

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Carlos Adriano de Sousa

**A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS E SISTEMAS
ELÉTRICOS DE SEGURANÇA PARA A EXTINÇÃO OU
DIMINUIÇÃO DE RISCOS AO TRABALHADOR NAS
OPERAÇÕES COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Taubaté – SP

2020

Carlos Adriano de Sousa

**DISPOSITIVOS E SISTEMAS ELÉTRICOS DE SEGURANÇA
PARA EXTINÇÃO OU DIMINUIÇÃO DE RISCOS AO
TRABALHADOR NAS OPERAÇÕES COM MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me Roberto Turner Gyori

Taubaté – SP

2020

Carlos Adriano de Sousa

**DISPOSITIVOS E SISTEMAS ELÉTRICOS DE SEGURANÇA
PARA EXTINÇÃO OU DIMINUIÇÃO DE RISCOS AO
TRABALHADOR NAS OPERAÇÕES COM MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me Roberto Terner Gyori

Data: __/__/__

Resultado: _____

RESUMO

As atividades com máquinas e equipamentos industriais propiciam inúmeros acidentes de trabalho que ocasionam lesões a integridade física do trabalhador. É necessário diminuir o risco de acidentes com máquinas e equipamentos. A integração do empregador, treinamento e reciclagem é eficaz para todos os empregados que necessitam interagir com as máquinas os equipamentos e as células de robôs. Com essa conscientização, será garantida a segurança no trabalho do empregado, com a redução e eliminação dos riscos nessas atividades.

Palavras chave: Máquinas. Segurança no trabalho. Trabalhador.

ABSTRACT

The activities with industrial machines and equipment provide innumerable accidents at work that cause injuries to the physical integrity of the worker. It is necessary to reduce the risk of accidents with machines and equipment. Employer integration, training and retraining is effective for all employees who need to interact with machines, equipment and robot cells. With this awareness, the employee's job security will be guaranteed, with the reduction and elimination of risks in these activities.

Keywords: Machines. Workplace Safety. Worker.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Proteções fixas por enclausuramento	13
Figura 2 Proteções fixas distantes, grade de perímetro e proteção em túnel	14
Figura 3 Sistema de segurança eletroeletrônico	15
Figura 4 Sistema de segurança eletroeletrônico - cortina de luz	16
Figura 5 Botões de emergência, tipo cogumelo	19
Figura 6 Sinalização de emergência	20
Figura 7 Célula robótica - sistemas de segurança.....	23
Figura 8 Sistema de segurança dinâmica de células robotizadas	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Controle e travamento de fontes de energia.	26
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3	METODOLOGIA	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se às práticas aplicadas nas atividades de máquinas e equipamentos, especificamente em sistemas e dispositivos de segurança, que se não forem seguidos resultam em acidentes.

A REVISÃO DE LITERATURA apresenta o histórico, a importância dos dispositivos e sistemas elétricos de segurança para extinção ou diminuição de riscos ao trabalhador nas operações com máquinas e equipamentos.

A METODOLOGIA relaciona os meios e técnicas utilizadas para a elaboração do estudo.

Em RESULTADOS E DISCUSSÕES são apresentadas as regras e normas de segurança do trabalho com a atividade em máquinas, equipamentos e dispositivos de segurança, bem como a relevância do treinamento e conscientização do trabalhador.

A CONCLUSÃO evidencia a conscientização e treinamento dos trabalhadores em dispositivos e sistemas elétricos de segurança nas operações com máquinas e equipamentos, mantém a integridade física e diminui os riscos de acidentes.

1.1 Objetivo

Mostrar que a conscientização e treinamento dos trabalhadores nos sistemas e dispositivos elétricos de segurança, diminuem os riscos de acidentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Acidente é um termo que deriva de *accidens*, uma palavra latina. Este evento é causado por dano involuntário ou que altera o estado usual dos eventos. O trabalho, entretanto, é um conceito com vários usos: nesse caso, o foco deste estudo e seu significado como a atividade que é desenvolvida em troca de uma compensação econômica (SILVA, 2015).

Um acidente de trabalho, portanto, é uma contingência que ocorre a uma pessoa no âmbito de sua atividade profissional ou durante uma viagem de casa para o local de trabalho (ou vice-versa). A legislação protege os trabalhadores contra esse tipo de acidente (BINDER, 2000).

O desempenho de determinadas tarefas no local de trabalho pode acarretar alguns riscos que podem levar a um acidente de trabalho, dependendo das características pessoais e profissionais do trabalhador e da natureza das instalações, equipamentos e circunstâncias do local de trabalho.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estabelece o princípio de proteção dos trabalhadores contra doenças e acidentes de trabalho. As normas da OIT sobre segurança e saúde ocupacional fornecem ferramentas essenciais para governos, empregadores e trabalhadores para estabelecer tais práticas e garantir a máxima segurança no trabalho (PEREIRA, 2005).

Segurança no local de trabalho é o conjunto de técnicas e procedimentos que visam eliminar ou reduzir o risco que acidentes de trabalho podem causar. Para a lei geral de seguridade social, a segurança é a técnica preventiva, não médica, que trata do estudo e controle dos riscos que podem levar a acidentes e incidentes (MENDES, 2001).

