

Inspeção de segurança baseada nos requisitos da NR-12: estudo de caso em um Laboratório de Usinagem

Abraão Marques da Silva ^[1], Fabrícia Nascimento de Oliveira ^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido., Graduando em Engenharia mecânica; aluno; abraaomarkes1997@gmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-Árido., Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais; orientadora; fabricia@ufersa.edu.br

Data da defesa: 15/10/2024;

Resumo: As máquinas e equipamentos dos laboratórios de ensino e pesquisa das instituições de ensino precisam apresentar o mínimo de segurança para os usuários. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as máquinas do laboratório de usinagem da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), com ênfase na adequação à norma regulamentadora de número 12 (NR-12). Para isso, foi realizada uma inspeção de segurança utilizando um *checklist* contendo 54 itens baseados nos requisitos da NR-12. Os resultados mostraram que, embora aspectos como sistemas de segurança e sinalização atendem parcialmente à Norma Regulamentadora 12, foram identificadas algumas falhas, como a falta de procedimentos de trabalho e segurança e ausência de inventários de máquinas. Para mitigar esses problemas, recomenda-se a instalação de cabine de proteção na fresadora, reparos na tela de proteção da furadeira de coluna, implementação de plano de manutenção, criação de um livro de registro de manutenções e conserto do compressor do torno CNC, como ações essenciais para garantir um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

Palavras-chave: Segurança em laboratório; máquinas e equipamentos; análise de conformidade.

1. INTRODUÇÃO

A segurança no ambiente de trabalho, especialmente em operações com máquinas e equipamentos, deve ser vista como prioridade para assegurar que os envolvidos nas atividades desenvolvam tarefas que não afetem sua integridade física ou mental. De acordo com [1], a segurança do trabalho não é mais considerada um gasto desnecessário, mas sim uma medida essencial para reduzir custos em decorrência de acidentes ou doenças ocupacionais, precisando ser implementada em todos os locais, inclusive no ambiente acadêmico para que servidores e acadêmicos transitem os diferentes espaços das instituições de ensino superior de forma segura.

Assim como qualquer outro ambiente, os laboratórios de ensino e pesquisa das universidades apresentam riscos para os usuários, que conforme aponta [2], os principais perigos estão associados a máquinas desprotegidas, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado e armazenamento inadequado de materiais. Em decorrência desses perigos, a implementação efetiva das normas regulamentadoras torna-se essencial para garantir a segurança dos operadores e prevenir acidentes potenciais, promovendo um ambiente verdadeiramente seguro e produtivo.

A relevância da aplicação das Normas Regulamentadoras (NR's) em laboratórios acadêmicos é essencial para salvaguardar a segurança e saúde tanto de estudantes quanto de profissionais atuantes. Segundo [3], ao garantir a aplicação rigorosa das diretrizes das NR's, não apenas se resguarda a integridade física dos envolvidos, mas também contribui para a excelência nas atividades de pesquisa e experimentação, estabelecendo um ambiente seguro e eficaz para o aprendizado e desenvolvimento profissional. No caso específico de laboratórios de engenharia mecânica, que envolvem máquinas e equipamentos com riscos adicionais, destaca-se a relevância da Norma Regulamentadora 12 (NR-12).

A implementação da NR-12 em ambientes como o laboratório de usinagem é de extrema importância, dada a complexidade e os riscos inerentes às atividades desempenhadas. A NR-12, estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, visa assegurar a segurança dos trabalhadores envolvidos em máquinas e equipamentos, impondo requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e aprimoramento das condições de trabalho. Conforme [4], a norma 12 apresenta dezesseis itens, como: princípios gerais; arranjo físico e instalações; instalações e dispositivos elétricos; dispositivos de partida, acionamento e parada; sistemas de segurança; dispositivos de parada de emergência; componentes pressurizados; transportadores de materiais; aspectos ergonômicos; riscos adicionais; manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza; sinalização;

manuals; procedimentos de trabalho e segurança; projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título e exposição; capacitação, além de doze anexos.

O presente trabalho delimita-se na análise de conformidade com a NR-12 de um laboratório de usinagem de uma universidade, que abriga uma diversidade de maquinários, incluindo torno, fresadora, furadeira de bancada, furadeira de coluna, esmeril, serra fita e serra policorte. A NR-12 visa não apenas a conformidade legal, mas assegurar um ambiente laboral seguro e propício ao desenvolvimento das atividades. Ao abordar este desafio, a pesquisa busca compreender as especificidades do laboratório em questão e analisar as estratégias de segurança específicas para cada equipamento, considerando as peculiaridades operacionais e os potenciais riscos associados. Este enfoque personalizado visa não apenas atender às exigências normativas, mas também otimizar as condições de uso, promovendo um ambiente mais seguro e eficiente.

Este estudo justifica-se pela necessidade da promoção da segurança ocupacional integrada às práticas diárias do ambiente acadêmico, assegurando a integridade dos operadores e a eficácia contínua das medidas de segurança implementadas. Ao introduzir o protocolo da NR-12, não apenas atendem-se aos requisitos legais, mas também se fomenta a formação de profissionais conscientes e engajados na segurança durante suas atividades laborais. Esse enfoque ressoa com trabalhos desenvolvidos por outros autores, como [5] e [6], que enfatizaram a segurança em ambientes de laboratórios acadêmicos.

Além das pesquisas mencionadas anteriormente, diversos estudos foram conduzidos por outros pesquisadores com o intuito de verificar a segurança em ambientes acadêmicos, tais como o trabalho de [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13] e [14].

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma inspeção de segurança nas máquinas do laboratório de usinagem da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), com ênfase na adequação à norma regulamentadora de número 12. A escolha desse objetivo foi motivada pela relevância do conhecimento aprofundado da NR-12, essencial para a segurança no uso de máquinas e equipamentos, especialmente em ambientes de engenharia mecânica. Essa norma é fundamental para garantir que as máquinas operem de maneira segura, protegendo tanto os operadores quanto o ambiente de trabalho. Assim, a adequação às exigências da NR-12 torna-se uma prioridade indispensável para a formação e prática dos engenheiros mecânicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O local onde foi realizada a pesquisa foi o laboratório de usinagem da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) utilizado para aulas de ensino, pesquisa e extensão do curso de engenharia mecânica. Inicialmente foram verificadas as máquinas presentes no ambiente que totalizaram em dez máquinas sendo elas: torno CNC, torno mecânico, fresadora, esmeril, furadeira de bancada, furadeira de coluna, serra fita, serra policorte, afiadora. Foram analisadas todas as máquinas do local, exceto um dos esmeris porque não continham informações suficientes sobre ele, esmeril este que foi doado por outro laboratório pertencente à antiga ESAM, assim não contendo dados suficientes para a pesquisa. As coletas de dados ocorreram em 4 visitas ao laboratório nos meses de janeiro, fevereiro e abril do ano de 2024, sendo uma das visitas acompanhadas pelo técnico de laboratório.

