

ISSN 2595-5934



PERIODICIDADE
MENSAL

MAR EDIÇÃO
2026 N°95

IDIOMAS
PORTUGUÊS E INGLÊS

 **QUALIS B3**



CAPES

**ESTUDO SOBRE O MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS
OCUPACIONAIS NO LABORATÓRIO DE USINAGEM NO IFRN CAMPUS
MOSSORÓ**

**STUDY ON THE MAPPING AND IDENTIFICATION OF OCCUPATIONAL RISKS IN
THE MACHINING LABORATORY AT IFRN CAMPUS MOSSORÓ**

GURGEL, Diêgo Pires¹

RESUMO

Este trabalho apresenta o mapeamento e a identificação de riscos ocupacionais no laboratório de usinagem do IFRN Campus Mossoró, tomando como referência as Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho. O objetivo foi analisar as condições do ambiente e dos equipamentos, identificando os riscos associados às atividades de usinagem e sua relação com requisitos normativos. A metodologia foi baseada na observação direta do local, registros fotográficos e análise qualitativa do ambiente, seguida da comparação com as NRs aplicáveis e da proposição de um zoneamento funcional representado por mapa esquemático de riscos. Os resultados indicaram condições gerais adequadas de organização e infraestrutura, porém com concentração de riscos na área de usinagem, predominantemente de natureza mecânica, além da presença de riscos ergonômicos, químicos e organizacionais nas demais zonas. Foi possível observar a disponibilidade de Equipamentos de Proteção Individual e dispositivos de emergência, mas ausência de sinalização horizontal padronizada e de sistematização formal da gestão de riscos. A conclusão apontou que o laboratório atende requisitos básicos de segurança, porém a prevenção depende majoritariamente de práticas operacionais e comportamento dos usuários. O mapeamento contribui para a compreensão estruturada dos perigos presentes e pode dar suporte a ações de treinamento, organização do ambiente e fortalecimento da cultura de segurança em ambientes acadêmicos de manufatura.

Palavras-chave: Segurança ocupacional. Usinagem. Análise de riscos. Máquinas-ferramenta. Normas regulamentadoras.

ABSTRACT

This work presents the mapping and identification of occupational risks in the machining laboratory of IFRN Campus Mossoró, taking as a reference the Work Safety Regulatory Standards. The objective was to analyze the conditions of the environment and equipment, identifying the risks associated with machining activities and their relationship with regulatory requirements. The methodology was based on direct

¹ Engenheiro mecânico (UFERSA), mestre em Engenharia Elétrica (UFERSA) e doutor em Ciência e Engenharia de Materiais (UFRN). Professor visitante do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). diegopiresgurgel@gmail.com

observation of the site, photographic records and qualitative analysis of the environment, followed by comparison with the applicable NR standards and the proposition of a functional zoning represented by a schematic risk map. The results indicated adequate general conditions of organization and infrastructure, but with a concentration of risks in the machining area, predominantly of a mechanical nature, in addition to the presence of ergonomic, chemical and organizational risks in the other zones. It was possible to observe the availability of Personal Protective Equipment and emergency devices, but the absence of standardized horizontal signage and formal systematization of risk management. The conclusion pointed out that the laboratory meets basic safety requirements, but prevention depends mainly on operational practices and user behavior. The mapping contributes to a structured understanding of the hazards present and can support training actions, organization of the environment, and strengthening of the safety culture in academic manufacturing environments.

Keywords: Occupational safety. Machining. Risk analysis. Machine tools. Regulatory standards.

1 INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho em ambientes industriais tem se tornado cada vez mais relevante tanto diante dos avanços tecnológicos e da complexidade dos processos produtivos, como também em relação à necessidade de preservar a integridade física e a saúde de trabalhadores e estudantes. Em ambientes de usinagem, essa preocupação maior, pois estes envolvem máquinas de grande porte, partes móveis em alta velocidade, ferramentas cortantes, geração de cavacos, ruído elevado e uso de fluidos lubrificantes e de corte, que são fatores que podem representar riscos significativos quando não adequadamente gerenciados.

Em instituições de ensino técnico e tecnológico, como os Institutos Federais, os laboratórios de usinagem e práticas mecânicas são essenciais para a formação prática dos alunos (mas também se caracterizam por intensa circulação de pessoas e aprendizado em processo, o que aponta uma necessidade de análise criteriosa das condições de segurança). Neste contexto, o mapeamento e a identificação de riscos ocupacionais acabam sendo instrumentos fundamentais para compreender os riscos e perigos presentes no ambiente e subsidiar ações de prevenção compatíveis com as Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho.

Embora a NR-12 estabeleça requisitos mínimos para segurança em máquinas e equipamentos, muitos laboratórios de usinagem ainda carecem de análises que também tenham mais informações sobre seus riscos específicos, baseando-se, de maneira geral, em práticas informais ou na própria experiência dos técnicos responsáveis. No caso do laboratório de usinagem do IFRN Campus Mossoró, apesar de apresentar organização aparente e infraestrutura adequada, não há muitos estudos estruturados que descrevam seus riscos ocupacionais e suas relações com as normas vigentes, o que justifica a realização desta pesquisa.

Este trabalho, portanto, tem como objetivo a realização de um estudo sobre o mapeamento e a identificação de riscos ocupacionais no laboratório de usinagem do IFRN Campus Mossoró, com base nas Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho, fazendo análises das condições do ambiente e dos equipamentos e discutindo possíveis melhorias para a prevenção de acidentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho se dá com conceitos essenciais para a compreensão dos riscos ocupacionais em ambientes de usinagem, como as diretrizes normativas aplicáveis à segurança do trabalho neste contexto. Inicialmente, serão descritos e discutidos os conceitos básicos de segurança do trabalho, como risco, perigo e acidente (além da importância da prevenção em ambientes industriais). Logo após, serão apresentados os principais tipos de riscos presentes em laboratórios de usinagem. Por fim, são analisadas as Normas Regulamentadoras mais relevantes para este estudo, com foco especial para a NR-12, NR-06 e NR-01, que são as que orientam a gestão e o controle de riscos ocupacionais.

