



XXX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica  
19 a 23 de agosto de 2024, Uberaba, Minas Gerais, Brasil

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA E ACIONAMENTO PARA UMA MÁQUINA-FERRAMENTA EM AMBIENTE DE LABORATÓRIO

Brenda de Sampaio Barros Costa, [brenda.sampaio.027@ufrn.edu.br](mailto:brenda.sampaio.027@ufrn.edu.br)<sup>1</sup>

Lucas José Venâncio de Pontes, [lucas.venancio.700@ufrn.edu.br](mailto:lucas.venancio.700@ufrn.edu.br)<sup>1</sup>

Adilson José de Oliveira, [adilson.oliveira@ufrn.br](mailto:adilson.oliveira@ufrn.br)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho, 3000, Natal, RN, Brasil, 59078-970

**Resumo.** As máquinas-ferramenta são equipamentos mecânicos utilizados para manufatura de componentes industriais. Para realizar uma operação em uma máquina-ferramenta, engenheiros devem-se pensar na sua adequação, desde a instalação até medidas que sejam preventivas e protetivas, de forma ter seu pleno funcionamento e permitir segurança aos operadores. Este estudo teve como objetivo geral desenvolver sistemas de segurança, para área de trabalho, e de acionamento para uma prensa presente no Laboratório de Manufatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O desenvolvimento do projeto foi realizado a partir das definições de requisitos e atividades para os sistemas de segurança e acionamento, com base em uma fundamentação teórica. Os resultados evidenciam a utilização de uma grade de proteção com a presença de sensores de porta aberta associada a um sistema de acionamento eletropneumático do martelo com comando bimanual, além de botão de emergência, montados em um pedestal distante da máquina-ferramenta. A adoção desses sistemas permitiu a realização de testes funcionais de funcionamento para ensaios de laboratório com prevenção de danos à máquina e com segurança ao operador.

**Palavras chave:** Máquina-ferramenta. Sistema de acionamento. Sistema de segurança. Operador de máquina.

**Abstract.** Machine tools are mechanical equipment used for manufacturing industrial components. To carry out an operation on a machine tool, engineers must think about its usefulness, from installation to preventive and protective actions, in order to have its fully functioning and provide safety for operators. The main objective of this study was the developing of a safety, for the working area, and drive systems for a press present in the Manufacturing Lab in the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). The development of the project was carried out based on the definitions of requirements and activities for the safety and drive systems, supported by a literature review. The results were the use of an external protection for machine tool with the presence of open door sensors associated with electropneumatic bimanual control for a hammer movement, in addition to an emergency button, assembled on a pedestal far from the machine tool. The adoption of these systems allowed functional punching tests to be carried out to prevent damage to the machine and provide operator safety.

**Keywords:** Machine Tool, Drive system, Safety System, Machine tool operator.

### 1. INTRODUÇÃO

Um elemento essencial para uma máquina-ferramenta é estabelecer a sua instalação visando como será o funcionamento e o comportamento diante do ambiente alocado. Em geral, há especificações a serem seguidas como: alinhamento e definição de geometria de máquina, reforço adicional pela fundação para permitir a estabilidade, isolamento passivo de perturbações dinâmicas externas e isolamento ativo para proteger o meio ambiente de vibração. Porém, em algumas categorias de máquinas-ferramenta, especificamente de prensas, há a necessidade de possuir um alto nível de rigidez e possuir um isolamento ativo, devido à vibração causada pelo funcionamento (Brecher e Weck, 2021). Além disso, para minimização de riscos há requisitos previstos em normas regulamentadoras com objetivo de avaliar os elementos e recursos operacionais dispostos no ambiente de trabalho. Desta forma, deve ser planejada a instalação adequada a partir da operação, seguindo exigências como o distanciamento de forma que permita a movimentação de entrada e saída, inspeção, manutenção e limpeza. Outros pontos relevantes são deixar a área de trabalho livre de ferramentas, e o nivelamento do piso para resistir à carga demandada sem haver deslocamento. Conseqüentemente, percebe-se a relevância de adequar a máquina com medidas preventivas e protetivas desde a fundação, a fixação, o nivelamento, o sistema elétrico, o pneumático ou o hidráulico, para assim ter um pleno funcionamento da máquina e permitir segurança aos trabalhadores (Fibra, 2015).

