Nesse sentido, na NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, que foi reformulada no final do ano de 2010, agregaram-se aspectos técnicos consistentes, para que, com o auxílio dos auditores fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego, fossem empregadas pelas empresas, as necessárias medidas de prevenção aos riscos de acidentes. As mortes e mutilações por acidentes continuam acontecendo, causando prejuízos sociais, pessoais e econômicos às famílias, além de enormes custos para o Estado brasileiro, revelando quão alarmantes são as estatísticas dos acidentes com óbitos e o quão importantes são a permanente necessidade de prevenção e as análises dos acidentes de trabalho já ocorridos. O presente trabalho de conclusão de curso trata de uma sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos, apresentando os diversos dispositivos de segurança e proteções de máquinas e equipamentos exigidos pela nova NR-12, assim como assuntos pertinentes a todo ciclo de vida útil dos mesmos, do projeto ao sucateamento. Com base na reformulação da Norma, estudar-se-á métodos para avaliação de risco, aplicando-os para duas máquinas comuns na indústria da transformação, sendo elas, a calandra e a injetora de plásticos.

Palavras-chaves: Acidentes de Trabalho, proteções de máquinas e equipamentos, avaliação de risco.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Termos de embargo e interdição, de 1999 a 2009.	19
Figura 2 – Embargos e interdições por regiões, de 2003 a 2009.....	20
Figura 3 - Distribuição dos acidentes do trabalho fatais quanto à atividade econômica, de 2001 a 2007.	23
Figura 4 – Distribuição percentual de acidentes do trabalho fatais, na indústria de transformação, de 2001 a 2007.....	23
Figura 5 – Custos diretos de um acidente de trabalho.	24
Figura 6 – Processo interativo para o alcance de segurança.....	28
Figura 7 – Gráfico de Risco.....	32
Figura 8 – Metodologia de Análise de Riscos – NBR 14153.....	32
Figura 9 – Normas de Segurança – EN e NBR.	37
Figura 10 – Normas Européias, categorias A, B e C.....	37
Figura 11 – Normas Técnicas de Segurança no Brasil.....	38
Figura 12 – Protetores e/ou dispositivos de proteção.	39
Figura 13 – Válvula simples, condição insegura.	41
Figura 14 – Válvula com sistema para travamento do ar, condição segura.	41
Figura 15 – Instalação fabril adequada, centros de usinagens.....	45
Figura 16 – Quadro de energia.	48
Figura 17 – Chaves do tipo faca.	49
Figura 18 – Chave proibida para acionamento ou parada.	49
Figura 19 – Painel de acionamento de um torno CNC.	50
Figura 20 – Comando bimanual.	51
Figura 21 – Interface de segurança.....	52
Figura 22 – Comando bimanual com anel metálico.	53
Figura 23 – Riscos e perigos adicionais.	55
Figura 24 – Relação dos riscos com a gravidade, frequência e probabilidade.....	55
Figura 25 – Processo interativo para o alcance de segurança.....	56
Figura 26 – Partes de sistemas, classificação por categorias.....	56
Figura 27 – Sistema de Segurança: categoria 1.....	57
Figura 28 – Sistema de Segurança: categoria 2.....	57
Figura 29 – Sistema de Segurança: categoria 3.....	57
Figura 30 – Sistema de Segurança: categoria 4.....	58
Figura 31 – Proteções fixas por enclausuramento.....	58
Figura 32 – Proteções fixas distantes, grade de perímetro e proteção em túnel.....	59
Figura 33 – Interfaces de segurança.	59
Figura 34 – Dispositivos de intertravamento.....	60
Figura 35 – Sensores de segurança.....	60
Figura 36 – Válvulas e blocos de segurança.	61
Figura 37 – Dispositivos mecânicos.....	61
Figura 38 – Sistema de segurança eletro-eletrônico.....	62

Figura 39 – Sistema de segurança eletro-eletrônico – cortina de luz.	62
Figura 40 – Proteção mecânica móvel.	63
Figura 41 – Atuador separado, tipo lingüeta.	63
Figura 42 – Chave com atuador separado.	64
Figura 43 – Proteção com intertravamento e dispositivo de bloqueio.	64
Figura 44 – Centro de usinagem.	65
Figura 45 – Cortinas de luz.	65
Figura 46 – Cortina de luz, aproximação perpendicular.	66
Figura 47 – Cortina de luz na horizontal.	67
Figura 48 – Cortina de luz na diagonal.	67
Figura 49 – Grades de luz.	68
Figura 50 – Altura de instalação, grades de luz.	69
Figura 51 – Scanners, dispositivo e formas de utilização.	69
Figura 52 – Scanner, cálculo da distância de segurança e altura de instalação.	70
Figura 53 – Comandos de acionamento.	71
Figura 54 – Esmeril, devidamente protegido.	72
Figura 55 – Distância de segurança para impedir o aceso a zonas de perigo pelos membros superiores.	73
Figura 56 – Scanner, proteção coletiva para impedir partida da máquina.	74
Figura 57 – Tapete de Segurança.	74
Figura 58 – Fluxograma para escolha de componentes.	75
Figura 59 – Botão de emergência.	76
Figura 60 – Botões de emergência, tipo cogumelo.	76
Figura 61 – Acionador de emergência, tipo cabo.	77
Figura 62 – Exemplos de dispositivos de parada instalados numa máquina.	77
Figura 63 – Meios de acesso de acordo com a inclinação.	78
Figura 64 – Rampas com inclinação entre 10° e 20°.	79
Figura 65 – Proteção contra quedas.	80
Figura 66 – Escada sem espelho.	80
Figura 67 – Escada fixa do tipo marinheiro.	81
Figura 68 – Gaiola de proteção.	82
Figura 69 – Travessas para fixação de mangueiras pressurizadas.	82
Figura 70 – Mangueiras, sistemas pressurizados.	83
Figura 71 – Pontos de risco, transportadores de materiais.	84
Figura 72 – Transportador de malas em aeroportos.	85
Figura 73 – Transportador de materiais de correia.	85
Figura 74 – Esteiras transportadoras, dispositivos de emergência.	86
Figura 75 – Dispositivo de parada de emergência.	86
Figura 76 – Faixa do limiar de queimadura para contato de pele com superfícies aquecidas.	89
Figura 77 – Sinalização de segurança, centro de usinagem.	91
Figura 78 – Sinalização de emergência.	92
Figura 79 – Proteção contra movimentos perigosos, na cor amarela.	93
Figura 80 – Máquina com parte metálica em azul, de acordo com a NR-12.	93
Figura 81 – Placa de informação, máquina alemã.	94
Figura 82 – Exemplo de calandra para chapas.	101
Figura 83 – Calandra para chapas metálicas.	102
Figura 84 – Dispositivo de partida, acionamento e parada, calandra para chapas.	104
Figura 85 – Injetora de plásticos.	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Termos de embargo e interdição por município, de 2003 a 2009.	20
Quadro 2 – Ocorrências de Acidentes do Trabalho no Brasil.	22
Quadro 3 – Ocorrência de Acidentes do Trabalho no estado do Rio Grande do Sul.	22
Quadro 4 – Matriz de estimativa de risco.	29
Quadro 5 – Probabilidade de Exposição (PE).	33
Quadro 6 – Frequência de Exposição (FE).	34
Quadro 7 – Probabilidade Máxima de Perda (MPL).	34
Quadro 8 – Número de Pessoas Expostas (NP).	34
Quadro 9 – Número de Classificação de Riscos (HRN)	35
Quadro 10 – Prazos para máquinas novas.	42
Quadro 11 – Prazos para máquinas usadas.	42
Quadro 12 – Anexo VI – Máquinas para Panificação e Confeitaria.	43
Quadro 13 – Anexo VII – Máquinas para Açougue e Merceria.	43
Quadro 14 – Anexo IX – Injetoras de Material Plástico.	43
Quadro 15 – Anexo X – Máquinas para Fabricação de Calçados e Afins.	44
Quadro 16 – Anexo XI – Máquinas e Implementos para Uso Agrícola e Florestal.	44
Quadro 17 – Medidas das alturas de instalação para 2, 3 ou 4 feixes de luz.	69

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ART: Anotação de Responsabilidade Técnica

CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CREA: Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

INSS: Instituto Nacional do Seguro Social

MTE: Ministério do Trabalho e Emprego

SEGUR: Seção de Segurança e Saúde no Trabalho

SESMT: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

SIT: Secretária de Inspeção do Trabalho

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS ACIDENTES DE TRABALHO ASSOCIADOS À SEGURANÇA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.....	14
1.1. INTRODUÇÃO	14
1.2. ANÁLISE DE ACIDENTES DO TRABALHO COMO FERRAMENTA AUXILIAR PARA AUDITORES FISCAIS	15
1.3. ACIDENTES COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS OBSOLETOS E INSEGUROS	16
1.4. CULTURA DOS FABRICANTES E USUÁRIOS COM RELAÇÃO À SEGURANÇA EM MÁQUINAS ..	17
1.5. EMBARGOS E INTERDIÇÕES NO RIO GRANDE DO SUL.....	18
1.6. ACIDENTES FATAIS NO BRASIL E RIO GRANDE DO SUL.....	21
1.7. CONSEQUÊNCIAS DOS ACIDENTES DE TRABALHO, PREJUÍZOS	24
2. METODOLOGIA	26
2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	26
2.2. PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	26
2.2.1. <i>Procedimento de coleta e interpretação dos dados</i>	26
2.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS	27
2.3.1. <i>Matriz de Risco</i>	29
2.3.2. <i>Gráfico de Risco</i>	30
2.3.3. <i>Hazard Rating Number (HRN)</i>	33
2.4. <i>ESTUDO DE CASOS</i>	35
3. SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÕES DA NR-12 NA SEGURANÇA EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	36
3.1. A NOVA NR-12.....	36
3.2. NORMAS TÉCNICAS DE SEGURANÇA NO BRASIL	37
3.3. PRINCÍPIOS GERAIS DA NR-12	38
3.4. PRAZOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS ITENS E SUBITENS DA NR-12	41
3.5. ARRANJOS FÍSICOS E INSTALAÇÕES	44
3.6. INSTALAÇÕES E DISPOSITIVOS ELÉTRICOS	47
3.7. DISPOSITIVOS DE PARTIDA, ACIONAMENTO E PARADA	49
3.8. SISTEMA DE SEGURANÇA	54
3.9. SISTEMAS DE SEGURANÇA, COMANDO DE ACIONAMENTO.....	70
3.10. SISTEMAS DE SEGURANÇA, SISTEMAS DE INTERTRAVAMENTO	71
3.11. SISTEMAS DE SEGURANÇA, PROTEÇÕES CONTRA PROJEÇÕES.....	72
3.12. DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA	75
3.13. MEIOS DE ACESSO PERMANENTES	78
3.14. COMPONENTES PRESSURIZADOS.....	82
3.15. TRANSPORTADORES DE MATERIAIS	84
3.16. ASPECTOS ERGONÔMICOS.....	86
3.17. RISCOS ADICIONAIS.....	88
3.18. MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO, PREPARAÇÃO, AJUSTE, E REPAROS	89
3.19. SINALIZAÇÃO	91
3.20. MANUAIS	94
3.21. PROCEDIMENTOS DE TRABALHO E SEGURANÇA.....	95
3.22. PROJETO, FABRICAÇÃO, IMPORTAÇÃO, VENDA, LOCAÇÃO, LEILÃO, CESSÃO A QUALQUER TÍTULO, EXPOSIÇÃO E UTILIZAÇÃO	96

3.23. CAPACITAÇÃO.....	96
3.24. OUTROS REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA.....	97
3.25. DISPOSIÇÕES FINAIS	98
4. ESTUDO DE CASOS	100
4.1. MÁQUINA 1 – CALANDRA PARA CHAPAS METÁLICAS.....	100
4.2. MÁQUINA 2 – INJETORA DE PLÁSTICOS.....	105
CONCLUSÃO.....	108
REFERÊNCIAS	110

INTRODUÇÃO

Acidentes de trabalho com máquinas e equipamentos são geralmente causados pelas más condições dos mesmos, pela falta de investimentos em prevenção, com a instalação das devidas proteções e/ou dispositivos de segurança exigidos pela Norma Regulamentadora NR-12, assim como pelo despreparo dos trabalhadores para operar tais máquinas e equipamentos. Dentro deste contexto, apresentar-se-á com comentários e ilustrações a respeito, a nova NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, que foi reformulada no final do ano de 2010, além de uma revisão bibliográfica dos principais acidentes de trabalho ocorridos nos últimos anos, os custos diretos que os mesmos geram para as empresas e o Estado, assim como, estudar-se-á dois casos de máquinas da indústria da transformação quanto as suas proteções, sendo elas, a calandra de chapas metálicas e a injetora de plásticos.

Quando se busca adequar máquinas e equipamentos inseguros e/ou obsoletos às novas exigências da NR-12, muitas dessas máquinas são condenadas, pois suas formas construtivas antigas e ultrapassadas, transmissões de força inadequadas ou desgastadas, entre outras deficiências, as impossibilitam muitas vezes de serem regularizadas, mesmo com as alternativas tecnológicas e/ou dispositivos de segurança indicados para reduzir os riscos ocupacionais. Portanto, são de suma importância o conhecimento e o estudo de riscos inerentes ao uso destes equipamentos.

Um acidente começa muito antes da concepção do processo de produção e da instalação de uma empresa. O projeto escolhido, as máquinas disponibilizadas e as demais escolhas prévias já influenciam na probabilidade de acidentes de trabalho. Nesse sentido, a nova NR-12 estabeleceu que os equipamentos de segurança em máquinas e equipamentos fabricados, não podem ser opcionais. Isto proporcionou o mesmo nível de concorrência entre os fabricantes, a empresa vai ganhar ou perder pela competência que tem na produção do equipamento e não por estar tirando ou colocando o sistema de segurança. Enfim, a prevenção se concretiza e se inicia ainda na fase de concepção de máquinas e equipamentos.

Estas adequações, de máquinas e equipamentos às Normas, são fundamentais no combate aos inúmeros acidentes de trabalho, que têm um elevado ônus para toda a sociedade, sendo a sua redução um desejo de todos: empresários, governo e trabalhadores. Além da

questão social, com morte, machucaduras e mutilação de operários, a importância econômica também é crescente. Além de causar prejuízos às forças produtivas, os acidentes geram despesas como pagamento de benefícios previdenciários, ou seja, recursos que poderiam estar sendo direcionados para outras políticas sociais, daí a grande importância das medidas de prevenção e as inúmeras exigências da nova NR-12.

O presente estudo incorpora a compreensão ampliada do problema das máquinas inseguras e obsoletas, que ainda incorporam grande parte dos maquinários utilizados no País, porém tem seu propósito principal centrado em duas vertentes do problema: a existência e a utilização de máquinas perigosas por não possuírem dispositivos de proteção ou segurança e a existência e utilização de máquinas de tecnologia obsoleta, favorecendo, agravando ou desencadeando a condição de risco. Prensas excêntricas ou prensas dobradeiras, acionadas por pedais mecânicos, exemplificam a combinação perversa destes dois fatores de risco.

Por muito tempo a NR-12 gerou desentendimentos entre especialistas, Auditores Fiscais do Trabalho, fabricantes de máquinas e usuários (donos de máquinas e pessoas envolvidas na operação), pois a mesma era muito pouco abrangente, ou seja, geravam-se muitas dúvidas a respeito das proteções e/ou dispositivos de segurança a serem adotados, como também com relação a outros aspectos (responsabilidades, capacitações, etc.), ligados a todos esses profissionais envolvidos. Com a reformulação da Norma, foi considerado todo o ciclo de vida útil da máquina ou equipamento, do projeto ao sucateamento, incluindo as fases de documentação, procedimentos de segurança e manutenção.

Objetivar-se-á, neste Trabalho de Conclusão, apresentar com comentários e ilustrações a respeito, a nova NR-12, revisar bibliograficamente os acidentes de trabalho associados às máquinas e equipamentos assim como, estudar duas máquinas da indústria da transformação, sendo elas, a calandra e a injetora de plásticos, quanto às medidas de proteção a serem adotadas para adequá-las à Norma, verificando de acordo com os métodos de avaliação de risco enunciados na metodologia, em quais níveis de risco as mesmas se enquadram.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS ACIDENTES DE TRABALHO ASSOCIADOS À SEGURANÇA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

1.1. INTRODUÇÃO

O trabalho humano gera riquezas e conhecimento, mas, infelizmente, pode gerar também acidentes, doenças e outros eventos adversos, que causam sofrimento e prejuízos às pessoas e ônus incalculáveis ao Estado (VILELA, 2008).

Analisar as informações dos incidentes, doenças e acidentes relacionados ao trabalho, permite o aperfeiçoamento das normas de segurança e saúde, dos sistemas de gestão das empresas, das concepções e dos projetos de máquinas e equipamentos, constituindo-se, portanto, como parte essencial na gestão de saúde e segurança. Analisar os acidentes é potencializar a capacidade de prevenção.

A busca por melhorias das condições de segurança e saúde nos locais de trabalho é uma constante no Brasil e no mundo. Porém, apesar dos constantes avanços com relação às ações preventivas contidas nas normas e leis, a realidade dos ambientes de trabalho no Brasil, ainda é bastante imperfeita. As mortes e mutilações por acidentes continuam acontecendo, causando prejuízos sociais, pessoais, e econômicos às famílias, além de enormes custos para o Estado brasileiro, revelando quão importante é a permanente necessidade de prevenção. No âmbito da indústria da transformação (metalurgia, fabricação de produtos alimentícios, fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos de minerais não metálicos, entre outros), é na metalurgia onde ocorre o maior índice de acidentes de trabalho. Entretanto, as análises realizadas pela maioria das empresas continuam frágeis e incompletas, quase sempre apontando apenas falhas humanas e atribuindo culpa aos acidentados. Nesse contexto, os principais fatores relacionados com a ocorrência dos acidentes não são identificados, persistindo assim elevada incidência desses eventos, gerando custos econômicos e sociais injustificáveis.

No âmbito das máquinas e equipamentos, cabe salientar que um acidente começa muito antes da concepção do processo de produção e da instalação de uma empresa. O projeto escolhido, as máquinas disponibilizadas e as demais escolhas prévias já influenciam na probabilidade de acidentes de trabalho. Nesse sentido, a nova NR-12 estabeleceu que os equipamentos de segurança em máquinas e equipamentos fabricados, não podem ser opcionais. Isto proporcionou o mesmo nível de concorrência entre os fabricantes, a empresa

vai ganhar ou perder pela competência que tem na produção do equipamento e não por estar tirando ou colocando o sistema de segurança.

A importância da análise dos acidentes de trabalho como ferramenta auxiliar para os auditores fiscais, as relações das máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros com os acidentes de trabalho, um levantamento dos termos de embargo e interdição no RS e, dos principais acidentes de trabalho com morte, ocorridos no Rio Grande do Sul e Brasil nos últimos anos, serão alguns dos itens apresentados neste capítulo.

1.2. ANÁLISE DE ACIDENTES DO TRABALHO COMO FERRAMENTA AUXILIAR PARA AUDITORES FISCAIS

Na busca contínua pela prevenção dos acidentes de trabalho, os auditores fiscais do MTE vem realizando progressivamente nos últimos anos análises de acidentes de trabalho, utilizando-as como ferramentas auxiliares na prevenção desses eventos. A troca de informações e experiências entre os fiscais, após a realização dessas análises de acidentes, propicia novos conhecimentos, embasamentos para realização das fiscalizações e, conseqüentemente, a exigência de medidas preventivas que comprovadamente darão resultados, se adotadas pelas empresas fiscalizadas.

Entre os principais objetivos da análise da causalidade dos acidentes do trabalho, citam-se:

- Retirar ensinamentos do acidente analisado, de modo a corroborar na construção de uma política de prevenção destes eventos na empresa, em grupo de empresas ou no ramo de atividade econômica correspondente;
- Fornecer subsídios para a ação da Inspeção do Trabalho;
- Subsidiar a elaboração/revisão das normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho;
- Construir um banco de dados referentes aos acidentes do trabalho e a proposição de medidas corretivas;
- Subsidiar as ações de outros órgãos e instituições e encaminhar cópia dos relatórios de investigação de acidente para a adoção de medidas cabíveis;
- Recomendar medidas preventivas e de segurança, buscando evitar que outros acidentes sejam gerados pelos mesmos fatores causais.

Grande parte dos eventos adversos é previsível e prevenível e, ao contrário de constituir obra do acaso, como sugere a palavra acidente, são fenômenos socialmente

determinados, relacionados a fatores de risco presentes nos sistemas de produção. A melhoria dos conhecimentos sobre a rede de fatores causais envolvidos no surgimento desses fenômenos é de grande importância para a prevenção. As discussões acerca das análises de acidentes estão presentes em organismos governamentais de outros países também, mostrando que é grande o leque de opções à disposição dos auditores e, evidenciando o quanto podem ser aperfeiçoadas as fiscalizações nas empresas.

1.3. ACIDENTES COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS OBSOLETOS E INSEGUROS

Segundo MENDES (2001), o acidente de trabalho é um dos principais focos de atenção do Ministério do Trabalho e Emprego, busca-se preveni-lo, evitá-lo ou então eliminar a possibilidade de sua ocorrência. Um acidente de trabalho causa sofrimentos à família, prejuízos à empresa e ônus incalculáveis ao Estado. Um acidente começa muito antes da concepção do processo de produção e da instalação de uma empresa, portanto, se a prevenção se funda e se inicia ainda na fase de concepção de máquinas, equipamentos e processos de produção, a ação de prevenção flui com muito mais facilidade e os acidentes se tornam eventos com reduzida probabilidade de ocorrência.

As operações das máquinas antigas e obsoletas geralmente são mais perigosas e menos produtivas, comprometendo as medidas preventivas da segurança do trabalho que estão sob responsabilidade do empresário, que muitas vezes não possui um SESMT ou CIPA. Devido ao grande número de máquinas nessas condições em pleno funcionamento, boa parte dos acidentes de trabalho graves e incapacitantes do trabalho, registrados no Brasil, ocorrem em máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros, sendo que as prensas destacam-se como as principais causadoras dos acidentes seguidos de amputação.

Com a reformulação da NR-12 muitas dessas máquinas cujos níveis de segurança e proteção exigidos são, em boa parte dos casos, impossíveis de serem alcançados devido às antigas e obsoletas formas construtivas, são condenadas pelos fiscais do MTE. Quando da interdição da máquina e/ou equipamento, cabe ao empresário verificar se o investimento em alternativas tecnológicas e/ou dispositivos de segurança indicados para reduzir os riscos das mesmas, é compensatório. Por outro lado, existem equipamentos e máquinas antigas, com características físicas muito próximas das modernas, muitas vezes sem dispositivos de segurança, mas que podem ser facilmente adequadas às Normas. Para isso, a NR-12 possui vários anexos para máquinas e equipamentos específicos. Então, ao aplicarem-se as correções

necessárias numa determinada máquina parte-se primeiramente para o anexo específico da mesma, para depois partir para o geral da Norma.

Na grande maioria das máquinas envolvidas em acidentes, sejam elas ultrapassadas ou não, é constatada a falta de proteções físicas de suas partes móveis (correias, correntes, conexões, reduções, volantes, área de prensagem, etc.). Sendo que a maior parte das máquinas pode ser protegida adequadamente (proteções físicas), utilizando-se das competências internas de cada empresa, principalmente as do setor metal-mecânico. Além disso, essas soluções simples podem ser complementadas com o uso de recursos sofisticados como scanners de área, cortina de luz, válvulas de segurança, etc., quando, evidentemente, o investimento valer a pena perante a aquisição de uma nova máquina.

Segundo a reformulação da NR-12, essas máquinas obsoletas deverão ser sucateadas e não mais vendidas, quando a adequação das mesmas à Norma ficar inviável. Se as empresas forem repassar a máquina velha, o MTE não terá como fazer esse controle, porém, se acontecer algum acidente grave com a máquina no futuro, a descoberta do fato (venda) ocorrerá, e provavelmente, o Ministério Público do Trabalho proporá uma ação civil pública responsabilizando todo mundo.

1.4. CULTURA DOS FABRICANTES E USUÁRIOS COM RELAÇÃO À SEGURANÇA EM MÁQUINAS

Atualmente há um movimento muito forte por parte das empresas que querem saber como adequar-se a NR-12. Algumas dessas empresas estão com dificuldades para dar início às ações efetivas de adequação, seja por questão de valores (orçamentos, custos, dinheiro) para os devidos investimentos, seja por falta de conhecimento (não adquiriram informações suficientes). Nesse contexto, estão mais adiantadas as empresas em que os administradores são profissionais de grande porte e que são administradores, ou seja, esses administradores profissionais geralmente não assumem os riscos de não cumprir uma legislação. O dono da empresa, aquele que detém o comando, muitas vezes sente-se no direito de decidir se quer ou não cumprir a legislação. Já o profissional não, porque ele sabe que terá que responder diretamente pelo não cumprimento da lei. De qualquer forma, o que acontece normalmente é a empresa de grande porte, que possui valores maiores disponíveis e que é administrada por profissionais especializados, se ajustarem a legislação mais rapidamente.

Apesar de existirem muitos fabricantes de máquinas que sequer conhecem as normas técnicas relativas à construção das mesmas, a maior dificuldade de implantação da prevenção

é no usuário, ou seja, os donos das máquinas e pessoas envolvidas na operação. São muitos os fabricantes que aprenderam a fabricar determinada máquina porque trabalharam numa empresa que fabricava aquela máquina e, acabaram herdando o conhecimento prático e o não conhecimento das normas técnicas. Se os usuários demonstrarem preocupação com a segurança das máquinas e equipamentos, e passarem a exigir, na hora da compra, essas mudanças tão esperadas quanto à segurança, o cumprimento das normas técnicas ficaria facilitado. Porém, atingir o usuário é mais difícil, pois normalmente o mesmo está mais afastado desse conhecimento e, muitas vezes, imagina que o sistema de segurança afetará a operação da máquina e por consequência, a produtividade.

Muito comum ainda nos dias de hoje, são as empresas de médio a grande porte se desfazerem das máquinas usadas para adquirirem máquinas modernas, buscando manter a competitividade. A NR-12 estabelece que essas empresas que venderem seus maquinários antigos para empresas menores, deverão adequar as máquinas e equipamentos aos novos preceitos da própria Norma. Muitas vezes isso se torna economicamente inviável, ou seja, o valor da máquina é menor do que se for adequá-la, fazendo com que, diminuam-se as ofertas de máquinas usadas. Para solucionar esse problema das pequenas empresas, que muitas vezes compram esses maquinários por serem baratos, surgiram novas linhas de crédito, facilitações para a aquisição de novas máquinas e equipamentos.

1.5. EMBARGOS E INTERDIÇÕES NO RIO GRANDE DO SUL

A Organização Internacional do Trabalho, desde a sua criação, tem reconhecido as auditorias fiscais do trabalho como objetivo fundamental na proteção dos trabalhadores. As auditorias possuem atribuições que envolvem não apenas o dever de bem desempenhar o poder fiscalizatório para intervir nas relações de trabalho, mas também de desenvolver novas estratégias que contribuam para a construção de uma cultura de prevenção e promoção da segurança e saúde para todos os trabalhadores.