2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO EM AMBIENTES INDUSTRIAIS

A segurança do trabalho pode ser descrita como o conjunto de medidas técnicas, administrativas e educativas voltadas à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, propondo a proteção, integridade física e a saúde dos trabalhadores.

Em ambientes industriais, essas medidas são especialmente importantes devido à presença de máquinas, processos produtivos complexos e agentes potencialmente nocivos e perigosos (AMORIM, 2021; TELMO; SLAVUTZKI, 2024).

Para uma gestão adequada da segurança, é fundamental diferenciar os conceitos de perigo, risco e acidente de trabalho. O perigo se refere a uma fonte ou situação com potencial de causar danos; o risco está associado à probabilidade e à gravidade desse dano acontecer; e o acidente de trabalho se descreve como um evento inesperado ocorrido no exercício das atividades laborais, resultando em lesão ou perturbação funcional. A prevenção de acidentes é baseada na identificação dos perigos, na avaliação dos riscos e na adoção de medidas de controle, como proteções coletivas, uso de EPIs, treinamento e manutenção adequada dos equipamentos, sendo essencial em laboratórios de usinagem (BRASIL, 2025; CHAIB, 2005).

2.2 RISCOS EM LABORATÓRIOS DE USINAGEM

Os laboratórios de usinagem são caracterizados pela presença de máquinas-ferramentas destinadas a operações de corte, conformação e acabamento de materiais, o que envolve diferentes tipos de riscos ocupacionais normalmente classificados como mecânicos, físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes (AMORIM, 2021; MENEZES; LUNA, 2021).

Os riscos mecânicos estão normalmente associados ao contato com partes móveis das máquinas, ferramentas cortantes e projeção de cavacos metálicos, podendo resultar em cortes, prensagens e aprisionamento de roupas ou membros. Os riscos físicos incluem principalmente ruído, vibração e calor gerados durante a operação dos equipamentos, que podem afetar a saúde dos usuários em exposições mais prolongadas (SAMANT et al., 2006).

Os riscos químicos estão ligados ao uso de óleos de corte, lubrificantes e produtos de limpeza, cuja exposição inadequada pode causar irritações ou problemas à saúde. Já os riscos ergonômicos decorrem de posturas inadequadas, esforço físico e repetitividade nas atividades de usinagem, podendo levar a desconfortos ou lesões físicas para os operadores ou estudantes (TELMO; SLAVUTZKI, 2024).

Desta forma, os riscos de acidentes estão normalmente relacionados à organização do ambiente, sinalização insuficiente, falhas de manutenção e comportamentos inseguros, o que reforça a importância para a devida atenção de um mapeamento sistemático dos riscos presentes nos laboratórios (BRASIL, 2025).

2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS APLICÁVEIS

As Normas Regulamentadoras (NRs) são instrumentos legais estabelecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego que objetivam garantir condições seguras e saudáveis de trabalho nos mais diferentes setores. Para os casos de laboratórios de usinagem, algumas normas são particularmente relevantes para a gestão e controle dos riscos ocupacionais.

2.3.1 NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

A NR-12 estabelece requisitos mínimos para a utilização segura de máquinas e equipamentos, abrangendo aspectos como instalação, operação, manutenção e proteção coletiva. Entre as suas principais diretrizes, são destacadas a necessidade de dispositivos de segurança, como proteções fixas e móveis, sistemas de parada de emergência acessíveis e sinalização adequada (BRASIL, 2022a).

Para um laboratório de usinagem, a NR-12 é aplicável à maioria dos equipamentos presentes, como tornos, fresadoras, furadeiras e serras. A norma foca na importância de evitar o acesso às partes perigosas das máquinas, garantindo a estabilidade dos equipamentos e assegurando que os operadores recebam treinamento adequado para suas utilizações seguras. Dessa maneira, a NR-12 constitui um referencial fundamental e muito importante para a análise das condições de segurança do laboratório, garantindo, inclusive, condições e especificações que irão facilitar que as condições mais adversas tenham impactos minimizados em casos de acidentes (SILVA; OLIVEIRA, 2024).

2.3.2 NR-06 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

A NR-06 trata da utilização de Equipamentos de Proteção Individual, definidos como dispositivos ou produtos de uso individual destinados à proteção contra riscos capazes de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador. A norma indica que o empregador é responsável por fornecer EPIs adequados e em bom estado de conservação, além de orientar e treinar os usuários quanto ao seu uso correto (BRASIL, 2022b).

Para laboratórios de usinagem em geral, os EPIs mais comuns incluem óculos de proteção, protetores auriculares, luvas apropriadas, aventais e calçados de segurança. O uso adequado desses equipamentos é importante para reduzir a exposição aos riscos mecânicos, físicos e químicos presentes no ambiente. A aplicação da NR-06 no contexto educacional também envolve a conscientização e informação dos alunos sobre a importância do uso correto dos EPIs durante as atividades práticas. (BRASIL, 2022b; GONDIM et al., 2023)

2.3.3 NR-01 - Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO)

A NR-01 descreve e consolida diretrizes gerais para o gerenciamento de riscos ocupacionais, introduzindo o conceito de Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). Essa norma orienta a identificação, avaliação e controle dos riscos presentes no ambiente de trabalho, promovendo uma abordagem sistemática e contínua para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais (BRASIL, 2025).