Em seguida, com o intuito de minimizar os riscos, surge a demanda da operação da máquina suportada por um sistema de segurança. Por isso, segundo as normas, as zonas sensíveis das máquinas e equipamentos precisam ter proteções físicas, móveis e dispositivos interligados, pensando nas características da máquina e na segurança do operador (Alves, 2015). As proteções fixas são de caráter definitivo para uso duradouro, assim, é necessário um material rígido que suporte os impactos podendo ser utilizadas chapas metálicas, telas de arame, entre outros. Inclusive, a instauração dessas proteções tem que ser fixadas com auxílio de porcas, parafusos, ou até mesmo soldadas, de tal forma que somente sejam retiradas com uso de ferramentas específicas (Vilela, 2000). Já de acordo com a FIEP (apud Bittencourt, 2012), a de proteção móvel caracteriza-se por poder ser aberta sem que haja auxílio de ferramentas. Elas normalmente estão ligadas a estrutura da máquina a partir de algum componente mecânico ou fixo, como exemplo, pode ser uma tampa ou porta, e precisa ser associada a um dispositivo de intertravamento. A função do sistema de segurança é assegurar que haja um impedimento físico nas zonas de riscos, e assim, evitar acidentes com o operador ou a máquina. Desta forma, a máquina deve funcionar apenas se todas as proteções estiverem fechadas ou bloqueadas. Por outro lado, caso isto não aconteça, deve ocorrer o bloqueio pelos dispositivos de intertravamento. Entretanto, mesmo que os dispositivos de intertravamento estejam funcionando corretamente, isto não deve ser o suficiente para acionar a máquina (Bittencourt, 2012).

Nesse sentido, para o acionamento de prensas excêntricas, há um volante, ligado a um motor elétrico, o qual é conectado a um eixo encarregado de converter movimento rotativo em movimento linear. Esta conversão é realizada por um sistema biela-manivela. De forma análoga, o volante, que está girando continuamente, associado às dimensões do sistema biela-manivela, é o responsável por definir a velocidade e o curso do martelo para cada ciclo. Entretanto, para iniciar a operação recomenda-se usar um comando bimanual, sendo inadequado o uso de pedais ou alavancas mecânicas para acionar a máquina. Assim, ao atuar o comando bimanual, pressionando de forma simultânea os dois botões, o sistema faz que aconteça todo ciclo de trabalho, uma vez que o sistema de proteção indique que a zona de trabalho está segura. A essencialidade desse dispositivo deve-se a restringir que o operador utilize as duas mãos, assim, não permitindo elas estarem na zona de trabalho. A utilização do acionamento por comando bimanual não é completamente uma proteção efetiva para o operador, mas colabora muito com a sua proteção física (Fiergs, 2006; Cerna, 2013).

Com base no descrito, o objetivo geral deste estudo é desenvolver um sistema de acionamento, baseado em um comando eletropneumático e a uma determinada distância, associado a um sistema de segurança para uma máquina-ferramenta empregada para o punçionamento de furos em chapas finas de aços. Dessa forma, para atingir o objetivo geral, é necessário que os objetivos subsequentes especificados sejam atingidos, como: a) definição de um sistema de acionamento a distância da máquina-ferramenta; b) análise literatura específica relevante ao funcionamento da máquina-ferramenta; c) aplicação dos itens de acionamento e de proteção ao projeto mecânico, pneumático e elétrico da máquina-ferramenta; d) manufatura, montagem e instalação dos sistemas de acionamento e de proteção.

