

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

JULIANO RENATO MORAES

**SUGESTÃO DE SISTEMA DE SEGURANÇA CONFORME NR 12 EM
ESTAÇÃO DE TRABALHO ROBOTIZADA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2015**

JULIANO RENATO MORAES

**SUGESTÃO DE SISTEMA DE SEGURANÇA CONFORME NR 12 EM
ESTAÇÃO DE TRABALHO ROBOTIZADA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. M. Eng. Roberto Serta

CURITIBA
2015

JULIANO RENATO MORAES

SUGESTÃO DE SISTEMA DE SEGURANÇA CONFORME NR 12 EM ESTAÇÃO DE TRABALHO ROBOTIZADA

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M.Eng. Roberto Serta
Professor do 30º CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho para minha esposa Jenifer e para meu irmão Eduardo, pois sempre me incentivaram a não desistir nunca perante as adversidades e dificuldades da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas de trabalho, aos colegas do 30º CEEST, a todas as pessoas que me ajudaram e me incentivaram a volta aos trabalhos acadêmicos.

A minha família, por todo o apoio, paciência durante minha ausência e sempre com o entendimento durante esta jornada.

Aos professores, pela troca de experiências durante as aulas e muita vontade em ensinar, e ao meu orientador, o Prof. M. Roberto Serta, pelo conhecimento e sugestões nas orientações que realizou comigo.

Gostaria de agradecer também à Coordenação do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, pelas sugestões e pelos materiais cedidos.

RESUMO

MORAES, Juliano Renato. Sugestão de sistema de segurança conforme NR 12 em estação de trabalho robotizada. 2015. 66 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2015.

Com a introdução da robótica e das novas tecnologias nas grandes empresas os riscos de acidentes mais comuns estão relacionados à organização do trabalho. Nos processos tecnológicos mais avançados, onde ocorre a introdução da robótica, são os trabalhadores de manutenção os mais expostos aos riscos de acidentes. O presente estudo analisou um posto de trabalho robotizado no qual será abastecido manualmente por trabalhador. O projeto será implantado em uma montadora de veículos, sendo realizado um levantamento das condições atuais e as adequações necessárias ao posto de trabalho de acordo com a Norma Regulamentadora nº 12, juntamente com o objetivo de gerar dados para classificação de categoria de risco de acordo com a NBR 14153. Realizou-se uma análise da categoria de risco de acordo com a norma NBR 14153, a qual foi classificada como categoria 4. Seguindo a NR 12 foi também elaborado um check-list detalhando os principais aspectos de segurança do equipamento. Visando sistematizar medidas preventivas capazes de minimizar ou eliminar o perigo, as medidas a empresa avaliada garantirá a saúde e integridade física dos trabalhadores que estão envolvidos no processo.

Palavras-chave: NR 12. Categoria de risco. Robô.

ABSTRACT

MORAES, Renato Juliano. Proposal about safety system as NR 12 in robotic workstation. 2015. 66 f. Monograph (Specialization in Labor Safety Engineering). Academic Department of Civil Engineering, Federal Technological University of Paraná - UTFPR. Curitiba, 2015.

With the introduction of robotics and new technologies in large companies, the risks of the most common accidents are related to work organization. In the most advanced technological processes, which is the introduction of robotics, maintenance workers are the most exposed to the risk of accidents. This study looked at a robotic workstation on which to manually stocked per worker. The project will be implemented in a vehicle assembler, and a survey of current conditions and the necessary adaptations to the workplace according to Regulatory Standard 12, with the objective of generating data for risk category classification according to NBR 14153. We conducted a risk analysis category according to NBR 14153, which was classified as category 4. Following the NR 12 was also prepared a checklist detailing the key security aspects of the equipment. Focusing systematic preventive measures to minimize or eliminate the hazard, the measures to be assessed company will ensure the health and physical integrity of the workers who are involved in the process.

Keywords: NR 12. Risk category. Robot.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Scanners Horizontais e Verticais.....	18
Figura 2 - Cortinas de Luz.....	18
Figura 3 - Esquema elétrico categoria de risco 4.....	22
Figura 4 - Esquema ligação chave eletromecânica categoria de risco 4.....	22
Figura 5 - Esquema ligação cortina de luz.....	23
Figura 6 - Chave de segurança de posição.....	24
Figura 7 - Botões de emergência tipo soco.....	24
Figura 8 - Periféricos de segurança que complementam os botões de emergência.....	25
Figura 9 - Representação esquemática do processo de redução de riscos.....	27
Figura 10 - Fluxograma de análise do risco do equipamento e perigo.....	28
Figura 11 - Fluxograma de avaliação do risco de acordo com a NBR 14153:2013.....	29
Figura 12 - Acidentes de Trabalho em 2012.....	32
Figura 13 - Robô articulado de seis eixos.....	33
Figura 14 - Itens avaliados.....	38
Figura 15 - Layout de toda Estação de Trabalho da empresa X, círculo em vermelho destaca estação analisada.....	40
Figura 16 - Mesa giratória com operador, estudo digital do sistema de segurança na empresa X.....	42
Figura 17 - Cortina de luz.....	43
Figura 18 - Análise de risco categoria - Adaptado NBR 14153.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das Categorias de Risco conforme NBR 14153.....	30
Quadro 2 - Itens não atendidos no check list elaborado com base na NR 12.	36
Quadro 3 - Riscos Presentes: Melhorias propostas.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAT	Comunicação de Acidente do Trabalho
CLP	Controlador Lógico Programável
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
DOU	Diário Oficial da União
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
GM	Gabinete do Ministro
IHM	Interface Homem Máquina
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
INPAME	Instituto Nacional de Prevenção aos Acidentes em Máquinas e Equipamentos
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira de Referência
NF	Normalmente Fechados
NM	Normalização Mercosul
NR	Norma Regulamentadora
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SIT	Secretaria de Inspeção do Trabalho
STIQ-SP	Sindicato dos Trabalhadores na Indústria Química e Plástica de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. TIPOS DE PROTEÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	16
2.2. DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE PROTEÇÃO.....	21
2.3. ANÁLISE DE RISCO	26
2.4. IDENTIFICAÇÕES DO PERIGO DA ESTAÇÃO ROBOTIZADA.....	28
2.5. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES	31
2.6. ROBÔS	32
3 METODOLOGIA.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE.....	51

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo apresenta uma descrição dos dispositivos elétricos condicionadores de segurança em uma máquina e ou equipamento, permitindo compreender e interpretar diferentes tipos de dispositivos existentes em uma segurança de máquina em conformidade a NR 12, bem como possibilitar a instalação adequada dos mesmos. A metodologia é apresentada na sequência cronológica em que um sistema de segurança deve ser analisado, iniciando-se pela apresentação das proteções existentes (com suas especificações) e em seguida relacionando-se os dispositivos elétricos com suas funcionalidades.

Análise de risco com base na NBR 14153:2013 tem por objetivo avaliar os aspectos construtivos, de montagem, de instalação, operação e manutenção das estações e/ou dispositivos automáticos instalados em uma montadora de veículos. Visa também garantir o cumprimento da NR 12 (Norma Regulamentadora nº 12) - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego através da portaria 197 de 17/12/2010, conforme os critérios especificados nas normas ABNT NBR ISO 12100:2013, NBR 14153:2013, referentes exclusivamente para este projeto.

Entretanto, o objeto de estudo deste trabalho será focado nos itens de planejamento e segurança do trabalho (*layout*, processo de operação, dispositivos, grades e/ou policarbonatos de fechamentos, proteções físicas, ergonomia e posicionamento dos dispositivos opto eletrônicos), uma vez que a automação industrial, CLP de segurança, desenvolvimento de software de segurança e processo, ligação e instalação de equipamentos e acionamentos eletroeletrônicos e de segurança serão de responsabilidades do executor.

A empresa responsável pela automação do projeto deverá realizar sua própria apreciação de risco, em cumprimento às exigências das normas regulamentadoras, contemplando todos os itens pertinentes ao seu escopo e que não fazem parte deste documento.

1.1.OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este estudo tem por objetivo recomendar medidas de segurança em uma estação de trabalho robotizada, atendendo a nova NR 12 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2010).

1.1.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Classificar a categoria de risco estabelecida pela NBR 14153;
- Sugerir medidas de controles vigentes previstas na NR 12 e demais normas aplicáveis.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a introdução da robótica e das novas tecnologias nas grandes empresas dos países industrializados os riscos de acidentes vêm sendo gradativamente superados e substituídos por outros riscos mais diretamente relacionados à organização do trabalho. Nos processos tecnológicos mais avançados, onde ocorre à introdução da robótica, são os trabalhadores de manutenção os mais expostos aos riscos de acidentes. Estes riscos estão presentes ainda em setores de serviço, na indústria do lazer, onde a automação tem ainda pequena influência, e é nas pequenas empresas e indústrias mais antigas que permanecem os problemas tradicionais de segurança em máquinas, conforme relata MAXIPAS (2015).

Segundo o Instituto Nacional de Prevenção aos Acidentes em Máquinas e Equipamentos - INPAME (2014), um processo produtivo com uso de máquinas e equipamentos será considerado seguro quando atender, simultaneamente, os três fundamentos de segurança: máquinas adequadamente protegidas de tal forma que impeçam o acesso de qualquer parte do corpo do operador (e de terceiros) a área de risco; procedimentos de segurança, às várias etapas do trabalho, inclusive programa de manutenção; e capacitação adequada dos agentes do processo, que são os trabalhadores e gerenciadores.

Com o aquecimento do mercado brasileiro de máquinas, devem-se verificar as condições em que estão sendo comercializadas as máquinas novas, no que se refere à tecnologia e aos dispositivos de segurança de acordo com a nova redação da NR 12, de modo a preservar a saúde e a integridade física dos trabalhadores durante sua jornada de trabalho, contribuindo na redução de acidentes de trabalho.

Neste contexto, com a necessidade de instalação de uma nova linha produtiva para aumento de produção em uma montadora de veículos, foi realizado um estudo a fim de garantir que a NR 12 seja seguida, buscando preservar a saúde e integridade física dos trabalhadores expostos no processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Lei nº 6514 de 22 de dezembro de 1977, alterou o Capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. A Seção XI - Das máquinas e equipamentos do novo texto legal traz os artigos 184, 185 e 186, cuja redação é a seguinte: Art. 184. As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental. Parágrafo único. É proibida a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto neste artigo. Ainda, Art. 185. Os reparos, limpeza e ajustes somente poderão ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à realização do ajuste. Art. 186.

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

O artigo 184 estabelece a obrigatoriedade da dotação de dispositivos de partida e parada das máquinas e equipamentos, ressaltando a importância de impedir o acionamento acidental. Esta previsão legal visa permitir ao trabalhador ter ao seu alcance os comandos de acionamento e parada da máquina que estiver operando, de forma a agir rapidamente quando ocorrer uma situação de risco para si próprio ou para outro trabalhador que estiver próximo à máquina. O parágrafo único do referido artigo proíbe a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam ao que está no caput do artigo. O artigo 185 determina que as intervenções de manutenção e ajustes da máquina sejam feitos com a mesma parada, faz ressalva, entretanto, a necessidade de movimento para alguns ajustes.

O artigo 186 delega ao Ministério do Trabalho a competência para estabelecer normas adicionais para a proteção de máquinas e equipamentos, o que foi reforçado pelo artigo 200 da CLT. Esta delegação foi cumprida através da Norma Regulamentadora 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (NR 12) do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2010).

A NR 12, por sua vez, foi introduzida no ordenamento jurídico pela Portaria GM nº 3.214 de 8 de junho de 1978, tratando exclusivamente de Máquinas e Equipamentos, com atualização em 17 de dezembro de 2010, pela Portaria SIT nº 197, Portaria SIT n.º 293, de 08 de dezembro de 2011, e última alteração dada pela Portaria Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2013), n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013 Diário Oficial da União (D.O.U) 11 de dezembro de 2013.

Os itens que relacionados com o tema deste trabalho são os seguintes: Norma Regulamentadora 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (NR 12) do Ministério do Trabalho e Emprego, sugestão de sistema de segurança conforme NR 12 em estação de trabalho robotizada (BRASIL, 2010).