As análises de acidentes do trabalho já ocorridos destinam-se a identificar causas com a finalidade de prevenir ocorrências semelhantes. Nos procedimentos de embargo e interdição, a intervenção da Auditoria Fiscal do Trabalho pode ser entendida como a aplicação do conhecimento adquirido em tais análises, mas não só nelas. É muito importante que se mantenha um sistema de inspeção do trabalho em que os inspetores estejam autorizados a impor medidas destinadas a eliminar irregularidades constatadas que, a seu ver, constituam razoável ameaça à segurança ou saúde dos trabalhadores.

As interdições desencadeadas a partir da verificação de grave e iminente risco à segurança e saúde dos trabalhadores nos locais de trabalho foram referência para a prevenção de danos em muitos outros. O conhecimento técnico evoluiu, de forma que a sistematização criteriosa do saber adquirido, as análises prévias de risco e a observação de princípios de segurança e saúde no trabalho devem levar, cada vez mais, à melhoria das condições e dos ambientes laborais. E, se é necessária a interdição de postos, equipamentos, máquinas ou situações potencialmente inseguras, o maior benefício é obtido quando as condições de risco grave são identificadas e a intervenção ocorre antes que se tenha notícia de qualquer acidente ou doença em trabalhadores (SEGUR/RS, 2010).

Os procedimentos de embargo e interdição são consubstanciados em laudos técnicos e em Termos de Embargo ou de Interdição, que são protocolados em processos. Na Seção de Segurança e Saúde no Trabalho/SEGUR, os registros eram feitos em livro, com informações que não possibilitam análise estatística. A partir do final de 1999, a SEGUR passou a utilizar um sistema informatizado. Essa foi a principal fonte de dados para o levantamento apresentado na Figura 1, que mostra a distribuição por ano dos processos de embargo e interdição registrados nesse banco de dados. Lembrando que, os levantamentos que serão apresentados a seguir, não fazem distinção das atividades das empresas, ou seja, são números globais, não distinguem as indústrias de transformação da indústria da construção, da eletricidade e gás, do comércio, enfim, de tantas outras atividades existentes.

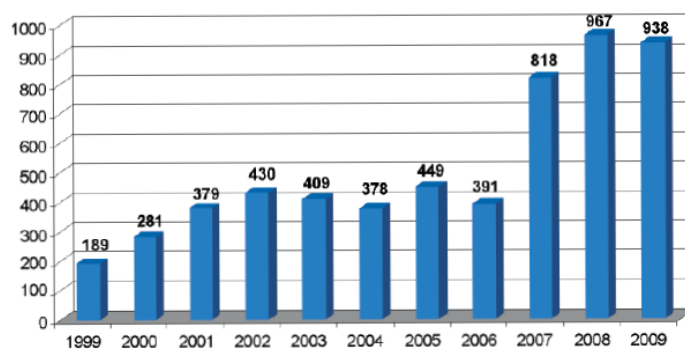


Figura 1 – Termos de embargo e interdição, de 1999 a 2009.

Fonte: SEGUR/RS, 2010

A cada inspeção realizada pelos auditores fiscais, podem ser lavrados um ou mais termos de embargo ou de interdição. Os relatórios de inspeção (RI) não informam os termos lavrados e sim cada uma das medidas indicadas para saneamento da condição de risco que gerou o embargo ou a interdição. Assim, um RI contendo várias medidas corretivas pode

corresponder a apenas um termo de embargo ou interdição ou a mais de um. A informação dos resultados de fiscalização, incluindo embargos e interdições, é lançada apenas no RI de conclusão da inspeção. O Quadro 1 apresenta o levantamento dos termos de embargo e interdição por município, realizados de 2003 a 2009, pela SEGUR/RS.

Quadro 1 – Termos de embargo e interdição por município, de 2003 a 2009.

Município do local embargado ou interdito	n	%
Porto Alegre	1.971	45,3
Caxias do Sul	512	11,8
Passo Fundo	133	3,1
Canoas	121	2,8
Uruguaiana	102	2,3
Santa Maria	95	2,2
Cachoeirinha	72	1,7
Gravataí	71	1,6
Panambi	66	1,5
Capão da Canoa	63	1,4
Erechim	50	1,1
Farroupilha	48	1,1
Santo Ângelo	46	1,1
Bento Gonçalves	46	1,1
Pelotas	40	0,9
Santa Rosa	38	0,9
Ijuí	35	0,8
Esteio	29	0,7
Gramado	29	0,7
Flores da Cunha	28	0,6
Novo Hamburgo	28	0,6
Outros	727	16,7
Total	4.350	100,0

Fonte: SEGUR/RS, 2010

A Figura 2, por sua vez, apresenta o levantamento para as diferentes regiões do Estado.

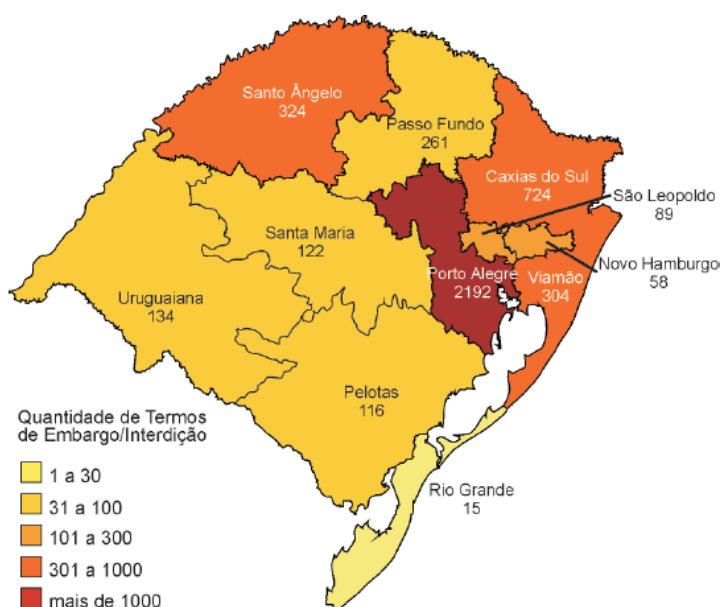


Figura 2 – Embargos e interdições por regiões, de 2003 a 2009.

Fonte: SEGUR/RS, 2010

Destes 4.350 termos de embargo e interdição, 995 ocorreram na indústria de transformação, ou seja, indústrias metalúrgicas, indústrias alimentícias, entre outras, representando 22,9% do total dos termos. A atividade na qual ocorreu o maior número de termos de embargo e interdição foi a da construção (edifícios e obras de infra-estrutura), num total de 2.039 termos, representando 46,9% do total.

Esses estudos realizados nos últimos anos permitiram que alguns pontos fossem evidenciados, como:

- Concentração espacial de embargos e interdições em regiões com maior concentração industrial, regiões metropolitana e serrana;
- Variação temporal influenciada pelo crescimento da atividade econômica, principalmente na construção civil;
- A distribuição de embargos e interdições concentrada nas regiões com maior número de auditores fiscais;
- Concentração na construção civil (especialmente de edifícios), indústria de transformação (em especial metalúrgica e alimentícia), e comércio (principalmente supermercados e comércio atacadista);
- Predomínio de interdições específicas (máquinas e equipamentos e setores ou atividades) em detrimento de paralisações totais (embargos de obra e interdições de estabelecimentos);
- Os objetos de maior frequência são: andaimes, prensas e similares, trabalho em altura, serras (especialmente circular), vasos sob pressão, elevadores e obras de construção.

1.6. ACIDENTES FATAIS NO BRASIL E RIO GRANDE DO SUL

Em 2008, a Seção de Segurança e Saúde no Trabalho – SEGUR da Superintendência Regional do Trabalho e Emprego no Rio Grande do Sul, através da publicação “Análises de Acidentes do Trabalho Fatais no Rio Grande do Sul”, divulgou material técnico a respeito de eventos, causas, modos de prevenção e outros estudos acerca de acidentes do trabalho fatais analisados no período de 2001 a 2007, por seus auditores fiscais.

Neste material, apresenta-se uma estimativa, segundo a Organização Internacional do Trabalho, que 6.000 trabalhadores morrem a cada dia no mundo devido a acidentes e doenças relacionadas com o trabalho. Além disso, a cada ano ocorrem 270 milhões de acidentes do trabalho não-fatais, que resultam em um mínimo de três dias de falta ao trabalho e 160 milhões de casos novos de doenças profissionais. O custo total estimado destes acidentes e doenças equivale a 4% do PIB global.

O Quadro 2 apresenta estatísticas previdenciárias do período de 2001 a 2007 no Brasil. As colunas referentes às taxas de mortalidade (número de óbitos/população segurada) e letalidade (número de óbitos/população segurada acidentada) referem-se a todos os motivos de acidentes (típicos, doenças, trajeto) e ao conjunto de todas as atividades econômicas. Nesse período ocorreram 3.263.797 acidentes do trabalho, sendo 19.602 mortes. No ano de 2007 foram 653.786 casos, sendo 2.804 com óbito, o que significa, aproximadamente, uma morte a cada três horas. Esses levantamentos, que serão apresentados nas Tabelas a seguir, não fazem distinção das atividades das empresas, ou seja, são números globais, não distinguem as indústrias de transformação da indústria da construção, da eletricidade e gás, do comércio, enfim, de tantas outras atividades existentes.

Quadro 2 – Ocorrências de Acidentes do Trabalho no Brasil.

Ano	Trabalhadores	Acidentes do trabalho registrados				Acidentes p/100.000 trabalhadores	Óbitos	Óbitos p/ 100.000 trabalhadores	Óbitos p/ 10.000 acidentados
		Típico	Trajeto	Doença	Total				
2001	27.189.614	282.965	38.799	18.487	340.251	1.251	2.753	10	81
2002	28.683.913	323.879	46.881	22.311	393.071	1.370	2.968	10	76
2003	29.544.927	325.577	49.642	23.858	399.077	1.351	2.674	9	67
2004	31.407.576	375.171	60.335	30.194	465.700	1.483	2.839	9	61
2005	33.238.617	398.613	67.971	33.096	499.680	1.503	2.766	8	55
2006	35.155.249	407.426	74.636	30.170	512.232	1.433	2.798	8	54
2007 ¹	40.088.979 ²	414.785	78.564	20.786	653.090 ³	1.630	2.804	7	43

Fonte: SEGUR/RS, 2010

O Quadro 3 evidencia as estatísticas de acidentes do trabalho no estado do Rio Grande do Sul. De 2001 até 2007 ocorreram 300.014 acidentes. Os casos fatais contabilizaram 997 no período e 151 no último ano desse intervalo.

Quadro 3 – Ocorrência de Acidentes do Trabalho no estado do Rio Grande do Sul.

Ano	Trabalhadores	Acidentes do trabalho registrados				Acidentes p/100.000 trabalhadores	Óbitos	Óbitos p/ 100.000 trabalhadores	Óbitos p/ 10.000 acidentados
		Típico	Trajeto	Doença	Total				
2001	1.982.425	30.190	3.108	1.994	35.292	1.780	163	8	46
2002	2.027.416	33.747	3.466	2.421	39.634	1.955	151	7	38
2003	2.079.813	33.817	3.881	2.437	40.135	1.930	126	6	31
2004	2.193.332	36.636	4.660	2.901	44.197	2.015	153	7	35
2005	2.235.473	36.942	4.690	2.716	44.348	1.984	128	6	29
2006	2.618.369	36.257	5.232	2.309	43.798	1.887	125	5	29
2007 ¹	2.618.369 ²	33.142	5.338	1.701	52.610 ³	2.009	151	6	38

Fonte: SEGUR/RS, 2010

Ao analisar 210 acidentes fatais, ocorridos nesse período de 2001 a 2007, a SEGUR/RS verificou a distribuição dos mesmos de acordo com a atividade econômica, conforme mostra a Figura 3. Aproximadamente 3/4 dos acidentes ocorreram, em ordem decrescente, na indústria de transformação (31%), na construção (29%), no comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas (14%).

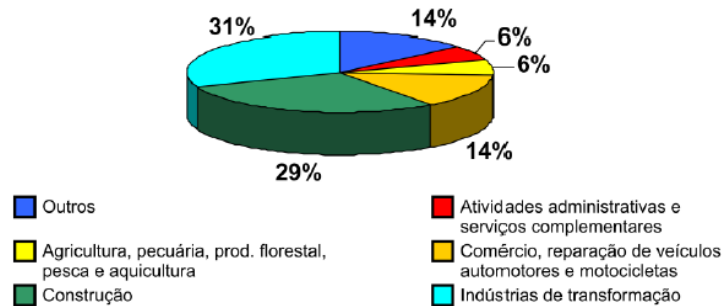


Figura 3 - Distribuição dos acidentes do trabalho fatais quanto à atividade econômica, de 2001 a 2007.

Fonte: SEGUR/RS, 2010

Um estudo mais detalhado dos acidentes fatais na indústria de transformação é apresentado na Figura 4, evidenciando que 82% dos casos se distribuem entre a metalurgia e afins (39%), fabricação de produtos alimentícios (22%), fabricação de produtos químicos (12%) e fabricação de produtos de minerais não metálicos (9%).

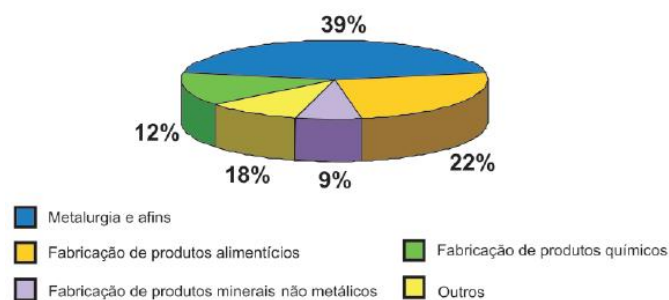


Figura 4 – Distribuição percentual de acidentes do trabalho fatais, na indústria de transformação, de 2001 a 2007.

Fonte: SEGUR/RS, 2010

Em todos esses acidentes, medidas de segurança, já consagradas pelo conhecimento técnico e presentes na legislação pertinente, poderiam ter evitado a morte dos trabalhadores: seja por isolamento de área de risco; empilhamento e armazenagem de material de forma

adequada; avaliação de resistência de materiais; utilização de equipamentos coletivos e individuais de proteção adequados; manutenção preventiva; entre outras. É muito importante também, fazer uma análise prévia das tarefas e o reconhecimento de riscos possíveis à segurança e saúde dos trabalhadores.

1.7. CONSEQUÊNCIAS DOS ACIDENTES DE TRABALHO, PREJUÍZOS

A Figura 5 apresenta de forma sucinta os custos diretos de um acidente trabalho, tanto para a empresa como para o Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, ambos responsáveis pela saúde do trabalhador.

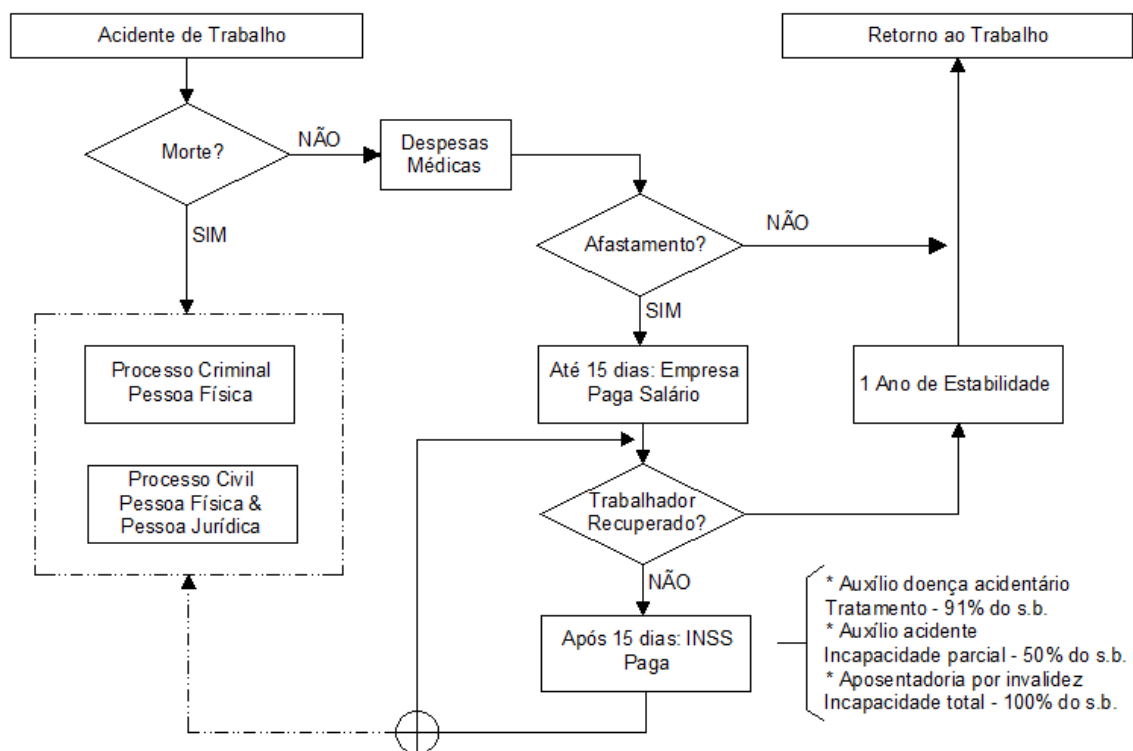


Figura 5 – Custos diretos de um acidente de trabalho.

Fonte: Fundacentro - Segurança de Máquinas e Normas, 2011

Os acidentes de trabalho são prejuízos para:

- A *sociedade*: INSS;
- O *acidentado*: lesões corporais / possível incapacidade; abalos psicológicos pessoais e familiares;
- O *empregador*: parada da produção; abalo da moral dos empregados; despesas médicas; possível processo jurídico.

Os acidentes e os enormes prejuízos por eles causados, já deveriam estar em pauta nas empresas há muito tempo, não há como cortar custos atingindo a Segurança do Trabalho. Uma política de Segurança do Trabalho bem implementada e uma consciência empresarial moderna focada na prevenção, são fatores decisivos para uma empresa saudável e economicamente viável. Criam-se empresas para obter lucros e não prejuízos, mas o lucro não deve prevalecer sobre a vida humana. Para que haja equilíbrio entre capital e trabalho a empresa deve proteger o seu maior patrimônio que é o trabalhador (RIBEIRO, 2011).

A revisão bibliográfica dos acidentes de trabalho evidencia a importância das proteções e demais exigências estabelecidas na nova NR-12, que serão apresentadas no capítulo 3. A metodologia enunciará também alguns métodos para avaliação de riscos em máquinas e equipamentos, que posteriormente serão utilizados nos estudos de casos para verificar os níveis de risco aos quais se enquadram a calandra e a injetora de plástico.

2. METODOLOGIA

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, de modo a proporcionar maior familiaridade com o problema das proteções em máquinas e equipamentos e, as dificuldades de implantação das adequações pelas empresas, sejam por falta de recursos ou por falta de conhecimento. A pesquisa bibliográfica envolve fundamentalmente a reformulação da NR-12 e os acidentes associados às máquinas e equipamentos, contendo também a apresentação de métodos de avaliação de risco e, estudos de casos, envolvendo duas máquinas comuns na indústria da transformação, sendo elas a calandra e a injetora de plásticos.

Quanto aos procedimentos é uma pesquisa de fonte de papel, com pesquisa bibliográfica e documental envolvendo também pesquisa de campo, buscando analisar e verificar as operacionalidades das duas máquinas estudadas.

Do ponto de vista da forma de abordagem a pesquisa pode ser classificada como quantitativa e qualitativa.

2.2. PLANEJAMENTO DA PESQUISA

2.2.1. Procedimento de coleta e interpretação dos dados

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica dos acidentes de trabalho e o envolvimento das máquinas e equipamentos obsoletos e inseguros nesses acidentes e as dificuldades de implantação das medidas de prevenção pelas empresas. Posteriormente, realizou-se uma revisão geral da NR-12, onde se verificou a infinidade de itens exigidos pela Norma Regulamentadora 12 quanto aos aspectos das proteções de máquinas e equipamentos, considerando todo o ciclo de vida útil dos equipamentos, do projeto ao sucateamento. Com este suporte de informações necessárias para o entendimento da pesquisa, partiu-se para o estudo de caso de duas máquinas comuns na indústria da transformação, sendo que este estudo envolveu a aplicação de métodos para avaliação de risco em máquinas e equipamentos, com proposições de melhorias e de adequações dos equipamentos à Norma.

Para a aplicação dos métodos de avaliação de risco às duas máquinas, sendo elas, respectivamente, calandra para chapas metálicas e a injetora de plástico, realizaram-se duas visitas técnicas. Uma das empresas visitadas foi a empresa Gimenez, do município de Ijuí/RS,

que possui várias injetoras em sua área fabril, cuja produção é voltada para componentes para sistemas de ordenhadeiras. A outra empresa visitada foi a empresa Grimm, também de Ijuí/RS, pioneira na fabricação de secadores rotativos e, que possui em sua área fabril três calandras para chapas metálicas. Os três métodos de avaliação de risco envolvidos foram: Matriz de Risco, Gráfico de Risco e HRN, que serão apresentados a seguir.

2.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

Após a reformulação da NR-12, a mesma passou a requerer, em seu conteúdo atualizado, a realização da análise de riscos durante todas as fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos, sejam eles de qualquer tipo. Paralelamente, a norma ABNT 14009:1997 – Segurança de máquinas: princípios para apreciação de riscos, apresenta o embasamento necessário em uma sequência de passos lógicos, demonstrando como examinar de forma sistemática os perigos associados a máquinas e, conseqüentemente, analisar o risco, permitindo a avaliação sobre a segurança do equipamento.

Esta apreciação dos riscos é composta primeiramente, por uma análise de risco para cada máquina, em que são determinados os limites das mesmas, identificados os perigos nelas existentes e estimando-se o risco. Posteriormente, realiza-se a avaliação do risco por meio de decisões críticas fundamentadas em métodos qualitativos e quantitativos, permitindo a avaliação de segurança das máquinas. Quando ocorre da avaliação da máquina ser dada como não segura, é necessário realizar uma análise de redução de risco, na qual, sugerem-se dispositivos de segurança para reduzir os riscos encontrados. Após isso, realiza-se novamente a apreciação e verifica-se o risco residual existente, uma vez que risco zero não existe. De acordo com a NBR 14009, a Figura 6 ilustra como uma apreciação de risco pode ser realizada.

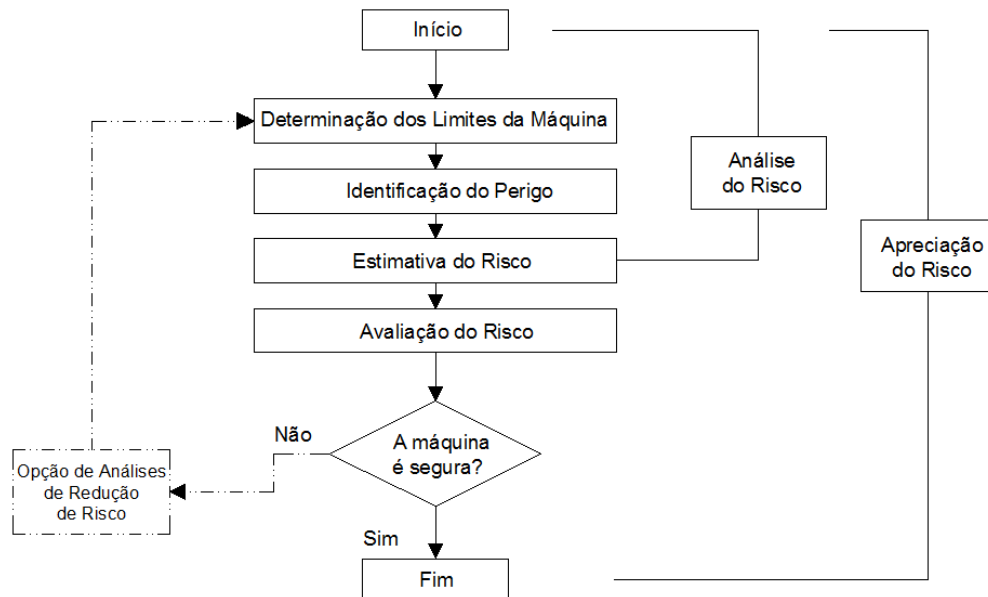


Figura 6 – Processo iterativo para o alcance de segurança.

Fonte: ABNT NBR 14009:1997

Buscando-se estudar as duas máquinas distintas muito presentes na indústria da transformação, serão apresentados três métodos de avaliação de risco para as mesmas, estando as máquinas já adequadas, com os sistemas de segurança implementados. Os métodos de avaliação de risco podem ser classificados em qualitativos e quantitativos e, possuem como objetivo principal, promover elementos concretos que embasem um processo de decisão dos riscos existentes e de suas reduções.

O método qualitativo é apropriado para avaliar situações simples, cujos riscos possam ser facilmente identificados pela observação, podendo-se logo adotar medidas preventivas por meio de boas práticas, especificações e normas. Possui algumas desvantagens devido ao fator humano, uma vez que algumas observações são condicionadas por percepções pessoais, o que pode conduzir a desvios, não contemplando todos os fatores de riscos. Por outro lado, o método quantitativo tem por finalidade obter uma resposta numérica à estimativa de magnitude do risco, sendo particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade, além de poder ser utilizado para aprofundar o estudo para se justificar o custo ou dificuldade em aceitar determinadas ações preventivas. Algumas desvantagens deste método são o custo devido a sua complexidade, a dificuldade de avaliação do peso da contribuição da falha humana, a subjetividade dos erros de decisão e as falhas de comunicação (SILVA e SOUZA, 2011).

Ao serem realizadas, as avaliações de risco normalmente são mais completas, eficientes e melhor fundamentadas, quando realizadas por uma equipe, sendo que o tamanho

da equipe varia de acordo com o método utilizado para avaliação de risco, a complexidade e funcionalidade da máquina e o processo em que a mesma é utilizada.

Segundo SILVA e SOUZA (2011), existem vários tipos de avaliação de risco, sendo que os mais simples oferecem um grau de objetividade e facilidade para classificação de risco e prioridades, e os mais complexos são baseados em dados estatísticos e fornecem estimativas mais precisas. Apresentar-se-á a seguir, os três métodos para avaliação de risco, sendo eles: matriz de risco, gráfico de risco e HRN (Hazard Rating Number).

2.3.1. Matriz de Risco

Segundo a norma ISO/TR 14121-2, o método Matriz de Risco baseia-se numa tabela multidimensional que permite a combinação de qualquer classe de gravidade ou severidade de dano com qualquer classe da probabilidade de ocorrência do dano. A utilização da mesma é simples, aplicada sempre após a identificação dos perigos. Pode ser utilizada para avaliar risco de máquinas, equipamentos, entre outros.

O objetivo do método da Matriz de Risco é auxiliar na identificação de riscos inaceitáveis, para posteriormente focar na sua redução e solução, sendo utilizado basicamente, para categorizar e agrupar os riscos em níveis aceitáveis. Para aplicar o método é preciso, primeiramente, selecionar uma tabela de estimativa de risco, geralmente em faixas de níveis que variam de 3 a 10, como se observa no Quadro 4, baseada na Norma ANSI B11 TR3:2000 – Avaliação e reduções dos riscos – Um guia para estimar, avaliar e reduzir os riscos associados às máquinas.

Quadro 4 – Matriz de estimativa de risco.