## 2. METODOLOGIA

Esta seção apresenta as principais etapas para os requisitos de um sistema de segurança e acionamento para uma máquina-ferramenta, localizada no Laboratório de Manufatura da UFRN. Com o intuito de adequar a operação, realizou-se uma fundamentação teórica do tema a partir de normas e procedimentos de segurança para permitir o funcionamento no ambiente fabril. A partir disso, se descreve o que é preciso estabelecer de quesitos para os dois sistemas em questão para assim ser possível a realização das atividades, com o objetivo final de executar ensaios com condições adequadas de segurança operacional. Um fluxograma para alcançar a execução das atividades deste estudo é ilustrado na Fig. 1.

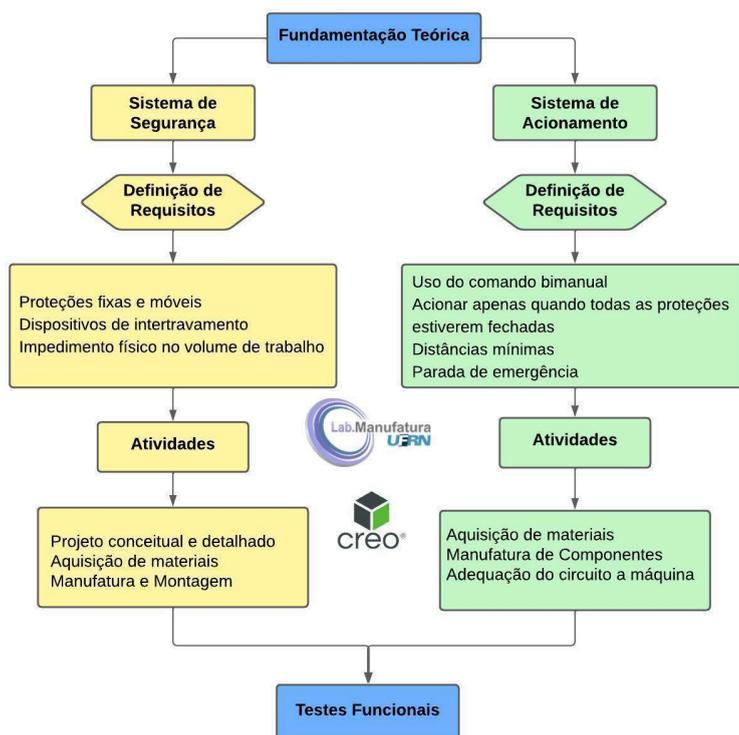


Figura 1. Fluxograma das atividades para a realização do projeto

Conforme a Fig. 1, observa-se que inicialmente foi realizada uma fundamentação teórica sobre o tema instalação e acionamento de máquinas-ferramenta. Em seguida, pode-se definir requisitos para os dois objetivos gerais deste projeto: o sistema de acionamento e o sistema de segurança. Dessa forma, tem-se: (a) proteções fixas e móveis; (b) dispositivos de intertravamento, aplicados em concordância com as normas para impedir o funcionamento da máquina caso as proteções não estejam fechadas corretamente; (c) impedimento físico na zona de trabalho, o que une os dois pontos citados anteriormente, pois quando associados impossibilita qualquer parte do corpo do operador esteja na zona de trabalho ao realizar a operação, como também interliga ao sistema de acionamento, já que apenas as proteções não a acionam. Posteriormente, atribui-se atividades para realizar os referidos objetivos: o projeto conceitual e detalhado do sistema, a aquisição de materiais e componentes necessários para a fabricação das proteções, para permitir a montagem e testes funcionais.