O objetivo da segurança é evitar acidentes / incidentes no local de trabalho e, para atingir esse objetivo, eles são equipados com técnicas estudadas e comprovadas que podem levar a evitá-lo e, além disso, existem dispositivos elétricos/eletrônicos de segurança que isolam a área de risco, principalmente através de intertravamentos elétricos. Além de, dispositivos legais, ou seja, as normas regulamentadoras - a NR 10

e NR 12 que fornecem meios legais e técnicos para garantir a segurança do trabalhador no manuseio de máquinas e equipamentos (BRASIL, 2002).

É importante saber como usar as máquinas e ferramentas utilizadas nos vários trabalhos, bem como os possíveis riscos que possam ocorrer, para evitar acidentes de trabalho.

Condições de segurança em máquinas e equipamentos

Segundo Gonçalves *et al* (2004), máquinas e equipamentos devem atender às seguintes condições de segurança, entre outras:

- As máquinas e ferramentas devem ser seguras e, no caso de apresentar qualquer risco para as pessoas que as utilizam, devem receber proteção adequada.
- Os motores que causam riscos devem ser isolados.
- Eles também devem estar equipados com uma parada de emergência que permita que o motor seja desligado de um local seguro.
- Todos os elementos móveis acessíveis ao trabalhador pela estrutura das máquinas devem ser adequadamente protegidos ou isolados.
- As partes das máquinas e ferramentas nas quais há riscos mecânicos e onde o trabalhador não realiza ações operacionais devem ter proteções efetivas, como tampas, telas, grades e outras.

As máquinas devem ser projetadas e fabricadas de forma que sejam adequadas para sua função e para que possam ser manuseadas, reguladas e mantidas sem risco para as pessoas quando essas operações são realizadas nas condições fornecidas, mas também levando em consideração qualquer uso indevido razoavelmente previsível (MENDES, 2001).

As medidas adotadas devem ter como objetivo eliminar qualquer risco durante a vida útil previsível da máquina, incluindo as fases de transporte, montagem, desmontagem, retirada de serviço e sucateamento (MENEZES, 2009).

A prevenção de riscos de cortes, amputações e outras lesões têm como objetivo evitar o contato dos trabalhadores com as partes móveis da máquina que podem causar danos (NAVARRO, 2007).

Essas partes fundamentais são:

- Ponto de operação: é o ponto em que o trabalho é realizado no material; por exemplo, corte, perfuração, dobra etc.
- Sistema de transmissão de força: todos os componentes do sistema mecânico que transmitem a energia para a parte da máquina que executa o trabalho. Esses componentes incluem polias, correias, bielas, acoplamentos, engrenagens, correntes, manivelas etc.
- Pontos de controle de operação: dispositivos para controlar o processo de movimentação ou operação de uma máquina. Inclui:
- A interface do operador: dispositivos, típicos da máquina, que enviam e recebem informações para o controle.
- A interface da máquina: dispositivos usados para controlar a máquina; pode monitorar posições, pressão de ar ou hidráulica, controlar motores etc. (PINTO, 2011)

Os acidentes de trabalho com máquinas, devido a riscos mecânicos, são causados por contato ou aprisionamento em peças móveis e por golpes com elementos da máquina ou com objetos disparados durante sua operação.

Técnicas de proteção: resguardos

Segundo Silva e Souza (2011), uma proteção é um elemento da máquina usado especificamente para fornecer proteção por meio de uma barreira física que serve para impedir o contato do operador com uma área perigosa. As proteções criam uma barreira material que fica entre as pessoas e os elementos móveis da máquina.

- Nenhuma proteção deve ser ajustada ou removida por qualquer motivo, por qualquer pessoa, a menos que:
- Exista permissão específica dada pelo supervisor.
- Seja uma parte específica do seu trabalho e tenha treinamento suficiente.

- Nenhuma máquina deve ser iniciada, a menos que as proteções estejam no lugar e em boas condições. Se estiver ausente ou com defeito, o supervisor deve ser informado imediatamente.

Técnicas de proteção: tipos de resguardos de segurança

De acordo com Moraes (2011), os resguardos de segurança para máquinas podem ser:

- Protetores fixos: são os mais seguros e devem ser preferidos, sempre que possível. Eles devem ser consistentes e firmemente presos à máquina, não podem ser removidos sem ferramentas.