A coleta de dados e a verificação das condições de uso e segurança das máquinas foram realizadas por meio de um *checklist* estruturado com base nos requisitos da NR-12. A escolha desse instrumento como ferramenta de análise nesta pesquisa foi fundamentada em estudos anteriores, como os de [5], [6], [7], [8] e [9], que demonstraram sua eficácia na avaliação de conformidade de máquinas e equipamentos em ambientes laboratoriais. Esses trabalhos reforçam que o *checklist* proporciona uma abordagem sistemática e eficaz para identificar não conformidades e sugerir melhorias de segurança, sendo amplamente utilizado como referência para diagnósticos de segurança em laboratórios de ensino. O *checklist* constou com 13 tópicos e 54 itens, conforme modelo apresentado no Quadro 1.

O *checklist* tinha 13 tópicos que versavam sobre arranjo físico e instalações; instalações e dispositivos elétricos; dispositivo de partida, acionamento e parada; sistemas de segurança; dispositivos de parada de emergência; componentes pressurizados; riscos adicionais; manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza; sinalização; manuais; capacitações; procedimentos de trabalho e segurança; outros requisitos específicos de segurança (Quadro 1).

Os itens de cada tópico passaram pela análise e poderiam ser enquadrados em “conforme” quando atende totalmente ao item da NR-12; “parcialmente conforme” quando atende ao item, mas de maneira parcial e “não conforme” quando não atende nada do item analisado da norma 12. O campo de “observações” é onde encontram-se observações diretas do pesquisador quando necessárias nas situações de parcialmente conforme e não conforme e essas informações foram complementadas com registros fotográficos.

Para calcular a porcentagem de conformidade de cada tópico foi utilizado o número de itens conformes no tópico e dividiu pelo total de itens do tópico e o resultado multiplicou por 100, ou seja: conformidade do tópico = (total de itens conformes no tópico / total de itens do tópico) x 100. Já para a porcentagem final de conformidade identificada no local analisado calculou-se o número total de itens conformes e dividiu pelo total de itens analisados e o resultado multiplicou por 100, ou seja: conformidade do local = (número total de itens conformes / total de itens analisados) x 100

QUADRO 1. Modelo de *checklist* aplicado no laboratório de usinagem da UFERSA

Tópicos	Total de item avaliados	C	N	P	Observações
3.1 Arranjo físico e instalações	5				
3.2 Instalações e dispositivos elétricos	5				
3.3 Dispositivo de partida, acionamento e parada	2				
3.4 Sistemas de segurança	6				
3.5 Dispositivos de parada de emergência	5				
3.6 Componentes pressurizados	2				
3.7 Riscos adicionais	3				
3.8 Manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza	5				
3.9 Sinalização	9				
3.10 Manuais	3				
3.11 Procedimentos de trabalho e segurança	3				
3.12 Capacitações	3				
3.13 Outros requisitos específicos de segurança	3				
TOTAL	54				

Legenda: C= conforme; N= Não conforme; P= parcialmente conforme. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Além da aplicação do *checklist* também foram coletadas informações sobre as máquinas, como o modelo, marca e ano de fabricação, permitindo uma compreensão detalhada das características dos maquinários analisados e auxiliando na identificação de possíveis pontos de conformidade e risco dentro do ambiente avaliado. Por fim, os dados coletados foram analisados por meio de porcentagens e os resultados foram expressos em gráficos, figura e quadros para apresentar a conformidade relacionadas à adoção da NR-12.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as máquinas avaliadas no laboratório de usinagem foram fabricadas em 2010, exceto a afiadora e serra policorte que foram fabricadas respectivamente nos anos de 2011 e 2021. Na Figura 1 é apresentada a porcentagem de conformidade dos itens avaliados em cada tópico. Os requisitos dos itens "Sinalizações" e "Sistemas de Segurança" registraram o maior número de itens classificados como parcialmente conformes. O tópico "Procedimentos de Trabalho e Segurança" destacou-se com o maior número de não conformidades, enquanto os tópicos "Outros Requisitos Específicos de Segurança" e "Manuais" apresentaram a maior porcentagem de itens conformes, refletindo uma maior aderência à NR-12 nestes aspectos.

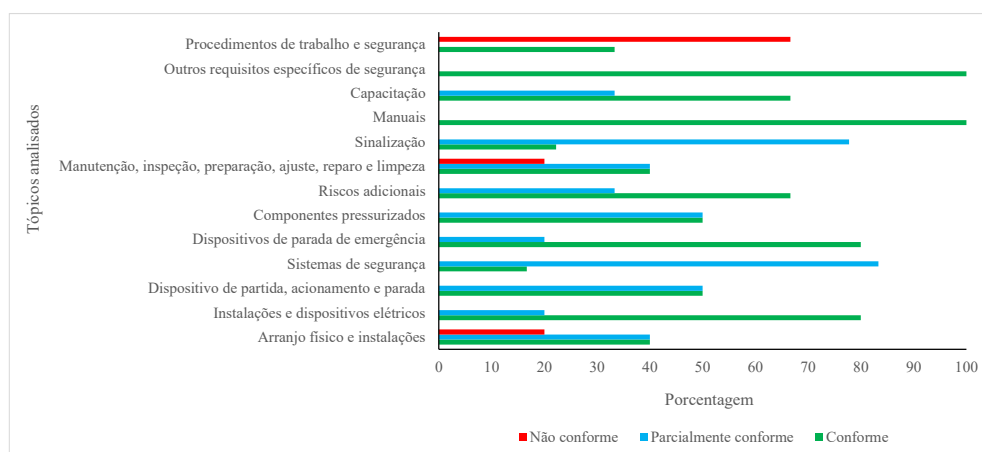


FIGURA 1. Tópicos analisados na inspeção de segurança no laboratório de usinagem da UFERSA. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.1 Arranjo físico e instalações

No tópico “arranjo físico e instalações” teve-se os itens “as ferramentas utilizadas nas aulas práticas ou ensaios devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade” e “máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas de estabilidade” considerados conforme por apresentarem exatamente o que os itens 12.2.5 e 12.2.6 da NR-12 determina. As ferramentas utilizadas pelos usuários são organizadas em armários, nos quais foram encontrados cinco armários no local com ferramentas para uso geral, sendo esses servindo de guarda dos acessórios para furadeiras, tornos e a fresadora. Também se observou no local que as máquinas estacionárias, como tornos, esmeril, furadeiras e a fresadora, contém

amortecedores do tipo *vibra-stop* como medida preventiva de estabilidade evitando vibrações, choques, forças externas previsíveis e qualquer outro motivo acidental como mostrado na Figura 2.