Em relação ao mapeamento de riscos em um laboratório de usinagem, a NR-01 fornece uma base conceitual para a análise dos perigos existentes, a avaliação de sua probabilidade e gravidade e a definição de medidas de controle adequadas. Embora o presente trabalho não tenha como objetivo direto a implementação formal de um PGR, os princípios da NR-01 serão utilizados como referência para estruturar a identificação e a análise qualitativa dos riscos ocupacionais observados (CHAIB, 2005).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi criada de maneira que possa ser feita a identificação, descrição e análise qualitativa dos riscos ocupacionais presentes no laboratório de usinagem do IFRN Campus Mossoró, usando, como referência, as Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho. Para isto, foram definidos os procedimentos de coleta e análise de dados para que se pudesse ter uma visão geral e descritiva do ambiente, focando na observação direta do local de estudo e o registro atencioso das condições observadas no ambiente (BARROSO et al., 2018; CHAIB, 2005).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada tanto como qualitativa como descritiva, já que é baseada na observação do ambiente e das condições reais de trabalho no laboratório de usinagem, sem a realização de medições instrumentais ou análises quantitativas detalhadas.

Esta abordagem é adequada e suficiente para que objetivo deste trabalho seja atendido, pois dá abertura para uma análise contextualizada dos riscos ocupacionais, considerando aspectos físicos, organizacionais e operacionais do laboratório, bem como sua relação com as Normas Regulamentadoras aplicáveis.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no laboratório de usinagem do IFRN Campus Mossoró, que consiste em um grande salão único destinado a atividades práticas de usinagem convencional. No espaço, estão diversos equipamentos, incluindo tornos mecânicos, fresadoras, furadeiras, plainas e uma serra eletro-hidráulica, além de uma mesa central equipada com morsas e dispositivos de fixação de peças.

O ambiente também conta com balcões e armários para armazenamento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), um baú destinado a certos descartes (ou reaproveitamento de resíduos metálicos, lixas, ou peças que eventualmente possam ter alguma serventia), e uma pia utilizada para lavagem de peças e ferramentas,

próxima a lubrificantes e fluidos de corte. O piso apresenta-se íntegro e organizado, e a circulação entre as máquinas é ampla e livre, permitindo o deslocamento seguro dos usuários durante as atividades práticas.

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio dos seguintes procedimentos:

a) Observação do local de estudo

Foi feita observação direta do laboratório (tanto em funcionamento como em repouso), com o objetivo de identificar perigos potenciais, analisar a organização do espaço e verificar as condições gerais de segurança. Durante essa etapa, foram considerados aspectos como disposição das máquinas, circulação de pessoas, uso de EPIs, presença de dispositivos de emergência e condições de limpeza e organização do ambiente (BARROSO et al., 2018).

b) Registro fotográfico dos equipamentos

Foram executados registros fotográficos das principais máquinas e áreas do laboratório, incluindo tornos, fresadoras, furadeiras, plainas, serra eletro-hidráulica, mesa central, armários de EPIs e área de descarte de resíduos. As imagens serviram como base para a caracterização do ambiente e para a posterior análise e descrição dos riscos ocupacionais (SILVA; OLIVEIRA, 2024).

c) Mapeamento dos riscos no ambiente

Com base nestas observações diretas e nas fotografias, foi criado um mapeamento qualitativo dos riscos presentes no laboratório, identificando os principais perigos associados a cada equipamento ou área. Neste mapeamento foram considerados tanto riscos relacionados ao funcionamento das máquinas quanto aos aspectos organizacionais e estruturais do espaço (GONDIM et al., 2023).

d) Comparação com Normas Regulamentadoras

As condições notadas no laboratório foram comparadas com diretrizes estabelecidas nas Normas Regulamentadoras, especialmente a NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos), NR-06 (Equipamentos de Proteção Individual) e NR-01 (Gerenciamento de Riscos Ocupacionais). Todas essas

interpretações foram feitas a fim de que se avaliasse a conformidade geral do ambiente com as recomendações normativas.(BRASIL, 2022a, 2022b, 2025)

3.4 CRITÉRIOS DE ANÁLISE DOS RISCOS

A análise dos riscos ocupacionais foi realizada de maneira qualitativa, considerando-se três critérios principais: probabilidade de ocorrência, que pode ser entendida como a avaliação subjetiva da chance de materialização do risco com base na frequência de uso dos equipamentos e na exposição dos usuários; gravidade das consequências, que é estimada a partir do potencial de dano associado a cada perigo (como partes móveis, ferramentas cortantes ou exposição a fluidos químicos); e nível de exposição dos usuários, que fica relacionado ao tempo e à proximidade dos alunos e técnicos às fontes de risco durante as atividades práticas no laboratório. Com base nesses critérios, os riscos foram classificados de maneira bem descritiva e organizados por categorias convencionais da Segurança do Trabalho (mecânicos, físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes), o que possibilitou uma análise estruturada, descrita logo mais na seção de Resultados e Discussão (AMORIM, 2021; CHAIB, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da observação do local, dos registros fotográficos e da análise dos riscos ocupacionais no Laboratório de Usinagem do IFRN Campus Mossoró. A interpretação destes dados fica baseada nos princípios da Segurança do Trabalho e nas Normas Regulamentadoras aplicáveis (em especial a NR-01, NR-06 e NR-12). Os resultados ficarão organizados nas seguintes maneiras: caracterização do ambiente (Seção 4.1), identificação dos principais riscos ocupacionais (Seção 4.2), seguida da elaboração do mapa de riscos (Seção 4.3) e da análise crítica baseada nas normas (Seção 4.4).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE USINAGEM

O Laboratório de Usinagem do IFRN Campus Mossoró, de maneira objetiva, é um salão retangular de dimensões adequadas para a disposição dos equipamentos e circulação de alunos e técnicos. O piso é contínuo e conservado, o que reduz riscos imediatos de quedas por irregularidades no solo. A disposição geral do ambiente, com os equipamentos alinhados nas laterais e a mesa central ao centro, pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Caracterização do laboratório de usinagem: (a) vista panorâmica com tornos, fresas e ferramenteira; (b) região das plainas e furadeiras.



