

APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA 12 EM FURADEIRA DE BANCADA

Geovani Alberto de Oliveira

jovi-oliveira@hotmail.com

Jacqueline Neves Contiero

jack_nc0102@hotmail.com

Orientador Prof. Dr. José Poletto Filho

jpoletto@uol.com.br

Faculdade de Tecnologia de Garça “Deputado Júlio Julinho Marcondes de Moura”

Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial

ABSTRACT

The theme chosen, Application of Regulatory Standard 12 in Drill Bench, aims to develop safety equipment in the worker with low cost, reducing the high accident rates cited by government systems. The Application of Regulatory Standard 12 more expensive investment, because to the high cost of the equipment required by the standard compared to the cost of acquiring a small drill. Anyway it is important for safety and operator health the application of safety standards in order to reduce the accident probability. The project design has led to rigorous research and analysis of the safety follow-up at work and electronic technologies for application and development of an efficient system and in accordance with the standard.

Keyword: Security. Drill Bench. Low Cost.

RESUMO

O tema escolhido, Aplicação da Norma Regulamentadora 12 em Furadeira de Bancada, tem o objetivo desenvolver equipamentos de segurança no trabalhador com baixo custo, reduzindo os altos índices de acidentes apontados pelos sistemas governamentais. A aplicação da Norma Regulamentadora 12 encarece o investimento, devido ao alto custo dos equipamentos exigidos pela norma em comparação com o custo de aquisição de uma furadeira de pequeno porte. Desta forma é relevante para a segurança e saúde do operador a aplicação das normas de segurança no intuito de reduzir a probabilidades de acidentes. A elaboração do projeto conduziu a pesquisas e análises rigorosas do seguimento de segurança no trabalho e tecnologias eletrônicas para aplicação e desenvolvimento de um sistema eficiente e de acordo com a norma.

PALAVRAS CHAVES: Segurança. Furadeira de Bancada. Baixo Custo.

1 INTRODUÇÃO

O Ministério do Trabalho e Emprego (M.T.E.) é responsável pela fiscalização do trabalho no combate de informalidades e descumprimento de Normas (BRASIL, 2015a). Uma das principais normas é a Norma Regulamentadora nº12 (BRASIL, 2013b), que estabelece normas de segurança no uso de máquinas e equipamentos, impondo prazos de adequações para a indústria. Caso esses prazos não sejam cumpridos, acarretará em multas significativas, e em casos de acidentes no trabalho, até mesmo o cumprimento penal do empregador.

A segurança de máquinas é descrita como risco de acidente ou chance de acidente com certo grau de severidade. Sabe-se que tudo ocorre devido a diversos critérios e interações irregulares existentes no processo e no equipamento, no entanto eventos previsíveis onde, uma vez que eliminada causa, pode se impedir que os acidentes ocorridos voltem a acontecer. Tendo a furadeira de bancada como foco, pode-se perceber que a aplicação da NR-12 (BRASIL, 2013b) neste tipo de equipamento torna-se inviável, devido ao alto custo adequação de tais equipamentos às normas. De acordo com o Ministério do Trabalho e Previdência Social, cerca de 100.292 acidentes estão localizados em punhos, mãos e braços (Brasil, 2010/2012) que ocorrem em máquinas como a furadeira de bancada. Cria-se a necessidade do desenvolvimento de equipamentos de segurança com investimento reduzido de forma que a implantação não torne a máquina mais cara a ponto de ultrapassar seu próprio valor de seu comércio, mas mantendo o padrão de segurança e possibilitando a redução do índice de acidentes registrado (BRASIL, 2013a). O desenvolvimento de um protótipo de dispositivo de segurança quer atenda aos requisitos da NR-12 aplicadas à furadeira de bancada garantindo o baixo custo e a segurança do operador, reduzindo o índice de acidentes registrados.

O projeto torna-se relevante, pois possibilita o aumento do número de máquinas e equipamentos nas indústrias com sistemas de segurança confiáveis e que estão em consonância com a legislação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para estudo e elaboração do protótipo, utilizou-se conhecimento de normas regulamentadoras específicas e tecnologias de malha de controle industrial e potência.