Do mesmo modo, para o sistema de acionamento foi disposto: (a) o uso do comando bimanual, o que promove maior segurança devido ao uso das duas mãos simultaneamente; (b) para a máquina ser acionada, todo o circuito está ligado diretamente ao sistema de segurança devendo estar posicionado de forma correta; (c) ainda pensando na preservação do trabalhador foi calculado a distância mínima do comando bimanual perante a zona de risco, com base na NBR ISO 13855 (2013), obtendo o resultado a partir da Eq. 1.

$$S = (K \times T) + C \quad (1)$$

Em que **S** é a distância mínima (em milímetros), **K** é parâmetro derivado de dados sobre a velocidade de aproximação do corpo ou partes do corpo (em milímetros por segundo), **T** é tempo total de parada do sistema (em segundos), **C** é distância de invasão ou constante do comando bimanual (em milímetros). Uma observação a ser considerada é que caso tenha uma barreira física entre o comando e a área de perigo, pode-se pressupor **C** como zero, mas **S** deve ser no mínimo 100 mm. Ademais, para encontrar o valor de **T** usa-se a Eq. 2.

$$T = T1 + T2 \quad (2)$$

Onde,  $T_1$  é o tempo de atuação da proteção e de resposta dos dispositivos de proteção até gerar o sinal de desligado e  $T_2$  é o tempo exigido para parar a máquina (ambos em segundos). O último quesito, (d) a parada de emergência, que deve ocorrer o desligamento instantâneo quando acontecer algo fora de conformidade. Após isso, estabeleceu-se algumas atividades similares ao sistema de segurança, tais como: a aquisição de materiais para montar o circuito, a manufatura de componentes, e a instalação desses sistemas na prensa. Vale ressaltar que para o cumprimento das atividades citadas, utilizou com suporte às máquinas-ferramentas e equipamentos disponíveis no Laboratório de Manufatura (LABMAN, 2024). Além disso, o software Creo Parametric versão 8.0 foi utilizado para a execução do projeto detalhado. Portanto, com a finalização das atividades que resultam no sistema de segurança e de acionamento, os testes funcionais da máquina-ferramenta podem ser realizados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta a montagem do sistema de segurança para a máquina-ferramenta.