2.1. TIPOS DE PROTEÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Para aplicação da NR12, tópico 12.41 determina que para fins de aplicação da mesma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:

a) proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas; está foi alterada pela Portaria MTE n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013. A estação de trabalho analisada terá proteção fixa por policarbonato. Estas proteções fixadas normalmente ao redor do corpo ou estrutura da máquina (robô), essas proteções deverão ser mantidas em sua posição fechada sendo de difícil remoção, fixadas por perfis de alumínio e parafusos, tornando sua remoção ou abertura impossível sem o uso de ferramentas. Também podem ser confeccionadas em tela metálica, chapa metálica ou policarbonato.

b) proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar à dispositivos de intertravamento. Este tipo de proteção na estação de trabalho se dará por portas laterais de acesso, com intertravamento com chaves tipo eletromecânica, *Euchner*, com parafusos que permitem somente o aperto e não retirada, também chamados de parafusos *one away*, que impedem sua retirada, interligadas a um Controlador Lógico Programável (CLP) de segurança. Essas proteções geralmente estarão vinculadas à estrutura da proteção fixa da máquina ou elemento de fixação adjacente que pode ser aberto

sem o auxílio de ferramentas. As proteções móveis (portas, tampas, etc) devem ser associadas a dispositivos de monitoração e intertravamento sempre, de tal forma que a máquina não possa operar até que a proteção seja fechada, se a proteção é aberta quando a máquina está operando, uma instrução de parada é acionada paralisando a mesma. Quando a proteção é fechada, por si só, não reinicia a operação, devendo haver comando para continuação da sua sequência. Quando há risco adicional de movimento de inércia, dispositivo de intertravamento de bloqueio deve ser utilizado, permitindo que a abertura de proteção somente ocorra quando houver cessado totalmente o movimento de risco (BRASIL, 2010).

Ainda existe o enclausuramento da zona de trabalho, essa proteção deve impedir o acesso à zona de trabalho por todos os lados. Possuir frestas que possibilitam somente o ingresso do material e não de membros do operador (mão ou dedos). Suas dimensões e afastamentos devem obedecer a NBR 13852 e NBR 13854. Podendo ser constituída de proteções fixas ou móveis, dotada de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina ou equipamento. Quando utilizadas proteções, ou seja, barreiras físicas que restringem o acesso do corpo ou parte dele, devem ser observadas as distâncias mínimas constantes do item A do Anexo I da NR12, 12.50, que apresenta os principais quadros e tabelas da ABNT NBR 13852 - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores. As distâncias de segurança para impedir o acesso dos membros inferiores são determinadas pela ABNT NBR 13854 e devem ser utilizadas quando há risco apenas para os membros inferiores, pois quando houver risco para membros superiores e inferiores as distâncias de segurança previstas na norma para membros superiores devem ser atendidas (BRASIL, 2010).

Ainda na NR 12, item 12.42, são debatidas a aplicação da norma, considerando-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:

a) comandos elétricos ou interfaces de segurança: dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador lógico programável - CLP de segurança;

b) dispositivos de intertravamento: chaves de segurança eletromecânicas, com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas, 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;



Figura 1 - Scanners Horizontais e Verticais.

Fonte: Sick (2014).

c) sensores de segurança: dispositivos 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, como cortinas de luz, detectores de presença optoeletrônicas, laser de múltiplos feixes, barreiras óticas, monitores de área, ou scanners, batentes, tapetes e sensores de posição;



Figura 2 - Cortinas de Luz.

Fonte: Leuze Lumiflex (2014).

- d) válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia;
- e) dispositivos mecânicos, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis; e
- f) 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.

Os componentes relacionados aos sistemas de segurança, conforme relatado no tópico 12.43 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. Neste caso o sistema de segurança irá deixar a máquina bloqueada, sendo necessário o operador iniciar a mesma manualmente com chave inserida no painel Interface Homem Máquina (IHM).

Tratando-se de acesso a uma zona de perigo, quando requerida uma ou mais vezes por turno de trabalho a proteção deve ser móvel, sempre se observando que:

- a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;
- b) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco, conforme relatos da NR 12, item 12.44.

Em resumo o artigo 186 da CLT e NR 12 em seu item 12.2.2 determinam que as máquinas e os equipamentos com acionamento repetitivo deverão receber proteção adequada. Segundo a NBR NM 272 Segurança de Máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis. Proteção é definida como parte da máquina especificamente utilizada para prover proteção por meio de uma barreira física, devendo:

- Não apresentar facilidade de burla;
- Prevenir o contato conforme NBR 13852 e de acordo com NBR 13854;
- Ter estabilidade no tempo;
- Não criar perigos novos, como por exemplo, pontos de esmagamento ou agarramento, com partes da máquina ou de outras proteções, extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;

- Não criar interferência.

Para melhor entendimento, encontram-se resumidos a seguir os tipos básicos de proteções aplicados às máquinas e equipamentos, especificados na Norma NBR 13852 (SCHNEIDER, 2011).

Proteções fixas são as proteções fixadas normalmente no corpo ou estrutura da máquina, essas proteções deverão ser mantidas em sua posição fechada sendo de difícil remoção, fixadas por meio de solda ou parafusos, tornando sua remoção ou abertura impossível sem o uso de ferramentas. Podem ser confeccionadas em tela metálica, chapa metálica ou policarbonato conforme relata o autor SCHNEIDER (2011).

Proteções móveis, para SCHNEIDER (2011), comenta que estas proteções geralmente estão vinculadas à estrutura da máquina ou elemento de fixação adjacente que pode ser aberto sem o auxílio de ferramentas. As proteções móveis (portas, tampas, etc) devem ser associadas a dispositivos de monitoração e intertravamento de tal forma que:

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

Enclausuramento da zona de trabalho, essa proteção deve impedir o acesso à zona de trabalho por todos os lados. Possuir frestas que possibilitam somente o ingresso do material e não de membros do operador (mão ou dedos). Suas dimensões e afastamentos devem obedecer a NBR 13852 e NBR 13854. Poderá ser constituída de proteções fixas ou móveis dotados de intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina ou do equipamento sempre que as mesmas forem movimentadas, removidas ou abertas conforme NBR 272 que trata sobre Segurança de máquinas – proteções – requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis e NBR 273 que descreve a Segurança de máquinas – dispositivos de intertravamento associados a proteções – princípios para projeto e seleção. Podem possuir proteções reguláveis

que se ajustam à geometria da peça a ser beneficiada, devendo sempre observar as distâncias de segurança da NBR 13852, juntamente com SCHNEIDER (2011).

2.2. DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE PROTEÇÃO

As proteções físicas utilizadas na proteção de máquinas, com exceção das proteções fixas ou do enclausuramento da ferramenta, devem possuir dispositivos de proteção instalados monitorando a sua posição de operação, permitindo o funcionamento da máquina ou equipamento somente com a proteção devidamente colocada em seu local, ou dotando a mesma com intertravamento por meio de chaves de segurança, garantindo a pronta paralisação da máquina sempre que forem movimentadas, removidas ou abertas conforme a norma NBR 272 e a norma NBR 273.

As principais distinções a serem observadas na escolha dos dispositivos de segurança a serem usados em uma solução de segurança são:

- Dificuldade de acionamento por meio simples conforme norma NBR 13929;
- Tensão de isolamento;
- Ruptura positiva de seus contatos.

Com as proteções físicas e a conexão dos dispositivos elétricos em pontos corretos do circuito elétrico da máquina, obtêm-se uma solução de segurança confiável quanto à funcionalidade e parada da máquina. Na figura a seguir é apresentada uma sequência funcional da instalação dos componentes elétricos de segurança em um circuito de segurança.

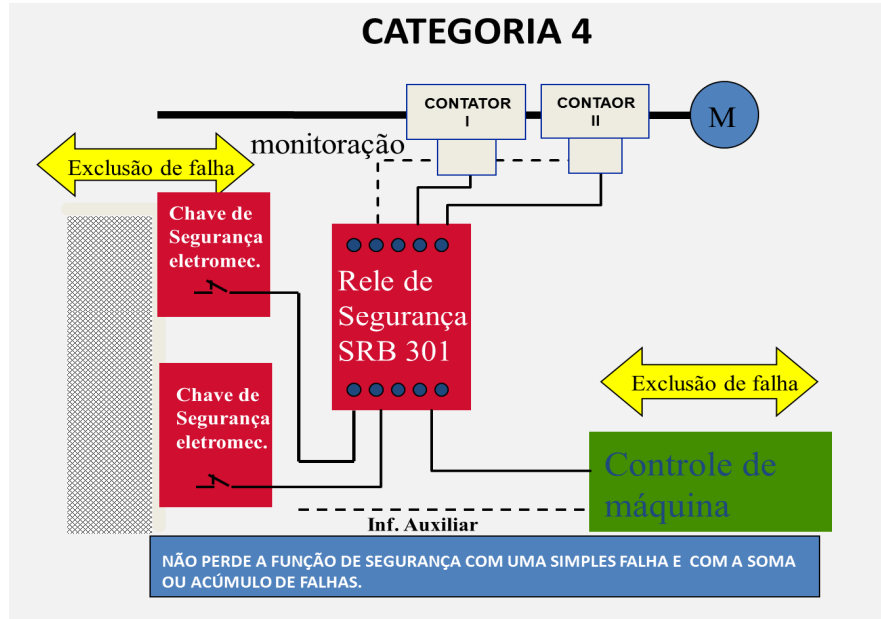


Figura 3 - Esquema elétrico categoria de risco 4.
Fonte: SCHMERSAL (2014).

O autor SCHNEIDER (2011) relata que chave de segurança, é um componente usado associado a uma proteção física interrompe o movimento de perigo e mantém a máquina desligada enquanto a proteção móvel ou porta estiver aberta. Deve ser instalado utilizando-se o princípio de ruptura positiva, que garante a interrupção do circuito de comando, mesmo mediante a tentativa de colar os contatos de comando por sobre corrente.

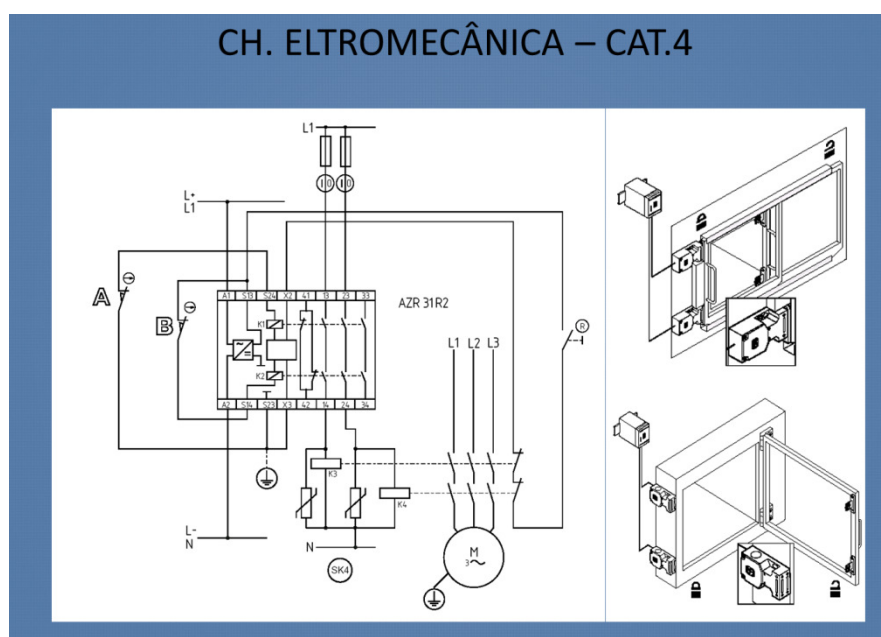


Figura 4 - Esquema ligação chave eletromecânica categoria de risco 4.
Fonte: SCHMERSAL (2014).

Seguindo abaixo, podemos observar esquema de ligação da cortina de luz, segundo SCHMERSAL (2014).

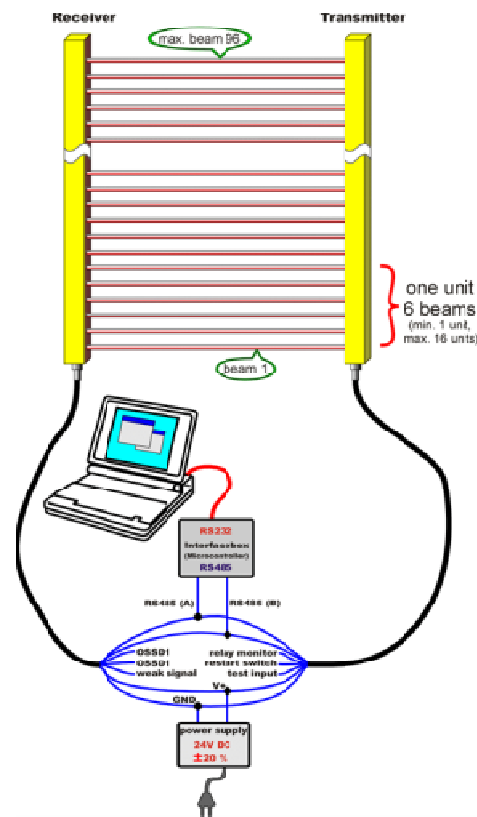


Figura 5 - Esquema ligação cortina de luz.
Fonte: SCHMERSAL (2014).