2.1 NORMA REGULAMENTADORA 12 (Portaria 3.214,1978).

A Norma Regulamentadora 12 (BRASIL, 2013b) e seus anexos propõem princípios e medidas de segurança que garantem a saúde e a integridade dos trabalhadores, designando princípios para prevenção de acidentes e doenças no trabalho em máquinas e equipamentos, desde sua fabricação até sua utilização. O empregador por sua vez deve adotar medidas de segurança que estabeleçam requisitos de proteção, que é dita em dada sequência medida de proteção coletiva, medida administrativa e de proteção individual. Medida de proteção coletiva corresponde à implantação de proteções físicas nas áreas

de risco. Medida de proteção administrativa corresponde ao treinamento dos colaboradores para garantir o funcionamento dos sistemas de segurança. Medida de proteção individual corresponde à utilização diária e no fornecimento e cobrança por EPIs.

Segundo a Norma Regulamentadora 10, (BRASIL, 2015b) todo o projeto elétrico deve ser seguro o suficiente para evitar perigos como choque, incêndio, explosões e longe ou protegidos de meios corrosivos, devem também possuir aterramento. As instalações elétricas devem assegurar a resistência mecânica de todos os fios energizados e também a instalação de dispositivos de sobre corrente e sobre tensão que garantem a proteção contra elevações.

De acordo com a NR-12, (BRASIL, 2013b) os comandos devem impedir o funcionamento, quando houver a energização da máquina. As máquinas e equipamentos devem ser equipados com dispositivos que impossibilite o acionamento por pessoas não autorizadas, evitando risco à saúde. Dispositivos responsáveis por acionamento e parada devem ser instalados de modo que:

- Não estejam localizados em zonas de perigo;
- Outras pessoas possam desligar ou acionar a emergência em casos de perigo;
- Impossibilite o desacionamento indesejado;
- Não crie riscos adicionais;
- Impossibilite a burla.

As máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, com aspectos de proteções mecânicas, fixas e móveis e dispositivos de segurança e controle interligados.

A implantação do sistema de segurança deve considerar todas as características técnicas e de trabalho para medidas técnicas existentes, tendo por categoria de segurança, conforme análise. Esse sistema deve ser instalado atendendo os seguintes requisitos (BRASIL, 2013b):

- Possuir categoria de segurança, segundo análise NBR 14153;
- Estar sob responsabilidade de um profissional habilitado;
- Possuir conformidade com o sistema de comando a que são aplicados;
- A instalação deve impedir que fossem burlados ou neutralizados;
- Manter vigilância automática de acordo com sua categoria;
- Interromper quaisquer que sejam os movimentos perigosos, quando ocorrem falhas.

De acordo com a categoria, o sistema deverá exigir reset manual, após ocorrência de falha. E para fins de segurança as consideradas proteções utilizadas por meio de barreiras físicas, podem ser proteções fixas que devem ser mantidas permanentes de modo que sua remoção possa ser feita apenas com ferramentas, proteções móveis que podem ser abertas, que devem ser associadas os dispositivos de intertravamento. Classificação de dispositivos de segurança (BRASIL, 2013b):

- Interface de segurança, e comandos elétricos: Dispositivos capazes de efetuar o monitoramento do funcionamento de dispositivos, sem que tenha a perda da função;
- Dispositivos de intertravamento: Chaves magnéticas e mecânicas e outros sensores indutivos de segurança capazes de impedir o funcionamento do elemento;
- Sensores de segurança: Detectores de presença, que atuam quando uma parte do corpo ou uma pessoa invade a zona de perigo, enviando sinal de comando para interromper a ação da máquina.

As proteções móveis devem ser equipadas com dispositivos de intertravamento, com bloqueios associados e permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e travada, assim como quando utilizado de proteções móveis para enclausuramento de transmissões de força que possuam inércia, devem ser usados dispositivos de bloqueio.