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

Fonte: ANSI B11 TR3, 2000

Avalia-se a gravidade ou severidade para cada perigo, dano ou consequência do resultado. A severidade pode ser avaliada pelo ferimento causado à pessoa ou por elementos como número de fatalidades, ferimentos, valor do equipamento, tempo de produção perdido, entre outros. De posse do Quadro 4 e da norma ISO supracitada, as severidades dos danos são definidas:

- Catastrófico ou fatal: morte, doença ou ferimento permanentemente incapacitante (profissional não retorna ao trabalho);
- Sério: doença ou ferimento debilitante e severo normalmente irreversível, invalidez permanente, isto é, perda de visão ou amputação (profissional retorna ao trabalho em algum momento);
- Moderado: doença ou ferimento significativo, atendimento maior que primeiros socorros, como ossos quebrados, queimaduras, cortes (profissional está capacitado para retornar para o mesmo trabalho);
- Menor: sem ferimento ou ferimento leve, não mais que primeiros socorros, hematomas, cortes (profissional retorna ao trabalho em seguida ou com pouca perda de tempo).

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

2.3.2. *Gráfico de Risco*

Conforme a norma ISO/TR 14121-2: 2007, o método Gráfico de Risco é baseado em uma árvore de decisão, sendo que cada nó representa um parâmetro de risco (severidade, probabilidade de ocorrência) e cada ramificação de um nó representa uma classe do parâmetro (por exemplo, severidade leve ou grave). Para cada perigo, uma classe do parâmetro deve ser atribuída. Seleciona-se então um ponto de partida no Gráfico de Risco e, em cada junção, o caminho é percorrido na ramificação de acordo com a classe que for selecionada. A última ramificação aponta para o nível ou índice de risco associado à combinação de classes que foram escolhidos. Esse resultado final ou índice de risco, é qualificado em termos (alto, médio ou baixo) ou em números, de 1 a 6, por exemplo (SILVA e SOUZA, 2011).

Ainda segundo SILVA e SOUZA (2011), os gráficos de risco são úteis para ilustrar a quantidade de redução de risco prevista por uma medida de proteção e o parâmetro de risco que influencia. Os gráficos tornam-se muito pesados e confusos quando se utiliza mais de uma ramificação e mais de um parâmetro de risco. Para aplicar o método pela Figura 7, apresentada a seguir, é necessário conhecer a forma e os parâmetros descritos:

- S - severidade ou gravidade do dano:

- S1 designa um ferimento leve, usualmente reversível como, por exemplo, arranhões, lacerações, contusões, feridas leves (exigindo primeiros socorros).
- S2 é um ferimento sério, usualmente irreversível como, por exemplo, membros quebrados ou esmagados, fraturas, ferimentos graves que requerem pontos e grandes problemas musculoesqueléticos, incluindo fatalidade.
- F - frequência e/ou duração da exposição ao perigo:
 - F1 significa duas vezes ou menos por turno de trabalho ou inferior a 15 minutos de exposição acumulados por turno de trabalho.
 - F2, mais de duas vezes por turno de trabalho ou superior a 15 minutos de exposição acumulados por turno de trabalho.
- O - probabilidade de ocorrência do evento perigoso:
 - O1 designa tecnologia madura, comprovada e reconhecida na aplicação de segurança.
 - O2 é falha técnica observada nos dois últimos anos: ação humana inadequada por uma pessoa bem treinada consciente dos riscos e tendo mais de seis meses de experiência do posto de trabalho.
 - O3 são falhas técnicas observadas regularmente, a cada seis meses ou menos, como uma ação humana inadequada por uma pessoa inexperiente com menos de seis meses de atuação no posto de trabalho ou um acidente semelhante ao observado na planta (parque fabril) nos 10 anos anteriores.
- A - probabilidade de evitar ou reduzir dano:
 - A1, quando a redução ou eliminação do dano é possível sob as seguintes condições: se as peças se moverem a uma velocidade inferior a 0,25m/s e o trabalhador exposto estiver familiarizado com os riscos e com as indicações de uma situação perigosa ou evento de risco iminente; e dependendo das condições específicas (temperatura, ruído, ergonomia, entre outros).
 - A2, quando for impossível evitar ou reduzir o dano.

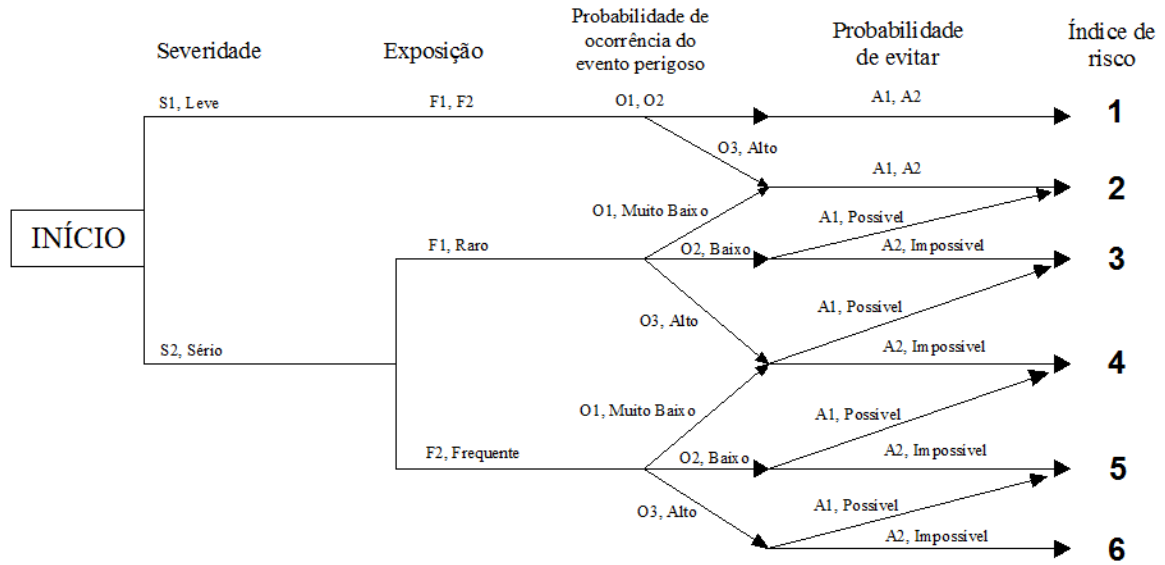


Figura 7 – Gráfico de Risco.

Fonte: ISO/TR14121-2 – Safety of machinery, 2007

Ao final da avaliação (final de cada situação de risco), é atribuído um índice de risco:

- a) 1 ou 2: corresponde à ação de menor prioridade (prioridade 3);
- b) 3 ou 4: corresponde à ação de média prioridade (prioridade 2);
- c) 5 ou 6: corresponde à ação de mais alta prioridade (prioridade 1).

A Norma NBR 14153 estabelece metodologia semelhante para a análise de riscos qualitativa, para auxiliar a tomada de decisão na escolha da melhor alternativa de proteção para uma máquina ou equipamento, como resume a Figura 8.

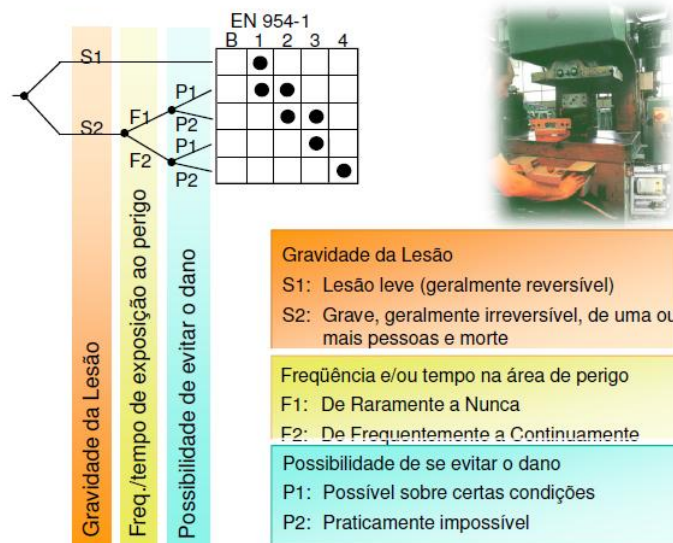


Figura 8 – Metodologia de Análise de Riscos – NBR 14153.

Fonte: ABNT NBR 14153:1998

Para exemplificar ainda melhor a utilização da metodologia de análise de riscos para máquinas e equipamentos sugeridos pela NBR 14153, supõe-se um abastecimento de uma prensa a cada 30s, colocando-se a peça a ser conformada entre as ferramentas superior e inferior. Em caso de acidente, a lesão provavelmente será grave (S2), com frequência e/ou tempo na área de perigo considerada F2, ou seja, frequentemente a continuamente, e a possibilidade de se evitar o dano, considerada P2 (praticamente impossível). O sistema de segurança em estudo deve ser categoria 4, ou seja, tudo deve estar seguro. Considerando uma manutenção na prensa, opta-se por P1 (possível sobre certas condições). Porém, para o Anexo de prensas da NR-12, a categoria 4 deve ser sempre considerada, devido a possibilidade de divergências na seleção das categorias. Mas, mesmo sendo considerado categoria 4, podem ocorrer acidentes.

2.3.3. Hazard Rating Number (HRN)

Segundo SILVA e SOUZA (2011), o HRN é um método quantitativo em que valores numéricos são atribuídos para os seguintes itens: PE (Probabilidade de Exposição), FE (Frequência de Exposição ao Perigo), MPL (Probabilidade Máxima de Perda) e NP (Número de Pessoas Expostas ao Risco). Dos Quadros 5 a 8 são apresentados os valores e frases descritivas para cada um desses itens.

- Quadro 5, Probabilidade de Exposição (PE): expõe a probabilidade de uma pessoa entrar em contato com o perigo para cada risco existente na máquina.

Quadro 5 – Probabilidade de Exposição (PE).

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

Fonte: The safety & Health Practitioner, 1990

- Quadro 6, Frequência de Exposição ao Perigo (FE): seleciona-se a frequência na qual a pessoa está exposta ao perigo analisado.

Quadro 6 – Frequência de Exposição (FE).

Frequência de Exposição (FE)	
0,1	Raramente
0,2	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constantemente

Fonte: The safety & Health Practioner, 1990

- Quadro 7, Probabilidade Máxima de Perda (MPL): deve-se optar pela máxima perda que possa ocorrer em função do perigo em que se está exposto, isto é, o grau máximo de lesão ou dano à saúde que poderá ser causado.

Quadro 7 – Probabilidade Máxima de Perda (MPL).

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

Fonte: The safety & Health Practioner, 1990

- Quadro 8, Número de Pessoas Expostas (NP): seleciona-se o número de pessoas ao risco que está sendo analisado.

Quadro 8 – Número de Pessoas Expostas (NP).

Número de pessoas expostas ao risco (NP)	
1	1 – 2 pessoas
2	3 – 7 pessoas
4	8 – 15 pessoas
8	16 – 50 pessoas
12	Mais de 50 pessoas

Fonte: The safety & Health Practioner, 1990

Para cada risco existente na máquina ou equipamento, aplica-se o método HRN, ou seja, se na máquina existirem cinco pontos de riscos, o método deve ser realizado cinco vezes. Após ter selecionado cada item e seu respectivo valor, obtém-se, por meio do simples cálculo de multiplicação das quatro variáveis, o nível de risco:

$$\text{Equação 1: Nível de Risco} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP}$$

Com o valor do nível de risco em mãos, pelo Quadro 9, tem-se a classificação de risco e seu tempo de ação recomendado para sua minimização. Algumas informações adicionais são de grande valia para um resultado mais claro e objetivo:

- Risco muito baixo: não são requeridas medidas de controle significativas, mas é recomendável o uso de EPI e a aplicação de treinamento;
- Risco baixo: medidas de controle devem ser consideradas;
- Risco significativo: medidas de controle adicionais devem ser implementadas ao sistema instalado na máquina dentro de um mês;
- Risco alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de uma semana;
- Risco muito alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de um dia;
- Risco extremo: medidas de controle de segurança devem ser imediatas;
- Risco inaceitável: deve-se cessar a operação de trabalho da máquina ou equipamento até que as medidas de controle tenham sido adotadas.

Quadro 9 – Número de Classificação de Riscos (HRN)

Números de Classificação de Riscos (HRN)		
Aceitável	0-1	Risco aceitável – considerar possíveis ações
Muito baixo	1-5	Até 1 ano
Baixo	5-10	Até 3 meses
Significante	10-50	Até 1 mês
Alto	50-100	Até 1 semana
Muito Alto	100-500	Até 1 dia
Extremo	500-1000	Ação imediata
Inaceitável	>1000	Parar atividade

Fonte: The safety & Health Practioner, 1990

2.4. ESTUDO DE CASOS

Os estudos de casos foram desenvolvidos na Rua José Gabriel, nº1322, Distrito Industrial de Ijuí/RS (Empresa Gimenez) e na Rua 14 de Julho, nº750, na área urbana de Ijuí/RS (Empresa Grimm).

3. SISTEMATIZAÇÃO E APLICAÇÕES DA NR-12 NA SEGURANÇA EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Este capítulo apresenta a Norma Regulamentadora NR-12, que foi reformulada no final do ano de 2010, tratando de uma revisão, com comentários e ilustrações, mostrando os principais aspectos técnicos que foram agregados à Norma após a reformulação.

3.1. A NOVA NR-12

Sob o título “Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos”, a décima segunda Norma Regulamentadora do Trabalho, estabelece requisitos mínimos de segurança visando à prevenção de acidente. A Portaria SIT 197, de 17/12/2010, alterou a NR-12 aprovada pela Portaria 3.214/78.

A nova NR-12 passou por uma reformulação profunda, agregando aspectos técnicos consistentes. Além disso, O Ministério do Trabalho e Emprego – MTE se comprometeu a realizar seminários de homogeneização de entendimento com os auditores fiscais do trabalho de todo o Brasil. Para assim, facilitar na fiscalização e no entendimento da Norma. Vale ressaltar que os anexos da nova NR-12 (proteções para diferentes máquinas e equipamentos) estão sendo elaborados e publicados desde o início deste ano.

Essa homogeneização de entendimento que o MTE busca fazer é de extrema importância, sendo a NT16 um exemplo deste não entendimento da Norma pelos auditores fiscais. A NR-12 especificava que as máquinas deveriam possuir proteções adequadas e, a Nota Técnica 16 nada mais foi que o entendimento oficial do Ministério do Trabalho sobre o que era uma proteção adequada, onde são sugeridas medidas de proteções para as máquinas. A partir daí, muitas máquinas foram interditadas, porém, essas interdições sempre foram pela NR-12, pois a Nota Técnica não é lei.

Apresentar-se-á neste capítulo a NR-12 reformulada, com comentários e ilustrações a respeito das alterações, pelas quais a mesma passou, englobando as proteções e/ou dispositivos de proteção para máquinas e equipamentos como também aspectos de todo o ciclo de vida útil dos equipamentos, do projeto ao sucateamento.

3.2. NORMAS TÉCNICAS DE SEGURANÇA NO BRASIL

É de fundamental importância o conhecimento das normas técnicas de segurança para se projetar e/ou construir novas máquinas. Existem Normas do tipo A, B e C, classificadas conforme Normas Europeias – EN e Normas Brasileiras, e que seguem a hierarquia ilustrada na Figura 9. As Normas do tipo C têm prioridade e geralmente citam Normas A e B.

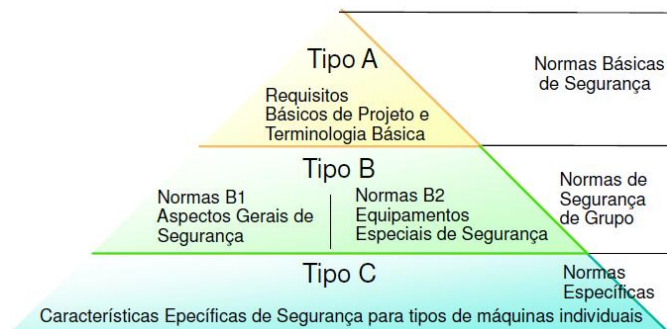


Figura 9 – Normas de Segurança – EN e NBR.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Algumas Normas Europeias são apresentadas na Figura 10, onde constam exemplos de EN para as diferentes categorias.

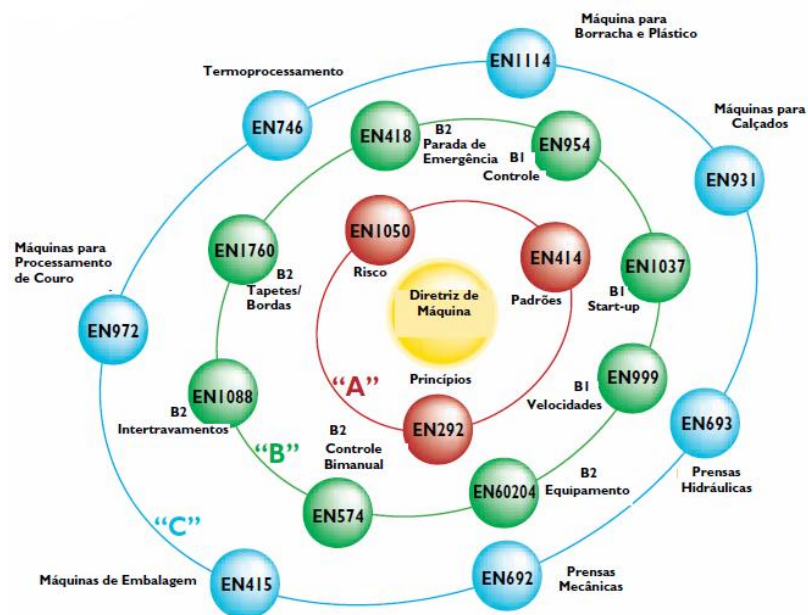


Figura 10 – Normas Europeias, categorias A, B e C.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A Figura 11 ilustra algumas Normas Técnicas de Segurança para os diferentes tipos. Ressalta-se que algumas NBR foram elaboradas com base em Normas Europeias, é o exemplo da norma técnica de segurança do tipo B, NBR 13759, baseada na EN418, que trata de Equipamentos de Parada de Emergência, Aspectos Funcionais, Princípios para Projetos.

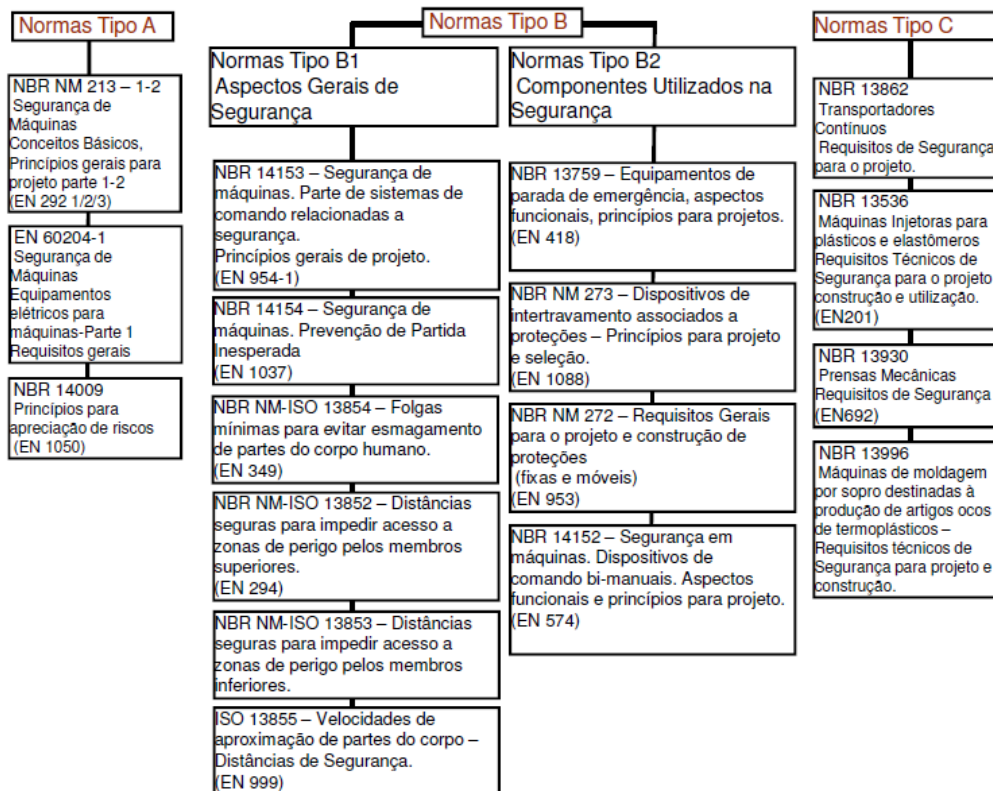


Figura 11 – Normas Técnicas de Segurança no Brasil.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.3. PRINCÍPIOS GERAIS DA NR-12

Com a reformulação da NR-12, a mesma ampliou sua abrangência de atuação, incluindo máquinas fixas e móveis, equipamentos e ferramentas manuais. Nos subitens referentes às ferramentas manuais, são apresentadas as diferenças conceituais e para as máquinas móveis incluem-se diversos veículos agrícolas, entre outros.

Segundo MORAES (2011), a Nova NR-12 define as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para prevenção de acidentes e doenças do trabalho em todas as fases de projeto, de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e de sucateamento, na fabricação, importação, comercialização, exposição, em todas as

atividades econômicas, com observância do disposto nas demais NR, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão dessas, nas normas internacionais aplicáveis. As disposições da Norma Regulamentadora NR-12 referem-se às máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade, sendo que a utilização compreende as fases da construção, transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento.

Constantemente alteram-se as instalações e condições de trabalho com a introdução de novos equipamentos ou máquinas, ferramentas, materiais ou mesmo com mudanças nos métodos de trabalho. Estas mudanças significam que a cultura e padrões de segurança estabelecidos no passado devem ser revistos e constantemente atualizados. Tendo-se um sistema de segurança bem feito, utilizando-se máquinas e equipamentos com manutenção em dia e adequadamente protegidos, minimizam-se ao máximo e/ou eliminam-se os riscos de acidentes.

Para montar um sistema de segurança de máquinas, concebendo protetores e/ou dispositivos de proteção com o objetivo de evitar que o trabalhador entre em contato com partes móveis da máquina, tem-se, basicamente, duas linhas de ação, sendo que uma restringe os movimentos do operador, ou seja, o movimento dele é restrito, impede-se fisicamente ele de entrar na zona perigosa e a outra restringe o movimento da máquina, ou seja, se o operador entrar, a máquina tem que parar. A Figura 12 mostra os diferentes sistemas de proteção para estas duas linhas de ação.

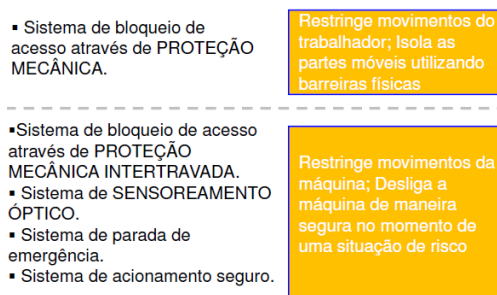


Figura 12 – Protetores e/ou dispositivos de proteção.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Se ao abastecer uma máquina manualmente, com o operador tendo um tempo de 30s para isso, no âmbito das duas linhas de ação, o mesmo não teria como fazer somente com a

primeira linha de ação, pois a máquina tem que parar, ou seja, o movimento da máquina tem que ser restringido.

É de fundamental importância conhecer o funcionamento da máquina, para então dar início ao processo de implantação das medidas de proteção, que segundo a NR-12 devem ser adotadas na seguinte ordem de prioridade: a) medidas de proteção coletiva - EPC; b) medidas administrativas ou de organização do trabalho; e c) medidas de proteção individual - EPI (NR-6, aspectos técnicos e legais dos EPIs). Dentro dessas medidas, vale ressaltar que a NR-12 não comenta as medidas de proteção individual para determinadas máquinas ou equipamentos.

Quanto às medidas de proteção coletivas de máquinas e equipamentos, ao realizar-se um estudo, desenvolvimento e implantação das mesmas, deve-se obedecer à seguinte hierarquia: a) medidas que eliminam a exposição aos riscos que possam resultar em morte ou lesão temporária ou permanente; b) medidas que previnam a liberação de energias indesejáveis, tais como: inercial, pneumática, elétrica, hidráulica, entre outras; c) medidas que evitam o contato intencional ou não intencional dos trabalhadores e demais pessoas do entorno aos riscos provenientes de máquinas e equipamentos.

Quando for comprovado pelo empregador ou empresa a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva ou quando essas não forem suficientes ou encontrarem-se em fase de estudo, planejamento ou implantação, ou ainda em caráter complementar ou emergencial, deverão ser adotadas outras medidas, sendo elas, respectivamente: a) medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho; b) utilização de equipamento de proteção individual – EPI.

O item 12.5 da Norma estabelece que a concepção de máquinas deve atender ao princípio da falha segura, ou seja, que o sistema da máquina entre em estado seguro quando ocorre falha de um componente. Como exemplo de falha “insegura” pode-se citar uma máquina acionada por cilindro pneumático, possuindo uma válvula como a apresentada na Figura 13. Em caso de acionamento de emergência ou em caso de falta de energia, a válvula não possui um sistema de travamento do ar, podendo fazer com que a máquina ou sistema seja acionado acidentalmente numa manutenção ou verificação de um produto, sendo sugerida para este caso uma válvula como a ilustrada na Figura 14, para que, faltando energia ou ao acionar-se a emergência, a máquina fique parada.

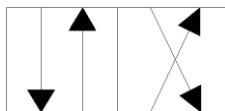


Figura 13 – Válvula simples, condição insegura.

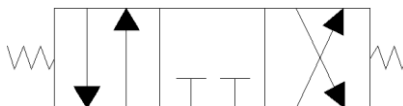


Figura 14 – Válvula com sistema para travamento do ar, condição segura.

Segundo MORAES (2011), os processos de investigação e análise de acidentes sugerem que é possível identificar a repetição de um determinado número de eventos precursoros, que permite pelo menos estimar de maneira razoável a probabilidade do acidente. Esses eventos ou falhas, acontecimentos, incidentes, anomalias de funcionamento, defeitos das máquinas e equipamentos, devem possuir algumas propriedades como: a) caráter desfavorável, adverso, negativo, contrário à segurança do complexo industrial e ao bom desempenho na exploração do sistema técnico; b) caráter repetitivo: embora seja impossível estabelecer uma regra absoluta de frequência; c) caráter potencialmente perigoso no plano das conseqüências possíveis, avaliação que não pode ser totalmente mecânica, mas levar em conta os aspectos humanos e organizacionais das conseqüências.

A NR-12 apresenta como alternativas de medidas de proteção coletiva, além das distâncias de segurança e barreiras físicas que impedem o acesso intencional, dispositivos de controle de processo, intertravamentos, botões de emergência, cortinas de luzes, sensores ópticos, entre outros aspectos tecnológicos que irão minimizar a probabilidade de ocorrência de falhas associadas a atos intencionais e não intencionais (MORAES, 2011).

3.4. PRAZOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS ITENS E SUBITENS DA NR-12

A Portaria SIT 197, de 17/12/2010, que alterou a NR-12, entrou em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União de 24/12/2010, portanto, todos os itens expostos estão em vigor desde esta data, com exceções dos que possuem prazos discriminados - itens e subitens da Norma que serão discriminados nos Quadros 10 e 11 a seguir, que entrarão em vigor nos prazos consignados, contados da publicação.