FIGURA 2. Arranjo físico e instalações do laboratório de usinagem da UFERSA: (A) vibra-stop do torno mecânico; (B) vibra-stop do torno CNC; (C) vibra-stop da furadeira de coluna; (D) vibra-stop da furadeira de bancada; (E) vibra-stop do esmeril; (F) vibra-stop da fresadora. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os itens do tópico “arranjo físico e instalações” referentes à manutenção de “áreas de circulação desobstruídas” e à “distância mínima para segurança e movimentação dos usuários”, foram classificados como parcialmente conforme por atender parcial aos itens 12.2.1.2 e 12.2.2 da NR-12. Como ilustrado nas Figuras 3A e 3B, a furadeira de bancada apresentava sua área de circulação obstruída por um armário e alguns bancos, que, em emergências, se tornariam obstáculos nas rotas de fuga. Esse problema também foi identificado em estudos anteriores, como o de [6], onde um armário bloqueava a passagem quando sua porta estava aberta, e no trabalho de [7], que apontou a presença de cilindros de gases obstruindo uma área de circulação. Além disso, a furadeira analisada no presente estudo apresentava limitação de espaço para uso, com o armário localizado a apenas 0,8 metros de distância frontal e a máquina a 0,10 metros da parede, dificultando a movimentação do operador.

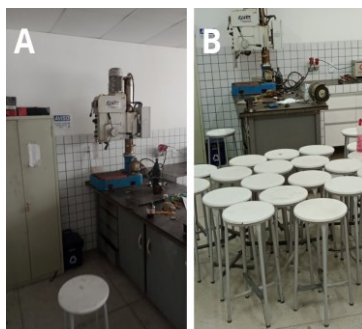


FIGURA 3. Arranjo físico e instalações do laboratório de usinagem da UFERSA: (A) limitação de movimentação do usuário; (B) áreas de circulação obstruídas. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para finalizar o tópico “arranjo físico e instalações” observou-se na inspeção de segurança que o item “demarcação das áreas de circulação nos locais de máquinas” se classificou como não conforme como indicado na Figura 4, por não atender o que determina o item 12.2.1 da NR-12. Observa-se que nos locais de instalações não existiam marcações no piso onde se encontravam instaladas as máquinas e equipamentos, e conforme a NR-12 essas áreas de circulação devem ser mantidas demarcadas em conformidade com as normas técnicas oficiais. Estudos como os de [5] e [8] também não identificaram marcações adequadas nessas áreas de circulação das máquinas, resultando em classificação não conforme. Já na pesquisa de [6], apesar da presença de demarcações com fita branca, o item foi considerado não conforme.



FIGURA 4. Arranjo físico e instalações do laboratório de usinagem da UFERSA: (A) Fresadora não demarcada; (B) Torno mecânico não demarcado; (C) Torno CNC não demarcado; (D) Furadeira de coluna não demarcada; (E) Furadeira de bancada não demarcada; (F) Esmeril não demarcado; (G) Afiadora não demarcada; (H) Serra policorte não demarcada; (I) Serra fita não demarcada. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.2 Instalações e dispositivos elétricos

No tópico “instalações e dispositivos elétricos” teve-se cinco itens analisados, sendo os itens “aterramento conforme normas técnicas oficiais vigentes”, “proteção contra sobrecorrente em equipamentos com fonte externa de energia”, “proteção contra sobretensão quando houver risco de acidentes”, e o item “os quadros ou

painéis de comando e potência das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança: proibição das partes energizadas expostas, proibido usar chave geral para partida e parada e proibido a utilização de chave tipo faca em circuitos” estavam conforme a NR-12. As máquinas presentes no laboratório já vêm de fábrica atendem aos itens 12.3.2; 12.3.7; 12.3.7.1 e 12.3.8 da NR-12. Nesse tópico não foi encontrado nenhum item não conforme, porém encontrou-se um item parcialmente conforme. O item parcialmente conforme desse tópico se refere as “proteções específicas para quadros ou painéis de comando e potencial das máquinas”. De acordo com o item 12.3.5 da NR-12, os quadros ou painéis devem possuir porta de acesso mantida permanentemente fechada, possuir sinalização do risco de choque elétrico e ser mantido em bom estado de conservação. Porém verificou-se no local que os painéis estão em boas condições de conservação, limpos, isentos de objetos e ferramentas, mas não possuem uma porta de acesso mantida permanentemente fechada, devido ao botão de abertura do painel elétrico da furadeira de bancada está danificado no momento da inspeção (Figura 5C).



FIGURA 5. Instalações e dispositivos elétricos do laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Botão de acesso do painel elétrico da fresadora; (B) Botão de acesso do painel elétrico da furadeira de coluna; (C) Botão de acesso danificado do painel elétrico da furadeira de bancada; (D) Painel elétrico do torno mecânico com sua chave de acesso; (E) Painel elétrico do torno CNC com sua chave de acesso. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.3 Dispositivo de partida, acionamento e parada

No tópico “dispositivo de partida, acionamento e parada” foram avaliados dois itens, sendo um avaliado como conforme e o outro como parcialmente conforme. O item “os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que: não se localizem em zona perigosa; possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador; impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental; não acarretem riscos adicionais; e dificulte-se a burla”. Esse item foi avaliado como conforme pois atende ao item 12.4.1 da NR-12. Assim como os estudos realizados por [5] e [6], as máquinas analisadas no laboratório de usinagem atendem todos os requisitos referidos nesse item.

Já o item “comandos de partida das máquinas devem evitar a ativação automática ao serem energizados” foi classificado como parcialmente conforme por atender em partes o item 12.4.2 da NR-12. A única inconformidade identificada foi no esmeril, que, quando a chave está ligada e energizado, opera normalmente, sem interrupções, evidenciando a ausência de dispositivos de segurança que impeçam seu funcionamento em situações inadequadas.