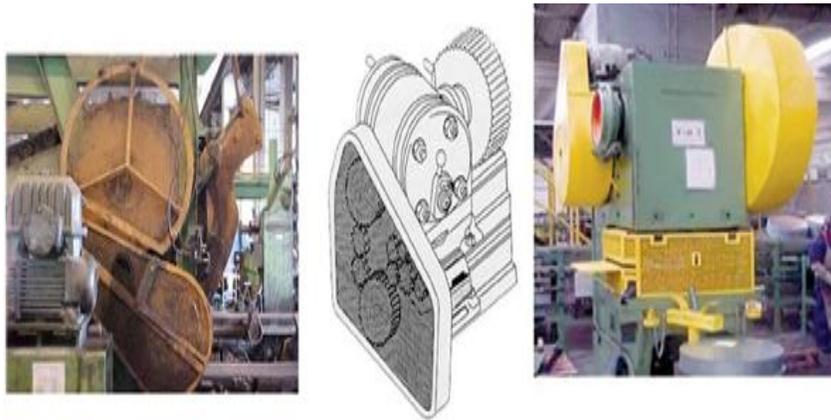


Figura 1 Proteções fixas por enclausuramento

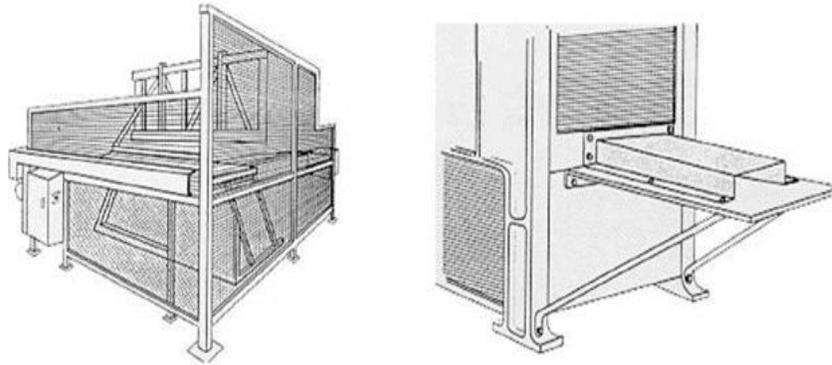
Fonte: MORAES, 2011.

De acordo com Dragone (2011), as proteções fixas, por sua vez, podem ser:

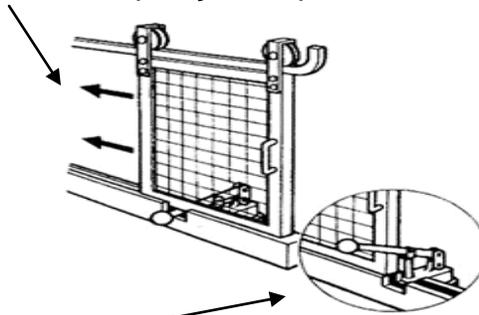
- Envelopes: cobrem completamente a zona de perigo;
- Espaçadores: são guardas fixos que não cobrem toda a zona de perigo, mas a colocam fora da faixa normal. Eles são usados quando é necessário alimentar manualmente a máquina (eles não encobrem completamente a zona de perigo, mas por causa de suas dimensões e distância da área os tornam inacessível).
- Proteções móveis: são mecanicamente associadas à estrutura da máquina por dobradiças ou guias deslizantes; é possível abri-los sem usar

ferramentas. Para garantir sua eficácia protetora, eles devem estar associados a um dispositivo de intertravamento.

- Proteção com dispositivo de bloqueio: quando aberto, dá à máquina uma ordem de parada.



Válvula na posição de parada da máquina



Válvula na posição da máquina em operação

Figura 2 Proteções fixas distantes, grade de perímetro e proteção em túnel

Fonte: MORAES, 2011.

- Proteção com dispositivo de travamento: não permite a abertura até que o movimento perigoso da máquina pare.

A figura 3 apresenta a relação entre os sensores, interface de segurança e atuadores, num sistema de segurança eletro-eletrônico, que restringe o movimento da máquina. O sensor capta o sinal, a interface processa, e o atuador faz o serviço pesado, ou seja, vai liberar os movimentos da máquina. As proteções eletro-eletrônicas são utilizadas em todas as áreas de risco, que compreendem as áreas de trabalho, de transmissão de força ou de movimento. Ressalta-se que as chaves de segurança ou sensores, por si só, não possuem categorias, ou seja, sem que

estejam ligadas a uma interface de segurança, não podem ser classificadas dentro das categorias (PINTO, 2011).

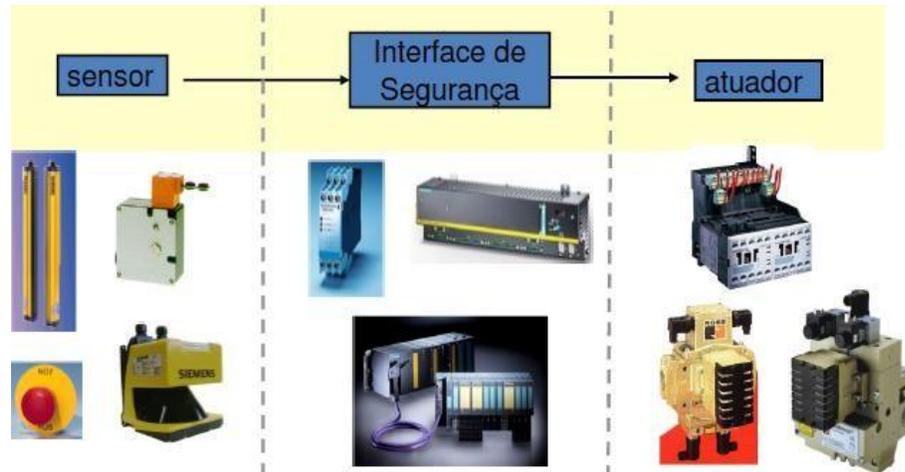


Figura 3 Sistema de segurança eletroeletrônico

Fonte: MORAES, 2011.