Seu funcionamento se dá por contato físico entre o corpo da chave e o atuador - lingueta ou por contato entre seus elementos (chave de um só corpo), como o fim de curso de segurança. É passível de desgaste mecânico, devendo ser utilizado de forma redundante, 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. Deve ainda ser monitorado por interface de segurança para detecção de falhas elétricas e não deve permitir sua manipulação - burla por meios simples, como chaves de fenda, pregos, fitas, etc. Deve ser instalado de modo a garantir a interrupção do circuito de comando elétrico, mantendo seus contatos normalmente fechados - NF ligados de forma rígida, quando a proteção for aberta.

Existem 2 tipos de chave de segurança, conforme informado abaixo:

- Chave de sinalização e corte;
- Chave de bloqueio.

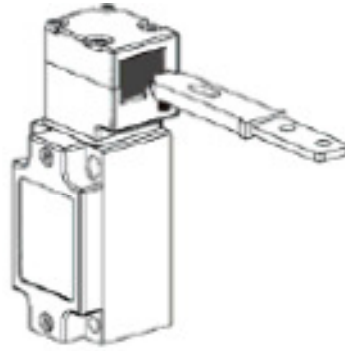


Figura 6 - Chave de segurança de posição.

Fonte: Euchner (2014).

Para o autor SCHNEIDER (2011) os dispositivos de parada de emergência são dispositivos com acionadores, geralmente na forma de botões tipo cogumelo na cor vermelha, colocados em local visível na máquina ou próximo dela, sempre ao alcance do operador e que, quando acionados, tem a finalidade de estancar o movimento da máquina, desabilitando seu comando. Devem ser monitorados por relê ou CLP de segurança.

As máquinas e equipamentos devem dispor de dispositivos de parada de emergência que garantam a interrupção imediata do movimento de operação, conforme a NBR 13759. Quando forem utilizados comandos bi manuais, que contenham botão de parada de emergência, deve também conter um segundo dispositivo de parada de emergência no painel ou corpo da mesma. Em prensas mecânicas excêntricas de engate por chaveta ou de sistema de acoplamento equivalente (de ciclo completo) e em seus similares, admite-se o uso de dispositivos de parada que não cessem imediatamente o movimento da máquina ou equipamento, em razão da inércia do sistema, como relata SCHNEIDER (2011).



Figura 7 - Botões de emergência tipo soco.

Fonte: Schmersal (2014).

A seguir, na figura 8, são apresentados alguns periféricos de segurança que compõem um circuito elétrico (METAX ENGENHARIA, 2015).

	Detecção dos sinais	Avaliação dos sinais	Operações de manobras
Exemplos de componentes utilizados em cada função	 Cortinas de luz de segurança		
	 Barreiras Ópticas		
	 Botão de emergência		
	 Comando bimanual		

Figura 8 - Periféricos de segurança que complementam os botões de emergência.

Fonte: Metax Engenharia (2015).

Sensores de segurança, os sensores magnéticos servem para monitorar a posição de portas de segurança de correr, giratórias e desmontáveis. Os sensores que não possuem avaliação integral apenas podem ser utilizados em aplicações de segurança em combinação com controles de segurança para proteção até à categoria 4 de acordo com a norma EN 954-1. Também pode ser utilizada em casos onde não é possível realizar aproximações precisas e onde se necessitam tolerâncias. Estes dispositivos abrangem um sensor magnético de segurança multicanal e um ímã atuador. Todos os sensores magnéticos de segurança estão protegidos mediante um invólucro de material termoplástico. A utilização de sensores magnéticos de segurança oferece vantagens especiais em casos de condições extraordinárias de sujidade, ou então nos casos em que se devem respeitar obrigatoriamente normas elevadas de higiene. Uma vantagem acrescentada consiste na possibilidade de colocá-los abaixo de materiais não magnéticos (SCHNEIDER, 2011).

2.3. ANÁLISE DE RISCO

Para a análise da identificação do perigo na adequação da estação de robô, deve-se usar o fluxograma apresentado a seguir, conforme relata SCHMERSAL (2014).

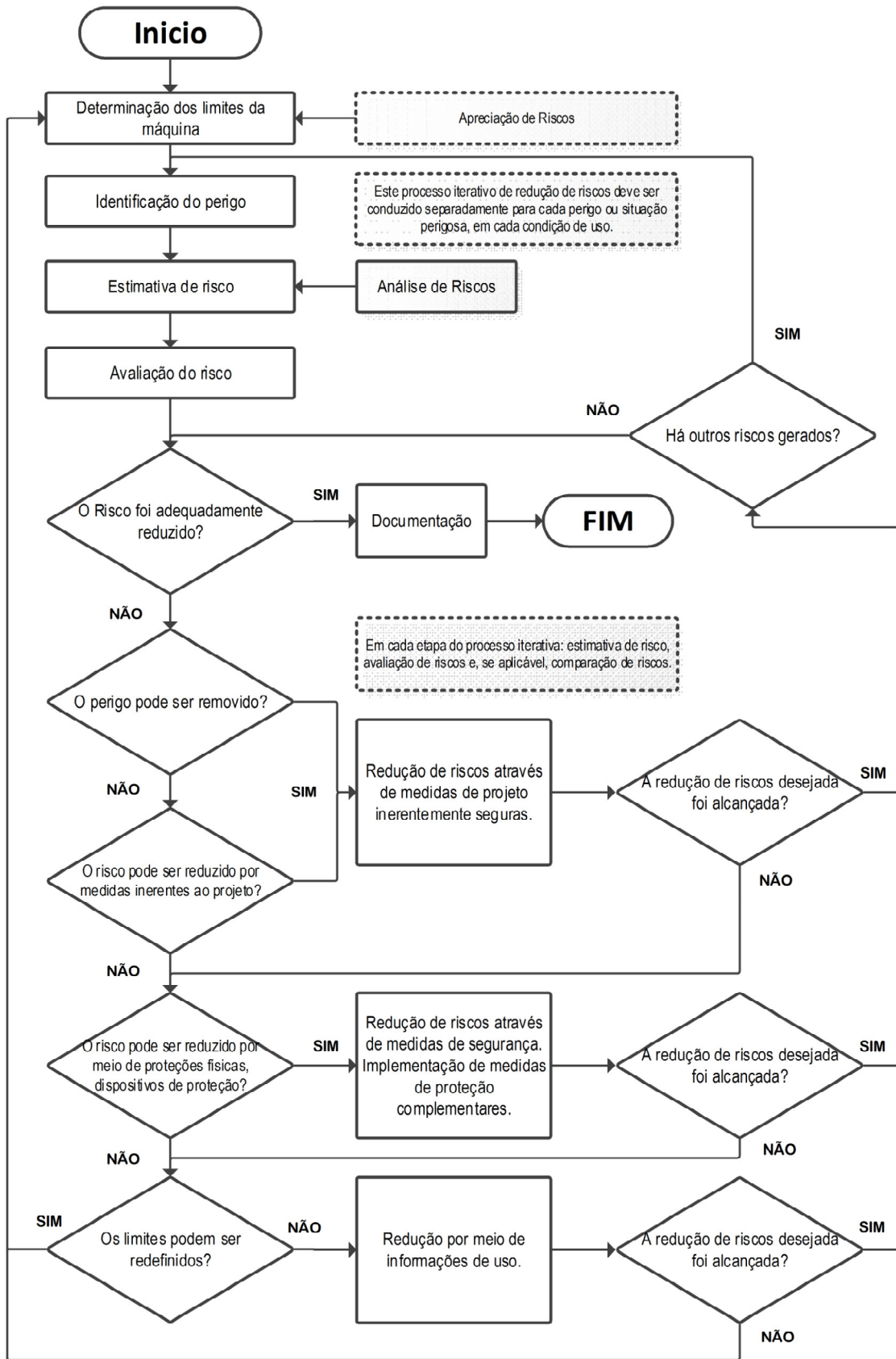


Figura 9 - Representação esquemática do processo de redução de riscos.
 Fonte: Schmersal (2014).

Conforme descrição no site da Rockwell Automation (2014), podemos analisar o fluxograma de análise de risco e perigo , conforme abaixo:

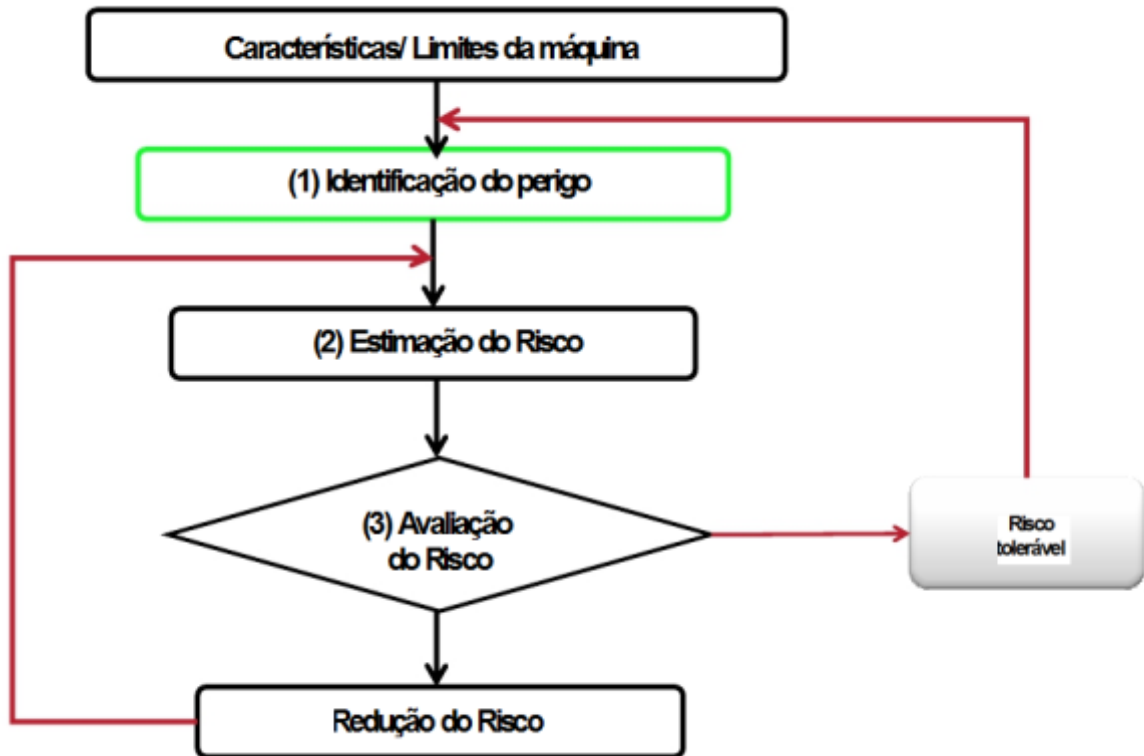


Figura 10 - Fluxograma de análise do risco do equipamento e perigo.
 Fonte: Rockwell Automation (2014).

2.4. IDENTIFICAÇÕES DO PERIGO DA ESTAÇÃO ROBOTIZADA

Para a análise dos possíveis perigos existentes na estação utilizou-se técnica de *Brainstorming*, que consistir em uma tempestade de ideias de como poderá ocorrer um acidente nesta estação de trabalho, explanando quais as perdas dos mesmos. Esse estudo é realizado pelo responsável pela entrega final do equipamento, em conjunto com a Engenharia Industrial, os quais que tem a função de envolver todos os responsáveis, como SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho) e os que trabalham diretamente com o equipamento, como Líderes de produção, Operadores de Processos e Técnicos de Manutenção, sendo elétricos ou mecânicos.

Os perigos especificados e situações causadoras de perigo, eventos perigosos representam exemplos típicos e são tirados da norma NBR ISO 12100

que trata sobre Segurança de máquinas – princípios gerais de projeto – apreciação e redução de riscos.