3.4 Sistema de segurança

No âmbito do tópico “sistema de segurança”, dos seis itens analisados, um foi avaliado como conforme e os demais como parcialmente conformes. O item “após acionar o dispositivo de parada, a parada deve ser mantida até que existam condições seguras para o rearme” foi classificado como conforme por atender os requisitos necessários do item 12.5.3.1 da NR-12. Todas as máquinas que apresentam dispositivos de parada atendem ao item da norma. Também se abordou o item referente à “proteção por meio de barreira física, que deve ser fixa ou móvel”, este critério é parcialmente atendido ao item 12.5.4 da NR-12 devido à situação da furadeira de coluna, cuja proteção encontra-se danificada, conforme evidenciado na Figura 6A, assim como o esmeril, que perdeu sua proteção original ao longo do tempo. No que diz respeito à “proteção móvel para uso múltiplo por turnos com intertravamento até a eliminação do risco”, embora os tornos e a furadeira de bancada e coluna possuam tal dispositivo, apenas o torno CNC consegue eliminar completamente o risco por meio de sua cabine como requisitado pelo item 12.5.6 da NR-12. No entanto, a furadeira de coluna apresenta este dispositivo danificado, como pode ser observado na Figura 6A. Na pesquisa de [5], foi constatado que as proteções das máquinas analisadas variam em sua conformidade: algumas estão de acordo com as normas, enquanto outras não funcionam corretamente ou estão ausentes. Isso resultou na classificação de parcialmente conforme para essas máquinas.

Outro item do tópico “sistema de segurança” com classificação parcialmente conforme são os “requisitos para máquinas/equipamentos dotados de proteções móveis com dispositivos de intertravamento”. O item 12.5.7 da norma 12 diz que as máquinas dotadas desses dispositivos devem operar somente quando as proteções estiverem fechadas; paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação; e garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas. As máquinas que possuem esse tipo de dispositivo são: torno CNC, torno mecânico, furadeira de bancada e furadeira de coluna.

Sendo que a furadeira de coluna veio de fábrica com o dispositivo, porém este com o passar do tempo sofreu desgaste e hoje não existe mais a proteção. Já o esmeril, afiadora, fresadora, serra fita e a serra policorte não possuem esse tipo de dispositivo. O item que se refere a “requisitos de dispositivos de intertravamento com bloqueio” foi classificado como parcialmente conforme, a parcialidade em relação ao item 12.5.8 da NR-12 é devido à furadeira de coluna, que está em funcionamento com seu dispositivo de proteção danificado, de acordo com a Figura 6A. As demais máquinas atendem ao item da NR-12.

O item do tópico “sistema de segurança” sobre as “proteções contra componentes móveis e transmissões de força expostas e acessíveis” também estava parcialmente conforme atendendo em partes ao item 12.5.9 da NR-12. As máquinas do laboratório de usinagem com esses componentes móveis e dispositivos de transmissão de força expostos são: torno CNC, torno mecânico, fresadora, furadeira de coluna e furadeira de bancada. Dessas máquinas citadas, apenas os tornos e a furadeira de bancada atendiam ao item analisado, conforme ilustrado na Figura 6B, 6C e 6D. A fresadora e a furadeira de coluna não possuem proteções desse tipo. O item sobre as “proteções necessárias para máquinas que ofereçam riscos de ruptura, projeção de materiais em geral”, apenas a furadeira de bancada e o torno CNC atendem aos requisitos do item 12.5.10 da NR-12, conforme mostrado na Figura 6B e 6D. As demais máquinas não possuem dispositivos que impeçam esses riscos e a projeção de matérias. Para finalizar o tópico “sistema de segurança”, o item “dispositivos de segurança não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim” atendem parcialmente ao item 12.5.16 da NR-12 devido à ausência de reposição dos dispositivos de proteção da furadeira de coluna conforme indicado na Figura 6A e ao esmeril que, devido à degradação, não apresenta mais suas proteções visuais de acrílico como mostrado na Figura 6E.

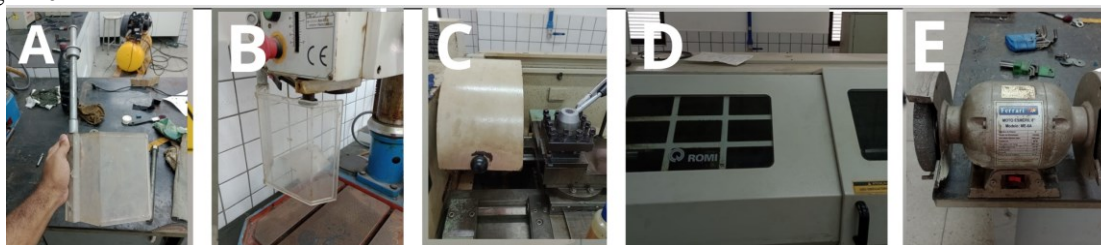


FIGURA 6. Sistema de segurança do laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Tela de proteção danificada da furadeira; (B) Tela de proteção da furadeira de bancada; (C) Protetor de castanha do torno mecânico; (D) Cabine de proteção do torno CNC; (E) Esmeril sem a tampa de fechamento de rebolo. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.5 Dispositivos de parada de emergência

No contexto do tópico “dispositivos de parada de emergência” foram avaliados cinco itens. O item sobre “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” teve sua classificação como parcialmente conforme ao item 12.6.1 da NR-12 por conta da fresadora, torno CNC, torno mecânico, furadeira de coluna e furadeira de bancada que possuíam dispositivos de parada de emergência como mostrada na Figura 7. As demais não possuem dispositivos de parada de emergência.

Os itens analisados no *checklist* sobre “os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento” e “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” estão conformes aos itens 12.6.1.1 e 12.6.2 da NR-12 como exposto na Figura 7.

Os itens “o desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada” e “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” apresentaram classificação como conforme aos itens 12.6.5.1 e 12.6.8 da NR-12 devido às máquinas que apresentavam o dispositivo de botão de emergência. As máquinas do laboratório de usinagem que apresentam o dispositivo de botão de emergência são: torno CNC, torno mecânico, fresadora, furadeira de coluna e furadeira de bancada (Figura 7).