I – Máquinas novas.

Quadro 10 – Prazos para máquinas novas.

Prazo	Itens e Subitens
12 (doze) meses	Subitem 12.20.2 e item 12.22.
15 (quinze) meses	Itens 12.36, alínea 'a', e 12.37.
18 (dezoito) meses	Itens e Subitens: 12.38.1, 12.39, 12.40, 12.43, 12.44, 12.45, 12.46, 12.47.1, 12.51, 12.55, 12.55.1; 12.65, 12.69, 12.73, 12.74, 12.75, 12.94, 12.95, 12.96; 12.125 a 12.129; 12.133, 12.133.1 e 12.133.2.
30 (trinta) meses	Itens e Subitens: 12.86, 12.86.1, 12.86.2 e 12.92.

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

II - Máquinas usadas.

Quadro 11 – Prazos para máquinas usadas.

Prazo	Itens e Subitens
4 (quatro) meses	Itens 12.135 a 12.147.
12 (doze) meses	Itens 12.22, 12.26, 12.27, 12.28, 12.29, 12.30, 12.30.1, 12.30.2, 12.30.3, 12.31 e 12.116 a 12.124.
18 (dezoito) meses	Itens e Subitens: 12.20.2; 12.153 e 12.154.
24 (vinte e quatro) meses	Itens e Subitens: 12.111.1; 12.125 a 12.129.
30 (trinta) meses	Itens e Subitens: 12.36, alínea 'a', 12.37, 12.39, 12.40, 12.43, 12.44, 12.45, 12.46, 12.47.1, 12.51, 12.55, 12.55.1, 12.65, 12.69, 12.73, 12.74, 12.75; 12.86, 12.86.1, 12.86.2 e 12.92.

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

III - Os prazos estabelecidos para o cumprimento dos itens devem ser observados para todos os seus subitens, exceto quando houver prazos diferentes especificados nos incisos I, II, IV e VIII.

IV - O prazo de dezoito meses estabelecido para o cumprimento do previsto no item 12.133 e subitens 12.133.1 e 12.133.2, no que concerne à adequação dos projetos de máquinas e equipamentos fabricados ou importados, não é aplicável aos itens que tenham prazos inferiores, prevalecendo, em tais condições, o menor prazo.

V – Para as máquinas e equipamentos que já atendam aos requisitos desta Norma, em que pesem os prazos estabelecidos, não é permitida a supressão ou a não reposição dos sistemas e outras partes relacionadas à segurança previamente existentes.

VI - Os prazos estabelecidos para a vigência dos itens não se aplicam às condições de risco grave e iminente à saúde ou à integridade física dos trabalhadores e envolvem somente as máquinas ou equipamentos em que a situação foi constatada.

VII - As padarias e açougues ou empresas com açougue ou padaria que tenham cinco ou mais estabelecimentos poderão cumprir os prazos previstos mediante adequação da totalidade das máquinas e equipamentos em 20% (vinte por cento) de seus estabelecimentos a cada ano, conforme cronograma a ser protocolizado na Superintendência Regional do Trabalho e

Emprego - SRTE da Unidade da Federação em que se situa a empresa ou na SRTE da matriz para empresas que possuam estabelecimentos em mais de um estado, do qual uma cópia deve permanecer no estabelecimento.

VIII - Prazos para cumprimento dos Anexos VI, VII, IX e X e XI da NR-12:

Quadro 12 – Anexo VI – Máquinas para Panificação e Confeitaria.

ANEXO VI - MÁQUINAS PARA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA				
Prazos fixados por estabelecimento, em função do tipo de máquina e número de trabalhadores.				
Para máquinas novas, o prazo de adequação será de 6 (seis) meses, em qualquer situação.				
Tipo de máquina	Até 10 (dez) empregados	De 11 (onze) a 25 (vinte e cinco) empregados	De 26 (vinte e seis) a 50 (cinquenta) empregados	Acima de 50 (cinquenta) empregados
Cilindro	36 (trinta e seis) meses	30 (trinta) meses	24 (vinte e quatro) meses	18 (dezoito) meses
Amassadeira	66 (sessenta e seis) meses	36 (trinta e seis) meses	30 (trinta) meses	20 (vinte) meses
Batedeira	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	36 (trinta e seis) meses	24 (vinte e quatro) meses
Modeladoras	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	36 (trinta e seis) meses
Demais máquinas	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	48 (quarenta e oito) meses

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

Quadro 13 – Anexo VII – Máquinas para Açougue e Merceria.

ANEXO VII - MÁQUINAS PARA AÇOUQUE E MERCEARIA				
Prazos fixados por estabelecimento, em função do tipo de máquina e número de trabalhadores.				
Para máquinas novas, o prazo de adequação será de 6 (seis) meses, em qualquer situação.				
Tipo de máquina	Até 10 (dez) empregados	De 11 (onze) a 25 (vinte e cinco) empregados	De 26 (vinte e seis) a 50 (cinquenta) empregados	Acima de 50 (cinquenta) empregados
Serra fita	36 (trinta e seis) meses	30 (trinta) meses	24 (vinte e quatro) meses	18 (dezoito) meses
Moedor de carne	36 (trinta e seis) meses	30 (trinta) meses	24 (vinte e quatro) meses	18 (dezoito) meses
Fatiador de frios	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	36 meses	24 (vinte e quatro) meses
Demais	66 (sessenta e seis) meses	66 (sessenta e seis) meses	60 (sessenta) meses	48 (quarenta e oito) meses

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

Quadro 14 – Anexo IX – Injetoras de Material Plástico.

ANEXO IX - INJETORAS DE MATERIAL PLÁSTICO				
A cada ano a empresa deverá adaptar ou substituir o percentual indicado, de modo que ao final de 5 (cinco) anos todas as máquinas injetoras atendam ao disposto no anexo IX.				
Prazos fixados por estabelecimento, independente do número de trabalhadores.				
Quando o percentual for inferior de 1,5 (um e meio), deve-se considerar 01 (uma) máquina; quando for igual ou superior a 1,5 (um e meio), deve-se considerar 2 (duas) máquinas.				
1º (primeiro) ano	2º (segundo) ano	3º (terceiro) ano	4º (quarto) ano	5º (quinto) ano

25% (vinte e cinco por cento)	25% (vinte e cinco por cento)	20% (vinte por cento)	20% (vinte por cento)	10% (dez por cento)
-------------------------------	-------------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

Quadro 15 – Anexo X – Máquinas para Fabricação de Calçados e Afins.

ANEXO X - MÁQUINAS PARA FABRICAÇÃO DE CALÇADOS E AFINS	
Prazos por estabelecimento, em função do tipo de máquina, independentemente do número de trabalhadores.	
Máquinas novas	12 (doze) meses
Máquinas usadas:	
Balancim de braço móvel	18 (dezoito) meses
Balancim ponte	36 (trinta e seis) meses

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

Quadro 16 – Anexo XI – Máquinas e Implementos para Uso Agrícola e Florestal.

ANEXO XI – MÁQUINAS E IMPLEMENTOS PARA USO AGRÍCOLA E FLORESTAL	
Prazo de 12 (doze) meses:	Item 7, item 8, em que o prazo se aplica somente para o requisito “sinal sonoro de ré acoplado ao sistema de transmissão” para os modelos de tratores agrícolas estreitos, com bitola menor ou igual a 1280 mm (mil e duzentos e oitenta milímetros) e Item 9, em que o prazo se aplica somente para o requisito “cinto de segurança de assento instrucional”.
Prazo de 18 (dezoito) meses	Itens e Subitens: 4, 5, 6, 6.1, 6.1.1, 6.3.1, 6.5, 6.10, 6.12, 11, 12, 12.1, 12.2, e 14; Subitens 6.5.2, 6.5.4, 6.6 e 6.6.1 para máquinas estacionárias; Subitens 15.1.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.12, 15.16, 15.21, 15.22, 15.23 e 15.24 para implementos.
Prazo de 24 (vinte e quatro) meses	Subitem 6.5.1, exceto colhedoras, e subitem 6.4, alíneas “j” e “m”.
Prazo de 36 (trinta e seis) meses:	Subitem 6.5.1, para colhedoras; Subitens 15.1.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.12, 15.16, 15.21, 15.22, 15.23, 15.24 e 15.25 para máquinas autopropelidas; Subitens 6.5.2, 6.5.4, 6.6, 6.6.1 e 15.25.

Fonte: NR-12, Portaria SIT nº 197, 2010

Houve uma discussão muito mais política do que técnica ao serem definidos os prazos na NR-12, alguns sindicatos de empregadores e de empregados concordaram em estabelecer prazos diferenciados para o seu segmento, como por exemplo, os prazos para as padarias, açougues e mercearias. Foram dados mais prazos para as empresas menores, mas isso dependeu da negociação, ou seja, da iniciativa dos sindicatos. O MTE respeitou a decisão entre o empregado e o empregador, o que gerou uma vantagem aos pequenos.

3.5. ARRANJOS FÍSICOS E INSTALAÇÕES

Uma mudança importante na Norma, diz respeito ao arranjo físico e instalações, descrita nos itens 12.6 a 12.13. Na nova NR-12, eliminaram-se as distâncias entre as máquinas, que eram fixadas de 60 ou 80,0cm, pois essas distâncias não atendem a todos os

tipos de máquinas. Dependendo do tipo de máquina, operação e/ou manutenção da mesma, o acesso fica impossibilitado, havendo dificuldades para tais operações. Portanto, esses espaços ao redor das máquinas devem ser demarcados conforme as normas técnicas oficiais, os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao seu tipo e ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionados ao trabalho

Estabeleceu-se que a distância mínima entre máquinas deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa. Tratando-se das máquinas estacionárias, devem-se 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. A Figura 15 apresenta uma instalação adequada de centros de usinagens, com espaço suficiente para movimentação de materiais, manutenção das máquinas, operação, inspeção, enfim, corretamente posicionados.



Figura 15 – Instalação fabril adequada, centros de usinagens.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

As áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança, evitando assim, que ocorram transporte e movimentação aérea de materiais sobre os trabalhadores.

As principais vias de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20m de largura. Já as demarcações das áreas de circulação, após a alteração e conseqüentemente simplificação da NR-26 quanto aos aspectos das cores (portaria nº229, de 24 de maio de 2011), devem atender as normas técnicas oficiais, ou seja, as cores passam a ser definidas de acordo com a NBR 7195 (Cores para Segurança). Portanto, as áreas de circulação devem ser pintadas de amarelo, somente se circularem pelo local pessoas e máquinas de transporte de cargas, empilhadeiras, etc. Serão pintadas de branco, se forem faixas para demarcar passadiços, passarelas e corredores pelos quais circulam exclusivamente pessoas. Dessa forma, deixa de valer a antiga NR-26, que estabelecia a cor branca para passarelas e corredores de circulação.

Podem-se delinear três etapas para os arranjos físicos e instalações:

Etapa 1: - definir sua localização; - levantamento dos dados básicos para o projeto; - determinar sua forma e aparência.

Etapa 2: - definir o arranjo mais adequado das instalações, máquinas, equipamentos, trabalhadores, materiais sobre uma determinada área física.

Etapa 3: - minimizar transportes, pontos críticos da produção, suprir as demoras desnecessárias entre as várias operações de fabricação.

O procedimento de arranjo físico refere-se a, compreensão dos objetivos estratégicos da produção e de uma análise do que se pretende que o arranjo físico propicie. Como alguns tipos de arranjo físico podem-se citar: posicional (fixo), funcional (por processo), linear (por produto), celular ou sistemas flexíveis de manufatura (FMS).

Segundo MORAES (2011), buscando-se prevenir contatos acidentais e facilitar a limpeza das máquinas e equipamentos pelo operador ou terceiros, alguns pontos devem ser observados, como a forma, seções e o fluxo de materiais dispostos no local de trabalho, além da posição das máquinas e dos equipamentos, em cada área de trabalho. O planejamento geral das vias de circulação e saídas de emergência deve estar baseado na simplicidade e na fácil compreensão da sua localização. Gargalos no fluxo de materiais causam descontinuidade no trabalho, aumentando o risco de acidentes, devido à necessidade de intervenção humana nas máquinas, muitas vezes executada sem a parada e bloqueia total das mesmas. As saídas de emergência devem ser mantidas livres e sinalizadas. As rotas ou corredores de acesso devem possuir algumas características como, ser bem planejadas, posicionadas a uma distância segura dos postos de trabalho, possuir iluminação adequada, estarem livres de obstáculos, entre outras.

3.6. INSTALAÇÕES E DISPOSITIVOS ELÉTRICOS

Quanto às instalações e dispositivos elétricos, descritos nos itens 12.14 a 12.23 da Norma, no item 12.14, reitera-se o alinhamento total com a NR-10 ao estabelecer que as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de forma a prevenir, os perigos de choque elétrico, explosão, incêndios, entre outros.

O item 12.15 da NR12 destaca a obrigatoriedade do aterramento, conforme as normas técnicas oficiais vigentes, das instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou partes condutoras das máquinas e equipamentos que não façam parte dos circuitos elétricos, mas que possam ficar sob tensão. O aterramento trata-se de uma das principais medidas de proteção coletiva contra os contatos acidentais em equipamentos e instalações. Aterrar no neutro é proibido, pois além de não conseguir um equipotencial, pode ocorrer retorno de eletricidade, podendo ocasionar choques elétricos, não garantindo a segurança dos equipamentos e instalações. Sistemas de sensores sensíveis instalados em máquinas e equipamentos começam a desestabilizar e/ou queimar devido ao aterramento no neutro. Buscando confirmar a eficácia do sistema de aterramento, a empresa realizará inspeção periódica, verificando a integridade física (continuidade) e qualidade (medição da resistência de aterramento) do sistema.

Em caso de máquinas e equipamentos que estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos, as mesmas devem ser projetadas com meios e dispositivos que garantam o isolamento e aterramento, blindagem, estanqueidade, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.

Deve-se ter muita atenção na escolha dos cabos elétricos, evitando a compra de cabos baratos cujas especificações não atendem as normas atualizadas. Esses condutores devem atender aos seguintes requisitos mínimos como: oferecer resistência mecânica compatível com a sua utilização; possuir proteção contra a possibilidade de rompimento mecânico, de contatos abrasivos e de contato com lubrificantes, combustíveis e calor; localização de forma que nenhum segmento fique em contato com as partes móveis ou cantos vivos; facilitar e não impedir o trânsito de pessoas e materiais ou a operação das máquinas; não oferecer quaisquer outros tipos de riscos na sua localização e; ser constituídos de materiais que não propaguem o fogo e não emitirem substâncias tóxicas em caso de aquecimento.

Os quadros de energia, além de atenderem as normas quanto aos aspectos de fabricação, proteções e identificação dos circuitos, sinalizações, devem ser mantidos limpos, livres de objetos e ferramentas e, permanentemente fechados, impossibilitando assim o acesso

para trabalhadores não autorizados. A Figura 16 apresenta um exemplo de quadro de energia, fechado e com sinalização adequada.



Figura 16 – Quadro de energia.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

Quanto aos dispositivos elétricos, ressalta-se que o disjuntor, é selecionado em função da corrente (ampere - A), não sendo o mesmo um dispositivo para sobretensão. Torna-se necessário a instalação de um relé para sobretensão. A análise de riscos deve prever quando a elevação da tensão pode ocasionar acidentes. Ainda sobre o disjuntor, o mesmo desliga caso houver elevação da corrente, quando os condutores se aquecem acima do permitido, podendo pegar fogo na fiação. O valor de um disjuntor ou fusível, que é expresso sempre em ampères, deve ser compatível com a bitola do fio, sendo que ambos dependem da corrente elétrica que circula na instalação.

Lembra-se, que não se deve utilizar tomadas em equipamentos de grande potência. Esses equipamentos devem ser interligados por conectores especiais. Além disso, alguns cuidados devem ser tomados com os sistemas de proteção, como: nunca aumentar o valor do disjuntor ou do fusível sem trocar a fiação; garantir a bitola mínima de 1,5mm para as lâmpadas e 2,5mm para as tomadas; prever circuitos separados para iluminação e tomadas; nunca inutilizar o fio terra dos aparelhos; as máquinas e equipamentos devem possuir dispositivo protetor contra sobretensão quando a elevação da tensão puder ocasionar risco de acidentes; como já foi comentado, nunca se deve utilizar o fio neutro como terra e; utilizar os serviços de um profissional qualificado e habilitado para realizar instalação, inspeção e manutenção dos sistemas elétricos. O item 12.20.2 estabelece ainda que quando a alimentação elétrica possibilitar a inversão de fases de máquina, que possa provocar acidentes, deve haver dispositivo monitorado de detecção de seqüência de fases ou outra medida de proteção de mesma eficácia.

Nas máquinas e equipamentos é proibida a utilização de chave geral como dispositivo de partida e parada, a utilização de chaves tipo faca (Figura 17) nos circuitos elétricos e a existência de partes energizadas expostas de circuitos que utilizam energia elétrica. A utilização das chaves do tipo faca, que está em franca decadência, é proibida, pois toda vez que o operador tiver que utilizar a chave, fica exposto a partes energizadas (mão fica muito próxima).



Figura 17 – Chaves do tipo faca.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.7. DISPOSITIVOS DE PARTIDA, ACIONAMENTO E PARADA

Quanto aos dispositivos de partida, acionamento e parada, descritos nos itens 12.24 a 12.37, a NR-12 estabelece que esses dispositivos devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que não se localizem em suas zonas perigosas, possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador, impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental, não acarretem riscos adicionais e não possam ser burlados.

A Figura 18 apresenta uma chave que não pode ser utilizada como dispositivo de parada ou acionamento, pois qualquer movimento involuntário do operador pode acionar ou desligar a máquina. Normalmente é feito por um botão que possui um anel de plástico ou metal em volta do mesmo, que para acionar ou desligar a máquina, o operador deve pressionar o centro do botão, sendo impossível acionar de forma acidental ou por um movimento involuntário. A Figura 19 ilustra um painel de acionamento de um torno CNC modelo GT-300MA.



Figura 18 – Chave proibida para acionamento ou parada.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011



Figura 19 – Painel de acionamento de um torno CNC.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

As chaves eletro mecânicas (fim de curso), usadas comumente em proteções fixas atrás das máquinas (guilhotinas, dobradeiras, etc.), devem ser duplamente instaladas, ou seja, é proibida a instalação somente de uma chave. Lembrando que a NR-12 é explícita ao estabelecer que, quando alguém estiver nesse espaço isolado em volta das máquinas, as mesmas não podem funcionar. Para isso normalmente são instalados sensores ou cortinas de luz.

As máquinas não podem ser burladas, isto é, seguindo a definição da nova NR-12, anular de maneira simples o funcionamento normal e seguro de dispositivos ou sistemas da máquina, utilizando para acionamento quaisquer objetos disponíveis, tais como, parafusos, agulhas, peças em chapa de metal, objetos de uso diário, como chaves e moedas ou ferramentas necessárias à utilização normal da máquina. Sendo, portanto, os antigos e atuais métodos, simples, que os operadores fazem para “facilitar” suas atividades, ficando expostos a sérios riscos de acidentes.

O item 12.25 da Norma estabelece que os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas. Devendo-se utilizar um comando de partida ou parada depois da energização. Ressalta-se que o disjuntor não pode ser utilizado como dispositivo de parada.

Os dispositivos de acionamento do tipo comando bimanual, visam manter as mãos do operador fora da zona de perigo. A respeito desse tipo de comando, no item 12.26, a Norma estabelece que um sinal de saída deve ser gerado somente quando os dois dispositivos de atuação do comando (botões) forem atuados com um retardo de tempo menor ou igual a 0,5 s (meio segundo), evitando-se assim, a antiga burla de deixar um dos botões acionado (preso por arames, fitas, etc.), atuando somente com um botão. Outra maneira proibida utilizada para

o comando bimanual é a instalação de um relé e um temporizador para regular em 0,5s. Hoje em dia instalam-se relés específicos para bimanuais, que já vem regulados em 0,5s.

Neste mesmo item da Norma, para os comandos bimanuais, ressalta-se que os mesmos devem estar sob monitoramento automático por interface de segurança. Porém, que para ser um sistema de segurança segundo a NR-12, devem-se ter duas coisas: monitoramento e redundância (duas funções de segurança, se uma falhar a outra funciona). Os bimanuais também devem atender aos seguintes requisitos: o sinal de saída deve terminar quando houver o desacionamento de qualquer um dos botões; devem possuir distanciamento e barreiras entre os dispositivos de atuação (botões) de comando para dificultar a burla; tornar possível o reinício do sinal de saída somente após a desativação dos dois botões; devem ser posicionados a uma distância segura da zona de perigo, levando em consideração a forma, a disposição e o tempo de resposta do dispositivo, o tempo máximo necessário para a paralisação da máquina ou para a remoção do perigo e a utilização projetada para a máquina. O comando bimanual deve ser pressionado enquanto possuir condição (movimento) de risco. A Figura 20 ilustra um modelo de comando bimanual.



Figura 20 – Comando bimanual.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

A Figura 21 exemplifica uma interface de segurança conforme a NR-12. Se 1 falhar, 2 cumprirá a função de segurança. Esta interface fica monitorando o sistema, se um falar A, e o outro falar A, o funcionamento está normal. Já se um falar A e o outro B, entende-se como falha, e então para o sistema. Porém, não existe garantia da não ocorrência de falhas, pois pode haver falhas simultâneas no sistema. Em caso de falha, o movimento de risco da máquina deve ser paralisado, numa prensa hidráulica, por exemplo, paralisando as válvulas do sistema, conseqüentemente paralisa-se o movimento de risco, não sendo necessário desligar o motor elétrico do sistema. Porém, existem máquinas que a parada imediata é impossível (correias transportadoras, serra fita de açougue, etc.), podendo a inércia dos equipamentos causar acidentes mesmo com dispositivos de segurança. Para isso, a NR-12 estabelece um tempo para esta parada. Nesse aspecto, vale lembrar o quão difícil pode ser proteger segundo

a NR-12 máquinas como calandras de chapas, tornos convencionais, guilhotinas, máquinas e equipamentos de marcenarias, etc.

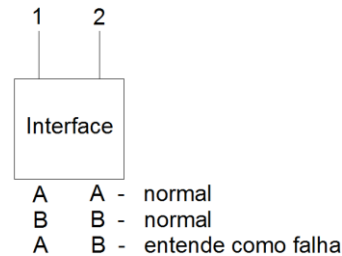


Figura 21 – Interface de segurança.

Ainda sobre os comandos bimanuais, existe uma Norma, a NBR 14152, que trata exclusivamente desses comandos. A construção do console bi-manual deve estar em conformidade com esta Norma. A Norma estabelece que, deve haver uma ação síncrona no movimento de acionamento, ou seja, retarda-se 0,5s para ser apertado o segundo botão. Quando esta ação é simultânea, o tempo para retardo não é estimado. Também na NBR 14152, aparecem várias maneiras de se fazer comandos bimanuais.

O item 12.28 da NR-12, estabelece que os bimanuais devem ser posicionados a uma distância segura da zona de perigo, ou seja, ao tirar a mão do comando, o operador não pode conseguir chegar a tempo para se machucar no movimento da máquina, levando em consideração: a forma, a disposição e o tempo de resposta do dispositivo; o tempo máximo necessário para a paralisação da máquina; e a utilização projetada para a máquina. Vale lembrar que o bimanual protege somente quem está operando a máquina. Enquanto existir uma situação de perigo tem-se que utilizar o comando, que é acionado até o momento em que cesse o movimento de risco, ou seja, quando termina o ciclo da máquina. Para calcular a distância de segurança (S), utiliza-se a Equação 1, segundo a Norma Européia EN 999.

$$\text{Equação 2: } S \text{ [mm]} = (K \text{ [mm/s]} \times T \text{ [s]}) + C \text{ [mm]}$$

Onde:

K= constante = 1600mm/s (velocidade de aproximação).

C= 250mm (*).

T= tempo total de parada da máquina.

*Se o comando oferecer coberturas adequadas que impeçam a invasão de mãos na área de risco, C pode ser considerado “0”, respeitando $S_{\text{mínimo}} = 100\text{mm}$.

Considerando um tempo de parada de 1s, por exemplo, utilizando-se a equação 1, tem-se uma distância de segurança para instalação do comando bimanual igual a 1,85m. A Figura

22 apresenta um comando bimanual com um anel metálico em volta da área de acionamento, isso faz com que a distância mínima da máquina seja respeitada.

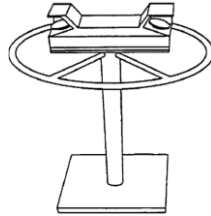


Figura 22 – Comando bimanual com anel metálico.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A NR-12 ainda estabelece que para as máquinas e equipamentos cuja operação requeira a participação de mais de um trabalhador, o número de dispositivos de acionamento simultâneos deve corresponder ao número de operadores, sob o mesmo nível de proteção, expostos aos perigos decorrentes de seu acionamento, isto é, não tem os 0,5s de retardo para os dois ou mais comandos, se o 2º operador atrasar 20s (por exemplo), a máquina funcionará perfeitamente. Deve ainda, haver seletor do número de dispositivos de acionamento em utilização, com bloqueio que impeça a sua seleção por pessoas não autorizadas. Os dispositivos de acionamento simultâneos devem possuir um sinal luminoso que indique seu funcionamento, quando utilizados dois ou mais. O circuito de acionamento deve ser projetado de modo a impedir o funcionamento dos comandos habilitados pelo seletor enquanto os demais comandos não habilitados não forem desconectados.

As máquinas ou equipamentos concebidos e fabricados para permitir a utilização de vários modos de comando ou de funcionamento que apresentem níveis de segurança diferentes, devem possuir um seletor que atenda aos seguintes requisitos: bloqueio em cada posição, impedindo a sua mudança por pessoas não autorizadas; correspondência de cada posição a um único modo de comando ou de funcionamento; modo de comando selecionado com prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; e a seleção deve ser visível, clara e facilmente identificável.

No item 12.35, a Norma estabelece que as máquinas e equipamentos comandados por radiofrequência devem possuir proteção contra interferências eletromagnéticas acidentais. Nesse caso, podemos citar as pontes rolantes operadas via wireless, sendo comum acontecerem falhas em caso de inexistência de proteções contra interferências eletromagnéticas acidentais.

Para os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação das máquinas devem, segundo a NR12, operar em extrabaixa tensão de até 25V em corrente alternada ou de até 60V em corrente contínua. Já a NR10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - estabelece para esse mesmo caso exatamente o dobro das tensões, ou seja, 50 e 120V, respectivamente, não sendo isso um problema, visto que as tensões de trabalho na maioria das interfaces de segurança basicamente é 24V.

Se, ao elaborar-se uma análise de riscos, o motor elétrico de uma máquina qualquer, estiver associado ao movimento de risco da mesma, o circuito elétrico do comando da partida e parada desse motor elétrico deve possuir, no mínimo, dois contatores com contatos positivamente guiados, ligados em série, monitorados por interface de segurança ou de acordo com os padrões estabelecidos pelas normas técnicas (item 12.37).