As cortinas fotoelétricas são dispositivos cuja função de detecção é realizada por meio de elementos optoeletrônicos de emissão e recebimento, de modo a formar uma cortina de radiações ópticas e que detectam a interrupção destas dentro do dispositivo feita por um objeto opaco presente na zona de detecção especificada.

Dependendo do objeto a ser detectado, ele deve ter uma resolução específica, por exemplo, se você deseja detectar um dedo, a resolução ou a distância entre as vigas que formam a cortina de proteção devem ser iguais ou inferiores a 14 mm. e 40 mm. para uma mão ou um braço. A ação será realizada pela interrupção de um único raio de luz infravermelho, que aciona um alarme e bloqueia um relé localizado na saída do sinal.

Os sistemas de segurança optoeletrônicos, ou barreiras intangíveis não são aconselháveis de se implementar como proteção de perímetro, pois em muitos casos o robô está sendo usado para manipulação e o grampo da peça de aperto pode falhar devido a uma frenagem súbita devido a uma emergência ou falha do sistema; e porque o comprimento do perímetro pode ser considerável, o que pode causar paradas acidentais na produção. Eles podem ser instalados em locais de acesso específicos.

A figura 4 demonstra um sistema de segurança com cortinas de luz como sensores.



Figura 4 Sistema de segurança eletroeletrônico - Cortina de luz

Fonte: GIULIANO, 2011.

- Associado ao comando: a máquina não funciona com o guarda aberto. O fechamento da proteção inicia a operação e para se abrir quando as partes perigosas estiverem em movimento.
- Ajustável e auto regulável: eles incorporam um elemento ajustável ou auto regulável que atua parcialmente como um elemento de proteção. Normalmente, protege a área de corte que é exposta em uma determinada operação.

Scanner a laser

É um sistema de segurança que explora seu ambiente sem contato por meio de um raio laser infravermelho, sem necessidade de usar um refletor ou receptor separado. A área de detecção pode se adaptar perfeitamente à área de proteção que estabelece uma zona de alerta. É muito interessante detectar pessoas em áreas de alto risco ou incorporá-las em sistemas de transporte sem motorista.

Técnicas de proteção: Dispositivos de proteção

Dispositivos de proteção são elementos, que além de proteção, procuram evitar o contato com o elemento móvel. São usados para impedir que a zona de perigo seja acessada durante a operação normal ou em trabalhos de manutenção: parar a máquina, fazendo com que a pessoa tenha que sair do gabinete para operá-la, etc (ESTEVES *et al.*, 2003). Eles isolam o risco sozinhos ou associados a um recebimento eletrônico de informação. Os dispositivos de proteção podem ser:

- Validação: dispositivo de proteção suplementar no comando.
- Sensível: aqueles que fazem com que uma máquina pare quando uma pessoa excede um limite de segurança. Distingue entre:
 - Mecânico: eles realizam uma detecção mecânica através do uso de cabos, sondas telescópicas, plataformas sensíveis, etc.
 - Não mecânico: a detecção é realizada por meios imateriais, como barreiras fotoelétricas, detectores capacitivos, detectores ultrassônicos, etc.
- Limitador: é um dispositivo de proteção que impede que um limite definido seja excedido.
- *Deterrent*: dispositivo de proteção que não impede o acesso, mas o restringe.
- Controle sensível: é um dispositivo de controle que, quando parado deve ser ativado, o atuador retorna à posição de parada.
- Controle com duas mãos: é um dispositivo de controle sensível que requer pelo menos a operação simultânea de dois elementos de atuação (botões de pressão). É usado principalmente em prensas, tesouras, guilhotinas etc., onde há risco de aprisionamento. Como as duas mãos estão ocupadas nos controles, elas estão necessariamente fora da zona de perigo (GIULIANO, 2011).

Deve-se verificar que a máquina funciona apenas com os dois controles e que eles não podem ser operados com uma mão.

- Controle de acionamento por pulso: dispositivo que permite movimentos limitados de um elemento da máquina.
- Intertravamento: impede a operação sob certas condições.

- Retenção mecânica: é um elemento de separação (cunhas, pinos, blocos, calços, parafusos etc.) que é usado para reter algum elemento da máquina. É usado para o trabalho da máquina parado.
- Parada de emergência: dispositivos de resgate para pessoas e indicações para eliminar a fonte de risco, quando o mecanismo de parada não for suficiente para esse fim (PINTO, 2011).