Na categoria do risco, conforme NR 12, e na avaliação do mesmo, juntamente com a consulta a norma NBR 14153, deverá ser observado o fluxo abaixo:

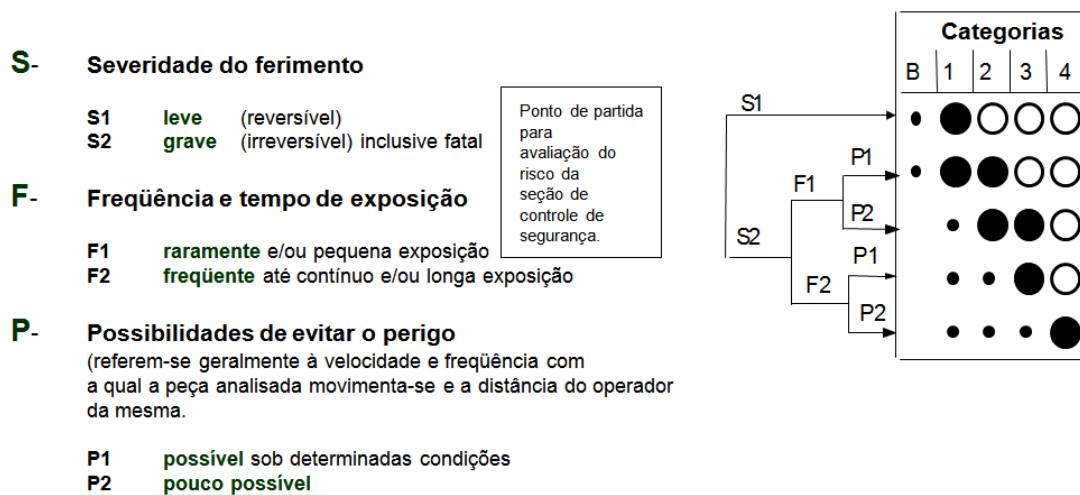


Figura 11 - Fluxograma de avaliação do risco de acordo com a NBR 14153:2013.

Fonte: ABNT (2013).

As categorias verificadas na tabela são:

Categoria B: A ocorrência da falha de segurança pode levar a perda da função de segurança.

Categoria 1: A ocorrência da falha pode levar a perda da função de segurança, mas a probabilidade é mais baixa do que a CAT B.

Categoria 2: A função de segurança será perdida por uma falha única, como um curto-circuito no fio de entrada.

Categoria 3: Um acúmulo de falhas não detectadas, podem levar à perda de da função de segurança. Função Principal: Redundância.

Categoria 4: Um acúmulo de falhas não irá levar à perda da função de segurança. Função Principal: Redundância e Auto Teste.

Abaixo, podemos observar as categorias de risco conforme NBR 14153.

Categoria	Resumos de requisitos	Comportamento do sistema	Princípios para atingir a segurança
B	Partes de sistemas de comando, relacionadas à segurança e/ou seus equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com as normas relevantes, de tal forma que resistam às influências esperadas.	-A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança.	Principalmente Caracterizado pela seleção de componentes.
1	Os requisitos de B se aplicam. Princípios comprovados e componentes de segurança bem testados devem ser utilizados.	-A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança, porém a probabilidade de ocorrência é menor que para a categoria B.	
2	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.	-A ocorrência de um defeito pode levar a perda da função de segurança entre as verificações. - A perda da função de segurança é detectada pela verificação.	Principalmente Caracterizado pela estrutura.
3	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: - um defeito isolado em qualquer dessas partes não leve a perda da função de segurança, e - sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.	- Quando um defeito isolado ocorre, a função de segurança é sempre cumprida. - Alguns defeitos, porém não todos, serão detectados. O acúmulo de defeitos não detectados pode levar a perda da função de segurança.	Principalmente caracterizado pela estrutura.
4	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: -um defeito isolado em qualquer dessas partes não leve à perda da função de segurança, e -o defeito isolado seja detectado durante ou antes da próxima demanda da função de segurança. Se isso não for possível, o acúmulo de defeitos não pode levar à perda das funções de segurança.		Principalmente Caracterizado pela estrutura.

Quadro 1 - Resumo das Categorias de Risco conforme NBR 14153.

Fonte: ABNT (2013).

Item 12.4 da NR 12 comenta, são consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade:

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

A concepção de máquinas deve atender ao princípio da falha segura, item 12.5 da NR 12. Ainda a NR12, Anexo IV, Glossário explica: falha segura: o princípio de falha segura requer que um sistema entre em estado seguro, quando ocorrer falha de um componente relevante à segurança. A principal pré-condição para a aplicação desse princípio é a existência de um estado seguro em que o sistema pode ser projetado para entrar nesse estado quando ocorrerem falhas. O exemplo típico é o sistema de proteção de trens (estado seguro = trem parado). Um sistema pode não ter um estado seguro como, por exemplo, um avião. Nesse caso, deve ser usado o princípio de vida segura, que requer a aplicação de redundância e de componentes de alta confiabilidade para se ter a certeza de que o sistema sempre funcione.

2.5. ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES

Através de um levantamento feito pelo Sindicato dos Trabalhadores na Indústria Química e Plástica de São Paulo (STIQ-SP), com base nos dados do CRP/INSS-SP – Centro de Reabilitação Profissional referentes ao ano de 1992, constatou-se que 78% dos casos de acidentes e doenças graves estavam associadas a máquinas.

Segundo o artigo 19 da Lei no 8.213, de 24 de julho de 1991, “acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou pelo exercício do trabalho do segurado especial, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, de caráter temporário ou permanente”. Pode causar desde um simples afastamento, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho, até mesmo a morte do segurado.

Segundo INPAME (2015), Uma máquina de uso industrial só pode ser considerada segura quando for dotada de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) capazes de impedir danos à integridade física de qualquer parte do corpo do operador, ou de qualquer outra pessoa que atue ou esteja no entorno da máquina, em qualquer etapa do trabalho.

Segundo o Ministério da Previdência Social (2015), no Brasil há mais de 700 mil acidentes ao ano, conforme o gráfico abaixo.

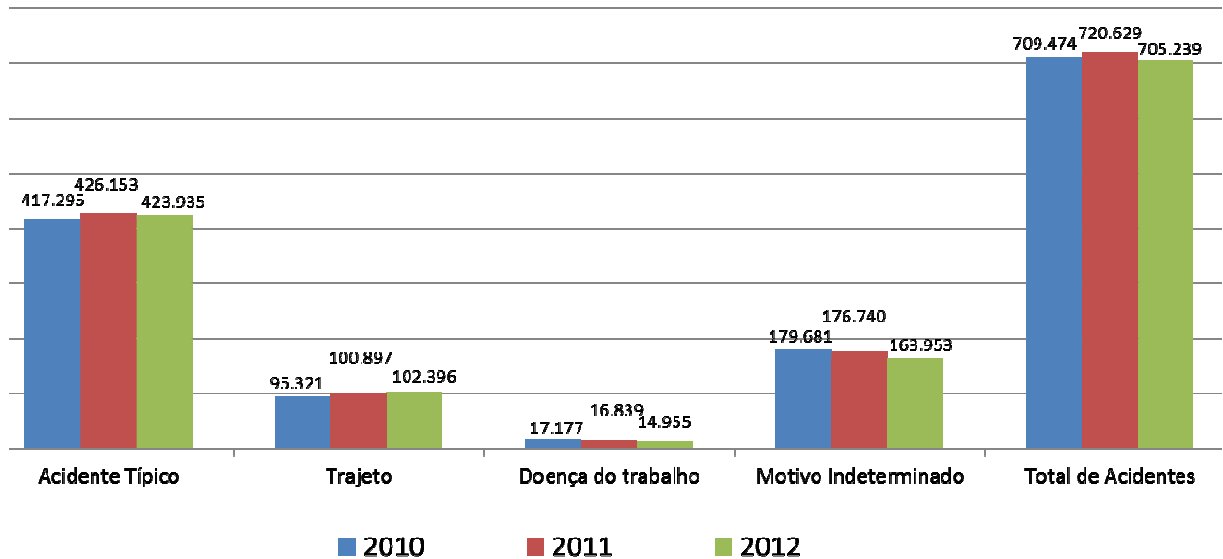


Figura 12 - Acidentes de Trabalho em 2012.

Fonte: Ministério da Previdência Social (2015).

Pesquisa realizada em Osasco – SP no início da década de 70 analisou 1.000 acidentes graves e concluiu que as máquinas foram responsáveis por 85,5% dos acidentes, sendo que as prensas sozinhas responderam por 31,8% do total das ocorrências. Essas máquinas são encontradas em sua maioria sem dispositivos de proteção, sendo fornecidas desta forma pelos fabricantes e revendedores, em flagrante desrespeito ao artigo 193 da CLT, que regulamenta a fabricação, venda e locação de máquinas e equipamentos (CLEMENTE, 1974 *apud* ABIMAQ, 2015).

2.6. ROBÔS

De acordo com o autor PESSIN (2011), existem robôs com mobilidade de base fixa e base móvel. Base fixa possui manipuladores, braço robótico. Robô de base móvel, com Restrição (grua) e Sem Restrição (veículo). Suas locomoções podem ser, Pernas, Rodas, Esteiras, Propulsão. Sendo sua atuação em locais fechados, internos, chamados de indoor e também Outdoor, Estruturados (estradas), Não Estruturados (*off-road*).

PESSIN (2011) relata que Robôs Manipuladores, com braços robóticos de base fixa, são manipuladores industriais.

Segundo a revista MECATRÔNICA ATUAL (2004), robôs industriais são máquinas controladas por computador e destinadas a realizar uma grande variedade de tarefas, bastando para isso mudar a ferramenta. Cada aplicação requer um robô com características diferentes, como aceleração, carga, área de trabalho etc., enquanto os requerimentos como redução do ciclo de trabalho, aumento da produtividade e índice de qualidade são comuns a todas as aplicações.

Ainda se tratando de robôs industriais, a revista MECATRÔNICA ATUAL (2004), descreve que é desenhado para ser compacto e com pequeno raio de interferência de modo a trabalhar em instalações de alta densidade de equipamentos para produção. Todo de aço com material de alta resistência, pode ser equipado com controle avançado de movimento e detecção de colisão de forma a reduzir o risco de danos da ferramenta e na peça de trabalho. O robô industrial de seis eixos é desenvolvido especificamente para indústrias de manufatura que utilizam automação baseada em células robotizadas flexíveis. Possui uma estrutura aberta adaptada especialmente para flexibilidade de uso, podendo comunicar-se amplamente com sistemas externos e outros equipamentos de automação tais como injetoras, centros de usinagem, prensas, entre outros (MECATRÔNICA ATUAL, 2004). O robô estudado será robô manipulador com base fixa, similar à figura abaixo.

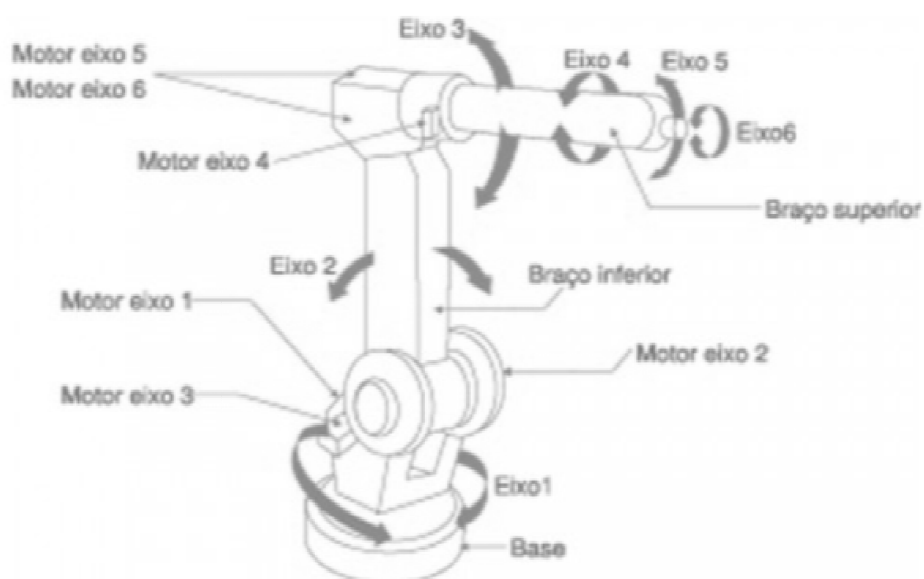


Figura 13 - Robô articulado de seis eixos.
Fonte: Mecatrônica Atual (2004).