3.8. SISTEMA DE SEGURANÇA

Outras mudanças ocorreram quanto ao Sistema de Segurança, descrito nos itens 12.38 a 12.42. As máquinas e equipamentos devem ser construídos, instalados e utilizados de forma a não expor os trabalhadores ao risco, comprometendo sua saúde, ou que causem acidentes. O projeto das mesmas deve prever eficiência econômica na operação e segurança na fase de construção, instalação, operação e manutenção. As partes perigosas devem ser eliminadas ou protegidas sempre que possível. Não sendo possível, as proteções devem ser incorporadas (MORAES, 2011).

Projetar um sistema de segurança para determinada máquina, exige uma análise de riscos, prevista nas normas técnicas oficiais vigentes, que no caso do Brasil, é a NBR 14009. Deve estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado, com registro no conselho de classe, devendo o profissional emitir a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. Os sistemas de segurança devem ainda ser instalados de modo que não possam ser neutralizados ou burlados, manterem-se sob monitoramento automático, ou seja, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos e, paralisar os movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.

Apesar de pensarmos logo nos riscos mecânicos em máquinas, vale lembrar que a análise de riscos não se limita somente nos mesmos. São diversos os perigos e riscos adicionais, assim como ilustra a Figura 23.



Figura 23 – Riscos e perigos adicionais.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Entende-se por perigos mecânicos o conjunto dos fatores físicos que podem estar na origem de um ferimento causado pela ação mecânica de elementos de máquinas, de ferramentas, de peças ou de projeções de materiais sólidos ou fluidos.

Analisando os riscos, constata-se que o risco está relacionado ao perigo considerado, o risco é função da severidade (gravidade) do possível dano para o perigo considerado e da probabilidade da ocorrência desse dano, como também frequência e duração da exposição, probabilidade de ocorrência de evento perigoso e possibilidade de evitar ou limitar o dano. Estas relações estão expostas na Figura 24.



Figura 24 – Relação dos riscos com a gravidade, frequência e probabilidade.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Quando se está listando os perigos possíveis, deve-se analisar o que tem na máquina que está prestes ou facilmente suscetível a ocasionar acidentes. Buscando-se elaborar a análise de riscos, a NBR 14009 apresenta um fluxograma para a elaboração da mesma, conforme Figura 25 e, que será estudado mais profundamente nos estudos de casos.

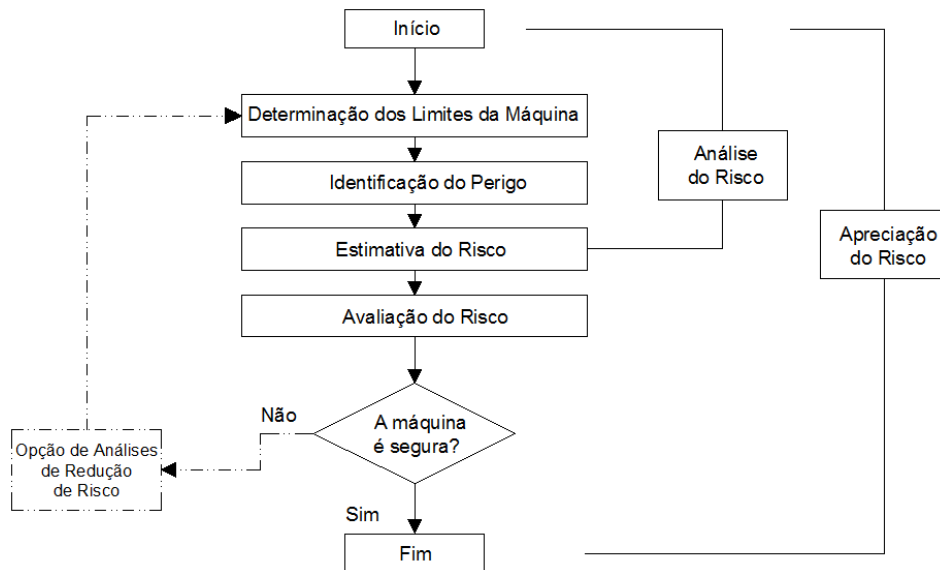


Figura 25 – Processo iterativo para o alcance de segurança.

Fonte: ABNT NBR 14009:1997

Já a NBR 14153 – Segurança de Máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto, que foi baseada na Norma Européia EN 954-1, especifica os requisitos de segurança e estabelece um guia sobre os princípios para o projeto de partes de sistemas de comando relacionados à segurança. Para essas partes de sistemas, a Norma especifica categorias e descreve as características de suas funções de segurança, conforme apresenta a Figura 26. Isso inclui sistemas programáveis para todos os tipos de máquinas e dispositivos de proteção relacionados.

Categoria	Resumo dos Requisitos	Comportamento do Sistema	Princípios
B	O controle deve ser projetado de forma a suportar as influências/consequências esperadas	Uma falha pode levar à perda da função de segurança	Caracteriza-se principalmente pela seleção de componentes.
1	Deve-se cumprir os requisitos da Cat B; princípios e componentes de segurança testados devem ser usados	Uma falha pode levar à perda da função de segurança mas a probabilidade de ocorrência é baixa.	
2	Deve-se cumprir os requisitos da Cat.B; as funções de segurança devem ser testadas pelo sist. de controle, com intervalos de tempo adequados.	Uma falha pode levar à perda da função de segurança, que é detectada na próxima verificação.	Caracteriza-se principalmente pela estrutura de controle.
3	Deve-se cumprir os requisitos da Cat. B. Um falha única não causa a perda da função de segurança.	A função de segurança permanece ativa quando uma falha única ocorre. Somatória de falhas pode levar a perda da função de segurança.	
4	Deve-se cumprir os requisitos da Cat.B. A falha individual deve ser identificada quando da próxima atuação da função de segurança.	A função de segurança permanece ativa quando uma falha única ocorre. Falhas são detectadas para prevenir uma perda da função de segurança.	

Figura 26 – Partes de sistemas, classificação por categorias.

Fonte: ABNT NBR 14153:1998

Independentemente do tipo de energia aplicada, por exemplo, elétrica, hidráulica, pneumática, mecânica, a NBR 14153 aplica-se a todas as partes de sistemas de comando relacionados à segurança.

A Figuras 27 e 28 apresentam, respectivamente, exemplos para a categoria 1 e 2.

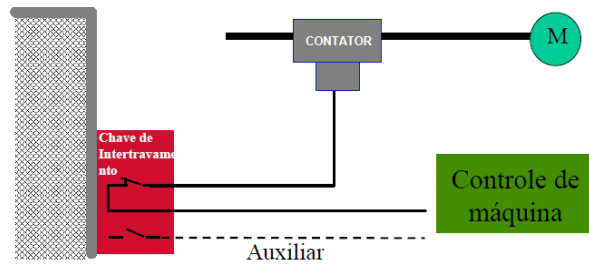


Figura 27 – Sistema de Segurança: categoria 1.

Fonte: Schmersal Ace, 2006

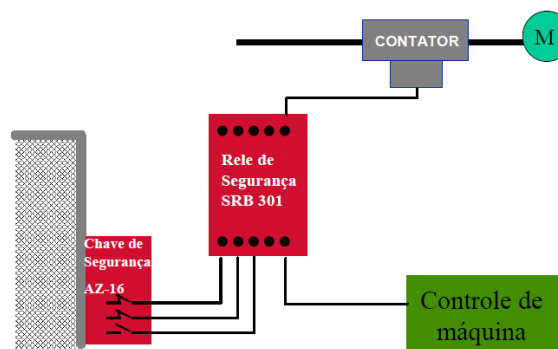


Figura 28 – Sistema de Segurança: categoria 2.

Fonte: Schmersal Ace, 2006

A Figura 29 exemplifica a categoria 3, lembrando que a mesma não perde a função de segurança com uma simples falha, tem redundância e é o método mais utilizado.

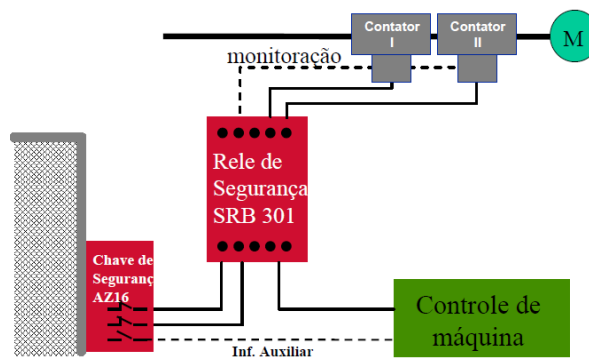


Figura 29 – Sistema de Segurança: categoria 3.

Fonte: Schmersal Ace, 2006

A Figura 30 apresenta a categoria 4, onde não se perde a função de segurança com uma simples falha e com a soma ou acúmulo de falhas.

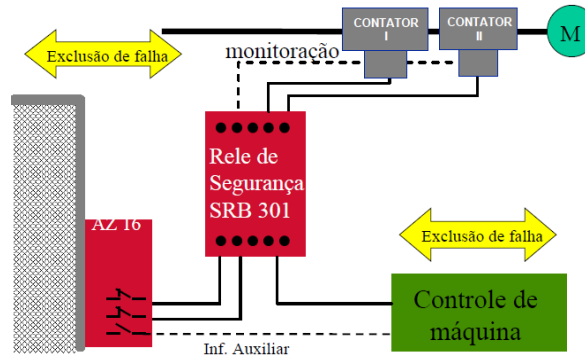


Figura 30 – Sistema de Segurança: categoria 4.

Fonte: Schmersal Ace, 2006

O item 12.40, estabelece que os sistemas de segurança, de acordo com a categoria de segurança requerida, devem exigir rearme, ou reset manual, após a correção da falha ou situação anormal de trabalho que provocou a paralisação da máquina. Sob este aspecto, no caso de abastecimento de máquinas com cortina de segurança, não precisa resetar a máquina ou rearmar manualmente dependendo da categoria da máquina, pois o abastecimento não é considerado falha. Para dobradeiras hidráulicas, o sistema mais indicado é o de múltiplos feixes.

Com relação a restrição do movimento humano, tem-se as *proteções mecânicas fixas por enclausuramento ou fixa distante*. As proteções fixas têm a aplicação limitada em função da frequência de acessos requeridos à zona de perigo por ela protegida e, são mantidas em sua posição, permanecem fechadas, de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação. A remoção ou abertura só é possível com o uso de ferramentas específicas. A Figura 31 apresenta alguns exemplos de proteções por enclausuramento, que impedem o acesso à zona de perigo por todos os lados e que geralmente são instaladas nos sistemas de transmissão de força da máquina (correias e polias, engrenagens e correntes, etc.).

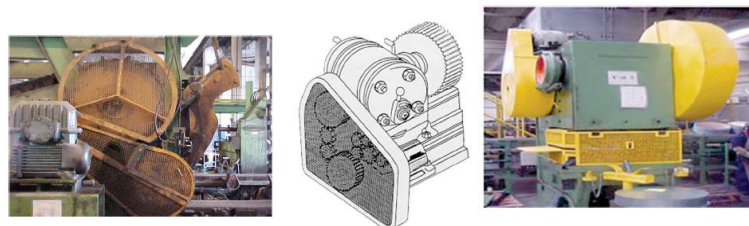


Figura 31 – Proteções fixas por enclausuramento.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A proteção fixa distante, não cobre completamente a zona de perigo, mas que impede ou reduz o acesso, em razão de suas dimensões e sua distância à zona de perigo. A Figura 32 apresenta, lado a lado, grade de perímetro e a proteção em túnel. Esses tipos de proteções podem ser complementados por sistemas de alimentação manual (mecânico) ou automático. Para a construção dessas proteções, devem ser consideradas as Normas NBR NM-ISO 13852 (Segurança de máquinas - Distâncias de segurança membros superiores) e NBR NM-ISO 13853 (Segurança de máquinas - Distâncias de segurança membros inferiores).

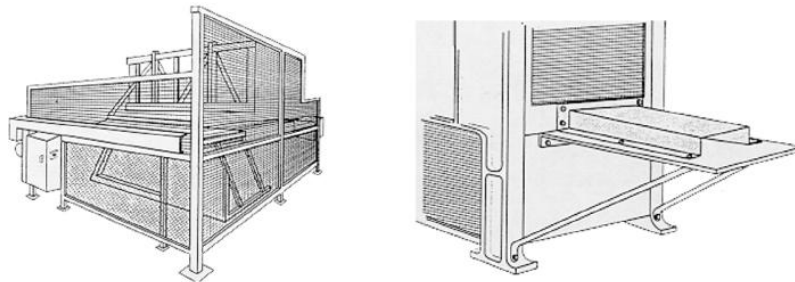


Figura 32 – Proteções fixas distantes, grade de perímetro e proteção em túnel.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

O item 12.42 diz, consideram-se dispositivos de segurança os componentes que, por si só ou interligados ou associados a proteções, reduzam os riscos de acidentes e de outros agravos à saúde, sendo classificados em:

- Comandos elétricos ou interfaces de segurança: responsáveis por realizar o monitoramento, verificar a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedir a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança. Ex: relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e CLP de segurança (muito mais capacidade de gerenciamento, porém são mais caros). A Figura 33 ilustra alguns desses dispositivos.



Figura 33 – Interfaces de segurança.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

- Dispositivos de intertravamento: chaves de segurança eletromecânicas com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas (pode usar um só), optoeletrônicas, sensores indutivos de segurança e outros dispositivos de segurança que possuem a finalidade de impedir o funcionamento de elementos da máquina sob condições específicas, como por exemplo, cessar o funcionamento de uma máquina ao abrir a porta da mesma. A Figura 34 trás alguns exemplos desses dispositivos. A NR-12 estabelece que as chaves eletromecânicas são passíveis de desgaste mecânico, devendo ser utilizadas de forma redundante (dois dispositivos), quando a análise de risco assim exigir, para evitar que uma falha mecânica, como a quebra do atuador dentro da chave, leve à perda da condição de segurança. Devem ainda ser monitoradas por interface de segurança para detecção de falhas elétricas e não devem permitir sua manipulação - burla por meios simples, como chaves de fenda, pregos, fitas, etc. Devem ser instaladas utilizando-se o princípio de ação e ruptura positiva, de modo a garantir a interrupção do circuito de comando elétrico, mantendo seus contatos normalmente fechados.



Figura 34 – Dispositivos de intertravamento.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

- Sensores de segurança: detectores de presença mecânicos e não mecânicos, que atuam quando uma pessoa ou parte do seu corpo adentra a zona de perigo de uma máquina ou equipamento, enviando um sinal para interromper ou impedir o início de funções perigosas. Ex: cortinas de luz (mais difundido dos dispositivos), detectores de presença optoeletrônicos, laser de múltiplos feixes, barreiras óticas, monitores de área, scanners, batentes, tapetes e sensores de posição, que são apresentados na Figura 35.



Figura 35 – Sensores de segurança.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

- Válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia. Não são obrigatórios pela NR12, porém devido aos preços acessíveis desses blocos, vale mais a pena sua instalação do que fazer um arranjo com a compra de válvulas mais simples em separado para alterar o sistema. A Figura 36 apresenta dois tipos desses sistemas.



Figura 36 – Válvulas e blocos de segurança.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

- Dispositivos mecânicos: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis. Ex: válvulas de segurança. A Figura 37 apresenta dois desses dispositivos.

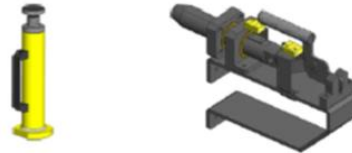


Figura 37 – Dispositivos mecânicos.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

- Dispositivos de validação: dispositivos suplementares de comando operados manualmente, que, quando aplicados de modo permanente, habilitam o dispositivo de acionamento, como chaves seletoras bloqueáveis e dispositivos bloqueáveis.

O objetivo da restrição do movimento da máquina é parar a mesma quando houver risco. A Figura 38 apresenta a relação entre os sensores, interface de segurança e atuadores, num *sistema de segurança eletro-eletrônico*, que restringe o movimento da máquina. O sensor capta o sinal, a interface processa, e o atuador faz o serviço pesado, ou seja, vai liberar os movimentos da máquina. As proteções eletro-eletrônicas são utilizadas em todas as áreas de risco, que compreendem as áreas de trabalho, de transmissão de força ou de movimento. Ressalta-se que as chaves de segurança ou sensores, por si só, não possuem categorias, ou seja, sem que estejam ligadas a uma interface de segurança, não podem ser classificadas

dentro das categorias. A Figura 39 trás um sistema de segurança com cortinas de luz como sensores.

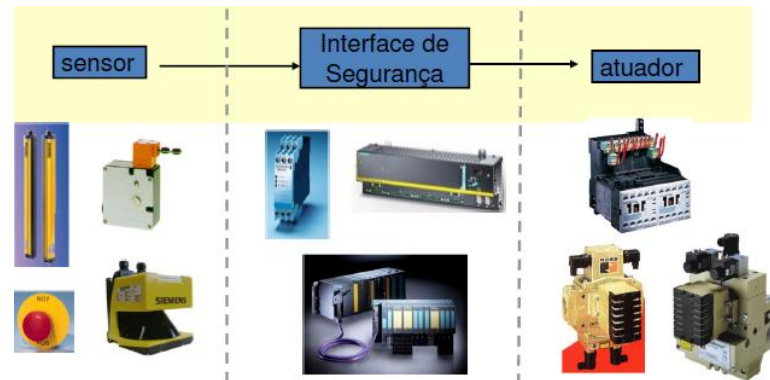


Figura 38 – Sistema de segurança eletro-eletrônico.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011



Figura 39 – Sistema de segurança eletro-eletrônico – cortina de luz.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Não dá para dizer que é um sistema de segurança quando se abre uma porta da máquina e ela para. Sistema de segurança tem que ter redundância (duas chaves ou dois sensores) e monitoramento (dois sinais que são comparados, verificando se estão falando a mesma coisa). Assim, as chances de ocorrerem falhas são mínimas, porém, podem ocorrer, como por exemplo, se os dois controladores falham no mesmo momento.

Buscando restringir o movimento da máquina tem-se ainda, as *proteções mecânicas móveis*, ou seja, proteções dotadas de intertravamento elétrico, que podem ser abertas sem utilizar ferramentas. Quando a proteção é aberta, o movimento de risco é parado, parte da máquina é desligada. Podem ser utilizadas chaves fim-de-curso, chaves com atuador separado ou chaves magnéticas codificadas para a monitoração da proteção. Contatos NF são

utilizados. Essas proteções, geralmente são ligadas por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo. O acesso à zona de perigo é requerido uma ou mais vezes por turno:

- Quando a abertura da proteção não possibilitar o acesso antes da eliminação do risco, a proteção deve estar associada a um dispositivo de intertravamento;
- Quando a abertura da proteção possibilitar o acesso antes da eliminação do risco, deve estar associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio.

A Figura 40 apresenta a posição de como deve ser instalada a chave atuadora.

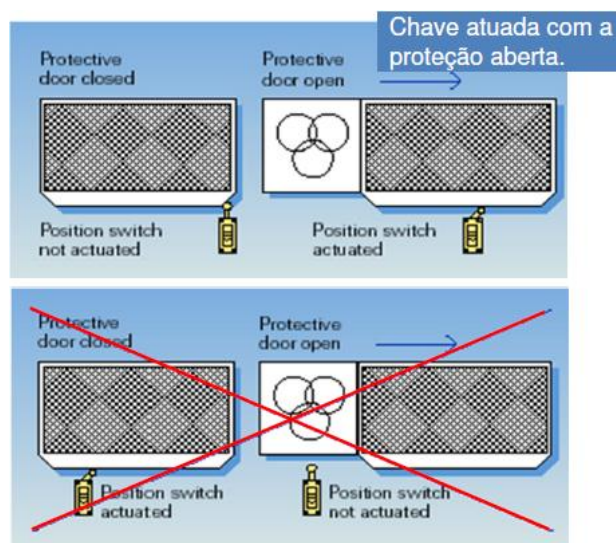


Figura 40 – Proteção mecânica móvel.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Outra solução para proteções mecânicas móveis é utilizar chaves com atuador separado (lingüeta – Figura 41), que possibilita várias possibilidades de direção de aproximação do atuador.



Figura 41 – Atuador separado, tipo lingüeta.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Chaves com atuador separado são comumente aplicadas em portas de correr e portas de abrir. A Figura 42 apresenta o funcionamento de uma chave com atuador separado.

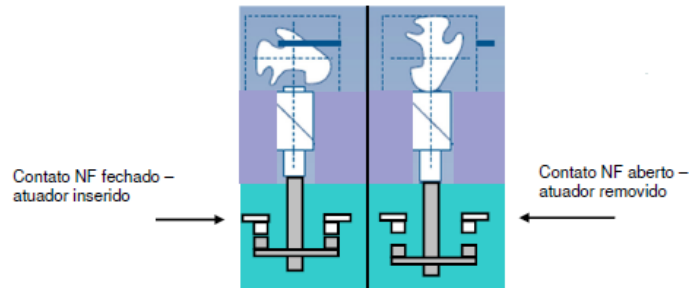


Figura 42 – Chave com atuador separado.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A proteção móvel com intertravamento e dispositivo de bloqueio, trata-se da proteção que pode ser trancada em sua posição fechada. Geralmente utilizada em máquinas que possuam alta inércia de parada ou em máquinas que precisem atingir um estado seguro antes que a proteção seja aberta. A operação da máquina só é possível com a proteção fechada e travada. A Figura 43 apresenta o esquema de funcionamento deste tipo de proteção.

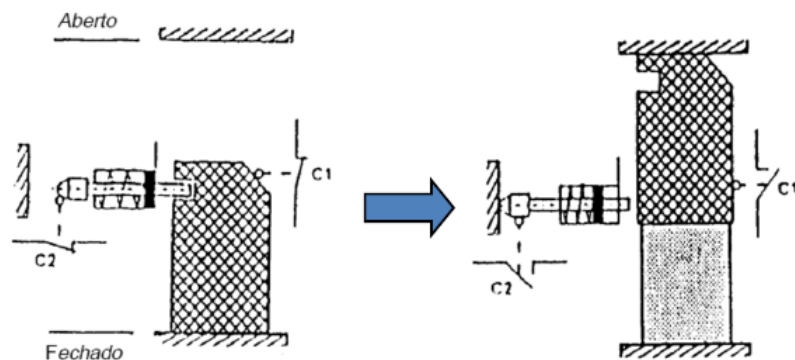


Figura 43 – Proteção com intertravamento e dispositivo de bloqueio.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Quando a proteção móvel é acionada por uma fonte de energia, denomina-se proteção acionada por energia. Da para fazer com cortina de luz, porém deve-se cuidar o tempo de parada da máquina, que está ligado à distância do movimento de risco. As proteções com acionamento por motor, não devem ser capazes de causar ferimentos, sendo que a força que impede o fechamento não deve exceder a 75N e a energia cinética 4J. Quando houver dispositivo, que automaticamente reinicia a abertura, os valores podem ser elevados para

força de 150 N e a energia cinética 10 J. A Figura 44 apresenta um centro de usinagem com abertura e fechamento automático das portas.



Figura 44 – Centro de usinagem.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

Os sistemas de sensoriamento ópticos, usados também para restringir o movimento da máquina, são aplicados na proteção de áreas de risco onde a necessidade de acesso ocorra com muita frequência, como, por exemplo, acesso para alimentação e extração de peças. A norma ISO 13855 (EN999) deve ser considerada, pois a mesma dá atenção às distâncias corretas de instalação entre o sensor e a área de risco.

Uma das soluções é utilizar a *cortina ou feixe de luz*, que é um sistema que possui o emissor e o receptor, que fazem uma varredura, parando o movimento da máquina automaticamente quando a mão ou qualquer parte do corpo entre na zona de risco de operação. As cortinas não são instaladas onde bem se entende, para isso, calculam-se as distâncias de segurança. Atendem as categorias de segurança 2 ou 4. Possuem resolução (distância entre feixes) de 14, 30, 50 e 90 mm. Caso for aumentada a distância entre feixes deve-se instalar a barreira (cortina) mais afastada. Se tiver que aproximar a barreira, a distância entre feixes deve diminuir. A Figura 45 apresenta o funcionamento e a utilização das cortinas de luz.

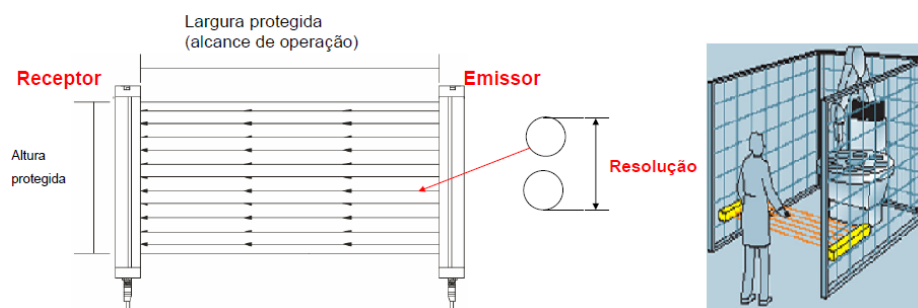


Figura 45 – Cortinas de luz.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A distância de segurança conforme ISO 13855 (EN 999) para instalação da cortina de luz na vertical, ou seja, com aproximação perpendicular (Figura 46), pode ser calculada pela Equação 2, anteriormente citada. Caso o valor de “b” na Figura seja maior que 75,0mm medidas devem ser tomadas para impedir que pessoas fiquem entre a cortina e a máquina.

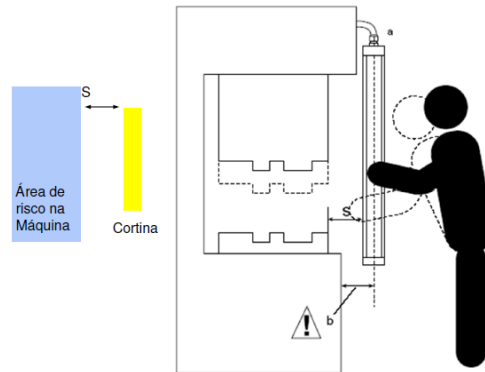


Figura 46 – Cortina de luz, aproximação perpendicular.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Para cortinas com resolução entre 14 e 40mm:

S = distância segura (mín. 100mm).

K = constante: velocidade de aproximação.*

T = tempo total de parada da máquina. **

C = 8 x (d-14) onde “d” é a resolução da cortina.

* 2000mm/s. Se “S” > 500mm então K=1600mm/s.

** Tempo da cortina + rele + inércia da máquina.

Para cortinas com resolução entre 40 e 70mm:

K = 1600mm/s.

C = 850mm.

Altura do feixe mais alto (solo) \geq 900mm.

Altura do feixe mais baixo (solo) \leq 300mm.

Considerando um tempo de parada T=0,2s e a resolução da cortina de luz d=30mm, tem-se:

$$S \text{ [mm]} = (K \text{ [mm/s]} \times T \text{ [s]}) + C \text{ [mm]}$$

$$S = (2000\text{mm/s} \times 0,2\text{s}) + 8.(30-4) \text{ mm}$$

$$S = 328\text{mm} = 33\text{cm}$$

Quando a instalação é na horizontal (aproximação paralela – Figura 47), não se aplica distância de segurança. Para esse caso, o ciclo não deve iniciar enquanto estiver alguém no local. Cortina de luz para detecção de pessoas.

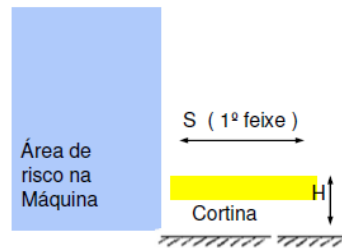


Figura 47 – Cortina de luz na horizontal.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

$C = (1200 - 0,4 H)$; C não pode ser menor que 850mm. *

$K = 1600$ mm/s.