As proteções devem ser projetadas atendendo os seguintes requisitos:

- Ser fabricada de materiais adequados e resistentes à projeção de peças e partículas;
- Cumprir todas as funções durante sua vida útil, assim como possibilitar a troca de peças em desgaste;
- Partes firmemente fixadas, garantindo estabilidade e resistência de acordo com seu esforço físico;
- Não criar pontos de esmagamento;
- Não possuir saliência perigosa como extremidades e arestas cortantes;
- Possuir resistência às condições naturais de onde for instalada;
- Impossibilitar acesso à zona de perigo;
- Obter ação positiva;
- Não acarretar riscos adicionais.

As máquinas deverão ser dotadas com um ou mais dispositivo de parada de emergência. Os mesmos não deverão ser usados como dispositivo de partida ou parada e devem estar localizados em locais de fácil acesso. Sua função não deverá prejudicar o sistema de segurança, assim como prejudicar meios para resgate de pessoas. Seu acionamento também deverá resultar a retenção de meios acionadores, seu desacionamento só poderá ser feito manualmente e intencionalmente. Os dispositivos de parada deverão:

- Ser instalados e interconectados suportando condições de operação;
- Sua utilidade deverá ser de uso apenas auxiliar e não alternativo;
- Prevalecer sobre qualquer comando;
- Promover a parada de emergência e operação;
- Estar sempre sob vigilância; (BRASIL, 2013b).

Conforme a Norma de Análise de Riscos, NBR 14153 (ABIMAQ, 1989), a apreciação e análises de riscos são compostas por essa norma técnica, com intuito de analisar os riscos associados a máquinas e equipamentos, impondo a categoria pertencente para construções de equipamento de segurança. Sendo comum que se possua mais de uma categoria, deve-se analisar todo o perímetro da máquina ou equipamento, considerado quaisquer riscos possíveis desde a operação à manutenção.

2.2 SISTEMA DE CONTROLE.

Um sistema de controle consiste em subsistemas e processos reunidos com propósitos de controlar as variáveis de entrada e saída de um processo. Podendo fornecer uma saída ou resposta para uma dada entrada ou estímulo. A entrada representa a resposta desejada, a saída é a resposta real. Exemplo: O botão do quinto andar de um elevador é acionado do térreo, elevador deve subir com uma velocidade e uma precisão de nivelamento projetado para o conforto do passageiro, estas características são, respectivamente, a resposta transitória e o erro de estado estacionário (NISE, 2002).

O Sistema de malha aberta possui a ação de controle independente da saída, portanto a saída não tem efeito na ação de controle. Neste caso, a saída não é medida e nem comparada com a entrada. Um exemplo prático deste tipo de sistema é a máquina de lavar roupa. Após ter sido programada, as operações de molhar, lavar e enxaguar são feitas baseadas nos tempos pré-determinados. Assim, após concluir cada etapa ela não verifica se esta foi efetuada de forma correta (OLIVEIRA, 1999).

Sistema de malha fechada é aquele no qual a ação de controle depende de algum modo, da saída. Portanto, a saída possui um efeito direto na ação de controle. Neste caso, a saída é sempre medida e comparada com a entrada a fim de reduzir o erro e manter a saída do sistema em um valor desejado. Um exemplo prático deste tipo de controle é o controle de temperatura da água de um chuveiro. Neste caso, o homem é o elemento responsável pela medição da temperatura e baseado nesta informação, determinar uma relação entre a água fria e a água quente com o objetivo de manter a temperatura da água no valor por ele tido como desejado para o banho (OLIVEIRA, 1999).

2.3 - ELETRONICA DE POTENCIA, SCR.

O estudo de Tiristores se inicia comparando o com um diodo normal, porém com quatro camadas chamados de diodo *Shockley*.

Para definir o disparo da estrutura de quatro camadas, usa-se o modelo com dois transistores, um PNP e um NPN. As conexões entre eles são tais que parecem realimentação positiva. A corrente de anodo pode ser determinada em função dos ganhos de corrente dos transistores. Conclui - se então, que para baixos valores de corrente os valores dos ganhos também são baixos, a corrente de anodo tem valor próximo da corrente de fuga, dispositivo em corte. Quando a tensão aplicada se aproxima da tensão de disparo, os valores dos ganhos aumentam e exatamente para $U=U_{bo}$ a soma tende para 1, ocorrendo o disparo. Esse mecanismo de disparo é por tensão. Caso seja injetado uma corrente em um terceiro terminal, o disparo pode ocorrer

com valores de tensão abaixo da tensão de *Breakover* (SEABRA, ALBUQUERQUE, 2009).