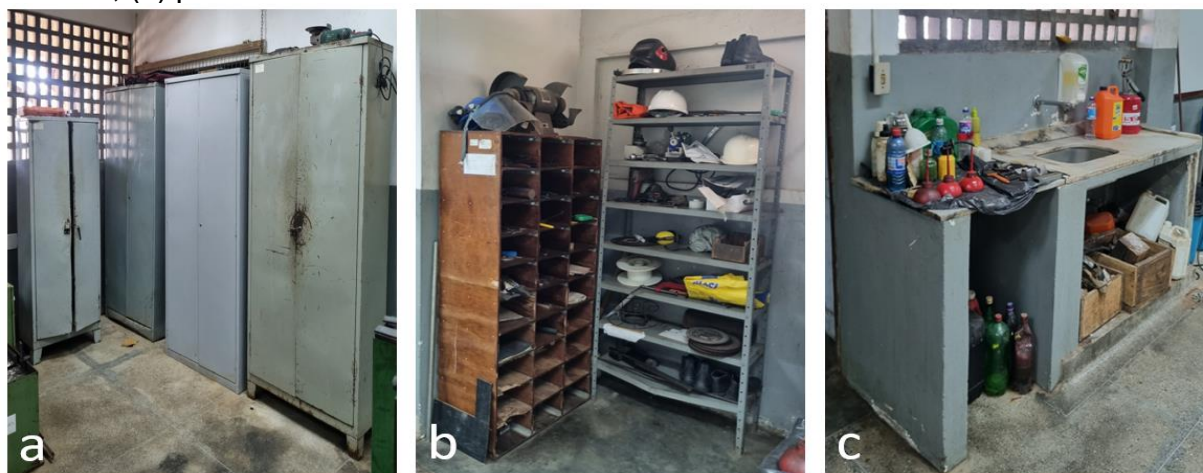
Fonte: Elaborado pelo autor.

A iluminação é predominantemente artificial, complementada por aberturas laterais vazadas e ventiladores nas paredes, favorecendo visibilidade, um mínimo de conforto térmico e certos níveis de dispersão de calor gerado pelas máquinas (Figura 1a e 1b).

O arranjo físico é funcional e suficiente para as aulas práticas, onde foram identificados cinco tornos mecânicos, duas fresadoras, duas plainas, três furadeiras de bancada, uma serra eletro-hidráulica e uma ferramenteira, distribuídos com espaçamento adequado entre si (Figura 1a e 1b). No centro do laboratório fica posicionada uma mesa de trabalho equipada com morsas de fixação, utilizada para preparação e inspeção de peças (Figura 1a), sendo um ponto relevante para análise ergonômica e de riscos.

Em relação à infraestrutura de apoio, esta inclui armários metálicos para ferramentas e materiais, uma estante específica para EPIs e uma área com pia e armazenamento de lubrificantes e óleos de corte (Figura 2).

Figura 2: Infraestrutura de apoio do laboratório: (a) armários e depósitos; (b) estante de EPIs; (c) pia e área de lubrificantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Há, também, um recipiente/baú destinado ao armazenamento de cavacos e resíduos metálicos (ilustrados na Figura 3c, logo mais, no tópico 4.2), indicando a existência de um sistema básico de organização de subprodutos da usinagem ou outros itens funcionais.

Quanto à segurança operacional, foram verificados que os botões de emergência dos equipamentos estão, em geral, visíveis e acessíveis ao operador,

embora sua correta utilização dependa de treinamentos. Não foram identificadas marcações claras no piso delimitando áreas de circulação e zonas de operação de máquinas (Figura 1a), aspecto que será discutido nas seções seguintes.

De modo geral, o laboratório apresenta características padrões de ambientes industriais de ensino: equipamentos robustos, organização espacial satisfatória e infraestrutura básica adequada. Contudo, como será detalhado a seguir, os principais riscos estão associados à operação das máquinas e às práticas de trabalho dos usuários.

A organização observada no laboratório apresenta características semelhantes às descritas em estudos sobre oficinas de usinagem didáticas, nos quais a disposição lateral das máquinas e a existência de área central de trabalho favorecem a supervisão e o deslocamento dos usuários, contribuindo para redução de colisões e interferências operacionais (BARROSO et al., 2018). Ambientes educacionais de manufatura tendem a priorizar visibilidade e circulação como estratégia preventiva básica, uma vez que os usuários ainda estão em processo de aprendizagem operacional.

Por outro lado, a ausência de delimitação física de zonas de operação e circulação difere de recomendações frequentemente descritas na literatura de segurança industrial, que indicam a sinalização espacial como elemento importante para percepção de risco e comportamento seguro, especialmente em locais com operadores inexperientes. Assim, apesar de o laboratório apresentar organização satisfatória, aponta-se que melhorias simples de layout já podem contribuir para aumento da percepção situacional e redução de riscos operacionais, aproximando o ambiente das boas práticas recomendadas para oficinas de manufatura e treinamento técnico.