Riscos mecânicos

De acordo com Gatto (2007), além de cortes e armadilhas, as máquinas apresentam outros riscos e, por conta disso, medidas preventivas devem ser criadas para evitar novos riscos. Principais fatores de risco não mecânicos:

- Energias: Evitar o contato com a fonte de energia da máquina através de proteções. No caso de energia elétrica, a possibilidade de:
- Contatos diretos: contato da pessoa com as partes ativas.
- Contatos indiretos: contatos de pessoas com peças que se tornaram ativas devido a uma falha.
- Peças muito quentes ou frias das máquinas podem resultar em queimaduras, e outros ferimentos; deve-se impedir:
- Possíveis contatos de pessoas com objetos ou materiais a temperaturas extremamente altas ou baixas, por chamas ou explosões e também por radiação de fontes de calor.
- Ambiente de trabalho muito quente ou frio, o que causa efeitos prejudiciais à saúde e / ou conforto.
- Produzido por agentes químicos: evite o contato dos trabalhadores com materiais e substâncias nocivos, sejam eles materiais de processo ou gerados pela máquina. Quando o equipamento emite vapores, partículas respiráveis, gases ou líquidos contaminantes, deve-se considerar a possibilidade de eliminar ou substituir algumas substâncias por outras que não são perigosas para as pessoas ou para o meio ambiente ou implementar medidas preventivas.

- Acústica: a exposição ao ruído deve ser eliminada e / ou minimizada, para esse fim.

Sinalização

A NR-12, dos itens 12.116 a 12.124, estabelece quanto à sinalização das máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, que as mesmas devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores (BRASIL, 2011).

A sinalização de segurança, que compreende a utilização de cores, símbolos, inscrições, sinais luminosos ou sonoros, entre outros, deve ser adotada em todas as fases de utilização e vida útil das máquinas e equipamentos, como também, deve ficar destacada, em localização claramente visível e ser de fácil compreensão.



Figura 5 Botões de emergência, tipo cogumelo

Fonte: FIERGS, 2006.

A figura 6 mostra como é sinalizada a emergência numa máquina CNC, com sinais luminosos e sinal sonoro.



Figura 6 Sinalização de emergência

Fonte: SILVA, 2011.

Ressalta-se, que estes símbolos, inscrições, sinais luminosos e sonoros, devem seguir os padrões estabelecidos pelas normas técnicas nacionais vigentes e, na falta dessas, pelas normas técnicas internacionais (BARRETO, 2011).

Robôs

Uma definição do robô é, máquinas automáticas móveis programáveis à vontade e capazes de operar com uma interface humana reduzida ou nula. Atualmente, esses tipos de máquinas são usados em muitas aplicações industriais e médicas, incluindo treinamento.

Os robôs industriais são cada vez mais utilizados para funções fundamentais, como novas estratégias de fabricação (CIM, JIT, produção restrita sem sobras de peças, etc.) em instalações complexas. Seu número e escopo e a complexidade do equipamento e instalações geram riscos como os seguintes:

- Movimentos e sequências de movimentos que são quase impossíveis de seguir, uma vez que os movimentos de alta velocidade dos robôs dentro de sua faixa de ação geralmente se sobrepõem aos de outras máquinas e equipamentos.

- Liberação de energia na forma de partículas projetadas ou feixes de energia, como os emitidos por lasers ou jatos de água.
- Liberdade de programação em termos de direção e velocidade.
- Suscetibilidade a erros induzidos externamente (por exemplo, compatibilidade eletromagnética).

Fatores humanos para acidentes com robôs

Segundo pesquisa realizada no Japão, mais de 50% dos acidentes de trabalho com robôs podem ser atribuídos a falhas nos circuitos eletrônicos dos sistemas de controle. Segundo as mesmas investigações, os erros humanos são responsáveis por menos de 20% dos acidentes. A conclusão lógica disso é que os riscos devido a falhas no sistema não podem ser evitados com medidas relacionadas ao comportamento do pessoal. Portanto, *designers* e operadores precisam contribuir e aplicar medidas técnicas de segurança

O objetivo principal da segurança é tentar evitar os riscos que podem ocorrer em um determinado momento e, em circunstâncias específicas, um acidente de trabalho. A segurança em um robô deve ser levada em consideração desde a fase de projeto e, dada a impossibilidade de agir nessa fase, precisamos exigir alguns elementos de segurança na fase de aquisição, exigindo dos fabricantes uma série de requisitos.

As medidas técnicas de prevenção serão baseadas em dois princípios:

- A ausência de pessoas no espaço controlado durante a operação automática
- A eliminação dos perigos ou, pelo menos, a redução dos riscos durante as intervenções de ajuste, verificação de programa etc., no espaço controlado.

Segurança de células robotizadas

Segundo Esteves e Rodriguez (2003), o uso da lógica de segurança dinâmica tem muitas vantagens em *design*, instalação, manutenção (e, portanto, custos) dos sistemas de segurança da máquina. Este exemplo de aplicação em uma célula robótica

permite apreciar não apenas que as soluções com lógica dinâmica são simples e baratas, mas fáceis de manter - e, portanto, ainda mais interessantes.

Uma célula processa as peças por meio de um robô que as retira continuamente da bandeja de carregamento A e as entrega na bandeja de *download* B. A célula possui uma janela de acesso para bandejas de entrada e saída, além de uma porta de acesso para ajustes e manutenção da célula. Um requisito básico da célula é que a produção não pare durante o carregamento e descarregamento de peças (PIRES, 2009).