2.3.1 - Retificador Controlado de Silício (SCR).

Basicamente, como o diodo de quatro camadas, possui um terminal extra, chamado Terminal de Controle ou *Gate*, onde ocorre o controle de disparo. O SCR possui três regiões de operação:

Polarização Reversa: O anodo é negativo em relação ao catodo e nessas condições o SCR comporta-se como um diodo. Se a tensão reversa aumentar além da tensão *Breakdown* (U_{bk}), o SCR será destruído pelo efeito avalanche.

Polarização Direta *Breakover*: O anodo é positivo em relação ao catodo, mas a tensão não é o suficiente para o disparo. Para disparar com o *Gate* aberto, é preciso que a tensão de anodo atinja um valor de *Breakover* (U_{bo}). Quando atingida, o SCR dispara e a corrente de anodo passa bruscamente de zero para um valor determinado pela resistência em série com SCR. A tensão do SCR cai para valores baixos, possuindo assim o comportamento de uma chave fechada com dissipação de potência. Só ocorrerá o corte, quando a corrente de anodo cair para um valor menor, dependendo das especificações técnicas do componente.

Polarização Direta com *Gate*: A diferença da anterior é que ocorre uma injeção de corrente em *Gate*, permitindo controlar o disparo da estrutura de quatro camadas. Quanto maior a corrente injetada, menor a tensão de anodo necessária para disparar a estrutura de quatro camadas. (CRUZ, CHOUERI, 2008).

Com o SCR em corrente contínua, embora o circuito esteja polarizado diretamente, ele permanece bloqueado e a lâmpada apagada. Quando a chave fecha, a tensão do divisor de tensão formado pelos resistores é aplicada no terminal de gatilho do SCR. Assim, a corrente I_g e a tensão V_{ak} são suficientes para colocá-lo em condução, acendendo a lâmpada. Abrindo-se a chave, o SCR continuará em condução. Para bloquear o SCR, pode-se desenergizar o anodo ou igualar a d.d.p com um curto entre anodo e catodo de modo que a corrente de anodo cai para um valor menor que I_h .

O SCR em corrente alternada acaba exercendo duas ações: a primeira como retificador, e a outra como controlador de intervalos de tempo de semiciclos de condução.

Enquanto a chave estiver aberta, ele não conduzirá em nenhum semiciclo. Quando a chave fecha, o SCR permanece bloqueado e só entrará em condução quando for atingido I_g e a tensão da rede um determinado valor de V_{ak} .

O intervalo de tempo dependerá do resistor aplicado como divisor de tensão. Quanto maior seu valor, maior será o valor de I_g para o disparo. Neste caso a carga só receberá metade da potência, devido à condução em apenas um semiciclo, caso seja necessário o aumento de potência, aplica-se um circuito tipo ponte de diodo na entrada da rede (CRUZ, CHOUERI, 2008).

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Determina-se o estudo, através de um crescente número de riscos na indústria metalúrgica, surge à necessidade de desenvolver sistemas mecânicos e eletrônicos, capazes de impedir o contato direto com a zona de risco, impossibilitando qualquer contato com a ferramenta cortante. Cabendo ao sistema a função de impedir o manuseio incorreto e até mesmo impedindo o trabalho, para que os riscos não possam ser gerados. Perante análise de processos de usinagem industrial, optou-se pelo equipamento furadeira de bancada, pelo fato de possuir um baixo preço de custo e as aplicações de segurança um alto valor, que devido a estes valores por muitas vezes inviabiliza o investimento.