* H = Altura de instalação (mm); H não deve ser maior que 1000mm.

Altura mínima de instalação:

$H_{mín. [mm]} = 15 \times (d - 50)$. Onde “ d ” é a resolução da cortina.

E por último, quando a instalação se der na diagonal (aproximação angular – Figura 48), utilizar os critérios abaixo.

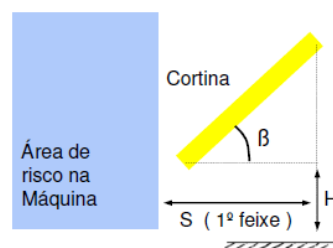


Figura 48 – Cortina de luz na diagonal.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Para $\beta > \pm 30^\circ$, calcular como instalação na vertical.

Para $\beta < \pm 30^\circ$, calcular como instalação na horizontal. *

* A distância de segurança é medida a partir do feixe mais distante da área de risco.

* A altura de instalação (H) se refere ao feixe mais próximo do solo. A altura do feixe mais distante do solo não deve ser maior que 1000mm.

Segundo MORAES (2011), as cortinas de luz oferecem ótima segurança e ainda permitem maior produtividade e são uma solução mais ergonômica se comparada às proteções mecânicas. Elas são especialmente adequadas para aplicações em que a equipe precisa de fácil e freqüente acesso a um ponto de operação de risco. Para eliminar a suscetibilidade a falso desarme atribuído à luz ambiente e interferências de outros dispositivos optoeletrônicos, os

LED's do emissor pulsam a uma frequência modulada com cada LED que pulse sequencialmente, de forma que o emissor possa afetar somente o receptor a ele associado.

Outro sistema de sensoriamento óptico são as *grades de luz*, que são proteções instaladas à distância (proteção perimetral), onde a cobertura do feixe é maior, com um alcance de até 60,0m entre transmissor e receptor. Atendem a categoria de segurança 4, possuem modelos com unidade de avaliação integrada, com 2, 3 ou 4 feixes. A Figura 49 mostra exemplos de grades de luz.

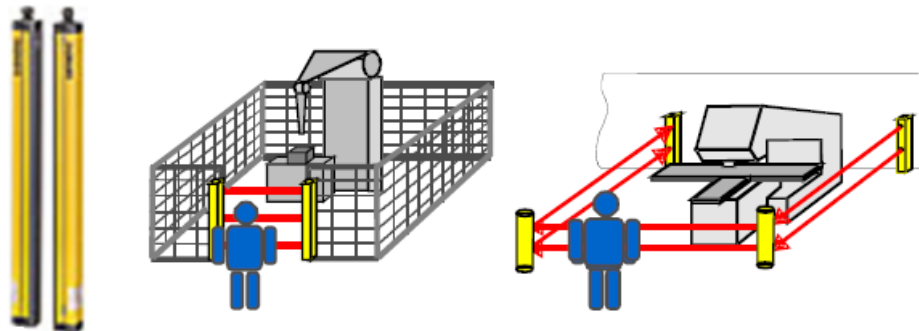


Figura 49 – Grades de luz.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

No caso da Figura 49, que apresenta dois sistemas de sensoriamento óptico por grade, é importante lembrar que a NR-12 especifica que devem ser adotadas medidas adicionais de proteção coletiva para impedir a partida da máquina, enquanto houver a presença de pessoas na zona de risco. Ou seja, para evitar que o operador passe pela grade de luz, a máquina pare, e enquanto o mesmo estiver arrumando ou ajustando a máquina, uma segunda pessoa venha e acione a mesma, sem perceber a presença do trabalhador. Nesse caso, é muito comum a utilização de espelhos.

Para calcular a distância de segurança conforme ISO 13855 (EN 999), no caso das grades de luz, utiliza-se também a equação 1, com $C=850\text{mm}$ e $K=1600\text{mm/s}$. Deve se observar a altura (Figura 50) de instalação para dispositivos com 2, 3 ou 4 feixes, conforme o Quadro 17.



Figura 50 – Altura de instalação, grades de luz.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Quadro 17 – Medidas das alturas de instalação para 2, 3 ou 4 feixes de luz.

Número de feixes	Altura acima do solo em mm
4	300, 600, 900, 1200
3	300, 700, 1100
2	400, 900

Fonte: ISSO 13855 (EM 999), 2010.

Muito comuns para monitoramento de áreas, os *scanners* são outro tipo de sistema de sensoriamento óptico. Eles atingem a categoria de segurança 3, mas podem ser utilizados em prensas com proteção auxiliar. Podem ser usados para o monitoramento de áreas que impeçam o início do ciclo quando alguém estiver na área de risco, mas não necessariamente param o movimento de risco das máquinas e equipamentos. Possuem uma área de proteção de até 4,0m (lineares) e uma área de alarme de até 15,0m. A Figura 51 mostra exemplos de utilização dos scanners e o dispositivo em si.

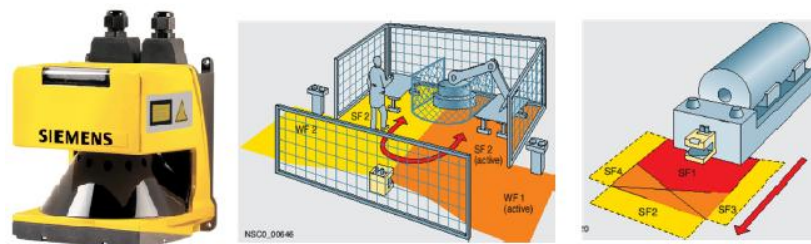


Figura 51 – Scanners, dispositivo e formas de utilização.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

Scanners de área são utilizados para a proteção de amplas áreas. Muito comuns nas empresas, são os carrinhos para transporte de materiais e/ou produtos dentro das fábricas, dotados de scanners. Instala-se o scanner nos mesmos e, se alguma pessoa ou material

interromper sua trajetória, ele para, aciona o alarme e só continua o movimento quando o material for retirado ou a pessoa sair.

Para calcular a distância de segurança para os scanners, utiliza-se a equação 1, com $C = (1200 - 0,4H)$, onde C não pode ser menor que 850mm, $K=1600\text{mm/s}$ e a altura de instalação do equipamento (H), deve atender a faixa de $300\text{mm} \leq H \leq 1000\text{mm}$. A Figura 52 ilustra as variáveis para o cálculo da distância de segurança e altura correta.

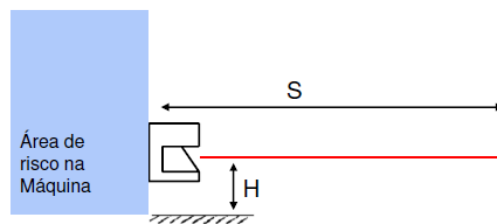


Figura 52 – Scanner, cálculo da distância de segurança e altura de instalação.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.9. SISTEMAS DE SEGURANÇA, COMANDO DE ACIONAMENTO

A NR-12, no item 12.43, estabelece que os componentes relacionados aos sistemas de segurança e comandos de acionamento e parada das máquinas, inclusive de emergência, devem garantir a manutenção do estado seguro da máquina ou equipamento quando ocorrerem flutuações no nível de energia além dos limites considerados no projeto, incluindo o corte e restabelecimento do fornecimento de energia.

Garantir a posição adequada dos comandos permitirá uma operação simples e segura. O comando de parada deve ser posicionado próximo ao comando de partida, sendo que todos eles deverão ser claramente identificados. Os comandos de acionamento, maçanetas, botões ou pedais usados em operações perigosas, devem ser projetados e posicionados de forma a evitar seu acionamento acidental. Ressalta-se que os interruptores de pedais possuem pedais antiderrapantes, bases não escorregadias, e que idealmente devem possuir capa de proteção para evitar acionamentos indevidos e indesejados. A Figura 53 mostra alguns exemplos de comandos de acionamento.



Figura 53 – Comandos de acionamento.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.10. SISTEMAS DE SEGURANÇA, SISTEMAS DE INTERTRAVAMENTO

Quanto aos Sistemas de Segurança, tem-se também, os sistemas de intertravamento, descritos nos itens 12.44 a 12.47. Conhecida como proteção por intertravamento, é aquela que interrompe a fonte de energia da máquina, podendo ser pneumática, hidráulica, mecânica ou uma combinação desses, que não seja desativada facilmente.

O item 12.44 estabelece que 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:

- deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;
- deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco.

Estas máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem: operar somente quando as proteções estiverem fechadas; paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação; e garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas.

Não basta fechar a porta da proteção móvel para iniciar o ciclo, o operador deve ir até o sistema de partida e parada para dar início ao mesmo. Algumas normas internacionais e nacionais, diferentemente da NR-12, não exigem que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções, porém, vale lembrar que a NR-12 é quem manda.

Tratando-se de proteções móveis para o enclausuramento de transmissões de força que possuam inércia, devem ser utilizados dispositivos de intertravamento com bloqueio.

3.11. SISTEMAS DE SEGURANÇA, PROTEÇÕES CONTRA PROJEÇÕES

Muito importantes nos Sistemas de Segurança, são as proteções contra projeções, descritas nos itens 12.48 a 12.55.

A NR-12, no item 12.48 estabelece a instalação de proteções em máquinas e equipamentos que, em seus usos, projetem materiais, partículas ou substâncias, e ofereçam riscos de ruptura de suas partes, para garantir a saúde e a segurança dos trabalhadores. O exemplo mais comum neste caso é o esmeril, equipamento muito utilizado em oficinas e indústrias metal-mecânicas, que constitui-se em uma fonte potencial de acidentes, podendo causar sérias lesões nos olhos devido ao lançamento de partículas, quebra do rebolo, etc. A Figura 54 apresenta um esmeril devidamente protegido. Porém, essas proteções originais de fábrica não descartam o uso de equipamentos de proteção individual como o protetor facial, óculos, protetores auditivos, entre outros.



Figura 54 – Esmeril, devidamente protegido.

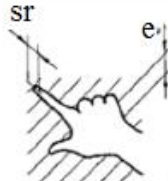
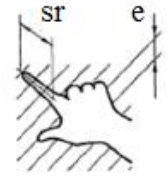
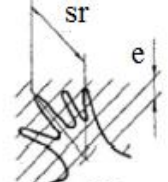
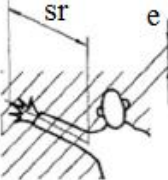
Fonte: Internet

Algumas características exigidas pela Norma para essas proteções das máquinas e equipamentos são: serem constituídas de materiais resistentes e, adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas; fixadas firmemente, com garantia de estabilidade e resistência mecânica; não possuírem extremidades cortantes ou perigosas; que a burla seja impedida; que impeçam o acesso a zona de risco; terem seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário; entre outras.

Quando uma superfície rotativa encontra outra, trata-se de uma área particularmente arriscada de uma máquina, como, por exemplo, calandras, engrenagens, rodas dentadas para correntes, correias transportadoras e equipamentos semelhantes. Para estes tipos de máquinas, a melhor forma para evitar acidentes, é enclausular as áreas de risco ou partes perigosas.

O item 12.50 estabelece que quando a proteção for confeccionada com material descontínuo, devem ser observadas as distâncias de segurança para impedir o acesso às zonas

de perigo, conforme Anexo I da Norma, item A, cujas dimensões em mm são apresentadas na Figura 55.

Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança <i>sr</i>		
			fenda	quadrado	circular
Ponta do dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo até articulação com a mão	 	$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	≥ 120	≥ 120
Braço até junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

¹⁾ Se o comprimento da abertura em forma de fenda é ≤ 65 mm, o polegar atuará como um limitador e a distância de segurança poderá ser reduzida para 200 mm.

Figura 55 – Distância de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.

Fonte: ABNT NBR 13852:2003

Ressalta-se a importância da avaliação de produtos novos quanto aos mecanismos de proteção. As máquinas são fabricadas de forma que não seja necessário acrescentar qualquer proteção adicional, e devem apresentar manual de instruções de uso, manutenção e de segurança. Proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem integrar as máquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim. Quando a máquina não possuir a documentação técnica exigida, o seu proprietário deve constituí-la, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado e com respectiva ART/CREA.

Muito importante, o item 12.51 da NR-12, estabelece que durante a utilização de proteções distantes da máquina ou equipamento com possibilidade de alguma pessoa ficar na zona de perigo, devem ser adotadas medidas adicionais de proteção coletiva para impedir a partida da máquina enquanto houver pessoas nessa zona. A Figura 56 exemplifica essa situação, em que o scanner habilita ou não a operação do robô quando o trabalhador entrar na zona de perigo. Os robôs estão sendo cada vez mais utilizados nas indústrias, devendo sair um anexo para os mesmos nos próximos meses.

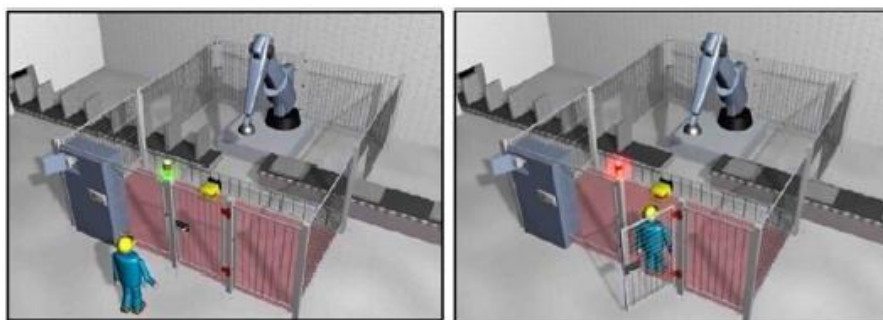


Figura 56 – Scanner, proteção coletiva para impedir partida da máquina.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

O scanner impossibilita a utilização da máquina enquanto o operador estiver na área vigiada. Se no lado contrário tiver um segundo acesso a máquina, deve-se instalar o scanner da mesma forma neste local. O scanner não vê através das coisas, se tiver algum objeto obstruindo a área de abrangência do sensor, deve-se instalar mais de um scanner, ficando toda a zona de risco vigiada pelos mesmos. Outra opção a ser utilizada é o tapete de segurança (Figura 57), desta forma, enquanto tiver algum operador em cima do mesmo, é impossível dar início ao ciclo. Porém, o tapete de segurança é muito sensível quanto à queda de material, se por ventura cair uma peça pesada ou for largado algum material com peso elevado, o tapete deverá ser substituído. Outra saída seria a instalação de uma cortina de luz na horizontal.

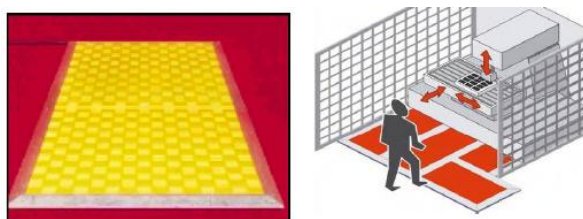


Figura 57 – Tapete de Segurança.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

A Figura 58 apresenta um fluxograma para a escolha de componentes, comparando-se, de acordo com a frequência de acesso na área de risco, as proteções mecânicas com as proteções por sensoriamento óptico.

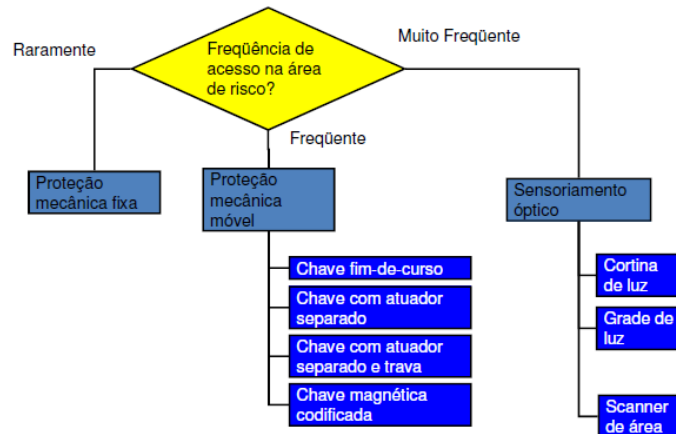


Figura 58 – Fluxograma para escolha de componentes.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.12. DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA

Outra mudança importante na Norma, diz respeito aos dispositivos de emergência, descritos nos itens 12.56 a 12.63.

Segundo o item 12.56 da NR-12, as máquinas devem ser equipadas com um ou mais dispositivos de parada de emergência, por meio dos quais possam ser evitadas situações de perigo latentes e existentes. Os dispositivos mais tradicionais permitem que o operador ou trabalhador próximo da máquina pare a mesma numa situação de emergência apertando um botão ou puxando uma corda. Ressalta-se, que esses dispositivos não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento, com exceção das máquinas manuais (lixadeiras, furadeiras), as máquinas autopropelidas e aquelas nas quais o dispositivo de parada de emergência não possibilita a redução do risco (esmeril – aperta-se o botão de emergência e os rebolos permanecem por um bom tempo girando). Botão de emergência não significa energia zero, ele só impede ou paralisa os movimentos perigosos.

Deve-se tomar muito cuidado com relação ao posicionamento dos dispositivos de parada de emergência, de modo a evitar outros acidentes, instalando-os em locais não perigosos e de fácil acesso ao operador e pessoas próximas, mantidos permanentemente desobstruídos. A Figura 59 apresenta um botão de emergência.



Figura 59 – Botão de emergência.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

Os dispositivos de parada de emergência devem, segundo o item 12.58 da Norma, ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio; serem usados como medida auxiliar de proteção; possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização; prevalecer sobre todos os outros comandos; provocar a parada da operação ou processo perigoso, sem provocar riscos suplementares; ser mantidos sob monitoramento por meio de sistemas de segurança; e, ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.

O desacionamento dos botões deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada, sendo os mais comuns por giro, por puxada e por chave (botão tipo cogumelo). A montagem é simples, não sendo necessário o uso de ferramentas especiais. A Figura 60 apresenta dois tipos de botões cogumelos.



Figura 60 – Botões de emergência, tipo cogumelo.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

Para os acionadores do tipo cabo, a Norma estabelece que, os mesmos devem ser mantidos sempre tracionados; deve-se considerar o deslocamento e a força aplicada nos acionadores, necessários para a atuação das chaves de parada de emergência; e, obedecer à distância máxima entre as chaves de parada de emergência recomendada pelo fabricante.

As chaves de parada de emergência devem ser localizadas de tal forma que todo o cabo de acionamento seja visível a partir da posição de desacionamento da parada de emergência. Não sendo possível atender esta exigência, deve-se garantir que, após a atuação e

antes do desacionamento, a máquina ou equipamento seja inspecionado em toda a extensão do cabo. A Figura 61 mostra o dispositivo de parada de emergência do tipo cabo.



Figura 61 – Acionador de emergência, tipo cabo.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

A parada de emergência deve exigir rearme, a ser realizado somente após a correção do evento que motivou o acionamento da parada de emergência. A localização dos acionadores de rearme deve permitir uma visualização completa da área protegida pelo cabo. A Figura 62 apresenta uma máquina com sistema de emergência (dois cabos), mais barra de emergência e botão do tipo cogumelo, estando todos, sob fácil acesso aos operadores da máquina. Neste caso de máquina é exigido que a mesma tenha reversão, para que no caso de um esmagamento, por exemplo, seja possível inverter o sentido de rotação da mesma.



Figura 62 – Exemplos de dispositivos de parada instalados numa máquina.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.13. MEIOS DE ACESSO PERMANENTES

A NR-12 determina nos itens 12.64 a 12.76, como devem ser os meios de acesso permanentes somente para as máquinas e equipamentos, não sendo considerados para edificações – NR-18.

O item 12.64 da Norma, estabelece que as máquinas e equipamentos devem possuir acessos permanentemente fixados e seguros a todos os seus pontos de operação, abastecimento, inserção de matérias-primas e retirada de produtos trabalhados, preparação, manutenção e intervenção constante.

Consideram-se meios de acesso elevadores, rampas, passarelas, plataformas ou escadas de degraus. Na impossibilidade técnica de adoção desses meios, poderá ser utilizada escada fixa tipo marinheiro, não sendo correta a utilização desse meio para ângulos inferiores a 75°. A Figura 63 apresenta como devem ser empregados os meios de acesso de acordo com o ângulo, segundo a EN 14122 – Segurança de Máquinas – Meios de acesso permanentes as máquinas.

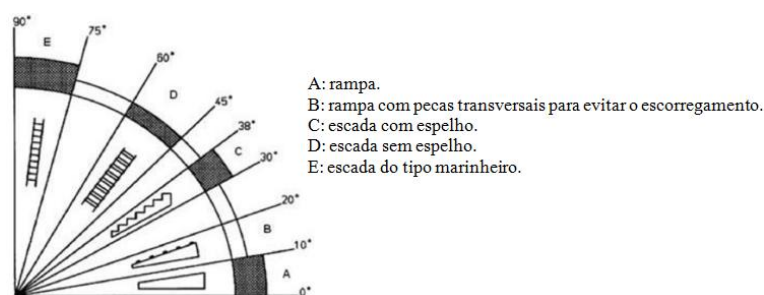


Figura 63 – Meios de acesso de acordo com a inclinação.

Fonte: EN 14122:2004

Os meios de acesso permanentes devem ser localizados e instalados buscando prevenir riscos de acidentes e facilitar o acesso e utilização das máquinas e equipamentos pelos trabalhadores. Sendo que os locais ou postos de trabalho acima do nível do solo em que haja acesso de trabalhadores, para comando ou quaisquer outras intervenções habituais nas máquinas e equipamentos, como operação, abastecimento, manutenção, preparação e inspeção, devem possuir plataformas de trabalho estáveis e seguras. Não sendo possível a instalação de plataformas estáveis e seguras, poderá ser adotado o uso de plataformas móveis ou elevatórias, que sejam estáveis e não permitam sua movimentação ou tombamento durante a realização do trabalho.

O item 12.68, estabelece que as passarelas, plataformas, rampas e escadas de degraus devem propiciar condições seguras de trabalho, circulação, movimentação e manuseio de materiais, como também:

- ser dimensionadas, construídas e fixadas de modo seguro e resistente, de forma a suportar os esforços solicitantes e movimentação segura do trabalhador;
- ter pisos e degraus constituídos de materiais ou revestimentos antiderrapantes;
- ser mantidas desobstruídas;
- ser localizadas e instaladas de modo a prevenir riscos de queda, escorregamento, tropeçamento e dispêndio excessivo de esforços físicos pelos trabalhadores ao utilizá-las.

As rampas com inclinação entre 10° e 20° graus em relação ao plano horizontal devem possuir peças transversais horizontais fixadas de modo seguro, para impedir o escorregamento, distanciadas entre si 40,0 cm em toda sua extensão quando o piso não for antiderrapante, conforme apresenta a Figura 64. Ressalta-se que é proibida a construção de rampas com inclinação superior a 20° graus em relação ao piso.

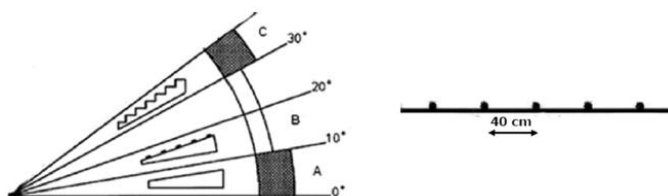


Figura 64 – Rampas com inclinação entre 10° e 20° .

Fonte: EN 14122:2004

Os meios de acesso, com exceção da escada fixa do tipo marinheiro e elevador, devem possuir sistema de proteção contra quedas com as seguintes características: ser dimensionados, construídos e fixados de modo seguro e resistente; ser constituídos de material resistente a intempéries e corrosão; possuir travessão superior de 1,10m a 1,20 m de altura em relação ao piso ao longo de toda a extensão, em ambos os lados; o travessão superior não deve possuir superfície plana, a fim de evitar a colocação de objetos; e, possuir rodapé de, no mínimo, 20,0cm de altura e travessão intermediário a 70,0cm de altura em relação ao piso, como apresenta a Figura 65. O rodapé da figura é uma exceção, sendo possível somente instalá-lo em algumas empresas, geralmente o mesmo é totalmente fechado. Havendo risco de queda de objetos e materiais, o vão entre o rodapé e o travessão superior do guarda corpo deve receber proteção fixa (podendo ser uma tela resistente), integral e resistente.

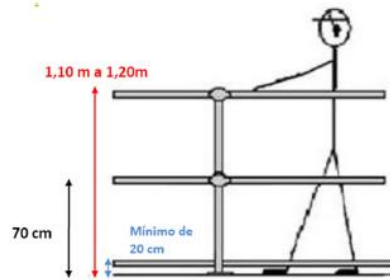
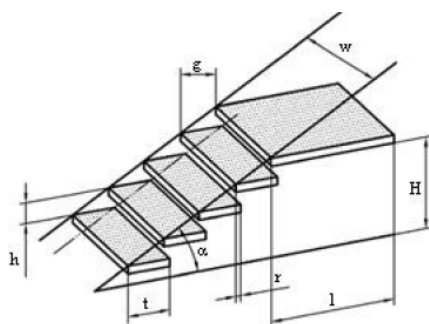


Figura 65 – Proteção contra quedas.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

As passarelas, plataformas e rampas devem ainda, ter as seguintes características: largura útil mínima de 60,0cm; meios de drenagem, se necessário; e, não possuir rodapé no vão de acesso.

As escadas de degraus sem espelho (Figura 66) devem ter: largura de 60,0 a 80,0cm; degraus com profundidade mínima de 15,0cm; degraus e lances uniformes, nivelados e sem saliências; altura máxima entre os degraus de 25,0cm; plataforma de descanso com 60,0 a 80,0cm de largura e comprimento a intervalos de, no máximo, 3,00 m de altura; projeção mínima de 10,0mm de um degrau sobre o outro; e, degraus com profundidade que atendam a fórmula: $600 \leq g+2h \leq 660$ (dimensões em milímetros). Para as escadas de degraus com espelho a mudança está na profundidade mínima de 20,0cm.



Legenda:

- w: largura da escada
- h: altura entre degraus
- r : projeção entre degraus
- g : profundidade livre do degrau
- α : inclinação da escada - ângulo de lance
- l : comprimento da plataforma de descanso
- H: altura da escada
- t: profundidade total do degrau

Figura 66 – Escada sem espelho.

Fonte: EN 14122:2004

As escadas fixas do tipo marinha, apresentada na Figura 67, devem ter: dimensão, construção e fixação seguras e resistentes, de forma a suportar os esforços solicitantes; constituição de materiais ou revestimentos resistentes a intempéries e corrosão, caso estejam expostas em ambiente externo ou corrosivo; gaiolas de proteção, caso possuam altura superior a 3,50m, instaladas a partir de 2,0m do piso, ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso

superior, em pelo menos de 1,10 a 1,20m; corrimão ou continuação dos montantes da escada ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior de 1,10 a 1,20m; largura de 40,0 a 60,0cm; altura total máxima de 10,00m, se for de um único lance; altura máxima de 6,00m entre duas plataformas de descanso, se for de múltiplos lances, construídas em lances consecutivos com eixos paralelos, distanciados no mínimo em 70,0cm; espaçamento entre barras de 25,0 a 30,0cm; espaçamento entre o piso da máquina ou da edificação e a primeira barra não superior a 55,0cm; distância em relação a estrutura em que é fixada de, no mínimo, 15,0cm; barras de 25,0 a 38,0mm de diâmetro ou espessura; e, barras com superfícies, formas ou ranhuras a fim de prevenir deslizamentos. As gaiolas de proteção (Figura 68) devem possuir diâmetro de 65,0 a 80,0cm e vãos entre grades protetoras de, no máximo, 30,0cm.