O sistema de segurança deve ser tal que detecte a presença em qualquer uma das áreas de carga / descarga e impeça o robô de acessar a área onde a presença do operador foi detectada (CHIA, 2014).

A figura 7, demonstra que cada janela de carregamento / descarregamento da célula incorpora uma cortina de segurança fotoelétrica (convencional, mas com adaptador dinâmico) para detectar o acesso do operador. A posição do robô na área de carregamento A ou descarga B é detectada por um detector dinâmico para cada zona, por meio de cames metálicos que passam por detectores dinâmicos.

A porta inclui um detector dinâmico como o do robô. Finalmente, três botões de emergência, também dinâmicos, foram adicionados. O sistema de segurança é muito simplificado graças ao uso de componentes de segurança dinâmicos, pois consiste em uma série de dispositivos de segurança conectados ao relé de segurança dinâmico: emergências, portas e cortinas.

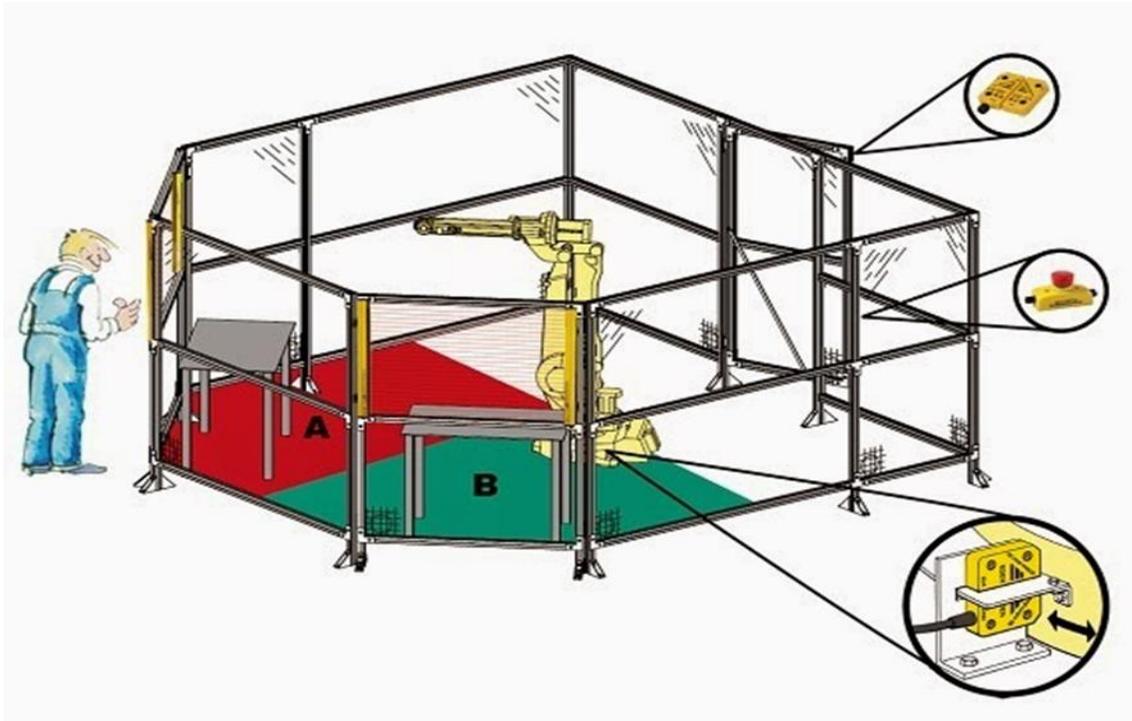


Figura 7 Célula robótica - Sistemas de segurança

Fonte: CHIA, 2014.

De acordo com a tecnologia usada para detectar proteções móveis, as ações de manutenção deverão ser aumentadas:

- Interruptores eletromecânicos convencionais: risco de desacoplamento mecânico, necessidade de um bom ajuste e instalação mecânica, vida útil limitada no número de manobras, alta manutenção.

- Interruptores com atuador separado: o atuador sempre conectado à proteção móvel é inserido no corpo do comutador, mais confiável e com uma montagem mais simples.

- Sensores magnéticos codificados: atuação magnética, seu interior é formado por uma série de ímãs codificados e não é necessário um ajuste muito preciso, permitindo folgas de até 15 milímetros.

- Sensores transponder: ação por efeito de furo, quando o sensor se aproxima da área de trabalho (fechando a porta), ele acumula energia suficiente para emitir um código que é captado por si mesmo. Se o código for pré-atribuído, ele ativará as saídas indicando que a proteção está protegendo.

- Comando de validação: dispositivo de controle adicional operado manualmente e usado em combinação com o comando de partida, pressionando-o continuamente, permite que a máquina opere. Pode ter duas ou três posições. Geralmente está localizado no computador de mão ou no console de programação.

- Controle sensível (ação contínua): aqueles que exigem ação contínua nos dispositivos de controle para que a ação seja eficaz. Eles também costumam estar localizados no computador de mão ou no console de programação.