O desenvolvimento do protótipo é elaborado através da furadeira de bancada e suas deficiências construtivas, de funcionamento e operação de trabalho, iniciando assim um estudo de funcionamento e operação: A furadeira de bancada é ligada através de um botão liga e desliga, que quando apertado, seu motor é acionado diretamente pelo mesmo e em funcionamento ele irá girar uma transmissão por correia através de duas polias de 5 estágios, podendo então ter regulagens de torque e velocidade. Sua transmissão irá girar o eixo árvore que executará o movimento de furação, já o movimento vertical do eixo árvore é executado através de uma alavanca manual, que quando girada movimentará uma coroa que está engrenada no trilho do eixo, desencadeando o movimento de descida, o retorno do eixo é forçado por uma mola caracol posta entre o eixo da alavanca. A regulagem de profundidade do furo pode ser ajustada através de uma rosca sem fim, localizada na parte superior esquerda da furadeira, onde irá funcionar como fim de curso. As peças a serem furadas são apoiadas em uma base regulável com ângulo e altura através das mãos do operador em todo o processo.

Concluído a análise de variáveis de operação e funcionamento do equipamento, pode-se efetuar a análise de riscos e distinção das mesmas. Através da revisão literária atribuída e a exploração de normas como a NBR 14153, a análise de riscos busca indícios de possibilidade de esmagamentos, corte, postura, movimento de trabalho ou qualquer outro tipo de fraturas e escoriações, categorizando cada possibilidade através de um parâmetro de análise dispostas nas tabelas de apreciação de risco, obtendo o seguinte risco.

Risco de Acidente – Constatado máquina e equipamento sem proteção e arranjos elétricos inadequados; Os riscos presentes nesta etapa são:

- Transmissão de movimento exposta, possível acidente de dedos e mãos.
- Movimento vertical exposto, possível acidente de dedos e mãos presente no movimento.
- Lançamento de cavacos quentes, devido à usinagem executada.
- Não possui dispositivo de parada de emergência.

Categorizando-se o sistema a ser aplicado como nível 3 de segurança, onde o sistema a ser projetado deverá ter certo nível de redundância de funcionamento de monitoramento.

A próxima etapa está baseada em investimentos atuais dos equipamentos presentes no mercado, para fins de desenvolvimento e conclusões viáveis do projeto.

Perante a pesquisa em dólar, pode-se obter que o valor de investimento de segurança neste caso, inviabiliza o mesmo, pelo simples fato de que o valor ultrapassa 400% do próprio valor da máquina, sendo que 220% deste valor são diretamente relacionados ao relê de segurança e sensor a ser aplicado. Enfatiza-se assim, a necessidade e causa do projeto, com a redução do percentual de agregação de valor.

Com base nos investimentos anteriores, onde o essencial dos componentes se torna o relê de segurança e também o de mais elevado custo, inicia-se o desenvolvimento técnico e a prática de testes, para a elaboração de um sistema simples e eficaz que esteja dentro das normas de aplicação e trabalho. O relê de segurança foi desenvolvido para atender a todos os princípios da NR-12, como sistema de controle e monitoramento, sem a utilização da eletrônica avançada de micro controladores, circuitos integrados e pics que neste caso agregam valor de custo ao equipamento, apenas desenvolvimento lógico de relês, transistores e tiristores foram utilizados. Sua estrutura possui 2 entradas de monitoramento, 1 saída de bloqueio, 2 saídas acionadoras, 2 resets, alimentação 24vdc, leds indicativos de setores e sistema ligado. Sua função é monitorar os setores e executar o bloqueio de imediato, assim que a violação for ocasionada por algo imprevisto, só devendo retornar a seu funcionamento quando os setores estiverem ativos sem violação e a função reset for acionada para rearme dos relês. Este controle de não permitir o retorno para o modo de condução está em um único componente: o tiristor SCR, que como citado na revisão bibliográfica é um componente de potência que quando polarizado diretamente, conduzirá assim que um pulso positivo for aplicado ao terminal gate, o mesmo entrará em estado de corte assim que sua diferença de potência for cortada ou diminuída, esta atividade se proporciona através dos setores de monitoramento, que quando violados iram realizar a função de corte do SCR. Cada setor de monitoramento é disposto com um led indicativo de setor violado, led aceso indicará setor em monitoramento, led apagado indicará setor violado, para evitar lapsos eletrônicos o sistema de controle de setores são circuitos distintos controlando o mesmo bloqueio.