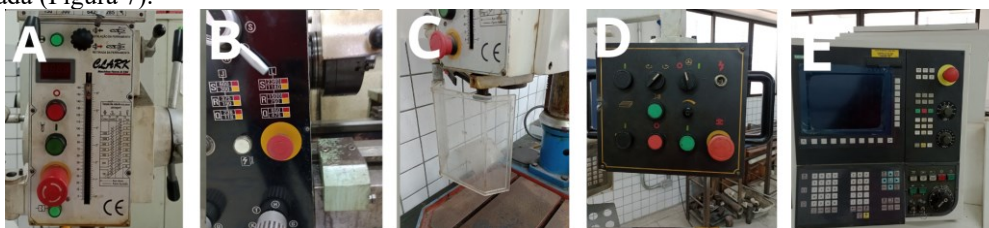


FIGURA 7. Dispositivos de parada de emergência encontrados no laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Botão de emergência da furadeira de coluna; (B) Botão de emergência do torno mecânico; (C) Botão de emergência da furadeira de bancada; (D) Botão de emergência da fresadora; (E) Botão de emergência do torno CNC. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.6 Componentes pressurizados

No tópico “componentes pressurizados” avaliou-se dois itens, sendo um conforme e o outro parcialmente conforme. No item “mangueiras pressurizadas devem indicar pressão máxima de trabalho indicada pelo fabricante” foi considerado conforme por atender ao item 12.7.3 da NR-12. A Figura 8A ilustra claramente a presença das devidas indicações na mangueira, conforme requerido pela NR-12.

Entretanto, o item “mangueiras, tubulações e demais itens pressurizados devem ser protegidos e localizados contra rupturas e vazamentos” recebeu uma classificação de parcialmente conforme por não atender completamente o item 12.7.2 da NR-12. Isso se deve ao fato de que, apesar do compressor próprio do torno CNC estar instalado externamente conforme as diretrizes da NR-12, temporariamente está sendo utilizado um compressor de maneira inadequada, em desacordo com as normas de segurança estabelecidas como exposto na Figura 8B.



FIGURA 8. Componentes pressurizados encontrados no laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Mangueira pneumática do torno CNC com indicação de pressão máxima de trabalho; (B) Compressor temporário do torno CNC. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.7 Riscos adicionais

No tópico “riscos adicionais” dos três itens avaliados, dois foram classificados como conforme e um como parcialmente conforme. Partindo dos itens parcialmente conforme temos o item “devem ser considerados os diversos riscos adicionais”, a NR-12 em seu item 12.10.1 fala que se devem ser considerados os seguintes riscos adicionais: substâncias perigosas quaisquer, sejam agentes biológicos ou agentes químicos em estado sólido, líquido ou gasoso, que apresentem riscos à saúde ou integridade física dos trabalhadores por meio de inalação, ingestão ou contato com a pele, olhos ou mucosas; radiações ionizantes geradas pelas máquinas e equipamentos ou provenientes de substâncias radiativas por eles utilizadas, processadas ou produzidas; radiações não ionizantes com potencial de causar danos à saúde ou integridade física dos trabalhadores; vibrações; ruído; calor; combustíveis, inflamáveis, explosivos e substâncias que reagem perigosamente; e superfícies aquecidas acessíveis que apresentem risco de queimaduras causadas pelo contato com a pele.

No laboratório percebeu-se que existem os seguintes riscos: vibrações (todas as máquinas oferecem esse risco já que trabalham com desbaste de metal), ruído (todas as máquinas também apresenta esse tipo de agente ocupacional), superfícies aquecidas (todas as máquinas oferecem esse risco já que trabalham com desbaste de metal), agentes químicos (devido à presença de fluidos lubrificantes e fluidos de corte na utilização dos tornos, furadeiras, serra fita, serra policorte e fresadora, as únicas que não oferecem esse risco são o esmeril e afiadora pelo seu desbaste abrasivo), além dos riscos de acidentes ocasionado pela projeção de cavacos provenientes dos tornos, furadeiras e fresadora.

O laboratório apresenta uma série de equipamentos de proteções individuais como mostrado na Figura 9C, 9D e 9E para minimizar esses riscos tais como: luvas nitrílicas, luvas de látex, abafadores de ruído, máscara de proteção, óculos de lentes transparentes e de lentes escuras, avental de raspa de couro, perneira, bata e luva de couro, porém a parcialidade se dá pelo fato de o laboratório não apresentar extintores no gancho no momento da avaliação conforme mostrado na Figura 9A.

O item avaliado como conforme foi sobre “adoção de medidas de controle dos riscos adicionais provenientes da emissão de agentes químicos, físicos e biológicos” por atender completamente ao item 12.10.2 da NR-12. Conforme ilustrado na Figura 9, o laboratório dispõe de diversos EPIs destinados a mitigar os riscos associados às atividades realizadas no ambiente, garantindo maior segurança aos usuários. Outro item considerado conforme foi o de “medidas de proteção devem reduzir riscos de queimaduras em máquinas com superfícies aquecidas” por estar de acordo com o item 12.10.4 da NR-12. O laboratório disponibiliza EPIs, como avental de couro (Figura 9C), perneira de couro (Figura 9D) e luvas de proteção de couro, que oferecem proteção adequada contra queimaduras. Na pesquisa de [5], foi destacado que as luvas, isoladamente, garantem essa proteção, enquanto [7] ressalta que o uso do conjunto completo de EPIs de couro proporciona uma proteção mais eficiente.



FIGURA 9. Riscos adicionais observados no laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Ganchos de sustentação e sinalização dos extintores; (B) Micro ventilador; (C) Avental de couro; (D) Perneira de couro; (E) EPI's, tais como, óculos de proteção transparentes e escuros, luvas sintéticas e pigmentada, protetor auricular e máscara facial. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.8 Manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza

No tópico “manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza” foram avaliados cinco itens sendo o item “as máquinas e equipamentos devem ser submetidos a manutenções na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, por profissional legalmente habilitado ou por profissional qualificado, conforme as normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis” foi avaliado como conforme por conta que as máquinas são submetidas a manutenções anuais como pede o fabricante e são realizadas pelo técnico responsável do laboratório atendendo assim às especificações do item 12.11.1 da NR-12. O próximo item foi sobre “as manutenções devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado interno da empresa”, item esse avaliado como desconforme o que determina o item 12.11.2 da NR-12, devido ao não registro das manutenções em nenhum dos suportes citados.