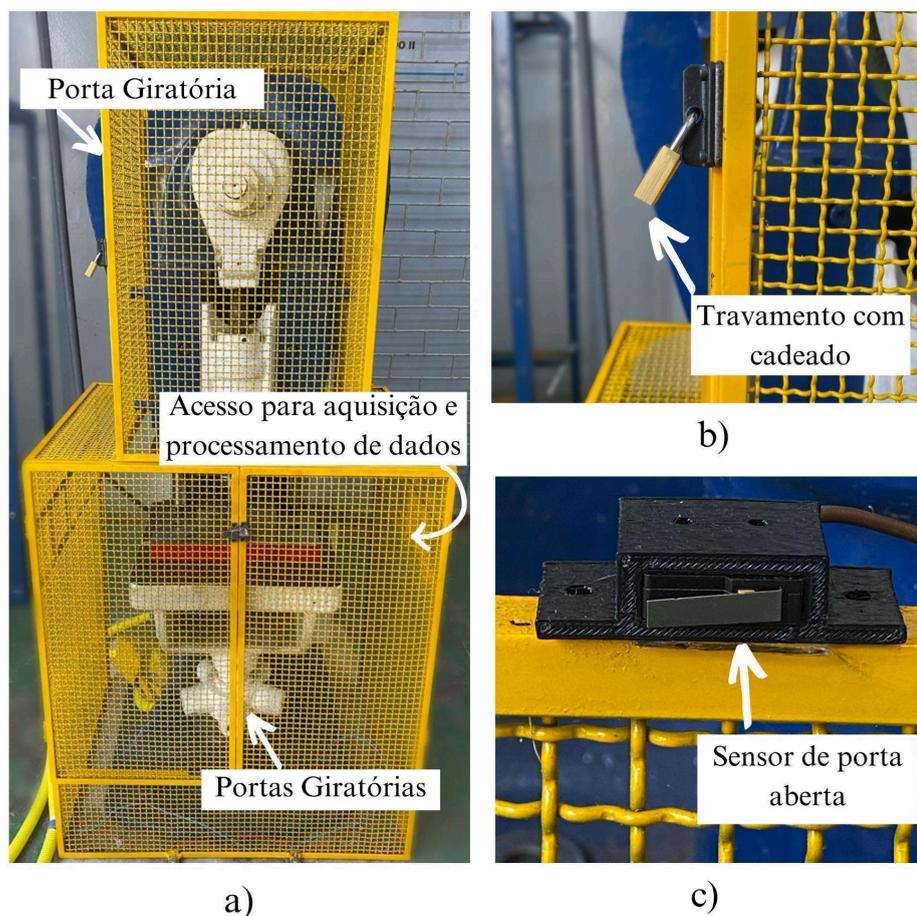


Figura 2. Sistema de Segurança da máquina-ferramenta a) Proteção da máquina; b) Travamento da porta superior da proteção; c) Dispositivo de intertravamento

Com o projeto conceitual e detalhado realizado pode-se manufaturar as proteções fixas e móveis identificadas em amarelo na Fig. 2a. A escolha dessa cor está associada ao padrão de cores para segurança estabelecido na NBR 7195 (2018), sendo símbolo de advertência. Ainda, nas proteções foram conectados dispositivos de segurança, com o objetivo de maior resguardo para o operador, impedindo o acesso a volume de trabalho. Esses pontos estão em conformidade com a norma regulamentadora NR 12 no item 12.5 (Brasil, 2022), que descreve como deve ser o sistema de segurança de máquinas. Dessa forma, para a construção da estrutura descrita, dividiu-se em duas partes: a) proteção da mesa; b) proteção do martelo.

A proteção da mesa (parte inferior da Fig. 2a) é composta por cinco partes: a estrutura, duas portas dianteiras e duas tampas laterais. Inicialmente realizou todo o contorno da estrutura de proteção com o uso de cantoneiras de abas iguais com dimensões de  $\frac{1}{2}$ " e espessura de  $\frac{1}{8}$ " de aço baixo carbono. Essas cantoneiras foram soldadas com dimensões de 850 mm de altura, 700 mm de comprimento e 550 mm de largura. Na parte interna das cantoneiras foi soldada a tela de arame galvanizado com abertura de 10 x 10 mm com o objetivo de limitar o tamanho de partes internas passem pela proteção. Além da segurança, esta escolha permite a visualização do processo, o que é fundamental para experimentos de laboratório. Ademais, de forma complementar, tem-se as duas portas dianteiras, com dimensões de 650 mm x 700 mm, caracterizadas como proteções móveis, pois é necessária uma abertura para o local onde serão introduzidos os materiais para processamento. Por essa razão, essas portas mantêm-se fechadas por meio de um dispositivo de bloqueio simples (fecho tranqueta). Contudo, para identificar o fechamento das portas fazendo com que tenha um funcionamento pleno da operação colocou-se dois sensores de porta-fechada (IMPACTO CNC, modelo KW11-3Z-5A), identificado na Fig. 2c. Há também as tampas laterais, com dimensões de 100 x 100 mm, feitas do mesmo material da estrutura e fixadas a ela com o auxílio de quatro parafusos M4 x 0,7 e com 10 mm de comprimento, de acordo com a norma ISO 4762 (1997). As necessidades dessas tampas são, do lado direito, ser o acesso para os cabos do sistema de aquisição de dados do processo (termopares e acelerômetros); já do lado esquerdo, para as mangueiras do sistema de lubrificação do corte por puncionamento. Além disso, para fixar a estrutura ao piso, ocorreu a manufatura de cantoneiras de fixação de aço de baixo carbono de  $\frac{3}{4}$ " x  $\frac{3}{16}$ ", as quais foram soldadas à estrutura da proteção da mesa. A proteção da mesa foi fixada ao piso com o auxílio do chumbador parabol CBA  $\frac{1}{4}$ " x 2".