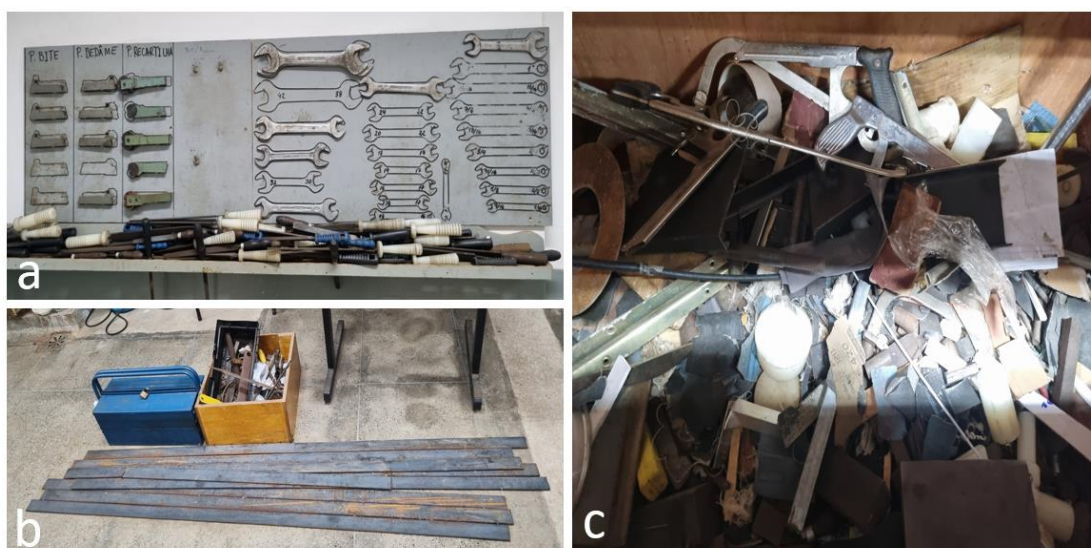
4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS

A identificação dos riscos ocupacionais foi realizada por meio de observação direta no local e análise dos registros fotográficos dos equipamentos e das condições de operação. Os riscos foram classificados conforme a tipologia tradicional da

Segurança do Trabalho (mecânicos, físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes) de acordo com a NR-01.

Alguns aspectos relacionados à organização de materiais e ferramentas influenciam diretamente a segurança. A Figura 3 ilustra pontos críticos observados no laboratório.

Figura 3: Organização de materiais e ferramentas: (a) painel de ferramentas desorganizado; (b) chapas metálicas no chão; (c) caixa com resíduos e subprodutos metálicos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

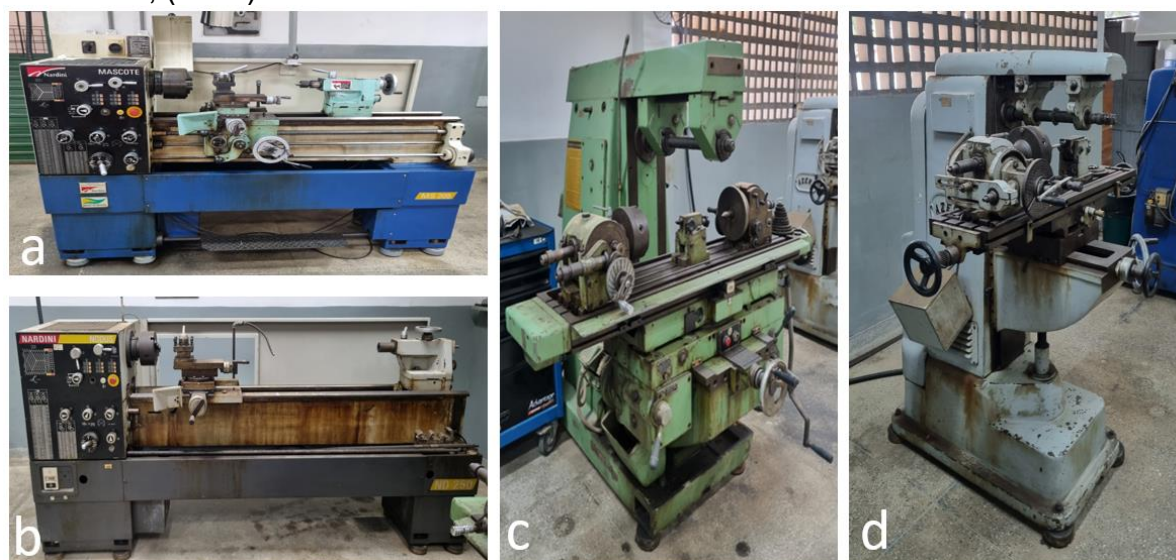
4.2.1 Riscos Mecânicos

Os riscos mecânicos foram os mais expressivos e notáveis no laboratório, estando diretamente associados aos equipamentos de usinagem que possuem partes móveis, ferramentas rotativas e elementos de corte. Esse tipo de risco é característico de operações de manufatura, nas quais a interação direta entre operador e máquina constitui uma das principais fontes de acidentes ocupacionais (SAMANT et al., 2006; SALEH et al., 2010).

Os tornos mecânicos (Figuras 4a e 4b) apresentam risco de contato e aprisionamento de roupas, cabelos ou membros, além de projeção de cavacos, o que

reforça a necessidade do uso de óculos de proteção (NR-06). As fresadoras (Figuras 4c e 4d) também oferecem risco de contato com a ferramenta rotativa e de prensagem entre a peça e os elementos móveis da máquina. Situações desse tipo são frequentemente associadas a falhas de percepção de risco e à proximidade operacional inevitável entre trabalhador e equipamento, fatores que são bastante discutidos na literatura de erro humano em ambientes industriais (REASON, 1990; HALE; BORYS, 2013).

Figura 4: Identificação de riscos mecânicos em máquinas-ferramentas: (a e b) tornos mecânicos; (c e d) fresadoras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros equipamentos também apresentam riscos mecânicos decorrentes das suas operações. A ferramenteira (Figura 5a) possui ferramentas rotativas e abrasivas que podem causar cortes ou projeção de partículas. As furadeiras de bancada (Figura 5b e 5c) apresentam risco de perfuração acidental e enrolamento de roupas. A serra eletro-hidráulica (Figura 5d) oferece risco de corte e prensagem, enquanto as plainas mecânicas (Figura 5e) possuem movimento linear alternativo de alta potência, podendo causar impacto ou esmagamento. Na literatura é destacado que acidentes em máquinas-ferramentas geralmente resultam da ausência ou insuficiência de

barreiras físicas e organizacionais de proteção, evidenciando a importância de múltiplas camadas de segurança (HOLLNAGEL, 2004; LIN; MILLS, 2001).