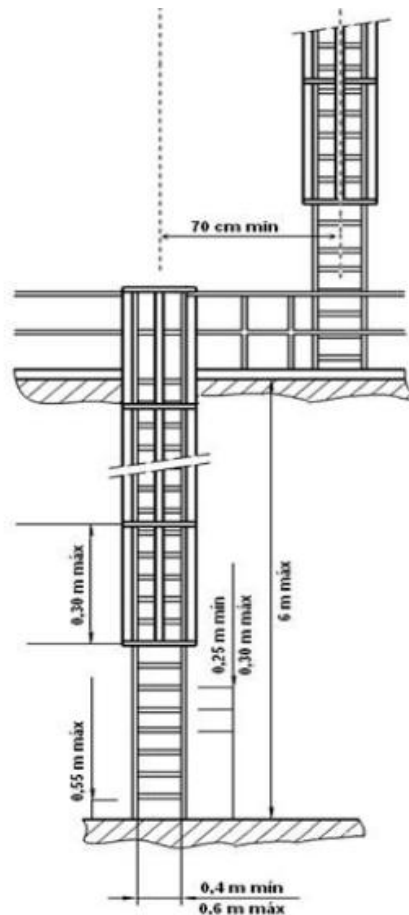


Figura 67 – Escada fixa do tipo marinheiro.

Fonte: EN 14122:2004

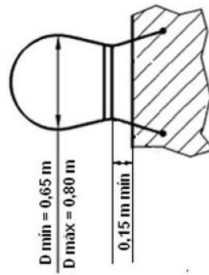


Figura 68 – Gaiola de proteção.

Fonte: EN 14122:2004

O contraponto da instalação do guarda corpo ou gaiola de proteção é que o mesmo pode prender o trabalhador em caso de acidente, sendo, portanto, um item obrigatório muito contestado. O guarda corpo é proibido na Inglaterra, devido aos inúmeros acidentes que ocorreram no país. Uma maneira segura seria substituir a gaiola somente por um cabo de vida preso a cintura do trabalhador.

3.14. COMPONENTES PRESSURIZADOS

Para os componentes pressurizados, descritos nos itens 12.77 a 12.84, a NR-12 estabelece que, para tubulações, mangueiras e componentes pressurizados sujeitos a eventuais impactos mecânicos e outros agentes agressivos, devem ser adotadas medidas adicionais de proteção quando houver risco. Os mesmos devem ser localizados ou protegidos de tal forma que uma situação de ruptura destes componentes e vazamentos de fluidos, não possa ocasionar acidentes de trabalho. Caso típico do chicoteamento, quando uma mangueira ou componente pressurizado rompe-se, e num golpe repentino e violento pode acertar quem estiver por perto, podendo resultar em lesões graves e até mesmo a morte. A Figura 69 mostra como são instaladas algumas mangueiras pressurizadas para evitar o chicoteamento das mesmas, utilizando-se travessas metálicas para fixação.



Figura 69 – Travessas para fixação de mangueiras pressurizadas.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

Além desses cuidados, as mangueiras utilizadas nos sistemas pressurizados devem possuir indicação da pressão máxima de trabalho admissível especificada pelo fabricante, conforme a Figura 70.



Figura 70 – Mangueiras, sistemas pressurizados.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

O item 12.80 estabelece ainda que os sistemas pressurizados das máquinas devem possuir meios ou dispositivos destinados a garantir que: a pressão máxima de trabalho admissível nos circuitos não possa ser excedida (como por exemplo, válvulas de segurança); e, quedas de pressão progressivas ou bruscas e perdas de vácuo não possam gerar perigo.

Os recipientes contendo gases comprimidos utilizados em máquinas e equipamentos (exemplo dos vasos de pressão dos compressores industriais – muito utilizados nas indústrias) devem permanecer em perfeito estado de conservação e funcionamento e ser armazenados em depósitos bem ventilados, protegidos contra quedas, calor e impactos acidentais.

Em sistemas pneumáticos e hidráulicos que utilizam dois ou mais estágios com diferentes pressões como medida de proteção, a força exercida no percurso ou circuito de segurança, limitada a 150N, e a pressão de contato, limitada a 50N/cm², não podem ser suficientes para provocar danos à integridade física dos trabalhadores. Esses valores de força e pressão de contato podem ser desconsiderados nos casos em que haja previsão de outros valores em normas técnicas oficiais vigentes específicas.

Segundo MORAES (2011), a compatibilidade do equipamento pneumático para uma aplicação determinada deve basear-se em especificações ou na realização de provas para confirmar a viabilidade do equipamento sob as condições da operação. O manuseio, montagem e a reparação de componentes pressurizados devem ser realizadas por pessoal qualificado.

3.15. TRANSPORTADORES DE MATERIAIS

Quanto aos transportadores de matérias, descritos nos itens 12.85 a 12.93, a NR-12 determina que os movimentos perigosos dos transportadores contínuos de materiais devem ser protegidos, especialmente nos pontos de esmagamento, agarramento e aprisionamento formados pelas esteiras, correias, roletes, acoplamentos, freios, roldanas, volantes, tambores, engrenagens, cremalheiras, correntes, guias, alinhadores, região do esticamento e contrapeso e outras partes móveis acessíveis durante a operação normal, com exceção dos transportadores contínuos de correia cuja altura da borda da correia que transporta a carga esteja superior a 2,70m do piso, desde que não haja circulação nem permanência de pessoas nas zonas de perigo. Tem-se ainda os transportadores contínuos de correia com proteção fixa distante, associados à proteção móvel intertravada que restringem o acesso a pessoal especializado para a realização de inspeções, manutenções e outras intervenções necessárias. A Figura 71 apresenta pontos de risco em alguns transportadores de materiais.



Figura 71 – Pontos de risco, transportadores de materiais.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

No item 12.86, a Norma estabelece para os transportadores contínuos de correia, cuja altura da borda da correia que transporta a carga esteja superior a 2,70m do piso, que os mesmos devem possuir, em toda a sua extensão, passarelas em ambos os lados. Porém, para os transportadores cuja correia tenha largura de até 30 polegadas, podem possuir passarela em apenas um dos lados, devendo-se adotar o uso de plataformas móveis ou elevatórias para quaisquer intervenções e inspeções.

A NR-12 destaca os principais aspectos de segurança envolvendo transportadores de materiais. Os mesmos devem: ser utilizados para o tipo e capacidade de carga para os quais foram projetados; os cabos de aço, correntes, ganchos e outros elementos de suspensão ou tração e suas conexões devem ser adequados ao tipo de material e dimensionados para suportar os esforços solicitantes; nos transportadores contínuos de materiais que necessitem de parada durante o processo, é proibida a reversão de movimento para esta finalidade. As Figuras 72 e 73 apresentam, dois exemplos de transportadores de materiais.



Figura 72 – Transportador de malas em aeroportos.

Fonte: Internet



Figura 73 – Transportador de materiais de correia.

Fonte: Internet

Ainda sobre os transportadores, é proibida a permanência e a circulação de pessoas sobre partes em movimento, ou que possam ficar em movimento, dos transportadores de materiais, quando não projetadas para essas finalidades. Nas situações em que haja inviabilidade técnica do cumprimento desta proibição, devem ser adotadas medidas que garantam a paralisação e o bloqueio dos movimentos de risco. Ressalta-se, que é permitida a

permanência e a circulação de pessoas sob os transportadores contínuos somente em locais protegidos que ofereçam resistência e dimensões adequadas contra quedas de materiais.

O item 12.91 estabelece que os transportadores contínuos acessíveis aos trabalhadores devem dispor, ao longo de sua extensão, de dispositivos de parada de emergência, de modo que possam ser acionados em todas as posições de trabalho, conforme exemplifica a Figura 74. Já a Figura 75 apresenta o dispositivo de parada de emergência em si.



Figura 74 – Esteiras transportadoras, dispositivos de emergência.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006



Figura 75 – Dispositivo de parada de emergência.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

Os transportadores contínuos de correia devem possuir dispositivos que garantam a segurança em caso de falha durante sua operação normal e interrompam seu funcionamento quando forem atingidos os limites de segurança, conforme especificado em projeto, e devem contemplar, no mínimo, as seguintes condições: desalinhamento anormal da correia e sobrecarga de materiais.

3.16. ASPECTOS ERGONÔMICOS

Muito importantes dentro da NR-12, são os aspectos ergonômicos, descritos nos itens 12.94 a 12.105. A Norma, estabelece que as máquinas e equipamentos devem ser projetados,

construídos e mantidos observando-se principalmente aos seguintes aspectos ergonômicos associados aos controles de processos informatizados:

- atender antropometrias diferentes dos operadores;
- respeito às exigências posturais, cognitivas, movimentos e esforços físicos demandados pelos operadores;
- monitores de vídeo, sinais e comandos, devem possibilitar a interação clara e precisa com o operador de forma a reduzir possibilidades de erros de interpretação ou retorno de informação;
- favorecimento do desempenho e a confiabilidade das operações, com redução da probabilidade de falhas na operação;
- redução da exigência de força, pressão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais;
- a iluminação deve ser adequada e ficar disponível em situações de emergência, quando exigido o ingresso em seu interior.

Os postos de trabalho devem ser projetados para permitir a alternância de postura e a movimentação adequada dos segmentos corporais, garantindo espaço suficiente para operação dos controles nele instalados, além de, permitir o apoio integral das plantas dos pés no piso, sendo necessário fornecer apoio para os pés quando os pés do operador não alcançarem o piso. Além disso, as superfícies dos postos de trabalho não devem possuir cantos vivos, superfícies ásperas, cortantes ou rebarbas nos pontos de contato com segmentos do corpo do operador.

Os locais de trabalho das máquinas e equipamentos devem possuir sistema de iluminação permanente que possibilite boa visibilidade dos detalhes do trabalho. Além da iluminação permanente, a iluminação das partes internas que requeiram operações de ajustes, inspeção, manutenção ou outras intervenções periódicas deve ser adequada e estar disponível em situações de emergência, quando for exigido o ingresso de pessoas. Com relação aos locais destinados ao manuseio de materiais em processos, os mesmos devem ter altura e ser posicionados de forma a garantir boas condições de postura, visualização, movimentação e operação.

A capacidade física do trabalhador está diretamente ligada ao ritmo de trabalho e a velocidade das máquinas e equipamentos, devendo as mesmas serem compatíveis, de modo a evitar agravos à saúde do mesmo.

3.17. RISCOS ADICIONAIS

A NR-12 apresenta dos itens 12.106 a 12.110, as exigências quanto aos riscos adicionais. Em seu item 12.106, a mesma estabelece como riscos adicionais:

- *substâncias perigosas* quaisquer: agentes biológicos ou químicos em estado sólido, líquido ou gasoso, que apresentem riscos à saúde ou integridade física dos trabalhadores por meio de inalação, ingestão ou contato com a pele, olhos ou mucosas;
- *radiações ionizantes*: geradas pelas máquinas e equipamentos ou provenientes de substâncias radiativas por eles utilizadas, processadas ou produzidas;
- *radiações não ionizantes*: com potencial de causar danos à saúde ou integridade física dos trabalhadores;
- *vibrações*;
- *ruído*;
- *calor*;
- *combustíveis*, inflamáveis, explosivos e substâncias que reagem perigosamente;
- *superfícies aquecidas* acessíveis que apresentem risco de queimaduras.

Com relação aos riscos adicionais propiciados por máquinas e equipamentos, tem-se uma Norma específica, a NBR 14191-1 – Segurança de Máquinas – Redução dos riscos à saúde resultantes de substâncias perigosas emitidas por máquinas.

Para estes riscos adicionais provenientes da emissão ou liberação de agentes químicos, físicos e biológicos pelas máquinas e equipamentos, com prioridade a sua eliminação, redução de sua emissão e redução da exposição dos trabalhadores, devem ser adotadas medidas de controle. As máquinas e equipamentos que utilizem, processem ou produzam combustíveis, inflamáveis, explosivos ou substâncias que reagem perigosamente devem oferecer medidas de proteção contra sua emissão, liberação, combustão, explosão e reação acidentais, bem como a ocorrência de incêndio.

O item 12.109 da Norma, estabelece que devem ser adotadas medidas de proteção contra queimaduras causadas pelo contato da pele com superfícies aquecidas de máquinas e equipamentos, tais como a redução da temperatura superficial, isolamento com materiais apropriados e barreiras, sempre que a temperatura da superfície for maior do que o limiar de queimaduras do material do qual é constituída, para um determinado período de contato. A NBR 13970 – Segurança de Máquinas – Temperatura de superfícies acessíveis – Dados ergonômicos para estabelecer os limites de temperaturas de superfícies aquecidas, apresenta um gráfico (Figura 76) da faixa do limiar de queimadura para contato de pele com superfícies

lisas aquecidas de metal sem revestimento, em função do tempo de contato e a temperatura da peça.

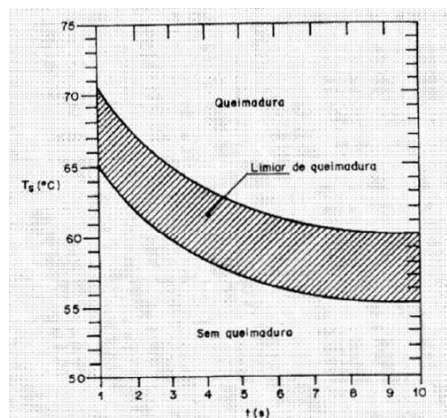


Figura 76 – Faixa do limiar de queimadura para contato de pele com superfícies aquecidas.

Fonte: ABNT NBR 13970:1997

Quando os trabalhos forem realizados em espaços confinados, procedimentos de segurança e permissão de trabalho devem ser elaborados e aplicados para garantir a utilização segura de máquinas e equipamentos.

3.18. MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO, PREPARAÇÃO, AJUSTE, E REPAROS

Quanto a manutenção, inspeção, preparação, ajuste e reparos, a NR-12 determina, nos itens 12.111 a 12.115, que as máquinas e equipamentos devem ser submetidos à manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, as normas técnicas internacionais. No caso das manutenções preventivas com potencial de causar acidentes do trabalho, devem ser objeto de planejamento e gerenciamento efetuado por profissional legalmente habilitado, ou seja, profissional registrado no conselho de classe, que deverá emitir ART. Essas manutenções, corretivas e preventivas, devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, estando disponível aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção e reparos, bem como a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT e a fiscalização do MTE, contendo os seguintes dados:

- cronograma de manutenção;
- intervenções realizadas;
- data da realização de cada intervenção;

- serviço realizado;
- peças reparadas ou substituídas;
- condições de segurança do equipamento;
- indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina;
- nome do responsável pela execução das intervenções.

O item 12.113 da Norma estabelece que a manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador, com as máquinas e equipamentos parados e adoção dos seguintes procedimentos: isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos; bloqueio mecânico e elétrico na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia e, sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável; medidas que garantam que a jusante dos pontos de corte de energia não exista possibilidade de gerar risco de acidentes; medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de equipamentos ou máquinas sustentados somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos; e, sistemas de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos.

Quando não for possível adotar os procedimentos do item 12.113, ou em outras situações que impliquem a redução do nível de segurança das máquinas e equipamentos e houver necessidade de acesso às zonas de perigo, deve ser possível, selecionar um modo de operação que: torne inoperante o modo de comando automático; permita a realização dos serviços com o uso de dispositivo de acionamento de ação continuada (máquina funciona somente enquanto estiver apertando um botão ou dispositivo) associado a redução da velocidade, ou dispositivos de comando por movimento limitado; impeça a mudança por trabalhadores não autorizados; a seleção corresponda a um único modo de comando ou de funcionamento; quando selecionado, tenha prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; e, torne a seleção visível, clara e facilmente identificável.

Existem máquinas que possibilitam a lubrificação em movimento por possuírem pontos de acoplamentos externos sem riscos ao operador, onde geralmente o contato dos dedos e mãos com o equipamento e produtos químicos não acontece devido à utilização de dispositivos de aplicação de lubrificantes.

A manutenção de máquinas e equipamentos contemplará, dentre outros itens, a realização de ensaios não destrutivos – END (líquido penetrante, partícula magnética, teste hidrostático, etc.), nas estruturas e componentes submetidos a solicitações de força e cuja ruptura ou desgaste possa ocasionar acidentes. Estes ensaios devem atender as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, normas técnicas internacionais.

Quando for detectado qualquer defeito em peça ou componente durante as manutenções, defeito este que comprometa a segurança das máquinas ou equipamentos, deve-se providenciar a reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições seguras de uso.

3.19. SINALIZAÇÃO

A NR-12, dos itens 12.116 a 12.124, estabelece quanto à sinalização das máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, que as mesmas devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores.

A sinalização de segurança, que compreende a utilização de cores, símbolos, inscrições, sinais luminosos ou sonoros, entre outros, deve ser adotada em todas as fases de utilização e vida útil das máquinas e equipamentos, como também, deve ficar destacada, em localização claramente visível e ser de fácil compreensão. Ressalta-se, que estes símbolos, inscrições, sinais luminosos e sonoros, devem seguir os padrões estabelecidos pelas normas técnicas nacionais vigentes e, na falta dessas, pelas normas técnicas internacionais.

As inscrições das máquinas e equipamentos devem ser escritas na língua portuguesa e ser legíveis, como exemplifica a Figura 77. As inscrições também devem indicar claramente o risco e a parte da máquina ou equipamento a que se referem, e não deve ser utilizada somente a inscrição de perigo.



Figura 77 – Sinalização de segurança, centro de usinagem.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

Devem ser adotados, sempre que necessário, sinais ativos de aviso ou de alerta, tais como sinais luminosos e sonoros intermitentes, que indiquem a iminência de um acontecimento perigoso, como a partida ou a velocidade excessiva de uma máquina, de modo que:

- sejam emitidos antes que ocorra o acontecimento perigoso;
- não sejam ambíguos;
- sejam claramente compreendidos e distintos de todos os outros sinais utilizados;
- possam ser inequivocamente reconhecidos pelos trabalhadores.

A Figura 78 mostra como é sinalizada a emergência numa máquina CNC, com sinais luminosos e sinal sonoro.



Fonte: Empresa Gimenez, 2011

Figura 78 – Sinalização de emergência.

Com relação às cores para sinalização de segurança das máquinas e equipamentos, exceto quando houver previsão em outras NR, as mesmas devem ser:

Amarela:

1. Proteções fixas e móveis – exceto quando os movimentos perigosos estiverem enclausurados na própria carenagem ou estrutura da máquina ou equipamento, ou quando tecnicamente inviável;
2. Componentes mecânicos de retenção, dispositivos e outras partes destinadas a segurança;
3. Gaiolas das escadas, corrimãos e sistemas de guarda-corpo e rodapé.

Azul: comunicação de paralisação e bloqueio de segurança para manutenção.

A Figura 79 apresenta uma máquina com proteção na cor amarela, corretamente instalada, visando encobrir o eixo de transmissão da máquina.



Figura 79 – Proteção contra movimentos perigosos, na cor amarela.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

A Figura 80 apresenta uma máquina com um ressalto pintado na cor azul, que também está correto, pois os movimentos perigosos estão enclausurados na própria carenagem ou estrutura da máquina. Ressalta-se que a NR-12 não difere proteção de carenagem.



Figura 80 – Máquina com parte metálica em azul, de acordo com a NR-12.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

As máquinas e equipamentos fabricados a partir da vigência desta Norma devem possuir em local visível as informações indeléveis, contendo no mínimo:

- Razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador;
- Informação sobre tipo, modelo e capacidade;
- Número de série ou identificação, e ano de fabricação;
- Número de registro do fabricante ou importador no CREA;
- Peso da máquina ou equipamento.

Se a máquina for importada de outro país, tem-se como responsabilizar o importador pelo cumprimento da NR-12.

A Figura 81 apresenta uma placa de informação de uma máquina alemã, que não atende aos requisitos atuais da NR-12, mas que veio com as informações transcritas em português também.

Spritzgießmaschine		ARBURG
Máquina injetora		
ALLROUNDER		320 C 500-170
Maschinen Nr.	Nº de série	214804
Baujahr	Ano de fabricação	10 / 2010
Betriebsspannung	Tensão de alimentação	380 V 3- 60 Hz
Steuerspannung	Tensão do comando	230 V - 60 Hz
Steuerspannung	Tensão do comando	24 V=
Nennstrom Motor-Heizung	Corr. nom. motor e aquec.	42 / 19 A
Gesamtnennstrom	Corrente nominal total	61 A
Gesamtlanschluss	Potencial total	34 kW
Made in Germany		ARBURG GmbH + Co KG Arthur - Hehl - Strasse 72290 Lossburg

Figura 81 – Placa de informação, máquina alemã.

Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011

3.20. MANUAIS

Quanto aos manuais das máquinas e equipamentos, a NR-12 determina, nos itens 12.125 a 12.129, que as máquinas devem possuir manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas a segurança em todas as fases de utilização. Quando inexistente ou extraviado, o manual deve ser reconstituído pelo empregador, sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado. Os manuais devem ainda: ser escritos na língua portuguesa, acompanhado de ilustrações explicativas; ser objetivos, claros, sem ambigüidades e em linguagem de fácil compreensão; ter sinais ou avisos referentes à segurança realçados; e, permanecer disponíveis a todos os usuários nos locais de trabalho.

O item 12.128, determina que os manuais das máquinas e equipamentos fabricados ou importados a partir da vigência desta Norma devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador;

- Tipo, modelo e capacidade;
- Número de série ou número de identificação e ano de fabricação;
- Normas observadas para o projeto e construção da máquina ou equipamento;
- Descrição detalhada da máquina ou equipamento e seus acessórios;
- Diagramas, inclusive circuitos elétricos, em especial a representação esquemática das funções de segurança;
- Definição da utilização prevista para a máquina ou equipamento;
- Riscos a que estão expostos os usuários, com as respectivas avaliações quantitativas de emissões geradas pela máquina ou equipamento em sua capacidade máxima de utilização;
- Definição das medidas de segurança existentes e daquelas a serem adotadas pelos usuários;
- Especificações e limitações técnicas para a sua utilização com segurança;
- Riscos que podem resultar de adulteração ou supressão de proteções e dispositivos de segurança;
- Riscos que podem resultar de utilizações diferentes daquelas previstas no projeto;
- Procedimentos para utilização da máquina ou equipamento com segurança;
- Procedimentos e periodicidade para inspeções e manutenção;
- Procedimentos a serem adotados em situações de emergência;
- Indicação da vida útil da máquina ou equipamento e dos componentes relacionados com a segurança.

3.21. PROCEDIMENTOS DE TRABALHO E SEGURANÇA

Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco, sendo considerados como complementos das medidas de proteção coletivas necessárias para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores, conforme apresentam os itens 12.130 a 12.132 da NR-12.

Ao iniciar seu turno de trabalho ou após uma nova preparação da máquina ou equipamento, o operador deve efetuar inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança e, se constatadas anormalidades que afetem a segurança, as atividades devem ser interrompidas, com a comunicação ao superior hierárquico.

Os serviços em máquinas e equipamentos que envolvam risco de acidentes de trabalho devem ser precedidos de ordens de serviço (OS) específicas, contendo, principalmente, a descrição do serviço, data e o local de realização, nome e a função dos trabalhadores e os

responsáveis pelo serviço e pela emissão da OS, de acordo com os procedimentos de trabalho e segurança. Além disso, os serviços devem estar sob supervisão e anuência expressa de profissional habilitado ou qualificado.

3.22. PROJETO, FABRICAÇÃO, IMPORTAÇÃO, VENDA, LOCAÇÃO, LEILÃO, CESSÃO A QUALQUER TÍTULO, EXPOSIÇÃO E UTILIZAÇÃO

Nos itens 12.133 e 12.134 a NR-12 determina que o projeto, deve levar em conta a segurança intrínseca da máquina ou equipamento durante as fases de construção, transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação, desmonte e sucateamento por meio das referências técnicas indicadas na NR-12, a serem observadas para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

A NR-12 estabelece que é proibida a fabricação, importação, comercialização, leilão, locação, cessão a qualquer título, exposição e utilização de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto na Norma. Caso aconteça algum acidente de trabalho numa máquina ou equipamento usado comercializado entre duas empresas, que se encontrava fora das Normas, ambas as empresas podem ser responsabilizadas, tanto a que comercializou a máquina usada inadequada como a que comprou.

3.23. CAPACITAÇÃO

Quanto a capacitação, nos itens 12.135 a 12.147, A Norma estabelece que a operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados para este fim.

Os trabalhadores devem receber capacitação providenciada pelo empregador e compatível com suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias para a prevenção de acidentes e doenças. A nova NR-12 determina um sistema bastante flexível do ponto de vista do conteúdo programático e da carga horária para capacitação, devido à diversidade de máquinas e equipamentos que existem pelo Brasil. Criou-se o profissional legalmente habilitado que, possui a responsabilidade de supervisionar a capacitação, tenha formação específica, possua registro no conselho de classe e, que possa assumir essa responsabilidade técnica e que emita uma ART. Isso fez as empresas se organizarem muito mais em relação à capacitação. Assim, se houver

questionamentos sobre a qualidade da capacitação, ou sobre a influência num acidente, haverá uma pessoa legalmente responsável por isto.

A capacitação deve:

- Ocorrer antes que o trabalhador assuma a sua função;
- Ser realizada pelo empregador, sem ônus para o trabalhador;
- Ter carga horária mínima que garanta aos trabalhadores executarem suas atividades com segurança, sendo distribuída em no máximo oito horas diárias e realizada durante o horário normal de trabalho;
- Ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Anexo II da Norma;
- Ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para este fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado que se responsabilizará pela adequação do conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos capacitados.

Quanto aos materiais utilizados nos treinamentos dados aos trabalhadores, os mesmos devem ser produzidos em linguagem adequada, devem ser fornecidos aos trabalhadores e serem mantidos a disposição da fiscalização, assim como a lista de presença dos participantes ou certificado, currículo dos ministrantes e avaliação dos capacitados.

São considerados autorizados os trabalhadores qualificados, capacitados ou profissionais legalmente habilitados, com autorização dada por meio de documento formal do empregador.

O item 12.144 determina que, deve ser realizada capacitação para reciclagem do trabalhador, distribuída em no máximo oito horas diárias e realizada durante o horário normal de trabalho, sempre que ocorrerem modificações significativas nas instalações e na operação de máquinas ou troca de métodos, processos e organização do trabalho.

A função do trabalhador que opera e realiza intervenções em máquinas deve ser anotada no registro de empregado, consignado em livro, ficha ou sistema eletrônico e em sua Carteira de Trabalho e Previdência Social – CTPS.

3.24. OUTROS REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA

Como outros requisitos específicos de segurança, a NR-12, nos itens 12.148 a 12.152, determina que nas intervenções em máquinas e equipamentos, as ferramentas, materiais, acessórios, e ferramental utilizados devem ser adequados as operações realizadas.