Concluído a elaboração do sistema de controle com êxito de funcionalidade e grande queda de investimento, passa-se para o segundo componente que mais agrega valor ao investimento: o sensor de monitoramento e intertravamento.

O desenvolvimento de sensores de intertravamento que possam evitar a burla do sistema exigiu testes magnéticos e mecânicos, adquirindo uma união dos mesmos, onde o sensor elaborado é composto por uma chave magnética e um micro fim de curso. Sua estrutura base é composta de um sensor e um atuador, a base sensor possui acoplado a sua estrutura interna a chave magnética e o fim de curso, ambas são acionadas somente pelo seu atuador, de forma que não aja burla, a instalação do mesmo deverá ser executada de maneira que sua base sensor fique fixada a uma parte fixa da estrutura e seu atuador na parte móvel a ser fechada, dando união ao par sensor atuador fechando seus contatos de monitoramento.

Conclui-se a elaboração do sensor com êxito na redução de custo e trabalho. Pode-se dar continuidade nas proteções exigidas a ser aplicadas como proteções físicas e de funcionamento. Diante da análise de risco prevista na revisão bibliográfica, constatou-se que a melhor opção para isolamento das partes móveis seria o enclausuramento total da furadeira, dispondo para área externa do enclausuramento a alavanca manual, para que o operador possa executar sua tarefa, porém o projeto de uma gaiola

de confinamento foi desenvolvido, através da NR-12 proporcionando segurança e impedindo que o acesso às zonas de perigo seja alcançado através lacunas nas grades, com porta na parte superior para manutenções e troca de correias, uma porta frontal para troca de ferramenta, limpezas e manutenções, onde esta disposta de barreira acrílica para que tenha capacidade visual e interrompa o lançamento de cavacos até o operador, tudo devidamente intertravado.

Completado mais uma etapa de análise e desenvolvimento de proteções, vide que resta mais um problema a se corrigir, a inércia de suas partes móveis, que de fácil solução aplica-se um freio pneumático disposto em sua transmissão, que acionará sempre que um setor for violado parando de imediato o movimento de inércia.

Com continuidade no desenvolvimento do protótipo e ainda dispondo da aplicação da norma, os itens de partidas e paradas do equipamento são instalados em um painel bem localizado para fácil acesso ao operador.

Os requisitos necessários são:

- Disjuntor tipo C, dimensionado conforme a capacidade do equipamento;
- Relê duplo 24 vdc;
- Sinalizador azul para indicar sistema de segurança acionado;
- Sinalizador verde indicará máquina ligada;
- Sinalizador vermelho indicará painel energizado;
- Botão verde liga furadeira;
- Botão vermelho desliga furadeira;
- Botão de emergência aciona estado de emergência;
- Botão azul função reset do sistema.

Finalizam-se todas as etapas de elaboração do projeto, encaminha-se para a montagem final e união de todas as funções desenvolvidas.

Montado as partes físicas e elétricas do equipamento o equipamento deverá exercer tais funções:

- Quando energizado o painel, os sinalizadores indicarão painel energizado e sistema de segurança ativo;
- Para ligar a máquina, todas as portas deverão estar fechadas e o botão de emergência ser desacionado;
- Assim que as portas estiverem fechadas, o botão reset deverá ser pressionado para sair do modo segurança ativo e entrar em modo monitoramento, apagando o sinalizador azul;
- Com o sistema em monitoramento e liberado, basta apertar o botão liga para que a furadeira ligue e acenda o sinalizador verde;
- Todo o processo de trabalho poderá ser exercido, desde que nenhum setor seja violado;

- Caso o sistema seja violado ou um imprevisto venha a ocorrer e o botão de emergência seja acionado, o sistema de segurança entrará em modo ativo de imediato, cortando toda a alimentação do motor e acionando o freio de parada;
- O sistema só voltará a ser liberado quando as portas forem fechadas novamente e o reset for pressionado;
- O desligamento da furadeira deverá ser efetuado pelo botão desliga.