Figura 5: Identificação de riscos mecânicos em equipamentos auxiliares: (a) ferramenteira; (b e c) furadeiras; (d) serra eletro-hidráulica; (e) plainas mecânicas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resumo, os riscos mecânicos estão intrinsecamente ligados às atividades de usinagem e exigem treinamento adequado dos usuários, uso correto de EPIs e manutenção periódica dos equipamentos, conforme a NR-12. Programas de capacitação e conscientização também apresentam efeito comprovado na redução de acidentes envolvendo máquinas industriais (BURKE et al., 2006).

4.2.2 Riscos Físicos

Os principais riscos físicos identificados no laboratório analisado estão associados ao ruído, à vibração e, em menor intensidade, ao calor gerado durante a operação das máquinas. Apesar de não terem sido realizadas medições acústicas, a operação simultânea de tornos, fresadoras e plainas caracteriza um ambiente típico de manufatura com potencial para níveis elevados de pressão sonora. Estudos mostram que atividades industriais e mecânicas frequentemente expõem

trabalhadores a níveis de ruído superiores aos considerados confortáveis, podendo contribuir para fadiga, redução da atenção e, em exposições prolongadas, perdas auditivas ocupacionais (NEITZEL et al., 2004; LIE et al., 2016; SUTER, 1991).

Além do ruído, foi notada a presença de vibrações transmitidas ao piso e às superfícies de trabalho, especialmente na mesa central com morsas, decorrentes do funcionamento das máquinas-ferramentas. A literatura indica que a exposição contínua a vibrações mecânicas pode provocar desconforto físico, aumento da fadiga e comprometimento do desempenho operacional, reforçando a necessidade do uso de protetores auriculares, manutenção adequada dos equipamentos e monitoramento periódico das condições ambientais de trabalho (SUTER, 1991; LIE et al., 2016).

4.2.3 Riscos Químicos

Os riscos químicos observados no laboratório estão associados principalmente ao uso de óleos de corte, lubrificantes e ao armazenamento de cavacos contaminados. A proximidade desses materiais com os postos de trabalho favorece contato dérmico e inalação de névoas geradas durante a usinagem. Estudos mostram que aerossóis de fluidos de corte podem conter partículas metálicas e aditivos químicos capazes de causar irritações cutâneas e respiratórias em exposições contínuas, sendo recomendadas medidas como uso de luvas adequadas, ventilação e descarte periódico dos resíduos para reduzir a exposição ocupacional (WOSKIE et al., 1994; PARK; STEWART; COBLE, 2009).

4.2.4 Riscos Ergonômicos

Os riscos ergonômicos observados estão relacionados principalmente à postura de trabalho, repetitividade de movimentos e esforço físico durante a manipulação e fixação de peças na mesa central com morsas. A permanência prolongada em posições inclinadas e a aplicação de força manual podem gerar sobrecarga musculoesquelética, especialmente em coluna lombar, ombros e membros superiores. Estudos em ergonomia ocupacional indicam que tarefas manuais repetitivas e com esforço estático aumentam significativamente a

probabilidade de desconforto e lesões ao longo do tempo, reforçando a necessidade de orientação postural, pausas e adequação do posto de trabalho (GRANDJEAN, 1998; PHEASANT; HASLEGRAVE, 2006).

4.2.5 Riscos de Acidentes

Os riscos de acidentes observados estão associados principalmente à organização do ambiente, à disposição de materiais e à ausência de sinalização operacional. A presença de chapas metálicas sobre o piso e o armazenamento de resíduos no recipiente de cavacos podem favorecer cortes e tropeços, especialmente em períodos de maior circulação de alunos. Além disso, a disposição irregular de ferramentas no painel dificulta sua localização adequada e aumenta a probabilidade de queda de objetos durante o manuseio.

Sob a perspectiva da segurança sistêmica, essas situações não devem ser vistas apenas como falhas pontuais, mas como fragilidades nas barreiras de prevenção do ambiente de trabalho. De acordo com o modelo do “queijo suíço”, acidentes resultam do alinhamento entre condições latentes do sistema e ações inseguras dos usuários (REASON, 1990). A ausência de demarcações no piso e de padronização operacional reduz a efetividade dessas barreiras, ampliando a dependência do comportamento individual para a manutenção da segurança.

Em ambientes educacionais de usinagem, onde operadores ainda estão em processo de aprendizagem, a confiabilidade do sistema deve se basear principalmente em controles físicos e organizacionais, e não apenas na atenção do usuário. A literatura destaca que ambientes seguros são aqueles projetados para tolerar erros humanos previsíveis, por meio de múltiplos níveis de proteção e organização do trabalho (HOLLNAGEL, 2004; SALEH et al., 2010). Assim, a padronização do armazenamento, a sinalização de circulação e a gestão sistemática de resíduos representam medidas fundamentais para reduzir a probabilidade de acidentes.