Quando as máquinas e equipamentos forem tracionados, os mesmos devem possuir sistemas de engate padronizado para reboque pelo sistema de tração, de modo a assegurar o

acoplamento e desacoplamento fácil e seguro, bem como a impedir o desacoplamento acidental durante a utilização, conforme estabelece o item 12.151.

Os anexos da NR-12 são obrigações complementares, com disposições especiais ou exceções a um tipo específico de máquina ou equipamento, além das já estabelecidas na Norma.

3.25. DISPOSIÇÕES FINAIS

A NR-12 estabelece que 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, estando essa documentação, disponível para o SESMT, CIPA ou Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração – CIPAMIN, sindicatos representantes da categoria profissional e fiscalização do MTE.

Para o projeto de proteção das máquinas, sejam elas físicas ou eletrônicas, devem ser considerados, alguns princípios:

- Conscientização: alta administração, SESMT, gerentes da manutenção e produção, supervisores e operadores devem estar empenhados em encontrar a proteção certa para as máquinas;
- Normas: devem atender as exigências das normas nacionais (NR-12 e Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT) ou internacionais;
- Eliminação de perigos: as proteções não podem provocar perigos recorrentes;
- Confiáveis: não podem ser facilmente burladas ou colocadas fora de funcionamento;
- Distância: devem estar afastadas, convenientemente, da zona de perigo.
- Produção: a proteção não pode diminuir sensivelmente a produção.
- Dimensionamento: para garantir inacessibilidade as partes perigosas da máquina, as proteções devem ser adequadamente dimensionadas, evitando acesso por cima, por baixo, pelas laterais, pelos fundos ou através dela. As proteções devem ser partes integrantes da máquina sempre que possível, evitando assim a remoção intencional ou não intencional durante a operação.

Ao mesmo tempo, que, se teve um consenso com relação à elaboração da nova NR-12, ressalta-se que ela não é do agrado de todo mundo. Não é do agrado de todos os usuários de máquinas (dono da máquina e pessoas envolvidas com a operação), nem de todos os fabricantes, nem de todos os Auditores Fiscais do Trabalho. A tolerância e a diversidade de

entendimentos, fez com o grupo de trabalho tripartite que discutiu e aprovou a Norma, elabora-se uma Norma mais entendível e de maior consenso entre as partes envolvidas.

4. ESTUDO DE CASOS

Com base na reformulação da NR-12 quanto aos aspectos das proteções das máquinas e equipamentos e nos três métodos de avaliação de risco apresentados na metodologia, estudar-se-á duas máquinas distintas muito presentes na indústria da transformação, sendo elas, respectivamente, a calandra para chapas metálicas e a injetora de plásticos. Elencou-se um dos principais perigos existentes para cada máquina, para ajudar na aplicação dos métodos. Após obtenção dos resultados, sugestões de proteções e dispositivos de segurança, segundo a NR-12, serão apresentados.

4.1. MÁQUINA 1 – CALANDRA PARA CHAPAS METÁLICAS

A primeira máquina selecionada para a aplicação dos métodos foi, a calandra para chapas metálicas. A calandra é formada por um conjunto de cilindros destinados a curvar ou desempenar chapas metálicas. A operação de calandragem de chapas metálicas usualmente é para a confecção de tanques cilíndricos ou tubos metálicos (secadores rotativos, caixas d'água metálicas, etc.). Normalmente o trabalho na calandra é realizado por dois trabalhadores. As tarefas a serem realizadas dependem do tipo de matéria prima: chapa plana de inox ou de aço carbono. As peças são transportadas de acordo com o tamanho e com o peso. Se forem leves, o transporte é manual, se forem pesadas são transportadas com o auxílio de ponte rolante. Quando não há operador de ponte, os próprios trabalhadores movimentam a ponte rolante. Quando a peça é colocada na máquina, os operadores ajustam a chapa entre os rolos da calandra e, em seguida, um dos operadores aciona a máquina via botão de acionamento.

O botão de acionamento possibilita que o operador vá movimentando a peça (vai e vem); e assim sucessivamente, até alcançar o ponto máximo de atrito da peça com os cilindros. Neste caso, com a ajuda de um colega, também operador, ajusta-se a distância do cilindro através de um volante. Este volante possui um sistema de rosca que, quando apertado, diminui a distância entre os cilindros, modificando o local de prensagem fazendo com que a peça comece a assumir formato cilíndrico. Esta tarefa é feita até que as extremidades da chapa se unam, fechando o cilindro. Em seguida a peça é retirada da máquina e transportada para o setor de solda onde o soldador une as extremidades da chapa. Com a máquina em movimento, os trabalhadores utilizam um gabarito (medidor de madeira ou de metal) colocando-o por dentro do cilindro para averiguar se o diâmetro da peça está correto. A Figura 82 apresenta uma calandra, sem as adequações exigidas pela NR-12.

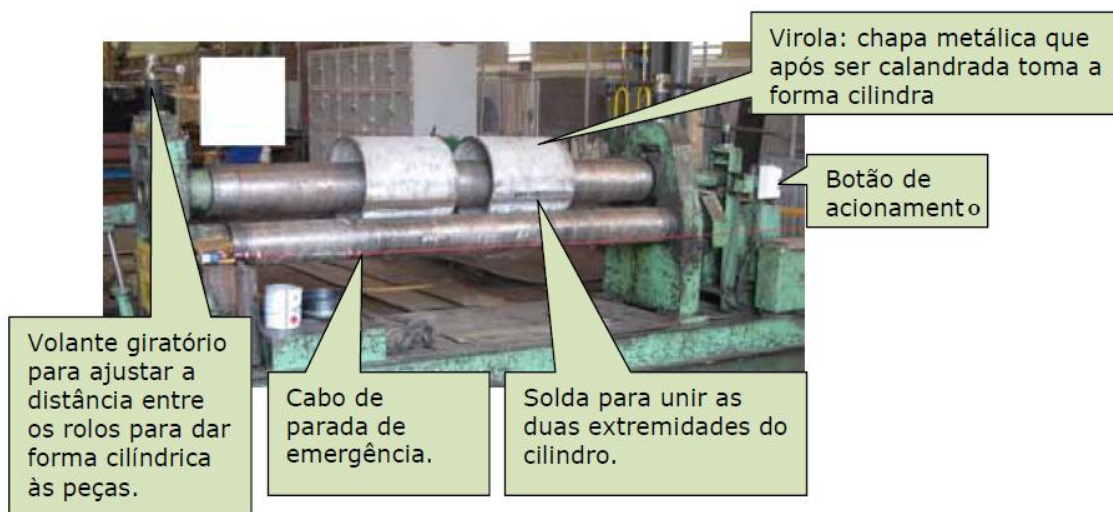


Figura 82 – Exemplo de calandra para chapas.

Fonte: CEREST, 2010

O perigo existente considerado, para aplicação dos métodos, foi o esmagamento ou prensagem de membros durante o processo de calandragem. A Figura 83 apresenta uma calandra adequada à NR-12 com proteção do tipo mesa deslizante e empurrador, painel elétrico, pedais de acionamento, entre outros itens de segurança, sobre a qual aplicaram-se os métodos para avaliação de risco. Após a aplicação dos métodos, medidas de proteções conforme a NR-12, serão apontadas para a máquina. Ressalta-se que as calandras, assim como as guilhotinas, prensas, dobradeiras, podem ser muito difíceis de serem adequadas, visto que, ao instalar os dispositivos de segurança, os mesmos devem estar muito bem posicionados, de forma a não atrapalhar na operação da máquina, na produtividade e ao mesmo tempo reduzir ou eliminar os riscos de acidentes ao máximo.

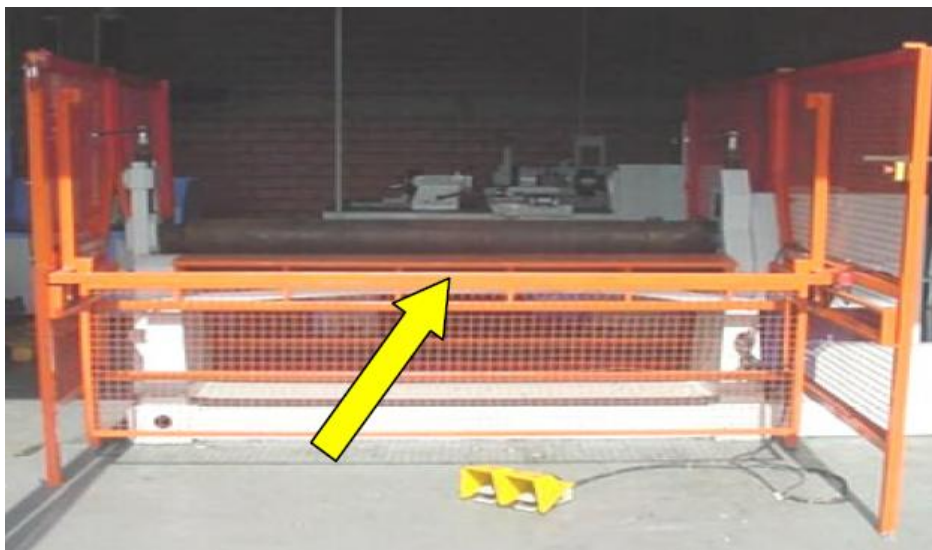


Figura 83 – Calandra para chapas metálicas.

Fonte: FIERGS, Manual de Segurança Prensas e Similares, 2006

Aplicando os métodos, tem-se:

- *Pela Matriz de Risco*: com auxílio do Quadro 4, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim elencou-se o Nível de Risco:

* Processo de calandragem de chapas metálicas → perigo de prensagem/ esmagamento de membros;

* Probabilidade de ocorrência do dano → improvável;

* Severidade do dano → sério - ferimento debilitante e severo normalmente irreversível, esmagamento com possível amputação de membros.

Constata-se com estas informações que o Nível de Risco é *Médio*.

- *Pelo Gráfico de Risco*: com auxílio da Figura 7, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim elencou-se o Índice de Risco:

* Processo de calandragem de chapas metálicas → perigo de prensagem/ esmagamento de membros;

* Severidade → S2 (sério – ferimento usualmente irreversível, membros quebrados ou esmagados);

* Exposição → F2 (frequente – processo de calandragem realizado mais de duas vezes por turno de trabalho);

* Probabilidade de ocorrência do evento perigoso → O1 (muito baixo – tecnologia madura, comprovada e reconhecida na aplicação de segurança);

* Possibilidade de evitar → A1 (possível – trabalhador familiarizado com os riscos e com as indicações de uma situação perigosa ou evento de risco eminente);

Constata-se com estas informações que o Índice de Risco é igual a 3, ou seja, corresponde a uma ação de média prioridade.

- *Pelo método HRN*: com auxílio dos Quadros 5 a 9, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim achou-se um valor para o Nível de Risco:

* Processo de calandragem de chapas metálicas → perigo de prensagem/ esmagamento de membros e danos severos;

* Probabilidade de exposição → possível = 2;

* Frequência de exposição ao perigo → em termos de hora = 4;

* Probabilidade máxima de perda → perda de 1 membro/ doença séria = 4;

* Número de pessoas expostas ao risco → 1 – 2 pessoas = 1;

Aplicando a Equação 2, tem-se:

$$\text{Nível de Risco} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP} = 2 \times 4 \times 4 \times 1 = 32.$$

Constata-se que o Nível de Risco, pelo Quadro 9, é considerado *significante*, devendo ser providenciadas medidas de segurança, proteção e prevenção em até um mês.

Medidas de proteção para a calandra para chapas, segundo a NR-12

Como foi verificado para a calandra, o nível de risco para o caso de esmagamento de membros é médio, variando de acordo com o método utilizado para a verificação. São várias as medidas de proteção que devem estar presentes nas calandras para combater os riscos residuais, porém, podem não ser fáceis de serem instaladas. Fundamentais nesse tipo de máquina, os dispositivos de parada e emergência devem ser muito bem posicionados, pois com a execução do processo de calandragem de chapas metálicas, realizado constantemente, em caso de emergência os mesmos devem possibilitar o fácil acesso aos operadores, visto que o dano causado num acidente pode ser muito sério. Porém, ressalta-se que o dispositivo de parada de emergência, quando desassociado ao sistema de freio, não interrompe imediatamente os giros dos cilindros da máquina. A parada ocorre após aproximadamente 4 a 10 segundos do acionamento. Ao permitir a continuidade do movimento da máquina, esse sistema de parada de emergência mostra falha de concepção. Ou seja, a barreira de prevenção instalada no sistema pode agir exatamente da forma para a qual foi programada sem, no entanto, evitar o acidente ou o agravamento das seqüelas.

Podem-se citar como algumas das medidas de proteção para adequação de calandras:

- Devem ter seus cilindros protegidos, de forma a não permitir o acesso às áreas de risco, ou serem dotadas de outro sistema de proteção de mesma eficácia. Ex: mesas deslizantes, barreiras físicas próximas aos rolos, proteções eletroeletrônicas (cortinas de luz, sensores, travas, etc.);
- Aterramento elétrico: a máquina deve ser obrigatoriamente aterrada;
- Dispositivos de partida, parada e acionamento: chave de acionamento com luz indicadora de funcionamento, de modo que não fique localizada na zona perigosa, podendo ser acionada ou desligada em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador, que não acarrete riscos adicionais e não possa ser burlada.

A Figura 84 exemplifica outra calandra com as devidas proteções.

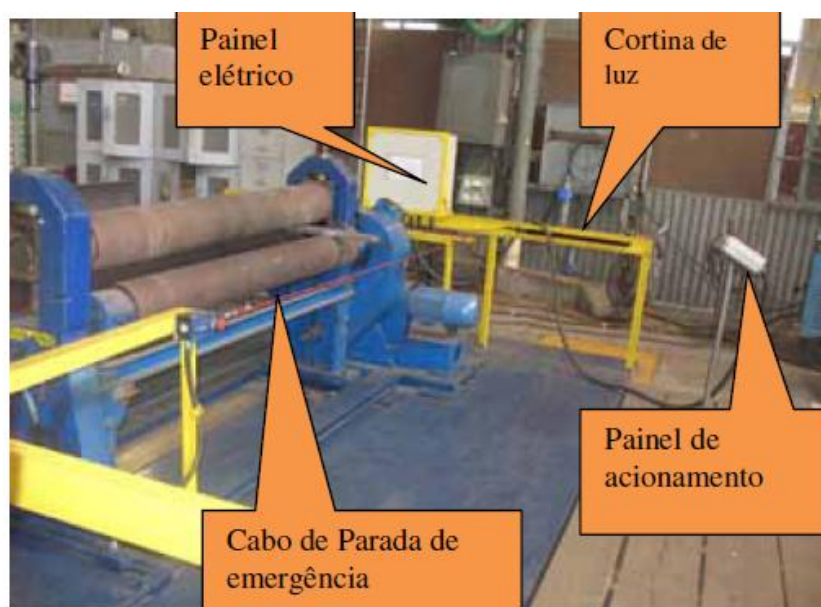


Figura 84 – Dispositivo de partida, acionamento e parada, calandra para chapas.

Fonte: CEREST, 2010

- Dispositivos de parada e emergência: devem ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio; ser usados como medida auxiliar de proteção; possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização; prevalecer sobre todos os outros comandos; provocar a parada da operação ou processo perigoso, sem provocar riscos suplementares e, ser mantidos em perfeito estado de funcionamento. Dispositivos de parada e retrocesso de emergência devem ser acessíveis de qualquer ponto do posto de trabalho. Em

substituição ao dispositivo de retrocesso, poderão ser aceitos dispositivos de abertura imediata dos cilindros;

- Devem possuir sistema de afastamento ou abertura dos cilindros;
- Sinalização: pintura na cor amarela das proteções fixas, proteção dos movimentos perigosos. Adesivos de indicação de zona de risco.

4.2. MÁQUINA 2 – INJETORA DE PLÁSTICOS

A segunda máquina selecionada para a aplicação dos métodos foi, a injetora de plásticos. Neste tipo de máquina, o plástico é misturado juntamente com os corantes num campo denominado canhão, sendo misturado formando uma pasta homogenia que tende mais ao estado líquido. Com a ajuda da rosca plastificadora este plástico derretido é empurrado graças à pressão para dentro do molde, num ciclo determinado de produção. Cada ciclo envolve o fechamento do molde, injeção, recalque, resfriamento da peça já pronta, abertura e extração num intervalo de mais ou menos 20 segundos.

Um dos perigos existentes considerado, para a aplicação dos métodos, foi o esmagamento dos dedos, mãos e braços durante o fechamento do molde. A Figura 85 apresenta uma das injetoras de plástico da Empresa Gimenez, adequada a NR-12, sobre a qual foram aplicados os métodos para avaliação de risco. As injetoras de plásticos possuem ainda, como outros riscos:

- Esmagamento das mãos ou dedos introduzidos no cilindro dotado de rosca sem fim, no qual o plástico é derretido e homogeneizado. Essa introdução pode ocorrer pela abertura para entrada do plástico;
- Queimadura provocada pelo contato com o cilindro citado, desprovido de isolamento térmico;
- Projeção de material plástico quando for injetado no molde pelo bico injetor;
- Cortes, esmagamento de membros, ao posicionar o molde na máquina.



Figura 85 – Injetora de plásticos.

Fonte: Empresa Gimenez, 2011

Aplicando os métodos, tem-se:

- *Pela Matriz de Risco*: com auxílio do Quadro 4, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim elencou-se o Nível de Risco:

- * Processo de fechamento de molde → perigo de esmagamento dos dedos, mãos e braços;
- * Probabilidade de ocorrência do dano → remoto;
- * Severidade do dano → sério - ferimento debilitante e severo normalmente irreversível, esmagamento com possível amputação de membros.

Constata-se com estas informações que o Nível de Risco é *Baixo*.

- *Pelo Gráfico de Risco*: com auxílio da Figura 7, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim elencou-se o Índice de Risco:

- * Processo de fechamento de molde → perigo de esmagamento dos dedos, mãos e braços;
- * Severidade → S2 (sério – ferimento usualmente irreversível, membros quebrados ou esmagados);
- * Exposição → F1 (raro – processo de substituição do molde, duas vezes ou menos por turno);
- * Probabilidade de ocorrência do evento perigoso → O2 (baixo – falha técnica, ação humana inadequada por uma pessoa bem treinada e consciente dos riscos);
- * Possibilidade de evitar → A1 (possível – trabalhador familiarizado com os riscos e com as indicações de uma situação perigosa ou evento de risco eminente);

Constata-se com estas informações que o Índice de Risco é igual a 2, ou seja, corresponde a uma ação de menor prioridade.

- *Pelo método HRN*: com auxílio dos Quadros 5 a 9, após o reconhecimento do principal perigo da máquina, foram inseridos os dados e assim achou-se um valor para o Nível de Risco:

- * Processo de fechamento de molde → perigo de esmagamento dos dedos, mãos e braços;
- * Probabilidade de exposição → possível = 2;
- * Frequência de exposição ao perigo → diariamente = 2,5;
- * Probabilidade máxima de perda → fratura / enfermidade grave (permanente)= 2;
- * Número de pessoas expostas ao risco → 1 – 2 pessoas = 1;

Aplicando a Equação 2, tem-se:

$$\text{Nível de Risco} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP} = 2 \times 2,5 \times 2 \times 1 = 10.$$

Constata-se que o Nível de Risco, pelo Quadro 9, é considerado *baixo*, devendo ser providenciadas medidas de segurança, proteção e prevenção em até três meses.

Medidas de proteção para injetoras de plástico, segundo a NR-12

Verificou-se para a injetora de plástico, um nível de risco baixo para o caso do esmagamento de dedos, mãos e braços. Isso se deve ao fato de a máquina somente fechar o molde no momento em que a porta de acesso estiver fechada (proteção móvel). Porém, é comum os operadores burlar o sistema de proteção da porta, o que não elimina a possibilidade do acidente de trabalho ocorrer. Podem-se citar como algumas das medidas de proteção para adequação de injetoras:

- Instalação de três dispositivos de segurança na porta de acesso ao molde (proteção móvel frontal), impossibilitando a burla, contendo: um dispositivo elétrico com dois sensores de posição, um hidráulico com uma válvula que atua no sistema de potência hidráulico ou pneumático da injetora e um mecânico auto-regulável;
- Instalação de dois dispositivos de segurança na proteção móvel da parte traseira da injetora;
- Os dispositivos de segurança de cada proteção móvel devem operar simultaneamente, interrompendo o funcionamento da injetora, assim que as mesmas sejam abertas;
- Instalação de dispositivos de parada de emergência;
- Instalação de plataformas adequadas para o acesso ao reservatório do material plástico a ser injetado;
- Instalação de talhas elétricas para a retirada e colocação dos moldes na máquina.

CONCLUSÃO

A falta de capacitação de muitos operadores de máquinas e equipamentos, comercialização e utilização (normalmente por pequenas e médias empresas) de máquinas ultrapassadas e inseguras, associados à exposição a outros fatores de risco laborais, refletem negligências e omissões das empresas quanto à prevenção e à preservação da saúde do trabalhador. Nesse sentido, a NR-12, reformulada no final do ano de 2010, possibilitou um avanço significativo quanto às exigências em máquinas e equipamentos, envolvendo todo o ciclo de vida útil dos mesmos, do projeto ao sucateamento. Além disso, o Ministério do Trabalho e Emprego se comprometeu a realizar seminários de homogeneização de entendimento com os auditores fiscais do trabalho de todo o Brasil. Para assim, facilitar na fiscalização e no entendimento da Norma.

É fundamental ampliar a compreensão dos problemas provocados pela utilização e, em muitos casos, comercialização de máquinas inseguras e/ou obsoletas, cuja operação está associada à incidência de acidentes do trabalho graves e incapacitantes, com óbvios impactos sobre a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e sobre o INSS. Porém, a maior gravidade destes problemas, é a constatação de que a imensa maioria dos acidentes do trabalho podem ser perfeitamente prevenidos, evitados ou eliminados.

Analisar os acidentes de com o objetivo de prevenir novos eventos com aspectos semelhantes, é identificar as mudanças que devem ser feitas no sistema, em relação à situação sem acidentes e, ao mesmo tempo, identificar as condições do sistema que permitiram o surgimento dessas mudanças. A conclusão da análise deve explicitar como causas do acidente, os fatos presentes no sistema e que participaram das origens do evento e que foram constatados durante a análise. Tendo em vista a existência de um bom número de auditores fiscais do trabalho, que analisam acidentes utilizando diversos aspectos, é importante incentivar a disseminação dessas experiências. As análises realizadas pelas empresas continuam frágeis, quase sempre apontando apenas falhas humanas e atribuindo culpa aos acidentados, sendo que os principais fatores relacionados com a ocorrência dos acidentes não

são identificados, persistindo assim elevada incidência desses eventos, gerando incontáveis prejuízos econômicos e sociais.

Buscando-se conhecer todos os riscos existentes e, conseqüentemente minimizá-los, a avaliação de risco é o fundamento essencial para a segurança em máquinas e equipamentos. Os métodos utilizados para avaliação de risco são realizados após a adequação dos sistemas de segurança, para avaliar os riscos residuais presentes. Observou-se que todos os métodos forneceram conclusões similares e plausíveis. O método HRN apresentou-se como o melhor, pelo índice menor de erro no resultado da avaliação, pois este não depende tanto do avaliador em relação aos demais, além de estimar o tempo de ação recomendável para que as medidas de segurança e saúde do trabalho sejam realizadas.

Percebe-se que adequar máquinas como calandras, guilhotinas, prensas, dobradeiras, entre outras, pode ser muito difícil, visto que, ao instalar os dispositivos de segurança e demais proteções, os mesmos devem estar muito bem posicionados, de forma a não atrapalhar na operação da máquina e ao mesmo tempo reduzir ou eliminar os riscos de acidentes ao máximo. Fundamentais para conter o elevado número de acidentes do trabalho associados a máquinas e equipamentos, são os anexos específicos da NR-12, alguns ainda em processo de desenvolvimento, que facilitaram o entendimento para os fabricantes, usuários (donos de máquinas e pessoas envolvidas na operação) e auditores fiscais.

A partir da revisão geral da NR-12, reformulada no final do ano de 2010, percebeu-se a dificuldade que determinadas pessoas, sejam elas, fabricantes ou usuários, podem encontrar para adequar máquinas e equipamentos a Norma, visto a infinidade de itens que são exigidos e a falta de informações para determinadas máquinas, ou, quando tem, mesmo assim são pouco abrangentes. A sistematização e aplicações da Norma Regulamentadora 12 realizados neste Trabalho de Conclusão poderão ser úteis nos projetos de máquinas e equipamentos quanto às proteções e exigências estabelecidas. Como sugestão futura, tem-se a elaboração de manuais práticos para adequação de determinadas máquinas da indústria da transformação, guias que não se contradizem, que possibilitam o fácil entendimento, apresentam as principais ocorrências de acidentes nesses equipamentos, sem deixar dúvidas, pois é disso que essas pessoas necessitam.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. M. **Análise de Acidentes do Trabalho Como Ferramenta Auxiliar do Trabalho de Auditores Fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego: Contribuições para a definição de orientações sobre a análise de acidentes conduzida por auditores fiscais.** Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/analise-de-acidentes-ildeberto.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

ALMEIDA, I. M. **Caminhos da Análise de Acidentes do Trabalho.** Brasília : MTE, SIT, 2003. 105 p.

ALMEIDA, I. M.; VILELA R. A. G. **Modelo de Análise e Prevenção de Acidentes de Trabalho Mapa.** 1. Ed. Cerest – Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.cerest.piracicaba.sp.gov.br/site/images/images/MAPA_IMPRESSO_CERTO240810_PDFX.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. **Guia de Análise de Acidentes do Trabalho.** São Paulo, SP, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul. **Análises de Acidentes do Trabalho Fatais no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, RS, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul. **Embargo e Interdição, Instrumentos de Preservação da Vida e da Saúde dos Trabalhadores.** Porto Alegre, RS, 2010.

CAMPOS, A. A. M.; PINTO, J. B. B. **O Impacto da Nova Norma de Proteção de Máquinas.** In: SEMINÁRIO NACIONAL NR-12, 2011, Porto Alegre.

FIERGS. **Manual de Segurança em Prensas e Similares.** Porto Alegre: Conselho de Relações do Trabalho e Previdência Social, Grupo de Gestão do Ambiente de Trabalho, 2006. 134p.

GIULIANO, R. V. **Segurança de Máquinas e Normas**. Disponível em: <http://www.norgren.com.br/pdfs/Normas%20aplicadas%20a%20maquinas_Fundacentro.pdf>. Acesso em: 05 out. 2011.

MENDES, R. **Máquinas e Acidentes de Trabalho**. Brasília: MTE/SIT; MPAS, 2001. 86p. Coleção Previdência Social; v. 13.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº197, de 17 de dezembro de 2010. NR-12, Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Diário Oficial União. 24 dez 2010.

MOVING Forward in Safety Thinking. Disponível em: <<http://www.aiha.org/aihce06/handouts/rt229prince.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.

MORAES, G. **Normas Regulamentadoras Comentadas e Ilustradas**. 8. ed. Rio de Janeiro: GVC, 2011.

PINTO, J. B. B. Documento Vivo. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, n. 237, p. 10-14, set. 2011.

RIBEIRO, V. T. **O ambiente de trabalho e as perdas materiais**. Disponível em: <http://www.liveseg.com/artigos_acid_trab_perd_mat.html>. Acesso em: 03 dez. 2011.

SCHMERSAL ACE. **Análise do Risco**. São Paulo, SP, 2006.

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