Com base no desenvolvimento e economia obtida, pode-se observar que os propósitos buscados foram alcançados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No dia 8 de Junho de 1978, passou a vigorar a primeira publicação da NR-12 aprovada pelo M.T.E. Desde então, atualizações foram feitas e tecnologias criadas para atender aos princípios de segurança e reduzir o índice de acidentes, porém com um elevado custo, criando a possibilidade da inclusão de um projeto viável para este ramo de máquinas e equipamentos, onde a média de investimento no seguimento de reles de segurança e chaves de segurança é de US\$ 106,89 para relês de segurança e US\$ 66,40 para chaves de segurança.

Através do estudo de tecnologias simples e normas aplicáveis a este seguimento, elaboramos o sistema de controle e monitoramento de segurança de máquinas.

Conclui-se que o projeto se torna claramente viável, alcançando o baixo custo com redução de 51,5% no investimento final e aproximadamente 87% de redução específica do rele e sensor a ser aplicado. Comprova-se então, através de análises e testes executados em todo equipamento, que o projeto obteve sucesso em seu princípio original e normativo, em garantir a segurança do operador com redundâncias, e impedir burlas do sistema. Assim como sua implantação em máquinas de pequeno porte, não só se torna viável como sua comercialização por todo o Brasil poderá criar uma grande demanda de máquinas equipadas com segurança por todo setor industrial, reduzindo o índice de acidentes por sua vez e zelando pela saúde e integridade dos colaboradores sujeitos a danos irreparáveis por negligência, reduzindo a taxa de investimento governamental com colaboradores lesionados, que acabam sendo afastados ou aposentados por orientação médica. Concluindo que a elaboração do protótipo de baixo custo foi possível, mantendo a confiabilidade do equipamento de maneira objetiva atendendo as normas específicas vigentes.

5 REFERÊNCIAS.

ABIMAQ, 1989. **Norma Brasileira Regulamentadora 14153.**

Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/deci/Manual-de-Instrucoes-da-NR-12.pdf>> Acesso em: 05 mar. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, **Fiscalização do trabalho**, Brasília DF.
Disponível em: <http://www2.mte.gov.br/fisca_trab/default.asp> Acesso em: 23 Fev. 2015a.

BRASIL. Previdência Social, Dataprev. Cat., **Registro de acidentes no trabalho**, 2010/2012.
Disponível em:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Qsj5ZcBgNZUJ:www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/31_01.xls+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em:
24 Fev. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, **NR 10** – Portaria nº598, p. 2.
Disponível em:
<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr_10.pdf>
Acesso em: 26. Abr. 2015b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego, **NR 12** - Portaria nº1. 893, p.12.3 á 63, 2013b.
Disponível em:
<[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20\(atualizada%202013\)%20III%20-%20\(sem%2030%20meses\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20(atualizada%202013)%20III%20-%20(sem%2030%20meses).pdf)> Acesso em: 26 Set. 2014.

BRASIL. **17ª Reunião Ordinária da CNTT** – NR-12, Porto Alegre/ RS, 2 a 4 out. 2013a.
Disponível em:
<<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A45B26698014604CF72910AA2/Ata%2017%C2%AA%20-%20CNTT%20NR-12.pdf>> Acesso em: 05 Mar. 2015.

CRUZ, Eduardo Cesar Alves; CHOUERI, Junior Salomão. **Eletrônica aplicada**, 2ª Ed, editora Érica, p. 208, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4ª Ed, editora Atlas, p.47-48, 2002.

NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**, 3ª Ed, editora Rio de janeiro, p. 695, 2002.

OLIVEIRA, Adalberto Luiz de Lima. **Sistemas de controle**, SENAI/CST, 1999.
Disponível em:
<http://www.netsoft.inf.br/aulas/7_EAC_Sistemas_Realimentados/Ebook_CPM_Instrumentacao.pdf> Acesso em: 23 Out. 2014.

SEABRA, Antônio Carlos; ALBUQUERQUE, Rômulo Oliveira. **Utilizando Eletrônica**, 1ª Ed, editora Érica, p 132 e 133, reimpressão 2009.