- Em relação às áreas de carga e / ou descarga de materiais, os dispositivos físicos podem ser utilizados, com uma frequência de abertura cíclica, ou com dispositivos de proteção ativos, tapetes, cortinas ou barreiras ópticas imateriais ou scanners de proteção de área.

A função de segurança (parada de emergência) deve funcionar e estar permanentemente operacional, independentemente do modo de trabalho do robô ou da célula. Os cogumelos devem estar localizados em cada estação de trabalho, fixa ou portátil, nos painéis principais do operador ou nos controles sensíveis, e devem estar sempre operacionais (ROSÁRIO, 2005).

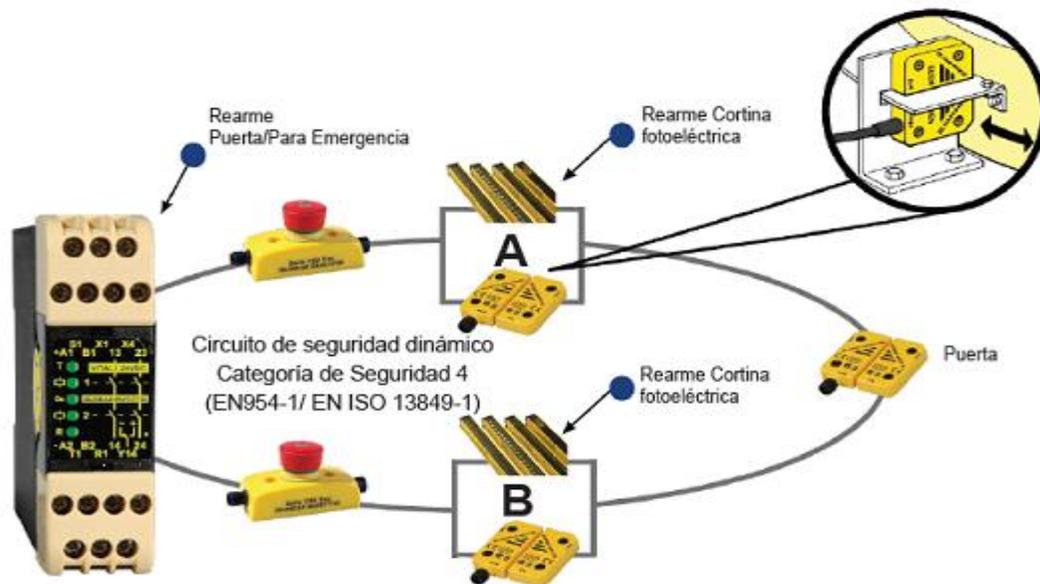


Figura 8 Sistema de segurança dinâmica de células robotizadas

Fonte: CHIA, 2014.

3 METODOLOGIA

Está baseada na obtenção de dados de revistas científicas, análises bibliográficas, “*sites*” especializados em dispositivos e sistemas elétricos de segurança em operações com máquinas e equipamentos e legislação de segurança do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentro da Indústria 4.0 - uma realidade nos tempos de conectividade e digitalização - os robôs colaborativos ganham espaço, buscando melhorar a eficiência e a flexibilidade na produção, unindo habilidades humanas a determinadas capacidades da máquina/robô. No entanto, o posto de trabalho onde esse sistema de produção é inserido também deve ser analisado tanto pelo viés da segurança do trabalho como ergonomia e fatores humanos, considerando o risco ocupacional envolvido.

O termo classificação de segurança nos padrões de segurança robótica é usado em referência a um sistema de controle projetado para proteger trabalhadores ou outros operadores de robôs dos riscos associados a uma instalação específica.

Uma avaliação de risco é um processo iterativo em que um fabricante deve determinar os limites de uma máquina, identificar os riscos, estimar o risco para cada função, avaliar o risco e finalmente eliminá-lo ou reduzi-lo por meio de medidas de proteção. Embora muitos perigos não possam ser completamente eliminados, o objetivo final de uma avaliação de risco é atingir um nível aceitável de cuidado para cada contratempo.

A OSHA – *Occupational Safety and Health Administration Standard Number: 1910.147* , norma que abrange a assistência e manutenção de máquinas e equipamentos nos quais a energização inesperada ou a inicialização de máquinas ou equipamentos ou a liberação de energia armazenada podem prejudicar os empregados. Esta norma estabelece requisitos mínimos de desempenho para o controle de energia perigosa.

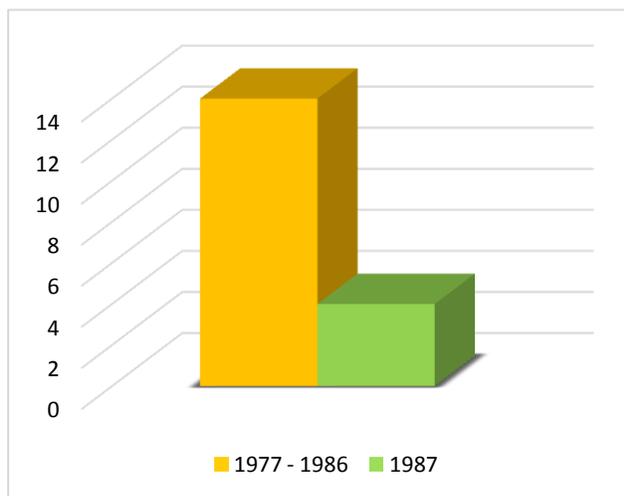


Gráfico 1 Controle e travamento de fontes de energia.