Dando seguimento tem-se o item “as manutenções de itens que influenciam na segurança devem: no caso de preventivas, possuir cronograma de execução; no caso de preditivas, possuir descrição das técnicas de análise e meios de supervisão centralizados ou de amostragem”, todavia este item foi classificado como parcialmente conforme ao item 12.11.2.2 da NR-12, porque apesar de possuir uma periodicidade anual de manutenções preventivas, não existem registros formais do cronograma de execução das manutenções e não são realizadas manutenções preditivas nas máquinas do laboratório.

O item “requisitos para manutenção de itens que influenciam na segurança” destaca a importância de garantir que a manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções em máquinas e equipamentos sejam realizadas apenas por profissionais capacitados e autorizados pelo empregador. Para garantir a segurança durante esses procedimentos, é necessário seguir uma série de medidas, incluindo: a) isolar e descarregar todas as fontes de energia das máquinas; b) bloquear mecanicamente e eletricamente os dispositivos de corte de energia; c) garantir que não haja risco de acidentes após o corte de energia; d) implementar medidas adicionais de segurança para máquinas sustentadas por sistemas hidráulicos e pneumáticos; e) utilizar sistemas de retenção com trava mecânica para evitar movimentos acidentais das partes das máquinas. Em resumo, o laboratório demonstra conformidade em relação ao item 12.11.3 da NR-12, garantindo um ambiente seguro para a realização dessas atividades.

Para finalizar o tópico “manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza” o item “nas manutenções das máquinas e equipamentos, sempre que detectado qualquer defeito em peça ou componente que comprometa a segurança, deve ser providenciada sua reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições seguras de uso” obteve uma avaliação como parcialmente conforme por causa de apesar de seguir corretamente o item 12.11.5 da NR-12, a substituição e reparo são solicitadas pelo mantenedor, porém não é realizada de maneira instantânea por conta de procedimentos burocráticos da universidade.

3.9 Sinalização

O tópico “sinalização” teve um total de nove itens analisados, sendo dois itens avaliados como conforme, e sete parcialmente conforme.

O item “as máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, 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” foi classificado como parcialmente conforme determinado pelo item 12.12.1 da NR-12 devido à falta de sinalização nos locais onde as máquinas estão instaladas, o que não alerta adequadamente sobre os perigos associados a cada equipamento. As sinalizações aparentes no ambiente são na porta de acesso ao laboratório que diz “uso obrigatório de EPI's”, placa de proibido se alimentar e beber no local e proibido fumar como mostrado na Figura 10A, inclusive uma dessas sinalizações se encontra obstruída pelo armário das furadeiras como mostrado na Figura 10B. As máquinas apresentam avisos de fábrica em relação ao uso e perigos encontrados em seu uso.

Assim como o anterior teve-se o item “a sinalização de segurança compreende a utilização de cores, símbolos, inscrições, sinais luminosos ou sonoros, entre outras formas de comunicação de mesma eficácia” avaliado como conforme o item 12.12.1.1 da NR-12. O laboratório cumpre o requisito de sinalização, adotando cores, símbolos e inscrições que asseguram a identificação clara dos riscos e orientações de segurança, conforme previsto no item. Uma das evidências encontrada foram as sinalizações nas máquinas e a tubulação azul, denominado que a tubulação é pneumática assim como apresenta a Figura 10C.

Em seguida também se tem o item “a sinalização de segurança deve ser adotada em todas as fases de utilização e vida útil das máquinas e equipamentos” foi avaliado como parcialmente conforme de acordo com o item 12.12.1.3 da NR-12, que exige a sinalização de segurança em todas as fases de utilização das máquinas. No entanto, durante a inspeção, verificou-se que as sinalizações estão presentes apenas durante a operação das máquinas, sendo ausentes nas etapas de manutenção, limpeza e ajustes.



FIGURA 10. Sinalização observadas no laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Avisos de proibido fumar, proibido comer e beber nesta área; (B) Aviso de proibido fumar obstruído por um armário; (C) Tubulação pneumática azul indicando o seu fluido de trabalho. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O item do tópico “sinalização” que se referia “a sinalização de segurança deve: ficar destacada na máquina ou equipamento; ficar em localização claramente visível; e ser de fácil compreensão” foi classificado como parcialmente conforme ao item 12.12.1.3 da NR-12. As máquinas que apresentam sinalizações referentes a riscos e perigos atendendo ao que se pede no item da NR-12 são: os tornos, afiadora, serra fita e policorte. Já as demais não atendem ao item.

Já a parcialidade em relação ao item “as inscrições das máquinas e equipamentos devem ser escritas na língua portuguesa (Brasil); e ser legíveis” é referente a afiadora que apresenta escritas e avisos na língua inglesa, assim fugindo do que se pede o item 12.12.4 da NR-12.

Outro item classificado como parcialmente conforme foi referente “as inscrições devem indicar claramente o risco e a parte da máquina ou equipamento a que se referem, e não deve ser utilizada somente a inscrição de “perigo”. Verificou-se no local que a furadeira de coluna, a furadeira de bancada, serra fita e a fresadora possuem um adesivo que representa choque elétrico, porém não há uma descrição detalhada a respeito de qual parte contém esse risco. Já as demais máquinas atendem ao item 12.12.4.1 da NR-12.

Dando continuidade tem-se o item “as inscrições e símbolos devem ser utilizados nas máquinas e equipamentos para indicar as suas especificações e limitações técnicas fundamentais à segurança” que foi classificado como parcialmente conforme ao item 12.12.5 da NR-12. Das máquinas presentes no laboratório, apenas torno CNC, as furadeiras, serra policorte, esmeril, serra fita e afiadora contam com inscrições informando suas capacidades como apresentado na Figura 12A, 12 B, 12C, 12D, 12E e 12F. Já a fresadora e torno mecânico não apresentaram concordância com o item da NR-12.

O item “as máquinas e equipamentos fabricados a partir de 24 de dezembro de 2011 devem possuir em local visível as seguintes informações indelévels: razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; informação sobre tipo, modelo e capacidade; número de série ou identificação, e ano de fabricação; número de registro do fabricante/importador ou do profissional legalmente habilitado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA; e peso da máquina ou equipamento.” foi classificado como conforme ao item 12.12.7 da NR-12. A única máquina fabricada após esse período presente no laboratório é a serra policorte, máquina essa que apresenta as informações pedidas no item como mostrado na Figura 11E.