3 METODOLOGIA

O presente estudo apresenta-se as instalações e dispositivos elétricos, conforme NR 12, item 12.14, as instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR 10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Ainda NR 12.15 devem ser aterrados, conforme as normas técnicas oficiais vigentes, as instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou partes condutoras das máquinas e equipamentos que não façam parte dos circuitos elétricos, mas que possam ficar sob tensão. Também ainda conforme NR 12, sobre dispositivos de partida, acionamento e parada.

É relatado no tópico 12.24, da NR 12, que os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) não acarretem riscos adicionais; e
- e) não possam ser burlados.

Segundo relata ainda a NR 12, tópico 12.38, as zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizadas por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Ainda explanada pela NR 12 item 12.38.1, a adoção de sistemas de segurança, em especial nas zonas de operação que apresentem perigo, deve considerar as características técnicas da máquina e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de segurança previsto nesta Norma.

Tratando-se neste estudo, podemos citar que a NR 12.39 cita os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:

- a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;
- b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;
- c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;
- d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;
- e) manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos; e
- f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.

Os sistemas de segurança, explanado na NR 12, item 12.40 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. Neste caso o operador deverá inserir sua chave no painel de Interface Homem Máquina (IHM), rearmando o sistema manualmente, retirando a chave, e posteriormente indo até o acesso da área e quitando a mesma para reiniciá-la.

Indicando que as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – Norma Brasileira de Referência (NBR), são grandes aliadas básicas de trabalho e devem ser consultadas em todas as soluções de segurança, as normas técnicas de segurança são divididas em três partes: Normas do tipo A (fundamentais de segurança); Normas do tipo B (B1 – Aspectos particulares de segurança / B2 – Sobre dispositivos elétricos condicionadores de segurança, como bi-manuais, dispositivos de intertravamento); e Normas tipo C (por categoria de máquinas).

O presente trabalho apresenta uma descrição dos dispositivos elétricos condicionadores de segurança em uma máquina e ou equipamento, permitindo compreender e interpretar diferentes tipos de dispositivos existentes em uma segurança de máquina em conformidade a NR 12, bem como possibilitar a instalação adequada dos mesmos.

Através da NR 12, foi elaborado um *check list*, com as questões relevantes de: Princípios Gerais, Arranjo Físico, Instalações e Dispositivos Elétricos e Sistema

de Segurança. Num total de 65 tópicos da NR 12, conforme seguem alguns tópicos, os demais se encontram no apêndice:

- ÑA; Não Aplicável;
- ÑOK; Não ok, Não Atende;
- OK; Ok, Atende.

Check list adaptado da NR 12.

	Título	Item	Requisito para atendimento a NR-12	ÑA	ÑOK	OK	Recomendações / Comentários
51	Sistema de Segurança	12.55	Em função do risco, poderá ser exigido projeto, diagrama ou representação esquemática dos sistemas de segurança de máquinas, com respectivas especificações técnicas em língua portuguesa.				
52	Sistema de Segurança	12.55.1	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 Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - ART/CREA.				

Quadro 2 - Itens não atendidos no *check list* elaborado com base na NR 12.

Fonte: Autor (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conhecer por inteiro o funcionamento da máquina, para então dar início ao processo de implantação das medidas de proteção. Após intenso debate com fornecedores e pesquisas na internet de empresas que comercializam robôs, foram realizadas avaliações qualitativa e quantitativa, onde foram encontrados alguns riscos presentes nas mesmas.

Analisando o quadro 3, observa-se que a estação, apresentará as condições de segurança adequadas, a qual será adequada no quesito segurança, de acordo com a NR 12. Ainda analisando o quadro, notamos que com os dispositivos de segurança e a sua correta instalação somando-se a um sistema de verificação diária, com manutenção preventiva e corretiva, é possível chegar a uma solução de segurança em conformidade com os requisitos de segurança exigidos pela NR 12.

Seguindo orientação da NR 12, é necessário que se faça a capacitação dos operadores de máquinas e equipamentos, pois associados à exposição a outros fatores de riscos laborais, muitas vezes refletem-se em negligências e omissões das empresas (normalmente de pequeno e médio porte) quanto à prevenção da segurança e saúde dos operadores e trabalhadores envolvidos. Diante desses fatores faz-se necessário sistematizar medidas preventivas capazes de minimizar e/ou eliminar a gravidade de não atendimento dos requisitos da NR 12, adotando-se as melhorias conforme sugeridas no quadro 1.

No *check list* apresentado no apêndice, tem-se o total de 65 tópicos avaliados, sendo: 27 não aplicáveis, 2 não ok, e 36 tópicos que atendem. Dentre os que não atendem, cita-se o item 12.55 da NR 12, onde não se localiza o projeto com as características de segurança da instalação, o mesmo deverá ser providenciado em português. Em relação ao item 12.55.1, não localizam-se os manuais de operação e manutenção e projetos relacionados aos equipamentos, os quais deverão ser solicitados para o fornecedor em língua portuguesa.

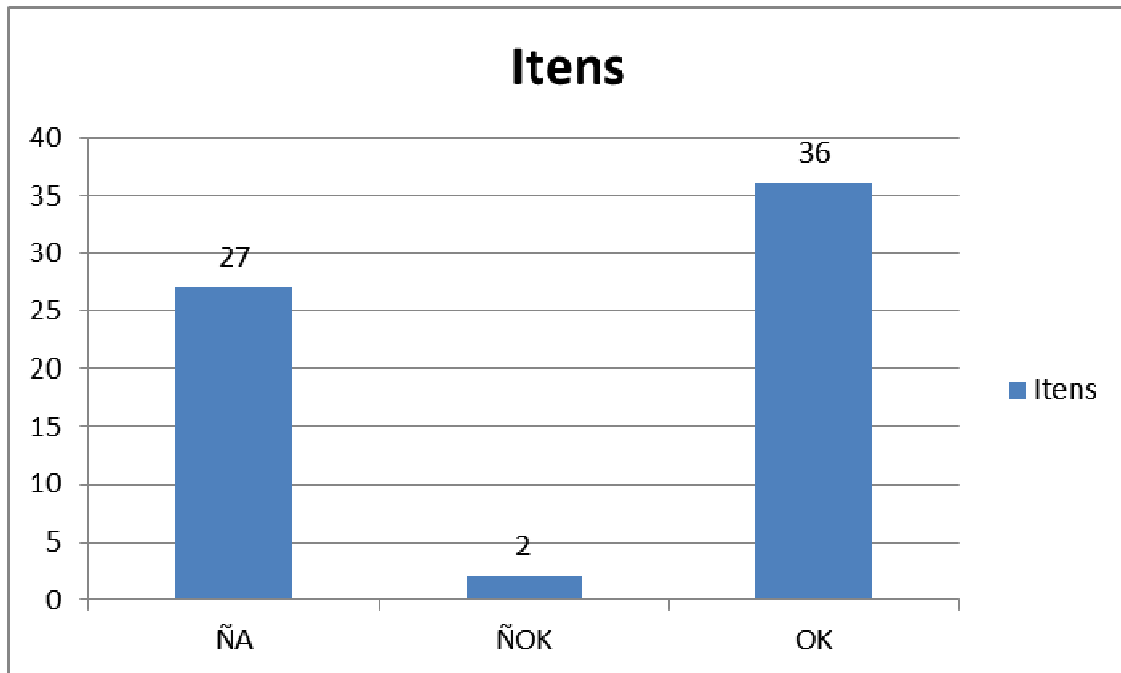


Figura 14 - Itens avaliados.
Fonte: Autor (2015).

4.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS

Esta estação é semiautomática onde um operador alimenta a mesa de grampos com a peça longarina traseira.

Possuirá um conjunto de segurança formada por cortinas de luz e scanner, que ao detectarem a presença desabilita o funcionamento de toda a célula garantindo a integridade do operador enquanto o mesmo abastece a mesa, ao sair da área de segurança o mesmo deve apertar o botão de liberação para que a célula volte a funcionar.

Chave de posição de segurança da mesa giratória, garante que a mesa esteja na posição correta de abastecimento ao girar a mesma, é composta de um *Trommel* que rotaciona 180°, e um robô que carrega o conjunto, dispositivo mesa giratória, o operador e robô não dividem o mesmo espaço físico, na separação da mesa é metal com policarbonato.

Portas com trava de segurança, é uma proteção móvel, com sensor de retirada, paralisando toda a estação de trabalho na sua abertura, não sendo possível burlar, por estarem fixadas com parafusos *one way*, que giram somente no sentido de aperto, e não permitem o uso de ferramentas.

Botão de emergência, botão vermelho, com inscrição em vermelho Emergência, tipo soco, ao ser acionado paralisa toda a estação de trabalho.

Sequência de atividades desenvolvidas – Peça longarina traseira.

Composição do equipamento:

- 1 mesa giratória
- 1 Scanner
- 1 Cortina de Luz
- 1 Chave de posição de segurança da mesa giratória
- 2 Portas de Segurança com trava de segurança, com travamento eletromecânico
- Botão de emergência.

Descritivo de funcionamento e operação:

Condição Inicial – A mesa giratória é abastecida manualmente com a peça longarina traseira do veículo;

Passo 1 – O dispositivo de fixação é acionado, fecha para transportar o conjunto

Passo 2 – Operador sai da área de segurança,

Passo 3 – A área de segurança é quitada manualmente pelo operador, onde serão acionados o conjunto de grampos pneumáticos;

Passo 4 – Dispositivo mesa giratória, gira 180°, girando a peça para dentro da estação automática do robô.

Passo 5 – Robô realiza soldas necessárias, abrem-se os grampos pneumáticos e retira peça da mesa giratória automaticamente.

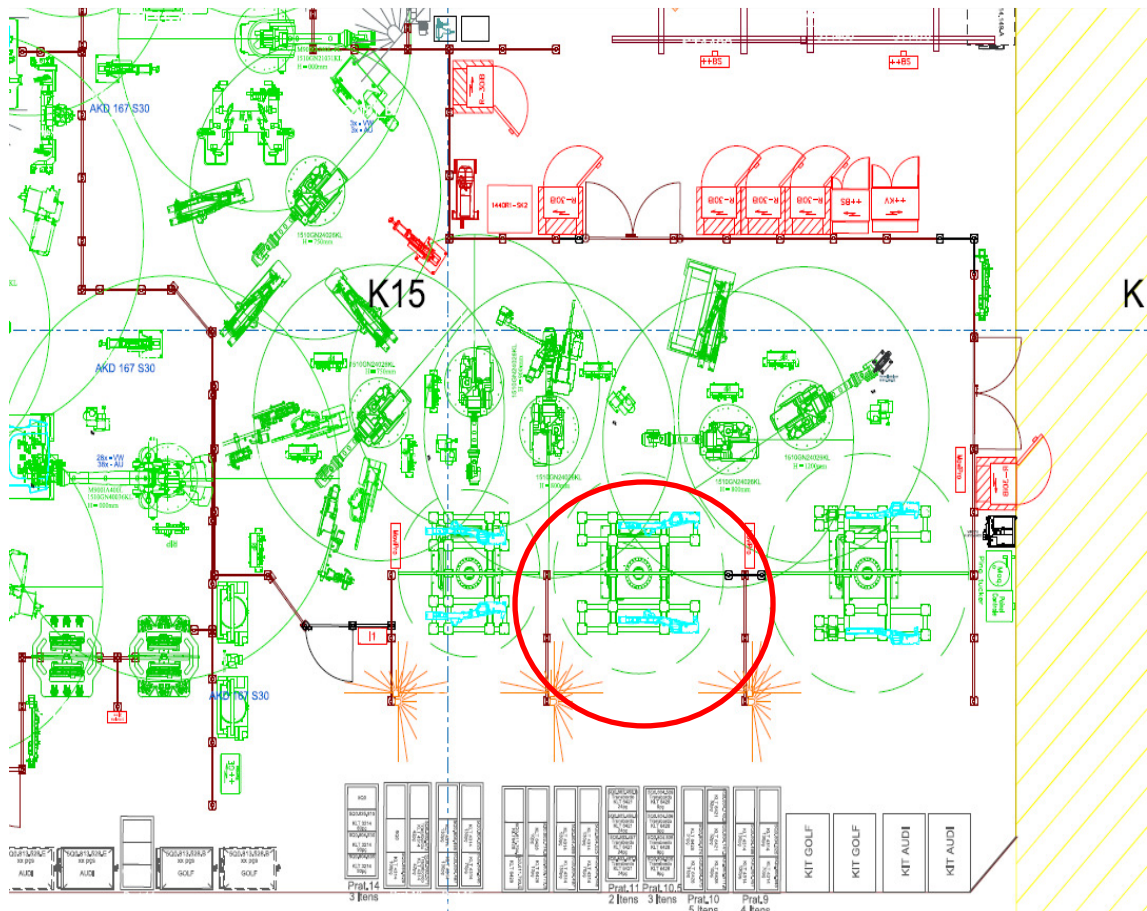


Figura 15 - Layout de toda Estação de Trabalho da empresa X, círculo em vermelho destaca estação analisada.
 Fonte: Autor (2014).