Na parte superior da Fig. 2a está montada a proteção do martelo. Ela é constituída de dois componentes: a estrutura e a porta frontal. De forma análoga à parte inferior, a manufatura da estrutura ocorreu a partir da soldagem de cantoneiras e tela de arame com as mesmas especificações técnicas. Entretanto, para esta proteção as dimensões foram: 640 mm de altura, 400 mm de comprimento e 350 de largura. A porta frontal é caracterizada por ser giratória, assemelhando as portas inferiores. Apesar disso, há uma diferença significativa: o travamento é realizado por um cadeado, conforme mostra a Fig. 2b, pois não há sensores de porta. Essa alternativa justifica-se por a porta frontal superior ser mantida constantemente fechada durante a operação. Ela só deve ser aberta, caso seja necessário algum tipo de ajuste ou manutenção no martelo. A proteção superior está fixada na proteção inferior com o auxílio de quatro parafusos M4 x 0,7 mm, conforme norma ISO 4762 (1997). Este é um dos métodos recomendados pela NR 12 no item 12.5.4 "a" (Brasil, 2022), para instalação de proteções fixas.

Com a implementação do sistema de segurança, o próximo passo é o sistema de acionamento do martelo. O objetivo é que ele funcione com as devidas recomendações descritas na NR 12 no item 12.6 (Brasil, 2022), que trata-se dos dispositivos de partida, acionamento e parada. Desse modo, na Fig. 3 mostra os principais elementos constituintes do sistema de acionamento.

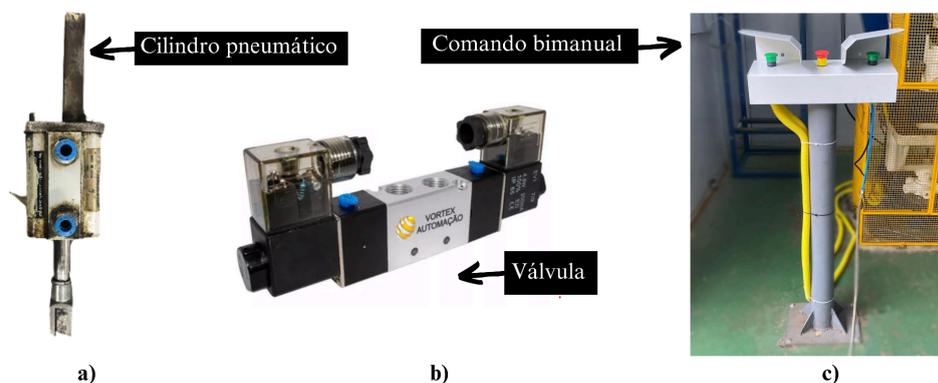


Figura 3. Sistema de Acionamento da máquina-ferramenta a) Cilindro pneumático; b) Válvula de acionamento eletropneumática; c) Comando bimanual