FIGURA 11. Sinalização observadas no laboratório de usinagem da Ufersa: (A) Informativo sobre a capacidade da afiadora; (B) Informativo sobre a capacidade da furadeira de bancada; (C) Informativo sobre a capacidade da furadeira de coluna; (D) Informativo sobre a capacidade do esmeril; (E) Informativo sobre a capacidade da serra policorte; (F) Informativo rasurado sobre a capacidade da serra fita. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para finalizar o tópico “sinalização” temos o item “as máquinas e equipamentos fabricados antes de 24 de dezembro de 2011 devem possuir em local visível as seguintes informações: a) informação sobre tipo, modelo e capacidade; b) número de série ou, quando inexistente, identificação atribuída pela empresa” que foi avaliado como parcialmente conforme ao item 12.12.7.7 da NR-12. As máquinas fabricadas antes desta data foram: furadeira de bancada, furadeira de coluna, torno CNC, torno mecânico, fresadora, afiadora, serra fita e esmeril. As máquinas: furadeira de coluna, furadeira de bancada, esmeril, torno CNC, serra fita apresentaram concordância com o que foi pedido no item da norma, porém a fresadora e torno CNC apresentam a informação pedida em a) de maneira incompleta faltando a capacidade da máquina. Já a afiadora não apresentou concordância com a) faltando a capacidade da máquina e completamente com o que se pede em b).

3.10 Manuais

No tópico “manuais” foram analisados três itens, dos quais todos foram classificados como conforme. O item que exige que as máquinas e equipamentos tenham manuais de instruções fornecidos pelo fabricante foi classificado como conforme ao item 12.13.1 da NR-12. Isso se deve ao fato de que o torno CNC, torno mecânico, afiadora, esmeril e fresadora possuíam seus manuais físicos disponíveis no local analisado, enquanto as demais máquinas têm seus manuais acessíveis *online*, podendo ser encontrados nos sites dos respectivos fabricantes. Porém no estudo de [5] só foram contabilizados os manuais físicos presentes na inspeção, acarretando uma não conformidade.

No item “os manuais devem: ser escritos na língua portuguesa (Brasil), com caracteres de tipo e tamanho que possibilitem a melhor legibilidade possível, acompanhado das ilustrações explicativas; ser objetivos, claros, sem ambiguidades e em linguagem de fácil compreensão; ter sinais ou avisos referentes à segurança realçados; e permanecer disponíveis a todos os usuários nos locais de trabalho” a classificação se deu como conforme porque todos os manuais seguiam o que o item 12.13.2 da NR-12 pedia. O item “requisitos dos manuais das máquinas e equipamentos fabricados ou importados após 24 de junho de 2012”, foi classificado como conforme ao item 12.13.4 da NR-12 pois a única máquina fabricada posteriormente a essa data foi a serra policorte e o seu manual atende ao respectivo item.

3.11 Procedimentos de trabalho e segurança

Em relação ao tópico “procedimentos de trabalho e segurança” teve-se três itens analisados, sendo dois não conforme e um conforme. O item “devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança para máquinas e equipamentos, específicos e padronizados, a partir da apreciação de riscos” foi classificado como não conforme pela não existência de procedimentos de trabalho e segurança das máquinas conforme determinado pelo item 12.14.1 da NR-12, somente existem observações e exigências técnicas solicitadas pelo professor responsável pelo laboratório de usinagem.

O item “os procedimentos de trabalho e segurança não podem ser as únicas medidas de proteção adotadas para se prevenir acidentes, sendo considerados complementos e não substitutos das medidas de proteção coletivas necessárias para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores” recebeu a classificação de conforme as determinações do item 12.14.1.1 da NR-12. Existem medidas de proteções nas próprias máquinas (cabine do torno CNC, tela protetora da furadeira de bancada e protetor de castanha do torno mecânico). Para finalizar temos o item “o início de cada turno de trabalho ou após nova preparação da máquina ou equipamento, o operador deve efetuar inspeção rotineira das condições de operacionalidade e segurança e, se constatadas anormalidades que afetem a segurança, as atividades devem ser interrompidas, com a comunicação ao superior hierárquico” foi avaliado como não conforme ao item 12.14.2 da NR-12. As máquinas do laboratório não passam por procedimentos de inspeção a cada turno ou a cada nova utilização do maquinário.

3.12 Capacitações

No tópico “capacitações”, três itens foram analisados, sendo dois classificados como conforme e um como parcialmente conforme. O primeiro item analisado neste tópico foi referente a “operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados ou qualificados ou capacitados, e autorizados para este fim”. Este item foi avaliado como conforme o item 12.26.1 da NR-12, tendo em vista que a realização de qualquer atividade dessas naturezas é realizada pelo técnico responsável pelo laboratório de usinagem.

No entanto, o segundo item avaliado no tópico “capacitações” foi classificado como parcialmente conforme o item 12.16.2 da NR-12: “trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação providenciada pelo empregador e compatível com suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias, nos termos da NR-12, para a prevenção de acidentes e doenças”. As capacitações são realizadas apenas em relação a máquinas com tecnologias mais recentes, revelando uma área potencial de aprimoramento para garantir que todos os trabalhadores estejam devidamente informados e protegidos em relação aos riscos

associados às máquinas. Já em relação aos alunos que utilizam essas máquinas, os mesmos entram em contato com o responsável do laboratório, solicitando o uso, e declarando qualificação para utilização das máquinas. E os alunos de engenharia mecânica que utilizam essas máquinas, obtêm conhecimento através da disciplina de usinagem e conformação mecânica presente na matriz curricular do curso. Além disso, por último teve-se o item “o material didático do treinamento deve ser em linguagem acessível aos trabalhadores” classificado como conforme o item 12.16.4 da NR-12, tendo em vista que todo material didático utilizado nos treinamentos é elaborado em linguagem acessível aos trabalhadores, contribuindo para uma compreensão eficaz dos procedimentos e medidas de segurança.

3.13 Outros requisitos específicos de segurança

O último tópico do *checklist* foi sobre “outros requisitos específicos de segurança”, em que todos os três itens avaliados neste tópico foram classificados como conforme.

Começando pelos itens “ferramentas e materiais usados em intervenções em máquinas devem ser apropriados para as operações” foi classificado como conforme o item 12.17.1 da NR-12 tendo em vista que todo o ferramental necessário para as manutenções e intervenções estão de fácil acesso no próprio laboratório.