Fonte: *Ford Motor Company*, 1987.

O programa de controle e travamento de fontes de energia – ECPL, tem de fato prevenido muitos ferimentos e salvo muitas vidas desde que foi lançado em 1987.

O programa foi lançado em resposta a constatação de que durante o período de nove anos entre 1977 e 1986, ocorreram 14 mortes nos USA devido a falhas no processo de ECPL.

Desde a introdução do programa em 1987, foram registrados 4 mortes devido a falhas na aplicação do ECPL. Esta é a comprovação de que o programa é eficiente.

O programa de ECPL não serve apenas para instruir sobre sua utilização, mas também demanda que os procedimentos de segurança sejam utilizados quando trabalhamos ou reparamos máquinas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, que a conscientização e treinamento dos trabalhadores em dispositivos e sistemas elétricos de segurança nas operações com máquinas e equipamentos, mantém a integridade física e diminui os riscos de acidentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação brasileira de normas técnicas - NBR- NM -272: 2002. **Segurança de máquina – Proteções** – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis. Rio de Janeiro, 2002. 29p.

BARRETO, Felipe. **Importância da proteção de máquinas e projetos de segurança nas empresas**. 2011. Disponível em:

<http://www.technosupply.com.br/blog/?p=898>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

BINDER, M.C.P.; Almeida, I.M. **Investigação de Acidentes de Trabalho em máquinas e equipamentos industriais** – São Paulo: Editora Mimeo, 2000.151p

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Atualizada pela Portaria SIT nº 293 de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000137CC41BC1F10E4/NR12%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000137CC41BC1F10E4/NR12%20(atualizada%202011)%20II.pdf). Acesso em: 22 jan. 2020.

CHIA, I. M. C. **Segurança em uma célula robotizada**. Monografia de especialização (Automação Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

DRAGONE, José Fausto. **Proteções de máquinas, equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança**. São Paulo: LTR, 2011.

ESTEVES, Marcello; Rodriguez, João Aurélio V. e Maciel, Marcos. **Sistema de intertravamento de segurança**. Projeto final apresentado ao curso de engenharia elétrica com ênfase em eletrônica. Associação educacional Dom Bosco. Resende, Rio de Janeiro, 2003.

FIERGS – Federação das Industrias do Estado do Rio Grande do Sul - **Manual de segurança em prensas e similares**. Porto Alegre: Conselho de relações do trabalho e previdência social, grupo de gestão do ambiente de trabalho, 2006. 134p.

GIULIANO, R. V. **Segurança de máquinas e normas**. 2011. Disponível em: <http://www.norgren.com.br/pdfs/Normas%20aplicadas%20a%20maquinas_Fundacentr o.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2010

GONÇALVES, Cristhiane; Brasileiro, Mara; Miyamoto, Tarcila Y. acidentes de trabalho com máquinas – **Identificação de riscos e prevenção**. Curitiba: 67 2004. Disponível em: < <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/acidmaq.pdf>> Acesso em: 29 jan. 2020.

MENDES, René. **Máquinas e acidentes de trabalho**. Brasília: MTE/SIT; MPAS, 2001. Disponível em: < http://www.previdencia.gov.br/arquivos/office/3_081014-111357-495.pdf >. Acesso em: 30 jan. 2020.

MENEZES, José R.R. **Gerenciamento de riscos** - Bases técnicas para o controle dos fatores de risco e a melhoria dos ambientes e condições de trabalho. Módulo 2, Rio Grande: Colégio Alternativo, 2009. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/AntonioFernandoNavarro/acidentes-do-trabalho-commquinas>. Acesso em: 30 jan. 2020.

MORAES, G. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas**. 8. ed. Rio de Janeiro: GVC, 2011.

PEREIRA, Alexandre Demétrius. **Tratado de segurança e saúde operacional**. São Paulo, 2005.

PIRES, C.M. **Realização de controle de força em robôs manipuladores industriais**, p. 28, Coimbra, 2009.

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

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. 1º ed. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2005

SILVA, L.F. – **Acidentes de trabalho com máquinas**: Estudo a partir do Sistema de Vigilância do programa de saúde dos trabalhadores da zona norte de São Paulo, em 1991- Tese de Mestrado, FSP, USP– 2015.

SILVA, I. B. R.; SOUZA, B. S. **Proteção de máquinas**: A melhor alternativa. *Revista proteção*, Novo Hamburgo, n. 239, p. 76-81, nov. 2011.

OSHA – **Occupational Safety and Health Administration Standard Number**: 1910.147 <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.147>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FORD MOTOR COMPANY - Industria automobilística – Controle e travamento de fontes de energia. USA, 1987.