A partir do momento que a máquina-ferramenta é energizada, o volante gira livremente acionado pelo motor com o auxílio das correias. Deste ponto em diante, o acionamento do martelo para um ciclo de trabalho é realizado por um sistema de trava. O destravamento do sistema é realizado por um cilindro pneumático (conforme figura 3a). Assim, o sistema de acionamento divide-se em duas partes: a) sistema pneumático; b) sistema elétrico. O cilindro pneumático tem a função de converter a energia do ar comprimido em movimento mecânico. O modelo utilizado é o SZ6032/25, desenvolvido pela empresa Hoerbiger Origa. O acionamento do cilindro ocorre com o auxílio de uma válvula do tipo duplo solenóide, com 5/2 vias e roscas de entradas e saídas de 1/4" BSP, desenvolvida pela empresa Vortex, associadas a bobinas 220 V (AF, 4V220-08), conforme mostra a Fig.3b. O ar comprimido é fornecido ao sistema por um compressor de 25 litros, modelo MAM-10/50BR, do fabricante Motomil, em uma pressão entre 5 a 6 bar. Seguidamente, com o ar pressurizado faz com que impulsione o pistão e, por consequência, destrave o sistema de acionamento do martelo. Este acionamento é feito por meio do apertado simultâneo de dois botões. Assim que os botões são liberados, o pistão retorna a sua posição inicial, e trava o martelo novamente. Isso acontece por meio de uma chave de fim de curso ligada ao circuito, a qual verifica que um ciclo de trabalho foi realizado. Portanto, a escolha do sistema pneumático deve-se às vantagens de fácil instalação, manutenção simples, segurança e por ser um acionamento rápido. Porém, há algumas desvantagens como necessitar de uma fonte de ar comprimido, bem como ter a possibilidade de vazamento de ar.

Além disso, o sistema elétrico e a válvula para o comando bimanual estão montados em um comando bimanual eletromecânico, desenvolvido pela empresa ISOTRON, e identificado na Fig. 3c. Este dispositivo possui três botões: a) dois verdes, com distância de 310 mm entre si; b) e um vermelho, que correspondem, respectivamente, aos botões de comando e o de emergência. Para ajustar a altura do operador, um pedestal foi construído com tubo de aço baixo carbono com 100 mm de diâmetro sodado a duas placas retangulares, também de aço baixo carbono, com dimensões de 200 x 300 mm. A fixação do comando à base foi realizada com parafusos M6 x 1 com 12 mm de comprimento (ISO 4762, 1997). A base foi fixada ao piso com o auxílio de quatro chumbadores parabolt CBA 5/16 x 2". O pedestal tem a altura de 1000 mm. Assim, para que a máquina funcione, os botões verdes devem ser pressionados simultaneamente, ou seja, somente ter um sinal de saída quando os dois forem acionados, tendo uma defasagem de tempo menor ou igual a meio segundo, esta normatização é conforme o tópico 12.4.3 da NR 12 (Brasil, 2022); e item 3.5 da NBR 14152 (1998).

Há requisitos pelas mesmas normas como ter medidas preventivas para atuação acidental ou de burla, circuito independente da ligação da máquina, o distanciamento adequado da proteção e dos botões (no mínimo 260 mm entre si). Conforme a Eq. 1, pode-se determinar a distância de 1000 mm (com fator de segurança 2) do comando em relação à máquina, considerando que há a proteção entre o comando e a zona de trabalho. Além disso, há o recurso de parada imediata caso haja alguma falha na operação, que é acionada pelo botão vermelho em situações emergenciais. O dispositivo de parada de emergência deve cumprir regulamentações previstas na NR 12 no ponto 12.6 (Brasil, 2022) como: ser um botão de fácil acesso para o operador, interromper imediatamente o funcionamento da máquina, impedir o reinício da máquina até que corrija o eventual motivo do seu acionamento e prevalecer sobre todos os outros comandos.

Os resultados descritos neste estudo evidenciam a preocupação com o sistema de segurança de uma máquina-ferramenta utilizada para restritos ensaios de laboratório. A utilização de comandos de acionamento bimanual minimizam os riscos de partes do corpo do operador estarem em zonas de trabalho, porque suas mãos ficam em uma localização e a uma distância de segurança da área de perigo até que a máquina finalize totalmente o ciclo de trabalho. Além disso, há inclusive o botão de parada de emergência para situações de perigos latentes. Contudo, esse dispositivo de acionamento é um complemento da segurança, devido à necessidade da proteção estar fechada para a máquina-ferramenta funcionar. Assim, é importante ressaltar que a associação do sistema eletropneumático (sistema de acionamento), como o sistema de segurança, resulta da conexão com a válvula de ligação do cilindro e compressor por tubulações e do comando bimanual, chave de fim e os sensores de portas na proteção inferior através de cabos elétricos. Portanto, com a implantação desses sistemas, os procedimentos necessários para utilização segura da máquina são: observar e realizar o fechamento das proteções, ligar a máquina, ativar o compressor de ar, pressionar e soltar os dois botões verdes para realizar um ciclo de operação. Baseado nessa sequência, testes funcionais de punctionamento podem ser realizados em um ambiente mais seguro.