O item “os acessórios e ferramental utilizados pelas máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas” foi considerado conforme o item 12.17.2 da NR-12, pois as máquinas possuem armários adequados com ferramentas que proporcionam aos usuários o suporte necessário para operar cada equipamento de forma apropriada. Isso contrasta com os achados da pesquisa de [8], que observou a presença frequente de ferramentas armazenadas de maneira inadequada durante o uso.

O item “é proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais não apropriados a essa finalidade”, foi classificado como conforme o item 12.17.3 da NR-12, haja vista que não se pode portar ferramentas em bolsos ou em locais incorretos no laboratório.

Observa-se na Figura 12 um resumo da conformidade identificada no local analisado. Verifica-se que dos 54 itens avaliados no *checklist* de conformidade das máquinas do laboratório de usinagem em relação à NR-12, obteve-se que 52% dos itens foram classificados como “conforme”, 41% como “parcialmente conforme”, e 7% como “não conforme”.

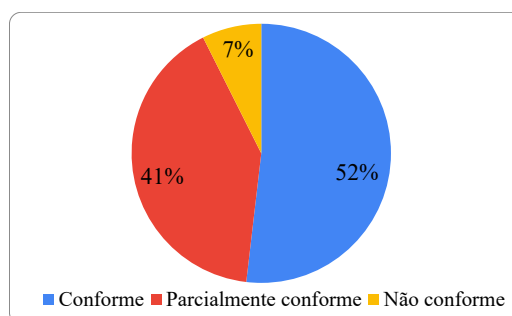


FIGURA 12. Resultado da análise de conformidade do laboratório de usinagem da Ufersa. Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Esses dados apresentados na Figura 15 refletem a situação atual das máquinas do laboratório de usinagem da UFERSA quanto à segurança e adequação a NR-12, evidenciando áreas que estão em conformidade e aquelas que necessitam de melhorias para alcançar os padrões exigidos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das máquinas no laboratório de usinagem, com base em um *checklist* de conformidade com a NR-12, revela tanto pontos positivos quanto áreas que necessitam de melhorias. Tópicos como "Manuais" e "outros requisitos de segurança" apresenta todos os itens em conformidade, sendo essenciais para a proteção dos operadores. No entanto, tópicos como o "procedimentos de trabalho e segurança" apresenta o maior índice de não conformidade, o que aponta para a necessidade de intervenções para garantir a segurança no ambiente.

Para melhorar a segurança das máquinas no laboratório de usinagem, o setor de segurança precisa realizar algumas ações, tais como, instalar cabine de proteção na fresadora para reduzir significativamente o risco de acidentes. Além disso, a furadeira de coluna necessita de reparos imediatos ou substituição de sua tela de proteção, garantindo a segurança dos operadores. A reposição da tampa de proteção do rebolo no esmeril. É essencial também a reconstituição de manuais de instrução para todas as máquinas presentes no laboratório que não possuem manuais reconstituídos e a implementação de um programa de treinamento contínuo para os mantenedores, assegurando que estejam bem-informados sobre os procedimentos de segurança e manutenção.

A instalação de sinalização adequada, conforme exigido pela NR-12, deve ser priorizada, abrangendo todas as fases de utilização das máquinas. Recomenda-se a criação de um livro de registro de manutenções, onde todas as intervenções realizadas em cada máquina sejam documentadas detalhadamente. Adicionalmente, um livro de registro de utilização de liberação de usuário especificando cada máquina utilizada durante as visitas

ao laboratório, permitindo um controle rigoroso sobre o uso e o estado de conservação dos equipamentos e tempo de utilização. É necessário o conserto do compressor do torno CNC para a substituição do compressor provisório que atualmente vem sendo utilizado no torno CNC. Por fim, realizar a criação de um inventário de máquinas que garantirá que todos os sistemas de segurança estejam funcionando corretamente e que qualquer defeito seja identificado e corrigido prontamente.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a oportunidade de fazer a pesquisa no Laboratório de Usinagem da UFERSA, sob a coordenação do Professor Ramsés Otto Cunha Lima, por este disponibilizar as instalações e equipamentos necessários para a execução da pesquisa. Minha gratidão também se estende ao técnico de laboratório, Euclides Moreira de Sousa Filho, cujo apoio foi indispensável para a realização do estudo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, E. M. **Introdução à higiene e à segurança do trabalho**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2021. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- [2] FIOCRUZ. **Tipos de risco**. 2021. Disponível em: https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/tipos_de_riscos.html. Acesso em: 29 dez. 2023.
- [3] BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Higiene e Segurança do Trabalho**. São Paulo: Editora Saraiva LTDA, 2014. E-book. ISBN 9788536514154. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536514154/>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- [4] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 12: Segurança no trabalho em Máquinas e equipamentos**. Publicado no DOU pela portaria 3214 de 08 de junho de 1978 e alterada pela portaria MTP 4219 de 20 de dezembro de 2022.
- [5] GORGES, J. **Análise de segurança do laboratório de ensino em manutenção e conformação mecânica**. 2018. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica), Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, 2018.
- [6] CIAMPI, J. C. S. **Estudo de condições de trabalho em laboratório de soldagem de uma instituição de ensino profissionalizante**. 2013. 92 f. Monografia (Especialização), Curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- [7] DANTAS, M. L. L. **Análise qualitativa de risco em um laboratório de soldagem de uma instituição de ensino**. 2021. 63 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Tecnologia em Automação Industrial), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.
- [8] ZAUPA, J. C. **Condições de trabalho em um laboratório de ensaios mecânicos de uma instituição de ensino superior**. 2016. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- [9] SANTA MARIA, V. A. R. **Análise da norma regulamentadora nº 12 e avaliação do nível de ruído e de iluminação em uma máquina de soldagem por ultrassom do tipo prensa**. 2015. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- [10] MACHADO, J. R. S. **Mapa de Risco: Identificação dos riscos da oficina mecânica da Universidade Federal da Paraíba**. 2019. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia mecânica), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2019.
- [11] BAHLS, Á. L. **Aplicação da NR-12 - segurança de máquinas e equipamentos - em um laboratório de madeira em uma instituição de ensino profissional no Paraná**. 2013. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.
- [12] CASTILHO, M. S. **Reestruturação do laboratório de processos de fabricação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira**. 2017. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.
- [13] ANDRADE, R. M. **Riscos de operação de máquinas e equipamentos em laboratórios da construção civil de uma instituição de ensino**. 2020. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em Engenharia Civil), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.
- [14] SALES, P. S. S. **Proposição de método para a identificação e o controle do nível de segurança em laboratório de soldagem**. 2022. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, 2022.