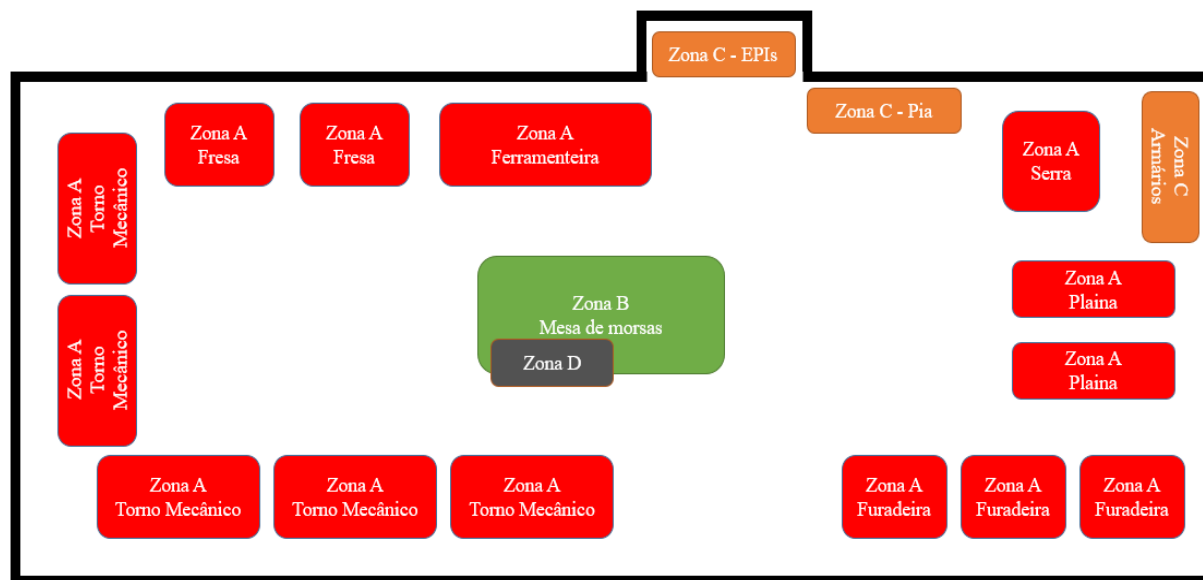
4.3 MAPA DE RISCOS DO LABORATÓRIO

Para a elaboração do mapa de riscos do Laboratório de Usinagem do IFRN Campus Mossoró, o ambiente foi setorizado em zonas homogêneas, considerando a similaridade das atividades desenvolvidas, dos equipamentos presentes e da natureza predominante dos riscos ocupacionais, de modo a equilibrar rigor técnico e aplicabilidade prática. A divisão do espaço em áreas funcionais é recomendada em análises de segurança por facilitar a visualização dos perigos e a definição de medidas preventivas, além de estar alinhada aos princípios de gerenciamento de riscos ocupacionais (BRASIL, 2025; SALIBA, 2018; IIDA, 2016).

Nesse contexto, foi definida a Zona A (usinagem, com alto risco mecânico), que englobou tornos, fresas, plainas, furadeiras, serra eletro-hidráulica e ferramenteira, por concentrarem riscos relacionados a partes móveis, ferramentas de corte e projeção de cavacos; a Zona B (trabalho e preparação), correspondente à mesa central com morsas, onde predominam riscos ligados ao manuseio de peças, esforço físico e postura; a Zona C (apoio e infraestrutura), que incluiu armários, EPIs, painel de ferramentas, pia e área de lubrificantes, associada principalmente a riscos químicos, organizacionais e de acidentes menores; e a Zona D (resíduos e subprodutos), referente ao baú de cavacos e materiais temporariamente dispostos no piso, com riscos de cortes, perfurações, tropeços e escorregamentos.

A representação esquemática desse zoneamento pode ser observada na Figura 6.

Figura 6: Mapa de riscos do Laboratório de Usinagem (esquemático e funcional).



Legenda:

■ Zona A (Usinagem – alto risco mecânico)
■ Zona C (Apoio e infraestrutura)

■ Zona B (Trabalho e preparação)
■ Zona D (Resíduos e subprodutos)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, o mapa de riscos possibilitou uma visão integrada das áreas críticas do laboratório e serviu de base para a análise conforme as Normas Regulamentadoras nas seções seguintes.

4.4 ANÁLISE DOS RISCOS À LUZ DAS NORMAS

A análise dos riscos identificados no Laboratório de Usinagem do IFRN Campus Mossoró foi realizada com base na NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos), NR-06 (Equipamentos de Proteção Individual) e NR-01 (Gerenciamento de Riscos Ocupacionais) (BRASIL, 2022a, 2022b, 2025), sendo também interpretada à luz de modelos consolidados de prevenção de acidentes.

Em relação à NR-12, observou-se que as máquinas possuem botões de parada de emergência visíveis e acessíveis. Entretanto, a ausência de sinalização padronizada no piso e a presença de partes móveis parcialmente expostas indicam dependência significativa do comportamento do operador para evitar acidentes. Na literatura de segurança, acidentes em máquinas são entendidos como resultado da

interação entre falhas técnicas, organizacionais e humanas, e não apenas de erros individuais (REASON, 1990; SALEH et al., 2010).

Quanto à NR-06, verificou-se a disponibilidade de EPIs no laboratório, especialmente óculos de proteção. Contudo, a efetividade dessa medida depende da utilização correta e contínua pelos usuários. Estudos mostram que a simples disponibilização do equipamento não garante sua adoção, sendo necessária capacitação estruturada e reforço comportamental para consolidar práticas seguras (BURKE et al., 2006; HALE; BORYS, 2013).

No que se refere à NR-01, o mapeamento qualitativo realizado permitiu identificar e priorizar as áreas mais críticas, sobretudo a Zona A. Apesar disso, a inexistência de um Programa de Gerenciamento de Riscos formal caracteriza uma gestão predominantemente reativa. Modelos de gestão de segurança indicam que sistemas baseados apenas na experiência prática possuem menor capacidade preventiva quando comparados a abordagens estruturadas e monitoradas continuamente (LIN; MILLS, 2001).

De modo geral, o laboratório apresenta condições básicas de segurança compatíveis com ambiente de ensino técnico, porém com predominância de controles operacionais e comportamentais. A adoção de procedimentos organizacionais formais tende a reduzir a dependência do fator humano e aumentar a robustez do sistema de prevenção de acidentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento e identificação dos riscos ocupacionais no Laboratório de Usinagem do IFRN Campus Mossoró, com base nas Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho. A partir da observação direta, registros fotográficos e análise qualitativa do ambiente, foi possível caracterizar o espaço e propor um zoneamento funcional representado por um mapa esquemático de riscos.