### 3. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, um sistema de segurança e de acionamento foi projetado, manufaturado e montado em uma máquina-ferramenta utilizada nos ensaios de laboratório. Considerando o desenvolvimento realizado neste trabalho, pode-se afirmar que:

- a) Um projeto conceitual e detalhado de um sistema de acionamento de cilindro pneumático foi realizado com o a utilização de válvula duplo solenoide 5/2 vias, um compressor de ar (pressão entre 5 e 6 bar) e acionamento bimanual;
- b) Um sistema de segurança da máquina-ferramenta foi desenvolvido com um somatório de duas estruturas construídas com a combinação de cantoneiras de aço e tela de arame galvanizado com abertura de 10 x 10 mm associados a sensores de porta-aberta;
- c) A manufatura e a montagem do sistema de proteção e acionamento permitem a realização de testes funcionais de punctionamento na máquina-ferramenta em um ambiente mais seguro para o operador.

#### 4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte financeiro concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela empresa Arcelormittal para a realização da pesquisa.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Alves, L. F., 2015 “Aplicação da norma NR-12 para circuitos de segurança utilizando controladores lógicos programáveis e atuadores pneumáticos”. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT), 2018. NBR 7195: *Cores para segurança, segunda edição*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT), 2013 . NBR ISO 13855: *Segurança de máquinas — Posicionamento dos equipamentos de proteção com referência à aproximação de partes do corpo humano*. Rio de Janeiro..
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT), 1998. NBR 14152: *Segurança de máquinas - Dispositivos de comando bimanuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto*. Rio de Janeiro.
- Bittencourt, S. D., 2012. “Segurança em Prensas e Similares”. 2012. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Brasil, 2022. *NR 12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos*. Redação dada pela Portaria SEPRT nº 916, de 30/07/19 - Atualização Portaria MTP nº 4219, de 20 de dezembro de 2022). Ministério do Trabalho e Emprego, República Federativa do Brasil.
- Brecher, C. e Weck, M., 2021. “Machine Tools Production Systems 2: Design, Calculation and Metrological Assessment”. Germany: Springer. p.135 - 155.
- Cerna, P. C F., 2013. “Retrofitting de uma prensa mecânica excêntrica de acionamento por engate de chaveta”. 2013. 51 f. TCC (Especialização em Automação Industrial) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba.
- Federação Das Indústrias Do Distrito Federal (FIBRA), 2015. “NR- 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos: Manual de Orientação Sindical e Trabalhista”. / Fibra. Brasília: Fibra, 2015. 94 p.: v.2.
- Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), 2006. “Manual de Segurança em Prensas e Similares”. Porto Alegre: Conselho de Relações do Trabalho e Previdência Social, Grupo de Gestão do Ambiente de Trabalho. 134p. il
- International Organization For Standardization, 1997. ISO 4762: *Hexagon socket head cap screws - Vis 2 iete cilindrique 5 six pans creux, third edition*. Genebra.
- Laboratório de Manufatura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LABMAN), 2024. Acesso em 18 mar. 2024 <[https://labman.ct.ufrn.br/pagina.php?a=maq\\_convencionais](https://labman.ct.ufrn.br/pagina.php?a=maq_convencionais)>.
- Vilela, R. A. G., 2000. “Acidentes do trabalho com máquinas: identificação de riscos e prevenção”. São Paulo: Instituto Nacional de Saúde no Trabalho. 33 p.

#### 5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.