Deste modo, sugerimos as adequações de acordo com a nova redação da NR 12, conforme descrição no quadro 3, de modo a preservar a saúde e a integridade física dos trabalhadores durante sua jornada de trabalho, contribuindo na redução de acidentes de trabalho.

Estação Longarina Traseira	
Estação Operacional	
Unidade	Robô
Elemento (S)	Mesa Giratória
Sujeito de Risco	Robô
Sujeito de Risco	Operador, Mecânico de manutenção e Eletricista de Manutenção.
Ação Analisada	Operador, Mecânico de manutenção e Eletricista de Manutenção
Riscos de acidentes detectados	A – Entrada inadvertida na área interna da estação em funcionamento. A – Choque elétrico e Corte. B – Choque mecânico com braço, mão, cabeça, esmagamento e corte.
Redução / Eliminação do Risco	A – Adoção de proteção (grade de proteção com altura de 2000 mm) e aterramento conforme determina NR 10. B - Instalação de barreiras luminosa (cortina de luz e scanner) horizontal com plano próximo ao piso, eliminando qualquer área "cega", acionando parada de emergência a qualquer interrupção do fecho da barreira e somente rearmando após acionamento de comutador com chave segredo de posse somente de pessoas autorizadas.
Medidas complementares	A - Instrução no posto de trabalho, instrução de operação; B - movimentação dos robôs somente por profissionais peritos instruídos, utilizando chave com segredo E2.
	A – Entrada inadvertida na área interna da estação em funcionamento. A – Choque mecânico com braço, mão, cabeça, esmagamento e corte. A - Adoção de proteção (grade de proteção com altura de 2000 mm) e aterramento conforme determina NR 10. B – Instalação de parada de emergência ao abrir o portão de acesso da estação. O reinício da operação deve acontecer somente após fechamento da porta de segurança e quitação na botoeira, qual está instalada na grade de proteção ao lado da porta. O correto fechamento das portas está sendo garantido através da instalação e utilização de chaves de segurança eletromecânicas, tipo Euchner.
	A - Instrução no posto de trabalho, instrução de operação.

Quadro 3 - Riscos Presentes: Melhorias propostas.

Fonte: Autor (2015).

Apresenta-se abaixo, um estudo digital do sistema de segurança.

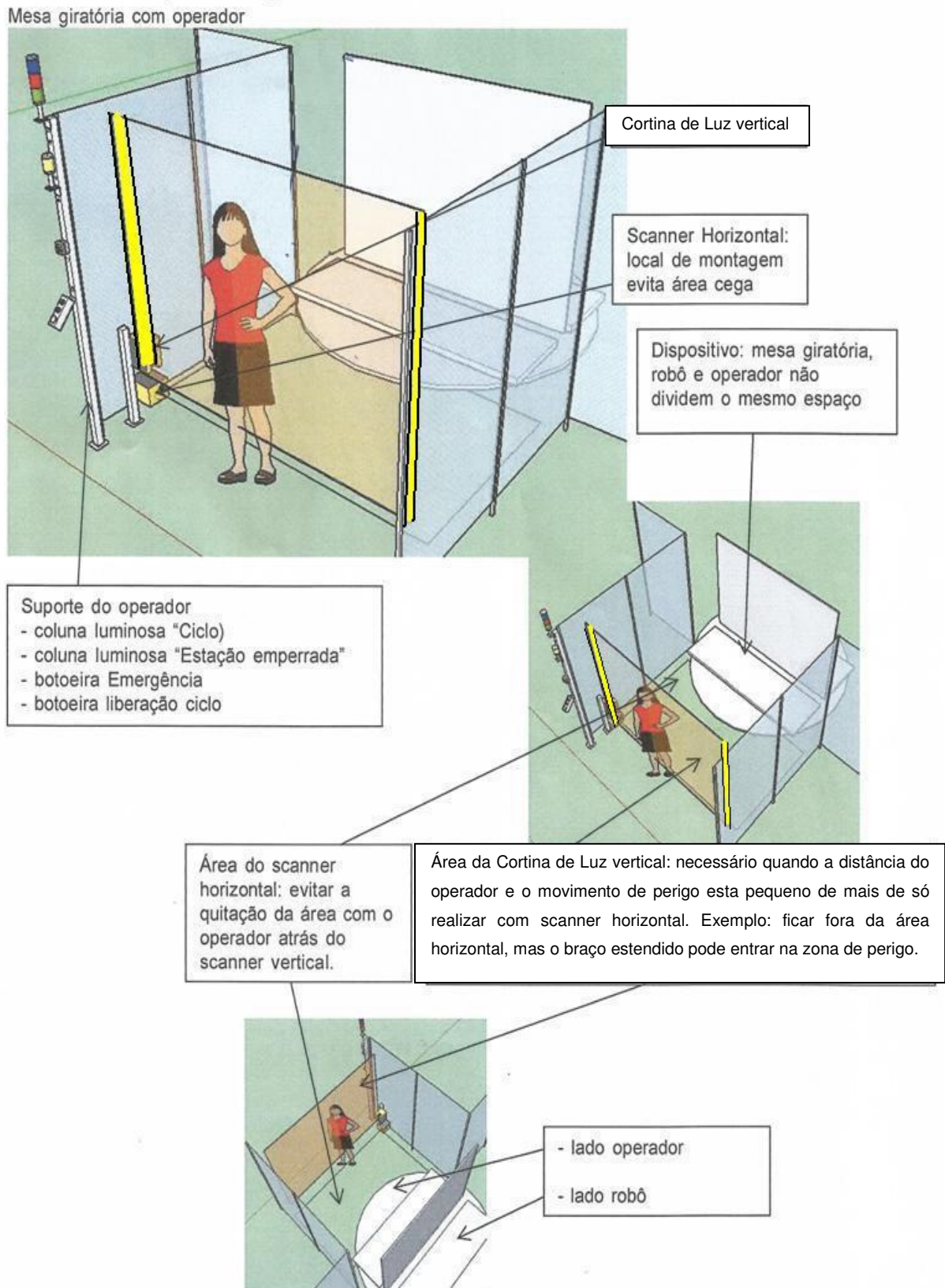


Figura 16 - Mesa giratória com operador, estudo digital do sistema de segurança na empresa X.

Fonte: Autor (2014).

Cortina de Luz, este sistema consiste de um transmissor, um receptor e um sistema de controle. O campo de atuação dos sensores é formado por múltiplos transmissores e receptores de fechos individuais, conforme figura abaixo. Para cada conjunto de transmissores e receptores ativados, caso o receptor não receba o feixe luminoso de infravermelho do transmissor, é gerado um sinal de falha (SILVA, 2008; SCHNEIDER, 2011; NASCIMENTO, 2013).

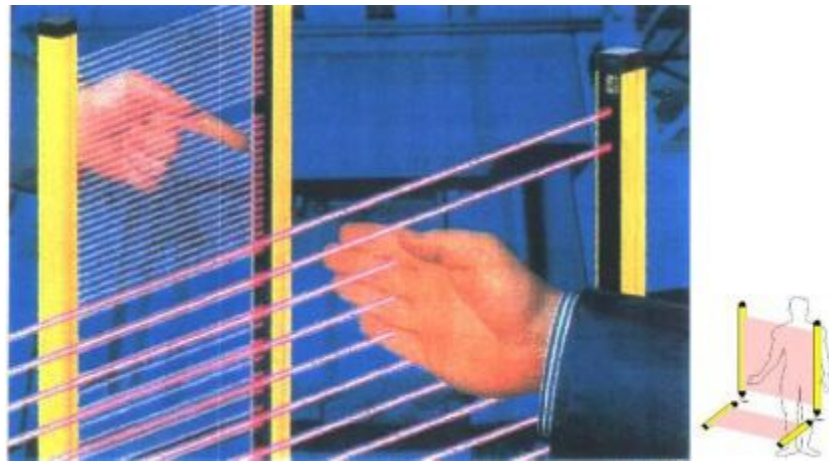


Figura 17 - Cortina de luz.

Fonte: Silva (2008).

A seleção adequada da cortina de luz varia de acordo com a altura de proteção e a resolução (capacidade de percepção de dedos e/ou mão), e posicionada a uma distância segura da zona de risco, levando em conta o tempo total de parada da máquina conforme a IEC 999:1998 e IEC 61496:2004, devendo ainda ser certificada como categoria 4 e monitorada por relês ou CLP de segurança (SILVA, 2008; SCHNEIDER, 2011; NASCIMENTO, 2013).

Caso não seja possível monitorar as áreas de acesso de riscos pela cortina, recomenda-se a instalação de proteções fixas ou móveis dotadas de intertravamento por chaves de segurança, conforme NBR 272 e NBR 273.

Portanto, avaliando a NBR 14153, observa-se que a estação robotizada, requer-se a categoria 4, onde precisamos de redundância e auto teste em nosso sistema de segurança. Nos circuitos de segurança tem-se no mínimo:

- Redundância, diversidade e auto teste.
- Redundância (Dois Contatos).
- Diversidade (Dois canais separados).

- Auto teste (Teste automático do equipamento Entradas/ Saídas; Princípio da Falha Segura).

Esta estação não perde a função de segurança com uma simples falha e nem com a soma ou acúmulo de falhas. A NR 12 cita no item 12.3, que o empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência envolvidas direta ou indiretamente no trabalho.

Para as áreas sujeitas a perigos, os exemplos não estão em nenhuma ordem, de prioridade. No momento da identificação de risco, todas as condições sujeitas a perigos existentes na máquina devem ser consideradas, tais como seguem abaixo, conforme norma NBR ISO 12100.

Os principais perigos verificados na estação de robô foram:

- Prensagem, esmagamento, contusão, cortes, queimaduras.
- Intervenção de um empregado que não conheça o funcionamento da estação.
- Quando o profissional da limpeza geral está no local, geralmente desconhece os riscos existentes.
- O equipamento movimenta-se automaticamente, e se alguém estiver no local limpando ou em manutenção, poderá causar um acidente.

Indica-se e dividem-se os perigos em:

- Físicos:
 - Ruído da pinça de solda ao soldar a peça;
 - Ruído de fundo do processo produtivo;
- Químicos:
 - Película de óleo nas peças;
- Acidentes / Mecânicos / Processo:
 - Quedas e movimentação de objetos;
 - Pontos de agarramento, prensamento ou esmagamento;
 - Abrasão, cortes, perfuração;
 - Fagulhas de solda ponto durante processo de soldagem;
- Ergonômicos
 - Transporte e manipulação de peso (6kg).

Inicia-se a análise de risco utilizando o anexo B da NBR 14153, conforme a seguir:

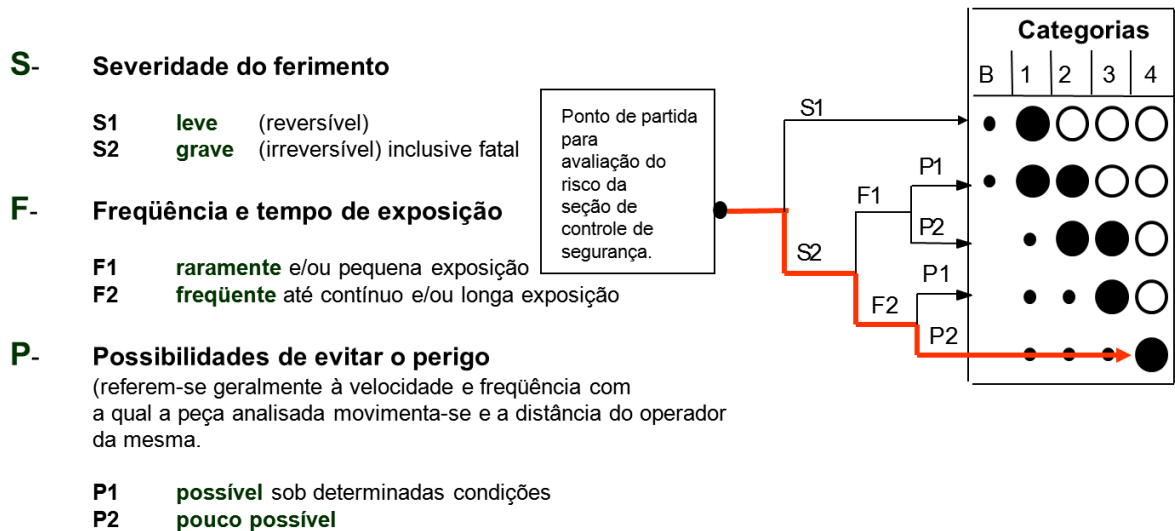


Figura 18 - Análise de risco categoria - Adaptado NBR 14153.