Os resultados indicaram que o laboratório apresenta condições gerais satisfatórias de organização e infraestrutura, com disponibilidade de EPIs e dispositivos de emergência, porém com concentração de riscos na Zona A (usinagem), onde predominam riscos mecânicos inerentes à operação de máquinas-ferramentas, enquanto nas demais zonas prevalecem riscos de natureza ergonômica, química e organizacional. A análise evidenciou que a segurança do ambiente depende fortemente do comportamento dos usuários e de controles operacionais, indicando predominância de medidas reativas em detrimento de uma gestão sistematizada.

À luz das NRs 01, 06 e 12, foi constatado o atendimento a requisitos básicos de segurança, porém com oportunidades de melhoria relacionadas à sinalização horizontal, organização padronizada de ferramentas, descarte de resíduos e formalização de um Programa de Gerenciamento de Riscos. Assim, o mapeamento realizado não apenas descreveu os perigos existentes, mas contribuiu para a compreensão estrutural dos riscos do laboratório, podendo dar suporte a ações de prevenção, treinamento e fortalecimento da cultura de segurança no ambiente acadêmico de usinagem.

REFERÊNCIAS

BARROSO, F. de A. et al. Layout de oficina mecânica de usinagem de materiais – estudo de caso sobre a minimização dos riscos através da disposição das máquinas operatrizes. Revista Campo do Saber, v. 4, n. 4, p. 159–172, 2018.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>>. Acesso em 5 dez. 2025.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. NR-06 – Equipamentos de Proteção Individual (EPI) Ministério do Trabalho e Previdência. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>>. Acesso em 5 dez. 2025.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. NR-01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. Brasília: MTE, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-01-atualizada-2025-i-1.pdf>>. Acesso em 5 dez. 2025.

BURKE, M. J. et al. Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *Journal of Applied Psychology*, v. 91, n. 2, p. 341–356, 2006. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.059840>.

CHAIB, E. B. D. Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. (Tese).

GONDIM, P. A. et al. Análise dos incidentes e acidentes ocorridos com os discentes nas aulas práticas em laboratórios de mecânica. *Educação e Meio Ambiente: possibilidades e desafios em pesquisa*, p. 52–73, 2023.

HALE, A.; BORYS, D. Working to rule, or working safely? Part 1: A state of the art review. *Safety Science*, v. 55, p. 207–221, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.05.011>.

HOLLNAGEL, E. *Barriers and accident prevention*. Aldershot: Ashgate, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315261737>.

KROEMER, Karl H. E.; GRANDJEAN, Etienne. *Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics*. 5. ed. London: CRC Press, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9780367807337>. Acesso em: 13 fev. 2026.

LIE, A.; SKOGSTAD, M.; JOHNSEN, T. S.; ENGDahl, B.; TAMBS, K. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, v. 89, p. 351–372, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1083-5>.

LIN, Y.-H.; MILLS, A. Measuring the occupational health and safety performance of construction companies in Australia. *Facilities*, v. 19, n. 3/4, p. 131–138, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1108/02632770110381676>.

MENEZES, Caio Ramos de; LUNA, Renata Mendes. Riscos do processo de usinagem na produção de carretas: estudo de caso em uma indústria de máquinas agrícolas.. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 13, p. 57–63, 2021.

NEITZEL, R.; SEIXAS, N.; GOLDMAN, B.; DANIELL, W. Contributions of nonoccupational activities to total noise exposure of construction workers. *Annals of Occupational Hygiene*, v. 48, n. 5, p. 463–473, 2004. DOI:

<https://doi.org/10.1093/annhyg/meh041>.

PARK, D.; STEWART, P. A.; COBLE, J. B. Determinants of Exposure to Metalworking Fluid Aerosols: A Literature Review and Analysis of Reported Measurements. *Annals of Occupational Hygiene*, v. 53, n. 3, p. 271–288, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mep005>.

PHEASANT, Stephen; HASLEGRAVE, Christine M. *Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. Disponível em: <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/BUKU%20ANTROPOMETRI/Bodyspace%20Anthropometry,%20Ergonomics%20and%20the%20Design%20of%20the%20Work,%20Second%20Edition.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2026.

REASON, J. *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139062367>.

SALEH, J. H. et al. Highlights from the literature on accident causation and system safety: Review of major ideas, recent contributions, and challenges. *Reliability Engineering & System Safety*, v. 95, n. 11, p. 1105–1116, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2010.07.004>.

SAMANT, Y. et al. Profile of machine safety in small metal fabrication businesses. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 49, n. 5, p. 352–359, 2006.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, F. N. DE. Inspeção de segurança baseada nos requisitos da NR-12 : estudo de caso em um laboratório de usinagem. *Engenharia Mecânica – DET / CE / UFERSA*, n. 12, 2024.

SUTER, A. H. Noise and its effects. Washington: Administrative Conference of the United States, 1991. Disponível em: <https://windaction23.s3.amazonaws.com/attachments/3795/Noise%20and%20Its%20Effects%20-%20Suter%201991.pdf>. Acesso em 12 fev. 2026

TELMO, R. DE L.; SLAVUTZKI, L. C. Segurança e Saúde no Trabalho: Um Guia de Princípios Essenciais. São Paulo: Freitas Bastos, 2024.

WOSKIE, S. R. et al. Size-Selective Pulmonary Dose Indices for Metal-Working Fluid Aerosols in Machining and Grinding Operations in the Automobile Manufacturing Industry. *American Industrial Hygiene Association Journal*, v. 55, n. 1, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1080/15428119491019221>.