Fonte: ABNT (2013).

Sendo:

S para Severidade: Severidade do Ferimento, Severidade 2: Sério, pois o operador pode até perder a mão ou outro membro (irreversível).

F para frequência e tempo de exposição: Frequência 2, Tempo de exposição ao perigo: é frequente

P para Possibilidade de evitar o perigo: Possibilidade 2, Possibilidade de evitar o perigo: Quase nunca possível ou pouco possível.

Conforme esta análise, nesse caso são indicados componentes de segurança que possuam a categoria 4 de segurança.

Assim sendo, recomenda-se a instalação de grades de proteções com altura de 2000 mm e instalação de barreiras luminosas, tal como cortina de luz e scanner, horizontal com plano próximo ao piso para eliminar qualquer área "cega". No caso de acionamento da emergência ou qualquer interrupção do fecho de uma das barreiras, o rearme da estação acontecerá apenas após o acionamento de comutador com chave segredo de posse somente de pessoas autorizadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a reformulação da norma NR 12, em 2010, obteve-se um avanço em relação às exigências em máquinas e equipamentos, envolvendo todo ciclo de vida do equipamento, sendo do projeto ao sucateamento. Compreende-se que os problemas provocados pela comercialização e utilização de máquinas inseguras estão ligados diretamente à incidência de acidentes de trabalho graves e incapacitantes, acarretando um impacto negativo sobre a saúde e o bem estar dos trabalhadores.

Observa-se que mesmo existindo outros métodos, neste estudo aplicou-se a metodologia da NBR 14153, juntamente com a NR 12, que teve como objetivo analisar a categoria de risco do equipamento, no qual foi classificado como categoria 4, onde diz que um acúmulo de falhas no equipamento não irá levar à perda da função de segurança, sendo função principal: Redundância e Auto Teste.

Complementando o sistema de segurança é necessário que o projeto do equipamento atenda a NBR 12100 a qual contempla os sistemas de segurança das máquinas, e a área de manutenção faça estudo das manutenções preditivas identificando a vida útil dos componentes de segurança bem como as devidas manutenções preventivas e corretivas da estação analisada.

Assim, entende-se que com as medidas propostas com a diversidade de dispositivos elétricos e a correta instalação dos mesmos em um sistema de segurança obter-se-á uma solução em conformidade com os requisitos de segurança exigidos pela NR 12.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ, Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Manual de segurança em dobradeiras, prensas e similares**: Princípio básicos de sua aplicação na segurança do trabalho em prensas e similares. 1ª edição, Porto Alegre, Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13759**: Segurança de máquinas – equipamento de parada de emergência, aspectos funcionais – princípios de configuração. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13929**: Segurança de máquinas - dispositivos de intertravamento associados a proteções - princípios para projeto e seleção. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14153**: Segurança de Máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para projeto. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM – 272**: Segurança de máquinas – proteções – requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM – 273**: Segurança de máquinas – dispositivos de intertravamento associados a proteções – princípios para projeto e seleção. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - ISO 12100**: Segurança de máquinas – princípios gerais de projeto – apreciação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM - ISO 13852**: Segurança de máquinas - distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM - ISO 13854**: Segurança de máquinas – folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm>. Acesso em: 20 dez. 2014.

BRASIL. **Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm#art184>. Acesso em: 22 dez. 2014.

BRASIL. NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 1:** Disposições gerais, 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2014.

BRASIL. NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10:** Segurança em instalações e serviços em eletricidade, 2004. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20(atualizada).pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2014.

BRASIL. NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 12:** Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, 2010. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-12-span-class-destaque-novo-span.htm>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013:** Altera a Norma Regulamentadora n.º 12. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142EC1DD0113A7C/Portaria%20n.%C2%BA%201.893%20%28Altera%20a%20NR-12%29%20-%20Anexos%20III%20e%20XI.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

CIESIELSKI, J. V. R. **Aplicação da NR-12 em prensas de pequeno porte para prensar blocos e tijolos ecológicos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba – PR, 2013.

CORRÊA, M. U. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos,** Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, p. 17-18, Ijuí – RS, 2011.

ECOMÁQUINAS. **Indústria de máquinas e equipamentos para fabricação de blocos, tijolos e pisos ecológicos.** Disponível em: <http://www.ecomaquinas.com.br/ver_prod.php?id=12>. Acesso em: 30 dez. 2014.

EUCHNER. **Chaves de segurança.** 2014. Disponível em: <<http://www.euchner.com.br/>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

FANUC. **Robôs.** 2014. Disponível em: <<http://www.fanucamerica.com/locations-integrators/fanuc-brazil/default.aspx>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

INPAME, Instituto Nacional de Prevenção aos Acidentes em Máquinas e Equipamentos. **Fundamentos de segurança.** 2015. Disponível em: <www.inpame.org.br>. Acesso em: 21 jan. 2015.

KUKA ROBÔS. **Robótica e automação.** 2014. Disponível em: <<http://www.kuka-robotics.com/brazil/br>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

LEUZE LUMIFLEX. **Cortinas de luz.** 2014. Disponível em <<http://www.leuze.com/>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

MAXIPAS. **Acidentes do trabalho com máquinas:** identificação de riscos e prevenção. 2015. Disponível em: <http://www.maxipas.com.br/principal/home/?sistema=conteudos%7Cconteudo&id_conteudo=1487>. Acesso em 01 fev. 2015.

MECATRÔNICA ATUAL. **Revista mecatrônica atual.** Edição nº16, Julho/04.

MENDES, R. **Máquinas e acidentes de trabalho.** Coleção Previdência Social; Vol. 13. Brasília: MTE/SIT; MPAS, 2001.

METAX ENGENHARIA. **Periféricos de segurança.** 2015. Disponível em: <<http://www.metax.eng.br/EngenhariaDeSeguran%C3%A7a.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Estatísticas de acidentes do trabalho 2012.** Disponível em:<<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/aeat-2012/estatisticas-de-acidentes-do-trabalho-2012/>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

NASCIMENTO, W. **Proteção em prensas e similares:** Dispositivo de proteção aos riscos existentes na zona de prensagem ou de trabalho. 2013. Disponível em: <<http://wagner-nascimento.webnode.com.br/dispositivo%20de%20prote%C3%A7%C3%A3o/>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

NORMA IEC 61496:2004 - **Segurança para equipamentos de proteção fotoelétricos.**

NORMA IEC 999:1998 - **Disposição de dispositivos de proteção com relação a velocidades de aproximação de membros do corpo.**

PESSIN, G. **Robôs móveis autônomos.** Universidade de São Paulo – USP, São Paulo/SP, 2011.

ROCKWELL AUTOMATION. **Fluxograma de análise de risco e perigo.** 2014. Disponível em: <<http://www.rockwellautomation.com/bra/overview.page>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

SANTOS, E. T. **Comparação do investimento necessário para adequação à NR-12 em uma empresa de médio porte com os gastos com possíveis acidentes pela falta de adequação.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba – PR, 2014.

SCHMERSAL. **Indústria de material elétrico.** 2014. Disponível em: <<http://www.schmersal.net/>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

SCHNEIDER, E. E. **Instalações de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora nº 12 com ênfase em dispositivos elétricos.** UNIJUI - Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Ijuí/RS, 2011.

SICK, Sensor Intelligence. **Sensores de automação**. 2014. Disponível em: <<http://www.sick.com/br/pt-pt/>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

SILVA, K. P. A. **Identificação de riscos e prevenção de acidentes em prensas e similares**. Faculdades Integradas de Araraquara – FIA, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho. Araraquara/SP, 2008.

STIQ-SP, SINDICATO DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA QUÍMICA E PLÁSTICA DE SÃO PAULO. **Acidentes e doenças graves estavam associadas a máquinas**, 2014.

APÊNDICE

APÊNDICE A - *Check list* elaborado pelo autor com base na NR 12

	Título	Item	Requisito para atendimento a NR-12	ÑA	ÑOK	OK	Recomendações / Comentários
1	Princípios Gerais	12.1	Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.			X	Seguir recomendações da NR 12 e NBR 14853 - Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para projeto.
2	Princípios Gerais	12.1.1	Entende-se como fase de utilização a construção, transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento.			X	
3	Princípios Gerais	12.2	As disposições desta Norma referem-se a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade.			X	
4	Princípios Gerais	12.3	O empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência envolvidas direta ou indiretamente no trabalho.			X	

5	Princípios Gerais	12.4	São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade: a) medidas de proteção coletiva; b) medidas administrativas ou de organização do trabalho; e c) medidas de proteção individual.			X	
6	Princípios Gerais	12.5	A concepção de máquinas deve atender ao princípio da falha segura.			X	Seguir recomendações da NR 12 e NBR 14853.
7	Arranjo Físico	12.13	As máquinas, as áreas de circulação, os postos de trabalho e quaisquer outros locais em que possa haver trabalhadores devem ficar posicionados de modo que não ocorra transporte e movimentação aérea de materiais sobre os trabalhadores.	X			OBS: Todas as máquinas são estacionárias, não possuindo rodízios.
8	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.14	As instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR 10.			X	Seguir recomendações da NR 10, NR 12 e NBR 14853.
9	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.15	Devem ser aterrados, conforme as normas técnicas oficiais vigentes, as instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou partes condutoras das máquinas e equipamentos que não façam parte dos circuitos elétricos, mas que possam ficar sob tensão.			X	Seguir recomendações da NR 10, NR 12 e NBR 14853. Todos os equipamentos devem possuir aterramento inclusive a proteção que circunda a célula.
10	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.16	As instalações elétricas das máquinas e equipamentos que estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos devem ser projetadas com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.			X	

11	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.17	<p>Os condutores de alimentação elétrica das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança:</p> <p>a) oferecer resistência mecânica compatível com a sua utilização;</p> <p>b) possuir proteção contra a possibilidade de rompimento mecânico, de contatos abrasivos e de contato com lubrificantes, combustíveis e calor;</p> <p>c) localização de forma que nenhum segmento fique em contato com as partes móveis ou cantos vivos;</p> <p>d) facilitar e não impedir o trânsito de pessoas e materiais ou a operação das máquinas;</p> <p>e) não oferecer quaisquer outros tipos de riscos na sua localização; e</p> <p>f) ser constituídos de materiais que não propaguem o fogo, ou seja, auto extingüíveis, e não emitirem substâncias tóxicas em caso de aquecimento.</p>			X	Item F deverá ser apresentado certificado dos cabos comprovando que atendem as normas técnicas vigentes NBR5410 e NBR13570.
12	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.18	<p>Os quadros de energia das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança:</p> <p>a) possuir porta de acesso, mantida permanentemente fechada;</p> <p>b) possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas</p> <p>c) ser mantidos em bom estado de conservação, limpos e livres de objetos e ferramentas;</p> <p>d) possuir proteção e identificação dos circuitos.</p> <p>e) atender ao grau de proteção adequado em função do ambiente de uso.</p>			X	Item B não há sinalização de restrição de acesso por pessoa não autorizada nos painéis dos robôs e de alimentação.
13	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.19	<p>As ligações e derivações dos condutores elétricos das máquinas e equipamentos devem ser feitas mediante dispositivos apropriados e conforme as normas técnicas oficiais vigentes, de modo a assegurar resistência mecânica e contato elétrico adequado, com características equivalentes aos condutores elétricos utilizados e proteção contra riscos.</p>			X	OBS: As ligações foram realizadas através de conectores que garantem o contato elétrico e mecânico.

14	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.24	Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que: a) não se localizem em suas zonas perigosas; b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador; c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental; d) não acarretem riscos adicionais; e) não possam ser burlados.			X	
15	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.25	Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas.			X	
16	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.26	Quando forem utilizados dispositivos de acionamento do tipo comando bimanual, visando a manter as mãos do operador fora da zona de perigo, esses devem atender aos seguintes requisitos mínimos do comando: a) possuir atuação síncrona, ou seja, 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 (cinco segundos); b) estar sob monitoramento automático por interface de segurança; c) ter relação entre os sinais de entrada e saída, de modo que os sinais de entrada aplicados a cada um dos dois dispositivos de atuação do comando devem juntos se iniciar e manter o sinal de saída do dispositivo de comando bimanual somente durante aplicação dos dois sinais; d) o sinal de saída deve terminar quando houver desacionamento de qualquer dos dispositivos de atuação de comando; e) possuir dispositivos de comando que exijam uma atuação intencional a fim de minimizar a probabilidade de comando acidental; f) possuir distanciamento e barreiras entre os dispositivos de atuação de comando para dificultar a burla do efeito de proteção do dispositivo de comando bimanual;	X			OBS. O operador somente interage com a célula para abastecimento no início do processo, neste local ao adentrar para abastecer o equipamento existe um conjunto de segurança formado por barreira de luz, scanner e ao sair da área de abastecimento o mesmo deve apertar botão de comando para liberar a Estação.

			g) tornar possível o reinício do sinal de saída somente após a desativação dos dois dispositivos de atuação do comando.				
17	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.27	Nas máquinas operadas por dois ou mais dispositivos de comando bimanuais, a atuação síncrona é requerida somente para cada um dos dispositivos de comando bimanuais e não entre dispositivos diferentes que devem manter simultaneidade entre si.	X			
18	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.28	Os dispositivos de comando bimanual devem ser posicionados a uma distância segura da zona de perigo, levando em consideração: a) a forma, a disposição e o tempo de resposta do dispositivo de comando bimanual; b) o tempo máximo necessário para a paralisação da máquina ou para a remoção do perigo, após o término do sinal de saída do dispositivo de comando bimanual; e c) a utilização projetada para a máquina.	X			
19	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.29	Os comandos bimanuais móveis instalados em pedestais devem: a) manter-se estáveis em sua posição de trabalho; e b) possuir altura compatível com o posto de trabalho para ficar ao alcance do operador em sua posição de trabalho.	X			
20	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.30	Nas máquinas e equipamentos cuja operação requeira a participação de mais de uma pessoa, o número de dispositivos de acionamento simultâneo deve corresponder ao número de operadores expostos aos perigos decorrentes de seu acionamento, de modo que o nível de proteção seja o mesmo para cada trabalhador.	X			
21	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.30.1	Deve haver seletor do número de dispositivos de acionamento em utilização, com bloqueio que impeça a sua seleção por pessoas não autorizadas.	X			

22	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.30.2	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.	X			
23	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.30.3	Os dispositivos de acionamento simultâneos, quando utilizados dois ou mais, devem possuir sinal luminoso que indique seu funcionamento.	X			
24	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.31	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: a) bloqueio em cada posição, impedindo a sua mudança por pessoas não autorizadas; b) correspondência de cada posição a um único modo de comando ou de funcionamento; c) modo de comando selecionado com prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; d) a seleção deve ser visível, clara e facilmente identificável.	X			
25	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.32	As máquinas e equipamentos, cujo acionamento por pessoas não autorizadas possam oferecer risco à saúde ou integridade física de qualquer pessoa, devem possuir sistema que possibilite o bloqueio de seus dispositivos de acionamento.			X	OBS: A célula pode ser bloqueada via software, via botoeiras de solicitação de entrada, botões de emergência, somente quem conhece o sistema pode restabelecer a condição operacional.
26	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.33	O acionamento e o desligamento simultâneo por um único comando de um conjunto de máquinas e equipamentos ou de máquinas e equipamentos de grande dimensão devem ser precedidos de sinal sonoro de alarme.	X			

27	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.34	Devem ser adotadas, quando necessárias, medidas adicionais de alerta, como sinal visual e dispositivos de telecomunicação, considerando as características do processo produtivo e dos trabalhadores.	X			
28	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.35	As máquinas e equipamentos comandados por radiofrequência devem possuir proteção contra interferências eletromagnéticas acidentais.	X			
29	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.36	Os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação das máquinas devem: (Vide prazos no Art. 4ª da Portaria SIT n.º 197, de 17 de dezembro de 2010) a) operar em extra baixa tensão de até 25V (vinte e cinco volts) em corrente alternada ou de até 60V (sessenta volts) em corrente contínua; e b) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência, conforme itens 12.56 a 12.63 e seus subitens.			X	
30	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.37	O circuito elétrico do comando da partida e parada do motor elétrico de máquinas 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 nacionais vigentes e, na falta destas, pelas normas técnicas internacionais, se assim for indicado pela análise de risco, em função da severidade de danos e frequência ou tempo de exposição ao risco. (Vide prazos no Art. 4ª da Portaria SIT n.º 197, de 17 de dezembro de 2010)	X			
31	Sistema de Segurança	12.38	As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.			X	

32	Sistema de Segurança	12.38.1	<p>A adoção de sistemas de segurança, em especial nas zonas de operação que apresentem perigo, deve considerar as características técnicas da máquina e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de segurança previsto nesta Norma.</p>			<p>OBS: Na área de abastec. onde o op. interage a máquina foi adotado como sistema de segurança, barreira de luz, scanner, botoeira de emergência e o equipamento somente volta a funcionar quando o operador sai da área de segurança (demarcada por sinalização no piso) e aperta o botão de liberação da estação. Deverá ser verificado in loco que não há pontos cegos (onde o scanner não detecte) dentro da área delimitada de segurança.</p>
33	Sistema de Segurança	12.39	<p>Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes; b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado; c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados; d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados; e) manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos; f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho. 			<p>Item b, deverá ser apresentado ART do profissional responsável pela elaboração e instalação do sistema de segurança.</p>

34	Sistema de Segurança	12.40	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.			X	Seguir recomendações da NR 12 e NBR 14853.
35	Sistema de Segurança	12.41	Para fins de aplicação desta Norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser: a) proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas específicas; b) proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento.			X	
36	Sistema de Segurança	12.42	Para fins de aplicação desta Norma, 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: a) comandos elétricos ou interfaces de segurança: dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador lógico programável - CLP de segurança; b) dispositivos de intertravamento: chaves de segurança eletromecânicas, com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas, 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;			X	

			<p>c) sensores de segurança: dispositivos 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, como cortinas de luz, detectores de presença opto eletrônicos, laser de múltiplos feixes, barreiras óticas, monitores de área, ou scanners, batentes, tapetes e sensores de posição;</p> <p>d) válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia;</p> <p>e) dispositivos mecânicos, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis;</p> <p>f) dispositivos de validação: dispositivos suplementares de comando operados anualmente, que, quando aplicados de modo permanente, habilitam o dispositivo de acionamento, como chaves seletoras bloqueáveis e dispositivos bloqueáveis.</p>				
37	Sistema de Segurança	12.43	<p>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.</p>			X	

38	Sistema de Segurança	12.44	<p>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:</p> <p>a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco;</p> <p>b) a proteção 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.</p>			X	
39	Sistema de Segurança	12.45	<p>As máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem:</p> <p>a) operar somente quando as proteções estiverem fechadas;</p> <p>b) paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação;</p> <p>c) garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas.</p>			X	
40	Sistema de Segurança	12.46	<p>Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem:</p> <p>a) permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada;</p> <p>b) manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento;</p> <p>c) garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.</p>			X	OBS: Recomenda-se que a manutenção ao entrar na célula coloque cadeado de bloqueio na fechadura da porta de acesso.
41	Sistema de Segurança	12.47	<p>As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.</p>	X			

42	Sistema de Segurança	12.47.1	Quando utilizadas proteções móveis para o enclausuramento de transmissões de força que possuam inércia, devem ser utilizados dispositivos de intertravamento com bloqueio.	X			
43	Sistema de Segurança	12.47.2	O eixo cardã deve possuir proteção adequada, em perfeito estado de conservação em toda a sua extensão, fixada na tomada de força da máquina desde a cruzeta até o acoplamento do implemento ou equipamento.	X			
44	Sistema de Segurança	12.48	As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.	X			
45	Sistema de Segurança	12.49	As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança: a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas; b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas; c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos; d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções; e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas; f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas; g) impedir que possam ser burladas; h) proporcionar condições de higiene e limpeza; i) impedir o acesso à zona de perigo; j) ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário; k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; l) não acarretar riscos adicionais.	X			

46	Sistema de Segurança	12.50	Quando a proteção for confeccionada com material descontínuo, devem ser observadas as distâncias de segurança para impedir o acesso às zonas de perigo, conforme previsto no Anexo I, item A.			X	
47	Sistema de Segurança	12.51	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.			X	OBS: Existem grades que circundam toda a célula evitando o contato dos trabalhadores com a mesma, as portas de acesso possuem sistema de fechadura eletrônica que quando abertas paralisam o funcionamento da célula e possuem características resistentes.
48	Sistema de Segurança	12.52	As proteções também utilizadas como meio de acesso por exigência das características da máquina ou do equipamento devem atender aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades.	X			
49	Sistema de Segurança	12.53	Deve haver proteção no fundo dos degraus da escada, ou seja, nos espelhos, sempre que uma parte saliente do pé ou da mão possa contatar uma zona perigosa.	X			
50	Sistema de Segurança	12.54	As proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem integrar as máquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim.			X	
51	Sistema de Segurança	12.55	Em função do risco, poderá ser exigido projeto, diagrama ou representação esquemática dos sistemas de segurança de máquinas, com respectivas especificações técnicas em língua portuguesa.		X		OBS: Não encontrado projeto com as características de segurança da instalação. Providenciar documentação traduzida para o português.

52	Sistema de Segurança	12.55.1	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 Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - ART/CREA.		X		OBS: Não encontrada manuais de operação e manutenção e projetos relacionados aos equipamentos. Solicitar para o fornecedor em língua portuguesa.
53	Dispositivos de parada de Emergência	12.56	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.			X	OBS: Possui botões de emergência, chave de segurança na porta.
54	Dispositivos de parada de Emergência	12.56.1	Os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento.			X	
55	Dispositivos de parada de Emergência	12.56.2	Excetuam-se da obrigação do subitem 12.56.1 as máquinas manuais, as máquinas auto propelidas e aquelas nas quais o dispositivo de parada de emergência não possibilita a redução do risco.	X			
56	Dispositivos de parada de Emergência	12.57	Os dispositivos de parada de emergência devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus postos de trabalho e por outras pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos.			X	
57	Dispositivos de parada de Emergência	12.58	Os dispositivos de parada de emergência devem: a) ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio; b) ser usados como medida auxiliar, não podendo ser alternativa a medidas adequadas de proteção ou a sistemas automáticos de segurança; c) possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização; d) prevalecer sobre todos os outros comandos; e) provocar a parada da operação ou			X	

			<p>processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares;</p> <p>f) ser mantidos sob monitoramento por meio de sistemas de segurança; e</p> <p>g) ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.</p>				
58	Dispositivos de parada de Emergência	12.59	<p>A função parada de emergência não deve:</p> <p>a) prejudicar a eficiência de sistemas de segurança ou dispositivos com funções relacionadas com a segurança;</p> <p>b) prejudicar qualquer meio projetado para resgatar pessoas acidentadas; e</p> <p>c) gerar risco adicional.</p>			X	
59	Dispositivos de parada de Emergência	12.60	O acionamento do dispositivo de parada de emergência deve também resultar na retenção do acionador, de tal forma que quando a ação no acionador for descontinuada, este se mantenha retido até que seja desacionado.			X	
60	Dispositivos de parada de Emergência	12.60.1	O desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada;			X	
61	Dispositivos de parada de Emergência	12.61	<p>Quando usados acionadores do tipo cabo, deve-se:</p> <p>a) utilizar chaves de parada de emergência que trabalhem tracionadas, de modo a cessarem automaticamente as funções perigosas da máquina em caso de ruptura ou afrouxamento dos cabos;</p> <p>b) considerar o deslocamento e a força aplicada nos acionadores, necessários para a atuação das chaves de parada de emergência; e</p> <p>c) obedecer à distância máxima entre as chaves de parada de emergência recomendada pelo fabricante.</p>	X			
62	Dispositivos de parada de Emergência	12.62	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.	X			

63	Dispositivos de parada de Emergência	12.62.1	Se não for possível o cumprimento da exigência do item 12.62, deve-se garantir que, após a atuação e antes do desacionamento, a máquina ou equipamento seja inspecionado em toda a extensão do cabo.	X			
64	Dispositivos de parada de Emergência	12.63	A parada de emergência deve exigir rearme, ou reset manual, a ser realizado somente após a correção do evento que motivou o acionamento da parada de emergência.	X			
65	Dispositivos de parada de Emergência	12.63.1	A localização dos acionadores de rearme deve permitir uma visualização completa da área protegida pelo cabo.	X			

Fonte: Autor (2015).